

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Костромской государственный университет

Б. М. Моисеев

**ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА СВЕТА:
ПОСТКВАНТОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ**

Кострома
КГУ
2020

УДК 535.1:167
ББК 22.31в+22.343.131
М748

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Костромского государственного университета

Рецензенты:

Институт специальных исследований,
директор М. В. Солошенко (г. Санкт-Петербург);
Я. Г. Ключин, кандидат физико-математических наук,
доцент (г. Санкт-Петербург);
Е. В. Рыльцев, кандидат философских наук (г. Нижний Тагил)

Моисеев, Б. М.
М748 Физическая природа света: постквантовая концепция : монография /
Б. М. Моисеев. – Кострома : Костромской государственный
университет, 2020. – 221 с.

ISBN 978-5-8285-1087-0

В монографии с позиций материалистической методологии проанализированы экспериментальные, логические и философские основы современной квантовой физики. Основное внимание уделено пониманию теории, то есть возможности пересказать суть теории словами, на естественном языке. Проанализированы представления о физической природе света и предложена гипотеза о структуре кванта (фотона). Предложен эксперимент для опровержения предлагаемой физической модели светового кванта.

Книга ориентирована, прежде всего, на физиков – научных работников, аспирантов, преподавателей и студентов, а также на специалистов по философии науки и на всех тех, кто интересуется логическими и экспериментальными основами физики.

Ил.: 4. Библиогр.: 291 назв.

УДК 535.1:167
ББК 22.31в+22.343.131

ISBN 978-5-8285-1087-0

16+

© Моисеев Б. М., 2020
© Костромской государственный
университет, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

К ЧИТАТЕЛЮ.....	5
ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА	7
1. О КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ КАК ОСНОВЕ ПОНИМАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ.....	10
1.1. О чём эта глава?	10
1.2. Особенности квантовой теории и её интерпретации	12
1.3. Некоторые современные квантовые идеи	19
1.4. Случайность, причинность, наглядность, детерминизм.....	23
1.5. Единство и различие мнений о квантовой теории	33
1.6. Квантовая теория и философия науки	40
1.7. О роли математики в физической теории	53
1.8. О допустимых пределах математизации физики	68
1.9. Зачем нужна физическая теория?.....	77
1.10. Итоги обсуждения.....	80
2. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРИРОДЕ СВЕТА.....	82
2.1. Краткий обзор публикаций о физической природе света	82
2.2. Корпускулярно-волновой дуализм	94
2.3. Электромагнитная волна в современной физике	98
2.4. Масса фотона в квантовой теории	103
2.5. Материальная среда Вселенной	108
2.6. Итоги обсуждения.....	112
3. ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА СВЕТА: ЭВРИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ	113
3.1. О содержании этой главы	113
3.2. Теоретические и экспериментальные предпосылки	116
3.3. Модель кванта естественного (теплого) излучения.....	120
3.4. Проект эксперимента для опровержения пространственной протяжённости кванта.....	121
3.5. Итоги обсуждения.....	124
4. МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СВЕТЕ: СУБКВАНТОВАЯ СТРУКТУРА.....	125
4.1. Физическая структура фота и фотона.....	125
4.2. Количественные параметры фота и фотона.....	128
4.3. Масса фота и фотона	137

4.4. Классическая модель спина фотона.....	139
4.5. Полная энергия кванта	141
4.6. Энергетический спектр атома	143
4.7. Соотношение неопределённостей.....	144
4.8. Волновые свойства света	145
4.9. Интерференция света	147
4.10. Корпускулярные свойства света	151
4.11. Поляризация света	152
4.12. Естественная ширина спектральной линии	153
4.13. Скорость света	154
4.14. Итоги обсуждения	156
5. НОВАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ	
НЕКОТОРЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ	158
5.1. Свет в гравитационном поле	158
5.2. Решение парадокса «Пионеров»	164
5.3. Эффект Доплера.....	165
5.4. Структура радиоизлучения.....	167
5.5. Структура лазерного излучения.....	171
5.6. Микроволновое фоновое излучение	173
5.7. Связь массы и энергии материального тела	183
5.8. Совершенна ли современная метрология?.....	186
5.9. Итоги обсуждения	189
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	191
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	195
Глава 1.....	195
Глава 2.....	203
Глава 3.....	208
Глава 4.....	209
Глава 5.....	212
Список публикаций автора о физической природе света.....	216
УКАЗАТЕЛЬ ИМЁН.....	219

К ЧИТАТЕЛЮ

С древнейших времён, сидя у костра, освещавшего место ночлега и отгонявшего подступающую тьму, человек заворожённо смотрел на танец языков пламени и сноп мелькающих искр, на свет далёких звёзд в ночном небе и свет Луны, озаряющей небосвод и пространство вокруг.

Архимед, используя примитивные зеркала, действующие вместе как параболический отражатель солнечного света, сжёг корабли, атакующие Сиракузы.

Больше ста лет человеческая цивилизация использует электрическую лампочку для освещения помещений и улиц.

В 1916 году Альберт Эйнштейн предсказал существование явления вынужденного излучения, а в 2020 году исполнилось 60 лет с момента демонстрации первого оптического квантового генератора – лазера.

И, несмотря на всё это, наука как проявление человеческого гения до сих пор не может дать однозначного и непротиворечивого ответа на «детский» вопрос о природе света: «Что есть свет?»

В монографии Б. М. Моисеева «Физическая природа света: постквантовая концепция» пытливые и любопытные умы найдут для своих размышлений и понимания интересный материал по проблеме природы света и смежной тематике, в том числе новую интерпретацию ряда оптических явлений.

Автором рассматриваются экспериментальные и философские основы современной квантовой физики и релятивизма, высказываются конструктивные критические замечания.

В монографии проанализированы представления о физической природе света, и, главное, предложена гипотеза о том, что квант света (фотон) имеет структуру.

Б. М. Моисеевым чётко выделяется мысль, что истинная причина проявления волновых свойств света, описываемых стандартной (конвенциональной) корпускулярно-волновой физической моделью, сокрыта в периодичности микропроцессов, до сих пор не понятых и не исследованных конвенциональной наукой, происходящих в процессе излучения и движения фотона. Отстаивается позиция, что исследование физической природы света неотделимо от исследования светонесущей среды (эфира, физического вакуума) как основы «ткани» Вселенной.

Конечно, работа автора выходит за рамки конвенциональной физической модели. Но этим она и ценна – более чем столетнее доминирование релятивистской парадигмы и эйнштейновской модели не привело к прогрессу в понимании природы света. Помимо чисто теоретических споров, накопленные за последнее столетие экспериментальные факты ярко свидетельствуют, что

квантовая теория находится в глубочайшем противоречии с теорией А. Эйнштейна. Б. М. Моисеев высказывает критические замечания как по отношению к теоретической концепции релятивизма, так и по отношению к уже ставшей элементом стандартной теории и конвенциональной физики концепции квантовой механики, что также показывает стремление автора выйти за рамки стандартного научного дискурса сторонников двух научных школ.

Важной заслугой автора является то, что научная книга написана достаточно простым языком, облегчающим восприятие сложного материала по фундаментальным физическим вопросам. Монография будет полезна студентам, аспирантам, а также всем, нацеленным на поиск и обретение нового знания.

Конечно, позиционировать предложенную Б. М. Моисеевым модель как «постквантовую концепцию» равнозначно взгляду, что «теоретическое здание» квантовой механики полностью завершено, что предложенная концепция ставит черту завершённости квантовой механики, после (пост-) которой идёт авторская концепция, что не совсем так. Достаточно рассмотреть возможность изменения одной из фундаментальных констант, такой как постоянная Планка (и производной от неё постоянной Дирака), в условиях изменения гравитационного потенциала, как у стандартной квантовой механики откроются новые горизонты для своего развития и появится «второе дыхание». Следует также обратить внимание, что ответ на вопрос о природе света должен рассматриваться вместе с ответом на вопрос (предложением модели), что такое пространство, время и движение. Однако сказанное не отрицает ценности взгляда автора и ценности предлагаемой модели, так как её развитие, вне всяких сомнений, способно дать ростки нового знания.

В условиях доминирования релятивистской парадигмы и закостенелости конвенциональной науки путь к новому невозможен без появления и введения в широкий научный дискурс новых идей, в частности идей Б. М. Моисеева. Для русской науки и для прорыва в области обретения нового знания крайне необходимо поддержание информационного поля и дискурса, определяющегося знаменитым древнекитайским принципом: *«Пусть расцветают сто цветов, пусть соперничают сто учений»*.

М. В. Солошенко,
директор Института
специальных исследований, Ph. D

Мудрый человек познаёт не существование и гибель, а их причину.

Ле Юй-Коу (V в. до н.э.) [цит. по: 27]

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Однажды, уже взрослым перечитывая «Пикник на обочине» братьев Стругацких, автор обратил внимание на мнение одного из персонажей романа о потребности человека в знаниях: «Есть потребность понять, а для этого знаний не надо. Гипотеза о боге, например, даёт ни с чем не сравнимую возможность абсолютно всё понять, абсолютно ничего не узнавая... Дайте человеку крайне упрощённую систему мира и толкуйте всякое событие на базе этой упрощённой модели. Такой подход не требует никаких знаний».

Чтение этого фрагмента вызвало недоумение. Не может быть, чтобы Стругацкие мыслили так упрощённо. Скорее всего, это ирония, возражение упрощённому пониманию мироустройства, встречаемому в том числе и в научной среде. Догадка вскоре подтвердилась. Далее следует: «Обезьяна нажимает красную кнопку – получает банан, нажимает белую – апельсин, но как раздобыть бананы и апельсины без кнопок, она не знает. И какое отношение имеют кнопки к бананам и апельсинам, она не понимает».

Боже мой, да это же практически один к одному про современную фундаментальную физику! Это про «свалившиеся с неба ответы на вопросы, которые мы ещё не умеем задать». Во всяком случае, сходство с оценкой состояния фундаментальной науки показалось автору удивительно близким.

Можно выделить две основные разновидности *непонимания*. Что-либо не понимать можно просто из-за того, что отсутствует необходимая информация. А можно ещё понимать, *до какой степени ты это не понимаешь*. С момента, когда это осознано, начинается новый процесс переосмысления, который может сделать человека философом.

Молодые творцы науки, как правило, далеки от философии. Возможно, это правильно, потому что желание достичь полного осмысления может затормозить процесс *созидания*. С возрастом появляются сомнения, а сочетание дерзкой молодости и мудрости, редко совмещаемое в одном человеке одновременно (но встречаемое в коллективе), позволяет достичь понимания более полного, чем это было бы при отсутствии сомнений.

Книга, которую Вы держите в руках, предназначена для всех тех, кто уже начал сомневаться и искать возможные ответы на вопросы, которые не принято задавать в процессе безудержной гонки за успехом. Можно ожидать

множество возражений по содержанию книги. В. Л. Гинзбург писал: «Нет оснований писать... по вопросам, которые настолько всем ясны, что не вызывают никаких расхождений во взглядах» [33, с. 8]. В целом это справедливо, однако история науки показывает, что вечных концепций нет, и любая теория рано или поздно заменяется другой. А начинается всё с того, что некто высказывает сомнения по вопросам, *которые настолько всем ясны, что не вызывают никаких расхождений во взглядах*.

Впрочем, возражения по содержанию данной книги могут появиться только в том случае, если её будут читать. Уверенности в этом нет, поэтому, не обладая в качестве аванса авторитетом и известностью для потенциальных читателей, автор собрал в этой работе множество цитат из публикаций тех, кто творил и продолжает творить, создавая величественное здание современной науки. Приводятся выписки из работ не только тех, с кем автор согласен, но и тех, с кем согласиться никак нельзя. Пусть читатель сам для себя определит, какой вариант развития физической науки он считает правильным. Можно сказать, что опора на мнение авторитетных учёных – основной *доказательный метод* в той части работы (две первые главы), которая связана с интерпретацией опытных данных и физических теорий и которую следует отнести к философии науки.

В первой главе речь идёт о квантовой теории. Цель – показать, что принятое сегодня направление развития – это потенциальный тупик. Понимания теории, общезначимого и полезного для инженерии, сегодня нет, а при таком варианте развития неизбежны деградация и вырождение реальной науки, влияющей на развитие технологий и интеллектуальный потенциал общества.

Во второй главе проанализированы современные представления о свете, развиваемые на основе квантовой теории. Цель практически та же, что и в первой главе: показать, что физическая природа света за последние примерно сто лет, несмотря на впечатляющие прикладные достижения, связанные с техногенными видами излучений, не стала физически понятней.

В третьей главе, основной и самой короткой, предложена авторская модель структуры светового кванта. Предложен эксперимент *для опровержения* предлагаемой модели. Как известно, ни один эксперимент не может с полной достоверностью подтвердить физическую модель, но опровергнуть её можно всего лишь одним отрицательным результатом. Предлагаемая гипотеза о физической природе света – это не отрицание квантовой теории. С одной стороны, это попытка проложить мостик между классической и квантовой теориями. С другой стороны, это попытка пойти дальше. Родоначальник квантовой физики М. Планк, как известно, занимался этим всю жизнь, но ему это не удалось. М. Лауэ в своей «Истории физики» написал, что Планк *доказал невозможность* успеха в этом направлении. Но разве отдельная неудачная попытка может что-либо доказать?

В четвёртой главе предлагается дальнейшее развитие модели, которое в современных условиях не может быть проверено экспериментально. Эта глава по содержанию относится к тому, что целесообразно называть *мета-*

физикой, т. е. к тому, что *за физикой*. Метафизика – это не политический термин и не математическая фантастика; это то, что в опытном познании выходит за горизонт возможного сегодня, но не противоречит известным и *хорошо проверенным законам природы*. Это совокупность гипотез, т. е. необходимый этап развития любой естественной науки. Как говорил Карлос Кастанеда, мир делится на три части: познанное, непознанное (но познаваемое) и принципиально непознаваемое. Метафизика – это о том, что можно познать.

В пятой главе на основе структурной модели кванта света развиваются некоторые следствия, т. е. предлагается новая интерпретация нескольких хорошо известных явлений природы, имеющих сегодня лишь формальное описание.

Данная работа не ориентирована на то, чтобы понравиться читателю. Более того, автор старался придать полемическую заострённость даже там, где без этого можно было обойтись. И стиль изложения, и содержание отдаются на суд читателя. Цель публикации будет достигнута, если читатель *задумается*; это было бы лучшей наградой автору. Осознание того, что твоё творчество вольётся маленькой капелькой в океан общественной мысли, – что может быть приятнее в этом мире – временном пристанище каждого из нас?

О КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ КАК ОСНОВЕ ПОНИМАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

С моей стороны было бы слишком самонадеянно претендовать на большее, чем просто вызвать несколько образов, имеющих отношение к идеям и событиям, которые привели к рождению квантовой механики, и я приглашаю вас разделить со мной эти образы.

Дж. Мехра [86, с. 719]

1.1. О чём эта глава?

Для начинающего изучать естественную науку существует как минимум две возможности. Первый вариант – это скольжение по поверхности, схватывание отдельных деталей без глубокого продумывания теоретических и экспериментальных основ изучаемой науки. Такой способ пригоден для студентов, которым надо сдать экзамен, а также возможен для тех, кому необходимо освоить лишь прикладные возможности данной науки с целью практического использования.

Второй вариант – это углублённое проникновение в основы науки с целью понять не только её методы и прикладную значимость, но и обосновать для себя самого исключительность данного построения, его мировоззренческую силу и перспективы для продолжения исследования природы данным методом. Только таким способом можно изучать науку с целью установления внутренней гармонии, с целью получения удовлетворения от процесса познания.

В такой ситуации может оказаться, например, физик-экспериментатор, изучавший квантовую теорию в вузе и сдавший по этой дисциплине экзамен. Он умеет, когда возникает необходимость, произвести полуквантовый-полуклассический расчёт, но если задача сложная, он обращается к теоретикам. И вот этот профессионал-экспериментатор решил вдруг разобраться в *основах* квантовой теории. В библиотеке – обилие литературы, написанной и физиками-теоретиками, и философами. Все авторы, так или иначе, затра-

гивают мировоззренческие проблемы квантовой физики, причём никто не отрицает значимость квантовой теории, но оценка достижений существенно различается. Как в таких условиях разобраться в основах?

Рассмотрим конкретный пример. В предисловии к своему курсу лекций по квантовой механике В. Г. Зелевинский пишет: «Мне казалось, что было неправильным тратить слишком много времени на обсуждение глубоких идеологических проблем квантовой механики или, вернее, квантового мировоззрения. <...> Наоборот, постоянная работа с приложениями делает язык квантовой механики привычным, понятным и, в конце концов, единственно возможным» [56, с. 5].

Интересно, о каком *понимании* пытается сказать автор курса лекций? Квантовую теорию *не понимали* даже её создатели – по крайней мере, они сами откровенно заявляли об этом. Автору этих строк в молодости удалось поговорить о квантовой теории с одним из ведущих учёных нашей страны, который честно признался: «Да, я могу всё сосчитать – всё, что мне необходимо. Но я до сих пор не могу сказать, что понимаю квантовую теорию». А вот другая точка зрения: теоретик, из сегодняшних удачливых молодых, в беседе с автором горячо отстаивал мнение, что только *благодаря квантовой теории сделано много физических открытий*. На просьбу перечислить эти *физические открытия* он не назвал ни одного, если не считать *открытиями* математические модели и методы расчёта. Этот молодой теоретик с восторгом рассказывал о том, что экспериментаторы часто получают результаты, которые не могут осмыслить без теоретиков. «А мы делаем расчёт – и все становится ясно!» – с гордостью отметил он.

Подмножество учёных, считающих, что *понять* – это *уметь вычислить*, достаточно велико. При изучении современных курсов, например того же курса лекций Зелевинского (кстати, в методическом смысле достаточно удачного и подробного), приходит не *понимание*, а происходит *натаскивание* на выполнение ремесленных операций. Ремеслом в данном случае является современная теоретическая физика. А современные методы отбора на физические факультеты способствуют тому, чтобы среда физиков пополнилась в основном не за счёт тех, кто слаб в математике, но чувствует физику глубоко, как говорится, *на уровне мышечных ощущений*, а прежде всего за счёт тех, кто хорошо и быстро мыслит абстрактно, т. е. математически.

Обратив внимание на термин *понимание*, мы не имеем в виду некие условности, которых достаточно много в теоретической физике. Например, *неправильное* отклонение позитронов в магнитном поле истолковывалось наблюдателями как движение электронов вспять, т. е. к источнику, или *назад во времени*. Эту и ей подобные условности *понять* достаточно просто. Но есть такие условности, принять которые никак нельзя. Например, утверждение теоретиков о том, что фотон проходит через две щели одновременно. Вот что об этом пишет Р. Фейнман: «Фотон не разделяется на два: он распространяется либо по одному, либо по другому пути. <...> Природа так всё устроила, что мы никогда не сможем понять, как она это делает» [126, с. 73].

Можно согласиться с тем, что без изучения языка математики современную теорию физики, которая изложена на математическом языке, не изучить. Но невозможно согласиться с тем, что идеологические истоки теории можно не изучать. Без глубокого осмысления именно идеологических основ любая естественная наука неизбежно будет вырождаться в своеобразный аналог религии – в данном случае религии новой, математизированной.

В зрелом возрасте учёные иногда приходят к мысли о том, что необходимо осмыслить истоки науки, которой отданы многие годы. Однако именно в зрелом возрасте это сделать особенно трудно. Мешают мастерство, навыки, завоёванный с годами авторитет. Мастерство и навыки напрямую связаны с принципами науки, но именно принципы особенно трудно подвергнуть анализу, так как беспристрастный анализ может привести к сомнениям, а это весьма болезненно. Лишь немногие, самые выдающиеся учёные решались заговорить о том, что в фундаментальной науке необходимо корректировать прежде всего *основы*.

В данной главе представлена попытка проанализировать основы квантовой теории, но рассмотрение связано не с анализом математических возможностей теории и не с оценкой соответствия между теоретическими расчётами и результатами экспериментов. Априорно предполагаем, что математика совершенна, а совпадение с результатами экспериментов эталонное. Наша цель – понять общечеловеческую значимость квантовой теории и, следовательно, оценить перспективу этого направления в науке. Для достижения данной цели не надо сравнивать уравнения, приводить таблицы полученных в эксперименте данных. И то, и другое было бы убедительно лишь для узкопрофессиональной дискуссии. Если же целью является понимание того, может ли квантовая теория стать частью общечеловеческих знаний, нам надо сопоставлять мнения учёных, философов, заинтересованных дилетантов – т. е. даже тех, кто не входит в *касту посвящённых*, а относится к другой, более многочисленной части человечества. Ведь именно для *человечества в целом* создаётся новое знание, которое, конечно же, необходимо в первую очередь для использования в инженерии, но которое, что тоже не менее важно, совершенствует сам процесс дальнейшего познания. Когда наукой овладевают массы, она становится непосредственной производительной силой. И наоборот, если наука становится уделом узкой группы жрецов-профессионалов, деградация такой науки, а значит, и общества в целом исторически неизбежна.

1.2. Особенности квантовой теории и её интерпретации

В статье «К вопросу об интерпретации квантовой физики», опубликованной в 2013 г., А. А. Гриб пишет: «Успехи в квантовой теории описания явлений микромира от элементарных частиц до молекул, теории сверхпроводни-

мости и сверхтекучести таковы, что ни у кого в физическом сообществе не возникает сомнений в правильности её математического аппарата, позволяющего делать все эти замечательные предсказания. Раскол в физическом сообществе начинается тогда, когда делаются попытки понять этот математический аппарат, т. е. дать его интерпретацию на обычном языке» [38, с. 1337].

Если не рассматривать вариантов теории, требующих изменения стандартного математического аппарата, то Гриб указывает на три интерпретации, считающиеся основными:

1) *прагматическая интерпретация*. Правила квантования принимаются как таковые, а почему они именно такие, знать не обязательно;

2) *копенгагенская интерпретация*. Одно из основных положений: в микромире существует «объективная неопределённость», т. е. неопределённость, не связанная с нашим незнанием, как это в классической физике, а являющаяся свойством самого объекта;

3) *многомировая интерпретация Эверетта*. Как известно, эту идею сначала горячо поддержал Дж. А. Уилер, но в 1977 г. он отказался от этой интерпретации, как *вводящей бесконечное количество ненаблюдаемых миров в качестве метафизического багажа*. Сегодня многомировая интерпретация используется некоторыми космологами при попытках объяснить квантовое рождение Вселенной, основываясь на идее волновой функции, существующей в отсутствие наблюдателя.

В статье Гриб перечисляет основные постулаты квантовой теории:

1) *состояние квантового объекта определяется волновой функцией* координат в пространстве-времени Минковского $\Psi(x, y, z, t)$, являющейся вектором в гильбертовом пространстве. В отсутствие измерений волновая функция с течением времени изменяется детерминированно в соответствии с уравнением Шрёдингера. Её эволюция определяется квантованным полем;

2) *постулат редукции волнового пакета*. При измерении прибором некоторой наблюдаемой A волновая функция $\Psi(t)$ скачком преобразуется в одну из собственных функций оператора \hat{A} ;

3) *принцип суперпозиции*. Если Ψ_1, Ψ_2 – состояния системы, то любая их линейная комбинация $\Psi = c_1\Psi_1 + c_2\Psi_2$, где c_1, c_2 – комплексные числа, тоже представляет собой возможное состояние системы;

4) *корпускулярно-волновой дуализм*. Волновая функция квантовой частицы может быть получена в результате действия оператора локального квантового поля, связанного с данной частицей, на состояние фоковского вакуума. Хотя мы и наблюдаем частицу как точечный объект, программа её эволюции во времени определяется реально существующим квантовым полем. Волновые свойства мы наблюдаем как свойства ансамбля частиц.

Основной причиной разногласий в физическом обществе Гриб считает процесс измерения, при этом:

1) всё зависит от того, посмотрит или не посмотрит наблюдатель на подсистему. Если наблюдение не проводится – наблюдается только система как целое. Знание части разрушает целое;

2) превращение численно неопределённого значения физической величины в определённое – это не просто фиксация, как в классической физике, существовавшего до наблюдения значения, а превращение объективной неопределённости в число [38, с. 1339].

Об интерпретации квантовой теории писали и другие авторы. Академик М. А. Марков в монографии [82] также пишет о трёх интерпретациях: копенгагенской, статистической и многомировой. В первом издании книги (1991 г.) Марков отметил, что копенгагенская и статистическая интерпретации – наиболее распространённые, а многомировая интерпретация имеет хотя и малое, но постепенно увеличивающееся число сторонников. В настоящее время это число уменьшается. На это указывает, например, Р. С. Нахмансон в статье, опубликованной через 10 лет после публикации монографии Маркова: «...многомировая интерпретация рассматривается большинством как педагогический курьёз, и сам Уилер от неё давно отказался» [91, с. 442].

Принципиальные разногласия имеются по проблеме существования или отсутствия *скрытых параметров*. Приведём мнение об этом Б. Б. Кадомцева, наиболее поддерживаемое в ортодоксальной научной среде. Кадомцев поясняет на примере с чёрным и белым шарами, что значит *есть* или что значит *нет* скрытых параметров: «Предположим, что у нас имеются два шара – шар белый и шар чёрный, мы их кладём в ящик, затем поболтаем этот ящик, вставим перегородку, не зная, в каком из двух новых ящичков находится какого цвета шар, и начнём разносить эти ящички друг от друга. В классическом случае у нас есть скрытые параметры, мы не знаем их, но они есть. В одном ящичке у нас находится чёрный цвет, а в другом ящичке – белый цвет. Мы не знаем, в каком ящичке какой цвет находится, но мы знаем, что этот цвет сохраняется и никуда не исчезает, поэтому это и есть скрытый параметр. Откроем первый ящичек. Если мы увидели чёрный цвет, то мы сразу узнаём, что во втором ящичке – белый цвет. В данном случае никаких далекодействующих или нелокальных связей, конечно, нет, просто начальная корреляция приводит к тому, что если мы увидели скрытый параметр – чёрный цвет одного шара, то тем самым мы узнали и скрытый параметр другого. <...> Квантовая теория прямо противоречит этой простой картинке, и вот это нужно очень чётко понять. В квантовой теории нет скрытых параметров и до измерения у соответствующего шара нет ни белого цвета, ни чёрного цвета, можно сказать, что он вообще не имеет цвета, т. е. до измерения мы не имеем права рассуждать о цветовых свойствах индивидуального шара. Мы можем только говорить о том, что два шара (сразу два, а не каждый по отдельности!) находятся в суперпозиции белого и чёрного цвета, и эта суперпозиция такова, что если мы измерим один шар и увидим, что у него чёрный цвет, то второй будет белым и, наоборот. <...> Такие тесно скоррелированные состояния двух квантовых систем... называются в квантовой механике запутанными состояниями. <...> Вот теперь мы разнесли эти шары, у шара нет никакого цвета – ни белого, ни чёрного. Открываем ящик. Предположим, здесь мы увидели чёрный цвет, это означает, что

автоматически второй шар окрасится в белый цвет. Он окрашивается в момент открытия ящика. До открытия ящика ничего не происходит...» [59, с. 1228–1229].

Кадомцев очень чётко разъясняет, в чём отличие классического и квантового подходов. Был цвет шаров до того, как на них посмотрели, – это классика. Шар окрашивается в момент открытия ящика – это квантовая теория.

О современной физике существует поверье, что её *невозможно понять* – к ней можно только привыкнуть. У тех, кто ещё не привык, возникает естественный вопрос: а чем нас не устраивает классическое объяснение эксперимента с шарами, о котором рассказывает Кадомцев? И почему надо переходить на язык квантовой механики?

Вопрос этот не так прост, как может показаться в первом приближении. Два возможных различных ответа имеют корни в философии – материалистической и позитивистской, каждая из которых имеет свою доказательную базу и определённое число сторонников. Не залезая глубоко в дебри философии, мы попытаемся ответить на вопрос, можно ли о явлениях микромира говорить классически ясным языком. В этом и состоит цель нашего обсуждения, но пока продолжим сопоставлять различные мнения.

Статья Кадомцева начинается с объяснения того, что такое дуализм волна – частица: «...чтобы понять смысл этого утверждения, рассмотрим стандартный эксперимент Юнга с двумя щелями, на которые падают какие-либо квантовые частицы. Это могут быть фотоны, электроны, нейтроны или атомы. Если длина волны этих частиц достаточно велика для того, чтобы проявилась интерференция, то дальше на экране возникнет интерференционная картина. Но если эту интерференционную картину попытаться измерить, то оказывается, что вместо волны прибор регистрирует частицу. И не только прибор. Поместим здесь (на экране) фотографическую пластинку. <...> Вы увидите пятнышки от падающих на экран электронов. В начале их совсем немного. С увеличением времени экспозиции их становится всё больше и больше, пока не возникает отчётливая интерференционная картина. <...> Только когда электронов много, возникает хорошая картина интерференции» [59, с. 1221].

Пока человек не *привык к квантовой теории*, поскольку *понять её невозможно*, он может предположить, например, что интерференционная картина на экране – результат взаимодействия вращающихся частиц, встречающихся в области экрана в разной фазе вращения, в зависимости от расстояния до щелей. В зависимости от совпадения или несовпадения фазы вращения частицы или усиливают, или взаимно гасят свое воздействие на вещество экрана. Но в квантовой теории – своё объяснение. Вот что об этом пишет Кадомцев: «То, что мы видим, есть результат взаимодействия электрона с молекулами бромистого серебра, которые расположены в светочувствительном слое фотопластинки. Поэтому (несколько упрощённо, но логически последовательно) можно считать, что после попадания электрона в светочувствительный слой возникает размытая по всей фотопластинке

многокомпонентная, сильно запутанная волновая функция, составленная из компактных волновых функций собственно электрона и атома серебра (возникшего вследствие химической реакции разложения молекулы бромистого серебра). За счёт необратимости окружения эта запутанность стирается, и каждый раз размытая волновая функция коллапсирует в точку на фотопластинке» [59, с. 1231].

Если целью статьи является разъяснение различия двух подходов – классического и квантового, то цель успешно достигнута. Но Кадомцев не обосновал общепринятую в ортодоксальных кругах точку зрения, что квантовое объяснение – единственно возможное в данном случае. Вероятно, это и не было целью статьи – зачем обосновывать то, что уже многие десятилетия считается общепринятым? Однако, увы, несогласные с общепринятым подходом существуют. Несогласных немного, но их существование является залогом того, что наука продолжает развиваться.

Некоторые выводы, сделанные автором цитируемой статьи:

«...Квантовая теория нелокальна. <...> Есть внутренние корреляционные связи, которые связывают квантовые объекты на далёких расстояниях. <...> Имеются необратимые процессы сверхсветового стирания информации» [59, с. 1239]. «У природы... нет полного детерминизма, она не работает ни по квантовой механике, ни по классической механике, внутри неё запрятаны случайные процессы» [59, с. 1240].

Именно такие выводы и такая интерпретация являются сегодня общепринятыми.

Оригинальное и очень простое различие между квантовым и классическим описанием приводит П. А. М. Дирак. Он пишет: «Световой квант обладает одной особенностью: он, по-видимому, перестаёт существовать, когда находится в одном из своих стационарных состояний, а именно в нулевом состоянии, где его импульс, а следовательно, и энергия равны нулю. Поглощение светового кванта может рассматриваться как его прыжок в это нулевое состояние, а его испускание – как прыжок из нулевого состояния в такое, где его существование физически очевидно, так что кажется, что он был вновь создан. Так как нет ограничений на число световых квантов, которые могут возникать таким образом, мы должны предположить, что в нулевом состоянии их бесконечно много, так что N_0 в гамильтониане бесконечно» [48, с. 236].

Можно ведь сказать проще: пока квант не излучен или когда уже поглощён, его просто нет – квант рождается в момент излучения и исчезает в момент поглощения. Но в описании Дирака – формальный математический подход. В нём сомнительны два момента. Во-первых, предположение о неограниченном (бесконечно большом) числе квантов. Всегда и везде ограничителем является энергия. Во-вторых, термин *момент* (или прыжок, по Дираку). Излучение и поглощение – это физические процессы, которые обязаны иметь протяжённость во времени, хотя бы и малую.

Сугубо математический стиль мышления можно частично оправдать тем, что *появление* и *исчезновение* физического объекта трудно выразить на языке математики, а вот изменение состояния, т. е. переход системы из *физически неочевидного* в *физически очевидное* состояние на языке математики выразить проще. К тому же при этом дополнительно можно предположить, что в нулевом состоянии квантов бесконечно много.

О творчестве Дирака размышляет А. Б. Кожевников. «Что такое *квантование электромагнитной волны*, введённое Дираком?» – задаёт он себе и нам вопрос [68, с. 263]. И отвечает на этот вопрос так: «Квантование волн – это не само собой разумеющееся действие, это основная гипотеза, лежащая в основе теории, и как бы в качестве оправдания Дирак всюду, где он её вводит, подчеркивает имеющиеся в ней аналогии с теорией квантов света» [68, с. 264]. «По Дираку... мы можем исходить из любого из двух наглядных представлений – корпускулярного или волнового, но, правильно построив квантовую теорию, придём к одинаковым результатам. В обоих случаях получается одно и то же описание того единого квантового объекта, соответствующего свету. Оба подхода противоположны в том смысле, что можно пользоваться тем или другим, но не обоими одновременно, и оба полны – каждого достаточно для полного описания объекта. Это отличается и от концепций Эйнштейна – де Бройля, в которых свет одновременно является и волной, и корпускулой, и от концепции Бора, где описания противоположны, но и взаимно неполны, дополнительные» [68, с. 266].

Сам Дирак о корпускулярно-волновом дуализме писал так: «Если получено одинаковое выражение для гамильтониана, исходя из квантовой и волновой точек зрения, можно сделать вывод: „Волновая точка зрения, таким образом, совместима с точкой зрения световых квантов“» [48, с. 240].

И в этом высказывании Дирака просматривается прежде всего математический подход и приоритет математического осмысления.

Современному человеку трудно объективно анализировать особенности мышления тех, кто в 1920-е годы заложил основы квантовой теории. Первопроходцы боролись прежде всего с собой, со своим привычным *классическим* мышлением. Например, Н. Бор, как пишет Дж. Мехра, «использовал испускание и поглощение квантов света в своей теории спектра водорода просто как эвристический приём, не веря в их существование» [86, с. 725].

В. Гейзенберг в статье, изданной в 1927 г., размышляет: «Квантовая механика... возникла в результате попыток порвать с... привычными кинематическими понятиями и заменить их соотношениями между конкретными числами, получаемыми из эксперимента» [29, с. 652].

Гейзенберг, Паули, Дирак и некоторые другие первопроходцы были молоды, и это было их главное преимущество, так как только молодой человек мог отказаться от объективного и независимого от наблюдателя существования траектории частицы: «Я считаю, что возникновение классической „траектории“ можно чётко определить следующим образом: *траектория возникает только благодаря тому, что мы её наблюдаем*» [29, с. 661].

В многозвучном и слаженном хоре квантовых ортодоксов иногда прорываются нотки сомнения, прямо или косвенно апеллирующие к классическому пониманию. Приведём несколько примеров. Уже цитируемый выше Нахмансон пишет: «Что же касается самой частицы, то она не „раздваивается“ согласно двум возможностям, а проходит только через одну щель» [91, с. 442].

М. Джеммер в известной многим монографии [45] со ссылкой на авторов работы [142] напоминает: «Не столь хорошо известно, впрочем, что часто встречаемое утверждение (обусловленное, вероятно, специфическим ходом исторического развития), согласно которому „спин является чисто релятивистским эффектом“, несостоятельно. Действительно, было показано, что последовательную теорию спина $\frac{1}{2}$ с правильным значением собственного магнитного момента можно развить без помощи предположений *ad hoc*, используя галилеево-инвариантные, а не обязательно лоренц-инвариантные волновые уравнения» [45, с. 156].

К. А. Томилин в своей монографии пишет: «...классические понятия могут быть определены точно и для объектов микромира, однако одновременно точное определение двух канонически сопряжённых величин... (координата и импульс, энергия и время) невозможно» [123, с. 96].

Невозможность одновременного использования канонически сопряжённых величин – не единственное условие адекватного использования классических понятий. Очень важно помнить, как определяются физические величины, которым хочется придать классический смысл. Гейзенберг разъяснил этот вопрос следующим образом: «Если две очень быстрые частицы последовательно встречают электрон в течение очень малого промежутка времени Δt , то разница Δl в определении положения электрона при помощи этих двух частиц будет также очень мала. Из законов, установленных при наблюдении α -лучей, можно заключить, что Δl можно уменьшить до величин порядка 10^{-12} см, если только выбрать Δt достаточно малым, а частицы достаточно быстрыми. Именно в этом смысле мы говорим об электроне как о корпускуле, радиус которой не превышает 10^{-12} см» [29, с. 564].

Даже в ортодоксальных публикациях встречаются мысли, приводящие к сомнению; сомнению в том, что квантовая теория – единственно возможная теория микромира, теория на века. Приведём только две цитаты. Уже цитируемый Джеммер со ссылкой на Ми [144] пишет: «...своим началом квантовая теория – как и её трудности – обязана попытке *связать физику вещества с физикой эфира*. Следует ожидать, что проблема вещества не будет разрешена до тех пор, пока принятый ныне принцип Гамильтона не будет заменён принципом, который сможет стать фундаментом теоретического храма как новой механики, так и новой физики эфира» [45, с. 157].

Академик Марков оправдывает *скептиков* и тем самым заражает читателей оптимизмом: «Разве смутные надежды некоторых физиков на будущую теорию, которая объяснила бы „детальное“ (в смысле классическом)

поведение элементарного явления – не здоровая мечта о познании полнокровного физического мира?» [82, с. 49].

Мы рассмотрели взгляды не всех учёных и не на все особенности квантовой теории и её интерпретации, но даже небольшая выборка отдельных публикаций, процитированных в этом параграфе, позволяет сформулировать предварительный вывод о том, что ортодоксальное квантовое построение в смысле физической интерпретации не обладает единством своих сторонников. Следовательно, мир квантовых математических идей не безгрешен и не так прочен, как это утверждают его апологеты.

1.3. Некоторые современные квантовые идеи

Начнём с цитирования некоторых высказываний, иллюстрирующих современную информационную интерпретацию квантовой механики. В уже упомянутой статье Нахмансон пишет: «Элементарные частицы сами обладают сознанием. Места в них достаточно: в типичном размере 10^{-18} м поместится порядка 10^{50} планковских ячеек, что много больше не только числа нейронов в мозгу человека, но и суммарного числа атомов всех известных нам биологических объектов» [91, с. 442]. «Информация, имеющаяся в распоряжении частицы, – это информация о прошлом. При решении вариационной задачи частица должна уметь предвидеть, где и что ожидает её в будущем. Предвидение – это обязательное свойство любого сознания. Сознание, обладающее предвидением, это тот немеханический скрытый параметр, которым обладают частицы и который Белл упустил из виду при выводе своей теоремы» [91, с. 443]. «...Фотоны, если они разумны и знакомы с английским и азбукой Морзе, могут прочесть адресованные им инструкции...» [91, с. 443]. «Подчеркнём, что постановка... „информационных“ экспериментов с элементарными частицами отличается от всего, что было до сих пор сделано в физике. Может быть, частицы действительно знают все земные языки и коды. Но надёжнее предположить, что мы имеем дело с совершенно иной цивилизацией, о нас ничего не знающей, и при установлении контакта встретимся с трудностями» [91, с. 443].

Приведённые цитаты – не из научно-фантастического романа. Это строки из статьи, которая опубликована в самом начале XXI столетия, в 2001 году, в одном из *самых признанных* физических журналов. С одной стороны, в статье можно увидеть – при некотором усилии – кризис переосмысления квантовой теории. В контексте обсуждения вновь появился термин *скрытые параметры*. Но надежды на реалистичное переосмысление нет. Автор считает надёжно доказанным, что в природе существует «эйнтенглмент» – ЭПР-связи (электронный парамагнитный резонанс), которые «телепатически» – поверх пространства – сковывают свободу удалённых частиц «взаимными обязательствами», и именно эти связи по существу и играют роль «скрытых параметров».

Рассмотрим ещё одно современное суждение о квантовой теории. «...Эксперимент с интерферометром Маха – Цендера... Подадим на него однофотонное состояние... После первого светоделителя фотон присутствует как бы в обоих плечах интерферометра одновременно... Это необычное поведение в пространстве и носит название *квантовой нелокальности*. Её нельзя объяснить с позиций привычных пространственных интуиций здравого смысла, обычно присутствующих в макром мире. Причина, по-видимому, состоит в том, что векторы квантовых состояний принадлежат гильбертову пространству, для которого пространственная локальность вовсе не является обязательной» [14, с. 906].

Возникает несколько вопросов и возможных следствий:

1) если понятие *однофотонное состояние* такое же, как в радиофизике, то об отдельных фотонах вообще рассуждать нельзя. Однофотонное состояние в радиофизике – это излучение от непрерывно работающего вибратора, и зафиксировать приёмником можно лишь волновой процесс;

2) если в *гильбертовом пространстве* нельзя применить физическую интуицию и здравый смысл, то нужно раз и навсегда отказаться от такого математического конструирования, так как инженерное творчество происходит в трёхмерном пространстве с опорой на здравый смысл;

3) все современные опыты с фотонами – это опыты с лазерным излучением и нелинейными кристаллами. Лазерное излучение – излучение искусственное, техногенное. Получение физических выводов *о фотонах вообще* из опытов с таким излучением – это примерно то же самое, что делать выводы о поведении, например, змей в природе, руководствуясь наблюдением за движущимся железнодорожным составом;

4) квантовой нелокальностью, или телепортацией, называют возможность узнать состояние одной из частиц по состоянию другой [35, с. 845].

Независимо от названия, в идее *узнать состояние одного объекта по состоянию другого* нет ничего антинаучного. Если состояние пары частиц до эксперимента известно и они коррелированы по какому-либо параметру (этот параметр у частиц различен), то, определив этот параметр у одной из них, мы тут же можем сказать, каково значение этого параметра у другой частицы.

Однако такое простое объяснение не считается научным. Подходящим научным объяснением может быть, например, одно из нижеприведённых: «...квантовая корреляция между разлетевшимися на 10 км фотонами оставалась... <...> Этому факту существует несколько объяснений. Первое состоит в формальном утверждении, что измеряемых значений параметров фотонов просто не существует. <...> Однако при этом... остаётся вопрос о природе связи между параметрами, которых не существует! <...> Второе объяснение привлекает таинственную взаимосвязь неизвестной природы между разлетающимися фотонами, происходящую мгновенно между пространственно удалёнными объектами... Третье предполагает, что одна из пары разлетаю-

щихся частиц „живёт“ в „отрицательном времени“ – из будущего в прошлое» [14, с. 908].

Есть гипотезы ещё экзотичнее. «...В научном мире серьёзно обсуждаются возможности существования объектов вне пространства-времени. ...Векторы квантовых состояний, принадлежащие гильбертову векторному пространству, не подвержены стандартным пространственно-временным ограничениям» [14, с. 908].

Рассмотренные выше примеры типичны для современной квантовой теории. Отторжение, которое вызывает такая наука у инженера или просто у реально мыслящего человека, наступает неотвратимо. И это состояние отторжения не пропадает даже при появлении примиряющих публикаций о том, что квантовая теория описывает *не квантовый мир, а только то, что мы можем сказать о квантовом мире, используя измерительный прибор* [106, с. 155]. Это, мол, описание не реального мира, это всего лишь абстрактная модель. Но почему абстрактная математическая модель должна быть вне реального физического мира? Это остаётся непонятным.

Обратим внимание на термин *математическое конструирование*. Теоретики в своих работах иногда применяют термин *открытие*. Но разве то, что *открыто* однажды, можно когда-нибудь *заккрыть*? А теории иногда пересматриваются, и некоторые из них исчезают навсегда. Следовательно, разработка теории – это не открытие. Совершенно прав нобелевский лауреат Р. Дж. Глаубер, уточняя, что квантовая теория была *не открыта, а сконструирована* [34].

Приведём ещё одну цитату: «Приняв в качестве кинематического постулата сопоставление физических величин и линейных операторов, квантовая механика строго установила существование физических величин, принимающих только дискретные значения. В классической механике таких величин просто не может быть, поскольку все они должны быть достаточно гладкими функциями непрерывно изменяющихся координат и импульсов» [16, с. 179]. Авторы этой книги пишут о том, что «квантовая механика строго установила». Что значит «установила»? Теория может что-либо установить только в рамках принятой в этой теории аксиоматики. Но это не *законы природы, а законы природы в интерпретации данной теории*. Просьба прочувствовать разницу терминов, выделенных курсивом. Законы природы можно сформулировать лишь тогда, когда есть ясное понимание физического явления. Если же понимания нет, возможно лишь математическое описание. Р. Фейнман об этом пишет так: «...ценой... великого продвижения науки стало отступление физики на позицию, где признаётся возможным только вычисление *вероятности* того, что фотон попадёт в детектор, а не предлагается хорошей модели того, как это в действительности происходит» [126, с. 35]. «...Чем больше вы наблюдаете странное поведение природы, тем сложнее построить наглядную модель, объясняющую даже простейшие явления» [126, с. 74].

Но Фейнман не советует сильно огорчаться: «...в экспериментальном отношении концепция амплитуд не подлежит никакому сомнению. Вы можете сколько угодно испытывать философское беспокойство относительно того, что же всё-таки значат амплитуды (если они действительно что-то значат), но поскольку физика – наука экспериментальная, а концепция согласуется с экспериментом, она нас пока устраивает» [126, с. 110].

В квантовой электродинамике (КЭД) частицы, например электроны, считаются точечными. В некотором отношении это оправдано тем, что размеры электронов пренебрежимо малы по сравнению с расстояниями между ними. Теория приводит к результатам, соответствующим действительности, но попытка вычислять энергию точечных электронов привела к тому, что и энергия, и масса электрона оказались равными бесконечности. Для *заметания мусора под ковёр* (выражение Р. Фейнмана) применяют метод *перенормировки*: «Конечные значения для наблюдаемых величин можно получить, например, путём подходящего вычитания из бесконечной величины (какой-то характеристики) для связанного электрона аналогичной бесконечной величины для свободного электрона. Такой метод позволяет сохранить укоренившиеся представления о частицах как о точках геометрического пространства и о локальном характере квантовой теории поля» [113, с. 972].

Отказаться от точечности частиц, и не только электрона, мешает то, что в таком случае нарушается релятивистская инвариантность электродинамики. У точечного электрона энергия равна бесконечности, а у неточечного электрона равна бесконечности скорость распространения электромагнитного сигнала, и трудности с бесконечностями остаются неликвидированными. Эти трудности удалось лишь изолировать с помощью *вычитательных операций*. Бесконечную часть отбрасывают (вычитают), а конечное эмпирическое значение сохраняют. Дирак назвал такие теории, основанные на формальных методах подгонки, словом *ugly*, что можно перевести как *безобразный* [49].

Р. Фейнман пишет о *перенормировке* так: «...каким бы умным ни было слово, я назвал бы её дурацким приёмом! Необходимость прибегнуть к такому фокусу-покусу не позволила нам доказать математическую самосогласованность квантовой электродинамики. Удивительно, что до сих пор самосогласованность этой теории не доказана тем или иным способом: я подозреваю, что перенормировка математически незаконна» [126, с. 113].

Отдельного упоминания требует мнение современных теоретиков об интерференции частиц микромира. Марков пишет: «...опыты показывают, что единичные электроны, проходя через дифракционную решётку, интерферируют „сами с собой“» [82, с. 83].

Об интерференции частиц самих с собой, в том числе и фотонов, пишут и другие авторы. Если факт единичности электрона при взаимодействии с решёткой строго доказан, то картина на экране свидетельствует не об интерференции, а о рассеянии электронов на узлах решётки. То, что принимают за интерференцию – результат статистического воздействия потока рас-

сеянных электронов на экран (фотопластинку и т. п.). После прохождения единичного электрона через решётку на экране всегда будет точка. Волновая картина, как следовало бы предположить, – это результат взаимодействия с решёткой, а не свойство электрона. При «обстреле» горохом масштабно совместимой решётки на «экране», куда будут отлетать отражённые горошины, также возникнет «интерференционная» картина, хотя каждая горошина «точечна» и по своим параметрам не относится к частицам микромира.

В предисловии к русскому изданию своей монографии Дирак пишет: «Я не включил в книгу современную технику перенормировки, так как её нельзя обосновать с той же степенью строгости, как остальную теорию, и она едва ли поэтому уцелеет» [50, с. 8].

Это было написано в 1959 году, но в КЭД мало что изменилось, если не считать новых математических и философских обоснований *непогрешимости* и *величия* этой теории. Есть, правда, отдельные критические высказывания классиков физики, которые мы рассмотрим в § 1.5, но современной критики практически нет. Если же она появляется, то такую деятельность представители научного истеблишмента называют лженаукой, а научные академические журналы статьи с радикальной критикой не публикуют как *не соответствующие современному научному уровню*.

1.4. Случайность, причинность, наглядность, детерминизм

Четыре понятия, перечисленные в заголовке параграфа, генетически связаны между собой, поэтому обсуждаем их совместно. В основе обсуждения – сопоставление мнений различных авторов.

Начнём с цитаты: «Согласно В. Фоку, каждое взаимодействие, рассматриваемое как некий физический процесс, всегда контролируемо. Мнимая неконтролируемость всегда преследует одну цель – прикрыть логический провал в наших рассуждениях» [40, с. 193].

Цитируемые строки опубликованы в 1985 г., а В. А. Фок трудился ещё раньше. Это мнение очень взвешенное, выстраданное годами научных исследований и материалистическое в своей основе. В современной же теоретической физике и в философии науки встречаются порой не материалистические и очень странные своей категоричностью заявления. Например, А. И. Панченко пишет: «Никакого динамизма классического типа в квантово-физической реальности не существует: там смена состояний осуществляется дискретно» [98, с. 100].

Обратим внимание на позицию автора: динамизма нет не просто в теории, т. е. на уровне формализма, который со временем может быть заменён другим формализмом. Автора можно понять так, что динамизма нет в самой *физической реальности*.

Другой автор, Ф. Капра считает, что «квантовая теория доказывает ложность классических представлений о твёрдых телах и о строгом детерминизме природных законов» [60, с. 60].

С мнением Капры категорически нельзя согласиться. Квантовая теория ничего не доказывает – она конструируется на основе своих аксиом. Отвергли один математический аппарат и заменили другим, но природа остаётся той же, и физика должна остаться той же. Настоящая проблема возникает на уровне вербализации научного творчества, при этом математики-физики могут плохо владеть языком, а философы и писатели-популяризаторы могут плохо владеть физикой-математикой. В результате, даже непреднамеренно, могут появляться сенсационные заявления.

В экспериментах с объектами микромира макроприбор вносит искажение в состояние частицы, и, как следствие, возникает информационное искажение. Точное измерение невозможно, возникает неопределённость, но здравый смысл от этого не должен исчезать в логических объяснениях. Здравый смысл должен всегда оставаться инвариантом познания.

Объективности ради необходимо заметить, что суждения, противоречащие вековому научному опыту человечества, встречаются не часто, но они привлекают внимание своей вызывающей категоричностью и, как правило, формально хорошо аргументированы. Гораздо чаще встречаются более терпимые суждения, позиционирующие и признание идей позитивизма, и осторожное предположение о возможном возврате к материализму. Например, П. П. Павинский пишет: «Возражения Эйнштейна... были направлены не против самой вероятностной интерпретации Ψ , а против признания вероятностного описания атомных явлений последней инстанцией, против признания этого описания полным. <...> Уравнение Шрёдингера не может описывать сам процесс наблюдения. А квантовая механика является теорией прогнозов. <...> Единственным общим принципом, который до сего времени удовлетворял всем требованиям, является вероятностная интерпретация» [96, с. 38].

С мнением Павинского следует согласиться.

Гейзенберг считал, что «...физическая теория обладает наглядностью, когда с помощью этой теории во всех простых случаях можно качественно представить себе экспериментальные следствия из неё и когда мы одновременно убедились, что применение теории никогда не приводит к внутренним противоречиям» [29, с. 651]. В этой статье, впервые опубликованной в 1927 г., Гейзенберг признаёт важность понятия наглядности, но трактует это понятие с точки зрения математической теории.

В уже цитируемой выше работе [16] авторы рассказывают подробно о разговоре В. Гейзенберга с А. Эйнштейном и о взглядах последнего. Пересказ идёт от лица Гейзенберга:

«– Но неужели Вы всерьёз думаете, – возразил Эйнштейн, – что в физическую теорию можно включать лишь наблюдаемые величины?»

– А разве не Вы сами, – спросил я в изумлении, – положили именно эту идею в основу своей теории относительности? Ведь Вы подчёркивали, что нельзя говорить об абсолютном времени потому, что это абсолютное время невозможно наблюдать. <...>

– Возможно, я и пользовался философией этого рода, – отвечал Эйнштейн, – но она тем не менее чушь» [16, с. 50].

Взгляды Эйнштейна в течение жизни эволюционировали, но в отношении квантовой теории он всегда оставался на твёрдой материалистической позиции. В письме к М. Борну в 1924 г. Эйнштейн отмечал, что если бы ему пришлось отказаться от строгой причинности, то он предпочёл бы стать «сапожником или крупье в игорном доме, нежели физиком» [цит. по: 106, с. 260].

Эйнштейн считал, что природа детерминирована и на микроуровне, но вероятностное описание проще и на данном этапе точнее. Причинность не отрицали Планк, Эйнштейн, Лауэ, де Бройль, Шрёдингер и др. [62].

Понятие наглядности, понимаемое *по Гейзенбергу*, не единственное из встречаемых в литературе. Л. И. Мандельштам, например, считал, что «понятие наглядности вообще чрезвычайно условно. В него входят, по существу, два элемента. Во-первых, чтобы что-нибудь было наглядно, оно должно быть привычно; в этом и лежит условность этого понятия. Затем необходимо, чтобы наглядная концепция связывалась с вещами, могущими быть непосредственно чувственно воспринятыми» [80, с. 403–404].

Понятия «привычно» и «чувственно воспринимаемо» у каждого свои, поэтому, говоря о наглядности, люди порой говорят о разном. С нашей точки зрения, наглядно то, что можно описать на естественном языке, словами. Как пишет А. В. Славин, «наглядные образы непосредственно чувственно не воспринимаемых объектов являются одним из познавательных средств. Они заключают в себе момент объективной, но относительной истины. Это обстоятельство не учитывают ни поборники классической физики, пытающиеся рассматривать наглядные образы механических объектов и процессов как прямые аналоги новых квантовых объектов, ни сторонники принципа „ненаглядности“, отрицающие какое бы то ни было объективное содержание наглядных образов» [117, с. 181].

Р. Карнап справедливо заметил, что «теория может отказаться от моделей, которые допускают наглядное представление. Затем, на более поздней фазе, когда становится известным больше материала, она может вновь возвратиться к наглядным моделям, которые раньше подвергались сомнению» [61, с. 239].

Не отрицают возможность наглядного представления объектов микромира и некоторые другие авторы: «...наглядность является признаком зрелости мышления и высокого уровня проникновения в сущность изучаемого предмета. Отсутствие наглядности, особенно в теоретической физике, свидетельствует как раз о том, что многие научные проблемы в ней ещё далеко

не разрешены, и это является признаком слабости и недостаточного развития науки» [43, с. 145].

Но такое мнение имеют в основном те, кто *обсуждает* физическую теорию, пишет о том, какой она должна быть. К сожалению, те, кто сегодня физическую теорию *создаёт*, от наглядности давно отказались.

Независимое, самостоятельное мышление в человеческом обществе – редчайшее явление. Люди, как и наиболее развитые животные, во многом подражают друг другу. При подражательном поведении могут возникать искажения по отношению к оригиналу, и это создаёт палитру разнообразия, маскирующую глубинную суть копирования поступков.

Такое поведение, по-видимому, осуждать не следует. Человеку свойственна рациональность в поступках и замыслах; частным проявлением этой рациональности является, например, обычная бытовая лень. Подражание – один из элементов рационального поведения. Стремление получить больше меньшими затратами естественно и даже в чём-то конструктивно.

Подражание происходит не только на уровне поведения в широких кругах населения, но и на уровне тех или иных теоретических схем в среде учёных. Как правило, в таких случаях стремятся подражать тем, кто оригинален в выдвигаемых концепциях и достаточно авторитетен. Именно такой личностью был датский физик Нильс Бор.

Масштабно совместимый с человеком мир изучается классической физикой. Многие объекты и события этого мира, видимого и ощущаемого непосредственно, могут быть изучены детально, и, следовательно, исход событий может быть относительно точно предсказан. Объекты микромира непосредственно не наблюдаемы, поэтому точное предсказание исхода событий микромира на уровне индивидуальных объектов и процессов невозможно. В таких случаях мы говорим, что *события в микромире имеют случайный характер* и что *изучать такие процессы можно лишь статистически*. Статистическая физика считается фундаментальной наукой. Квантовая теория также имеет принципиально статистический характер. Сравнительно новая наука синергетика, изучающая эволюцию, в том числе и макросистем, для предсказания поведения системы в точке бифуркации также декларирует понятие случайности. В итоге современный студент в нескольких шагах от вывода о том, что, по терминологии Эйнштейна, *Бог играет в кости*. Рационально мыслящему ученому, как и Эйнштейну, согласиться с этим не просто трудно, а *невозможно*.

В начале XX века физика входила в области, которые ни числом, ни воображением нельзя было охватить. Бор предположил, что непредсказуемое, с точки зрения наблюдателя, поведение отдельных элементарных частиц связано не с отсутствием достаточной информации о состоянии этих частиц, а с проявлением *свободы воли*. Частицы обладают *волей*, что якобы и определяет их поведение, проявляющееся в результатах эксперимента.

Известное высказывание Бора о том, что современные (для того времени) концепции *недостаточно безумны*, чтобы дать истинное понимание су-

ти физического мира – это яркая иллюстрация его мировоззрения. Такое мировоззрение стало объектом подражания, стали возникать специфические философские течения и теоретические интерпретации фундаментальных физических открытий – интерпретации *по Бору*.

Так что же такое случайность в микромире? Математическая случайность, рассматривающая, какой стороной упадёт монета, ассоциируется с произволом, с той самой игрой Божественных сил в кости. Введение в рассмотрение случайности-произвола, как и введение в аксиоматику теории понятия *Бога*, сразу же решает множество проблем, освобождая исследователя в том числе и от необходимости понимать, что же такое случайность. При таком подходе изучение *случайных процессов* становится банально простым. Например, ядро атома выбрасывает в определённый момент частицу потому, что просто *настало время её выбросить*, в соответствии с периодом полураспада. Атом излучает квант *по наитию*, а не в соответствии с детерминированной необходимостью, диктуемой физическим окружением или скоростью протекания внутриатомных процессов; именно для таких ситуаций Бор предложил понятие «свобода воли частицы».

Возможно, для самого Бора это была своеобразная метафора, но для подражателей стало открытием новой истины. Отныне монета падает орлом вверх не потому, что так предписали полученные при взаимодействии с окружающей средой импульсы, а потому, что *нельзя нарушить законы статистики*, и потому сами эти *импульсы случайны по определению*. Такова или примерно такова *структура понимания* сегодня.

Однако если бы не было жёсткой физической необходимости, разве существовали бы сами статистические закономерности? Если бы то, что изучено нами статистически, не подчинялось неким природным законам, разве могли бы мы, например, управлять энергией распада ядер? Разве возможна была бы инженерия, базирующаяся на статистических законах, если бы за статистически проявляемым характером процессов не скрывалась детерминированная закономерность?

Не умеющий прицельно стрелять может попасть в мишень случайно, но опытный стрелок попадает систематически. Можно в принципе изготовить механизм, бросающий монеты, которые всегда будут падать одной стороной; в этом случае случайности в падении монеты не будет, но останется случайность в нарушении работы механизма. Можно заставить возбуждённые атомы излучать не случайно, а синхронно, и соответствующие устройства – импульсные лазеры – уже созданы. *Случайный* процесс распада ядер можно превратить в *управляемую цепную реакцию*. То, что сегодня представляется случайным, завтра может оказаться рутинной, всесторонне изученной банальностью. Такие метаморфозы, многократно повторяющиеся в истории науки, настойчиво склоняют нас к идее о том, что так называемая *случайность* – это фактически *неизученность*. Неопределённость в исходе события – не игра Божественных сил в кости, а отсутствие возможности изучить явление детально и предсказать поведение системы точно. Нет никаких фактов,

предписывающих нам мыслить иначе. Так называемые *статистические закономерности* – это всего лишь прикладное, инженерное описание процессов, механизм которых сегодня не понят.

Если бы физическая наука продолжала развиваться в соответствии с так называемой *ортодоксальной копенгагенской* концепцией, то от физики как рациональной и точной науки не осталось бы и следа. К счастью, этого не произошло. Физическая теория, создаваемая на материалистической платформе, отрицает свободу воли частиц.

В современную теорию категория «случайность» введена как фундаментальная концепция. В современной науке раздел «статистическая физика» считается фундаментальным. Необратимость, вероятность и случайность считаются объективными свойствами хаотических систем и на микроуровне, и на макроуровне, а хаотическое поведение считается непредсказуемым.

Да, действительно, мы не можем, например, сегодня предсказать, какой атом конкретно распадётся в следующий интервал времени, но мы можем изучить закономерности распада статистически и сделать предсказание о том, сколько таких атомов распадется за минуту, за час, за сутки и т. д. Случайны ли индивидуальные акты распада? Да, для нас случайны, так как мы не можем изучать индивидуальные закономерности событий микромира. Но что означает эта случайность? Может быть, это та самая *свобода воли*, о которой говорил Бор?

Следует признать, что понятие «случайность» и на бытовом, и на научно-образовательном уровне некоторые до сих пор воспринимают *по Бору*. Но если бы не существовало жёсткой, однозначной обусловленности явлений микромира, то каким образом могли бы мы убедиться в том, что в микромире существуют законы? Пусть даже вероятностные, – но законы. Как бы мы могли управлять процессами радиоактивного распада, получая энергию от этих распадов, если бы поведение объектов микромира не было жёстко детерминировано? Думается, ответ очевиден.

Возникает ещё один естественный вопрос – а все ли физические процессы, которые сегодня не поддаются причинному рассмотрению, в будущем – возможно, отдалённом будущем – можно будет изучить не только статистически, но и детально, в привычных традициях классической физики? Ответ на этот вопрос в абсолютном смысле не может быть положительным – естественные границы опытного познания природы существуют. Некоторые из ограничений связаны с энергией, доступной нам в эксперименте, другие ограничения связаны с пространственным или временным масштабом изучаемых процессов, но в любой конкретной ситуации из факта невозможности провести точный эксперимент не следует вывод о том, что в рассматриваемом явлении отсутствует *причинность*. Два утверждения – о невозможности *точно предсказать результаты опыта* и об отсутствии *причинной связи между событиями* – логически между собой не связаны: из справедливости первого утверждения не следует справедливость второго.

Если признать, что последующее состояние сложной системы не зависит от предыдущего состояния этой системы и влияния неких факторов, возможно, пока не выявленных, то логическим следствием такого признания может быть только одно – рациональную науку следует завершить. Во всяком случае, философия индетерминизма не в состоянии обеспечить естествознание методологическими критериями для успешного познания природы. Оставаясь в рамках рациональной науки, следует признать, что *случайность и неопределённость в поведении сложных систем – понятия информационные*, не имеющие отношения к спекулятивному пониманию индетерминизма. *Все процессы, происходящие в реальном мире, строго детерминированы*, хотя не все из них можно изучить опытным путем. Границы опытного познания – это не фундаментальная, а прикладная проблема. Даже в принципиально статистической квантовой теории некоторые из так называемых квантовых процессов, например фотоэффект, эффект Комптона, можно рассматривать индивидуально, на уровне одной частицы. Единичное рассмотрение принципиально квантовых явлений – следствие понимания механизма этих явлений, а переход к статистическому описанию – следствие непонимания механизма явления.

Материалист не может считать, что ядро излучает γ -квант только потому, что ядру *захотелось* это сделать. Мы обязаны предположить, что некоторое ядро излучает γ -квант потому, что его к этому событию вынуждают некие микропроцессы, которые сегодня изучить детально невозможно. А куда полетит излучённый квант? Разумеется, и это не случайно: квант полетит в том направлении, которое будет обусловлено характером взаимодействия излучающего атома с физическим окружением, взаимодействием с соседними атомами. Можно ли это явление изучить настолько, чтобы суметь предсказать процесс детально? Нет, сегодня и, по-видимому, ещё очень долго человечество не сможет преодолеть принципы квантовой статистической модели. Но вопрос о том, вечен ли такой приговор, – как минимум открыт.

Ещё один пример. По-видимому, на заре науки, во времена Галилея и даже позднее, идея электронного микроскопа не могла появиться в принципе. Идею атома многие отрицали даже в XIX столетии, потому что атом нельзя было увидеть. Но тем не менее наука смогла решить эту задачу. Как можем мы предвидеть сегодня, до каких высот сможет подняться наука, если люди не уничтожат цивилизацию и даже самих себя в ближайшие сто – двести лет? Ни один фантаст не может делать адекватные предсказания – творчество в научной фантастике базируется на имеющихся достижениях. Наука имеет дело с принципиально новым, и потому её результаты *принципиально и объективно не предсказуемы*. Непредсказуемость обусловлена прежде всего отсутствием необходимых знаний. Кроме того, научные исследования совершаются людьми, обладающими, в отличие от объектов неживой природы, свободой воли, свободой выбора, и это дополнительный, субъективный фактор принципиальной непредсказуемости путей развития науки.

Известно, что чем сложнее система, тем более многочисленны типы флуктуаций, угрожающих, в частности, её устойчивости. Но в сложных системах есть связи между частями. Как можно рассматривать причину конкретной флуктуации, находясь на материалистических позициях? Как победу в борьбе различных конкурирующих факторов, связанных с функционированием системы. А как можно рассматривать причину флуктуации по Бору? Как Его Величество Случай, как нечто *непознаваемое в принципе*.

С материалистической точки зрения, причины для любого события, в том числе и для событий в микромире, всегда есть, хотя мы и не всегда можем эти причины выявить. Следовательно, категория «случайность» – это не фундаментальная категория естествознания, а понятие сугубо *информационное*. Есть информация – мы говорим о закономерностях, нет информации – мы говорим о случайности событий. Но мы не имеем права говорить об отсутствии *причинности, детерминированности* процессов только на том основании, что сегодня нет способа выявить эту детерминированность. Свобода воли – это, в некотором смысле, весьма сомнительный тезис даже в живой природе, а в неживой природе он неизбежно приводит к искажению познания.

С точки зрения результатов, получаемых в рамках рациональной науки, не важно, какую религию исповедует автор полученных результатов или какой философской ориентации он придерживается. Например, одни и те же уравнения квантовой теории успешно применяют сторонники как минимум трёх интерпретаций – копенгагенской (Бор), статистической (Эйнштейн, Борн) и так называемой многомировой (Эверетт). Но, с точки зрения образования, подготовки кадров для науки, с точки зрения будущего продолжения исследований теми, кто сегодня школьник или студент, мировоззренческие установки очень важны. Странные философские системы, далёкие от материализма, не должны быть базисными не только в фундаментальной науке, но и в системе образования.

Информационное понятие «случайность» определяет границы опытного познания природы. Но границы могут раздвигаться, что случалось в науке неоднократно. То, что сегодня представляется случайным, завтра может обрести чётко обозначенные причины, хорошо изученную обусловленность. Но это будет возможно лишь в том случае, если наше видение мира не будет зашорено крепко усвоенными догмами о *фундаментальности и принципиальной непознаваемости* того, что сегодня описывается в категориях случайности.

А что по этому поводу думали классики физики, лидеры мировой и отечественной науки, какова их точка зрения? Приведём несколько цитат. Академик Д. И. Блохинцев писал: «Область очень больших масштабов – космология, и область очень малых масштабов – мир элементарных частиц не настолько ещё изучены, чтобы можно было высказать вполне определённое суждение о значимости причинности» [18]. Другими словами, Блохинцев допускал наличие причинности в микромире.

Эйнштейн считал, что поведение отдельного микрообъекта подчиняется законам динамического типа, но они нам пока неизвестны. Эйнштейн писал: «...неужели какой-нибудь физик действительно верит, что нам не удастся узнать что-либо о важных внутренних изменениях в отдельных системах, об их структуре и причинных связях?» [139, с. 222].

Луи де Бройль также допускал наличие непознанной причинности: «...возможно, в один прекрасный день окажется, что квантовая теория даёт нам лишь статистическое представление определённых аспектов лежащей за ним физической реальности, которую она не в состоянии описать полностью» [цит. по: 36].

Джеммер в своей монографии приводит мнение Планка, которое тот высказал в 1912 г.: «Для испускания не отрицается причинность; но процессы, обуславливающие причины испускания, имеют, по-видимому, столь глубоко скрытую природу, что пока их законы можно разыскать только из статистических соображений» [цит. по: 45, с. 59]. Трудно сказать точнее и яснее.

Один из создателей квантовой теории, получивший за это Нобелевскую премию, – Шрёдингер резко отрицательно относился к копенгагенской интерпретации квантовой механики: «Если мы собираемся сохранить эти проклятые квантовые скачки, то мне приходится пожалеть, что я вообще занялся квантовой теорией» [138, с. 48].

Академик Марков писал о том, что случайность – это результат непознанной необходимости; никакой случайности в природе нет, в том числе в коллективе большого числа взаимодействующих частиц [82].

Существуют многочисленные высказывания других всемирно известных физиков-исследователей о природе случайности. Несмотря на приписывание некоторым из них различных философских взглядов, в главном для каждого из них – в суждениях о природе физических законов – большинство стоит на материалистических позициях. Для некоторых это так называемый *стихийный* материализм, т. е. учёный может быть *де факто* материалистом, даже иногда не осознавая этого. Просто так уж устроена природа – если процесс познания методологически правилен, то объективность исследования неизбежно приводит к материалистическим суждениям. А такие суждения не могут опираться на измышления о свободе воли частиц микромира или на представления о некой абсолютной случайности событий, не имеющих объективных материальных исполнительных механизмов.

Фундаментальными можно называть только такие закономерности и теоретические представления, которые никогда, ни при каких обстоятельствах не смогут быть изменены. Наглядный пример – законы молекулярно-кинетической теории. Невозможность проследить механику движения каждой частицы в отдельности заставляет нас для описания поведения системы частиц использовать статистически усреднённые параметры. Если допустить фантастическое предположение, что когда-нибудь будет создан физический прибор, отслеживающий движение каждой частицы и делающий с фантастической

скоростью предсказание о её движении, позволяя тем самым применить законы классической механики, то и тогда работающие сегодня законы молекулярно-кинетической теории не будут опровергнуты. Появится другая, улучшенная теория, но и старая теория не утратит своего прикладного значения. В этом, и только в этом смысле статистическая физика и квантовая физика – фундаментальные науки. Нет никаких фактов, которые бы принудили нас считать, что частицы ведут себя так или иначе в соответствии со *свободой воли*, а не в результате воздействия других частиц. Утверждение о том, что *в микромире царит случайность*, можно допустить лишь как метафору или как профессиональный жаргон. Такие утверждения могут исказить и практически очень часто искажают мировоззрение будущих исследователей. Наука фундаментальная может быть лишь наукой рациональной, а определение базовых понятий рациональной науки обязано быть предельно точным.

Случайность в микромире – это понятие, определяющее границу экспериментальных возможностей *сегодня*. Исчезнет ли эта граница завтра – вопрос открытый. Понятие «случайность» нельзя отождествлять с произволом и математически определяемой неопределённостью. Нет никаких научных фактов, исключаяющих понятие *причинности* из арсенала экспериментальной науки. Исключение из физики микромира понятия *причинности* и придание понятию *случайности* абсолютного и навсегда заданного статуса – это мировоззренческая и даже философская экстраполяция, недопустимая в рамках естественно-научной дисциплины.

Математик М. Клайн пишет: «Факторы неустойчивости пробивают брешь в эволюции детерминистического мира: в моменты потери устойчивости безотказно действовавшие ранее законы нарушаются и эффекты, пренебрежимо малые при других обстоятельствах, становятся доминирующими» [цит. по: 106, с. 268].

Автор признаёт, что эффекты, хотя и малые, всё же есть, и именно они приводят к какому-то следствию, которое мы сегодня изучить не в состоянии, хотя бы из-за малости эффектов. Но это же не означает, что нарушается причинность. Потеря понимания, контроля и *кажущаяся* случайность не означают потерю причинности.

Дирак говорил о том, что считает вполне возможным, что в будущем у нас появится усовершенствованная квантовая механика, в которой произойдёт возврат к детерминизму, и тем самым подтвердится точка зрения Эйнштейна. Но такой возврат к детерминизму возможен только ценой отказа от кое-каких основных идей, которые мы сейчас принимаем, не подвергая ни малейшему сомнению. Если мы вернёмся к детерминизму, то нам придётся каким-то образом заплатить за это, хотя сейчас трудно предугадать, каким именно. Дирак писал: «Может быть, какое-то достижение в будущем и поможет нам вернуть детерминизм, но только за счёт утраты чего-нибудь другого, путём отказа от какого-то иного предрассудка, которого мы пока ещё твердо придерживаемся в настоящее время» [47, с. 73].

Авторы монографии «Время, хаос, квант» высказали мысль о том, что «индивидуальное случайно, а поведение ансамбля детерминистично» [106, с. 99]. Но индивидуальный детерминизм также должен быть, хотя он непостижим в опыте. А случайность – это просто способ описания. Не надо в философию вводить нелепости. Вопрос же о том, появится ли индивидуальный детерминизм в будущем, сегодня открыт.

Совершенно справедливо в сочинении «Невежественный философ» Вольтер заметил, что случай – не что иное, как слово, придуманное для обозначения известного действия неизвестной причины. А де Бройль назвал квантовые идеи 1920-х годов «тяготением Бора к туманной ясности» [цит. по: 64, с. 235].

В заключение параграфа – ещё одна цитата: «Как показывает анализ современного этапа развития физики, все попытки такого рода (обсуждение новых математических приёмов. – *Б. М.*) приводят к появлению разного рода бесконечных значений величин, расходимостей, сингулярностей, нарушению законов сохранения, законов формальной логики, принципа причинности и т. п. Возникает вопрос: а не служат ли эти проблемы таким же сигналом о несовершенстве наших фундаментальных представлений, как, например, бесконечная величина полной энергии излучения чёрного тела, приведшая Планка к гипотезе световых квантов? Становится всё более очевидным, что необходимо что-то кардинально менять в самих основаниях физического знания» [136, с. 16–17].

1.5. Единство и различие мнений о квантовой теории

Если изучать науку по трудам классиков, а не только по ортодоксальным учебникам, то появляется объёмное видение. Объёмный взгляд порождает сомнения, которые могут инициировать желание обсудить эти сомнения с коллегами. Но кто будет слушать человека, не имеющего общепринятых научных достижений в обсуждаемой области?

О неудачных попытках высказать своё мнение рассказал даже Карл Поппер – заметим, далеко не рядовой философ: «Почему Шрёдингеру отвечали аргументами, которые ни на минуту нельзя признать серьёзными? Да потому что его уважаемые критики совсем не воспринимали его аргументацию. Если бы Шрёдингер удивил их новым формализмом, они возможно слушали бы его внимательнее. Но *просто слова* уже не интересуют специалистов, даже если они исходят от человека, который сделал в их области по крайней мере не меньше, чем кто-либо другой. Если уж такой крупный физик, как Шрёдингер, третируется таким образом – а Эйнштейн третировался даже более жёстко, то что ожидать любителю вроде меня, осмелившемуся говорить не то, что говорят профессионалы» [103, с. 110].

Если уважаемый читатель не бросил чтение данной книги раньше и добрался до этих строк, то автор просит прочитать внимательно и этот параграф, построенный практически из одних цитат. Цитируются высказывания не просто крупных физиков, а прежде всего тех, чьими трудами и создавалась квантовая теория. Автор выражает надежду, что, может быть, в результате такого ознакомления с мыслями классиков читатель будет лучше подготовлен к восприятию тех идей, которые представлены в третьей и четвёртой главах.

Мехра в статье [86] рассказал о пятом Сольвеевском конгрессе в Брюсселе, проходившем с 24 по 29 октября 1927 г. На этом конгрессе квантовая механика вместе с «копенгагенской интерпретацией» была публично представлена её многочисленными поборниками, лидером которых был Бор, как полная и окончательная теория атомных явлений. Эйнштейн выразил некоторые оговорки относительно новой теории, начав тем самым дискуссию с Бором о детерминистическом описании как противостоящем статистической причинности. Во время одного из докладов на Сольвеевском конгрессе П. Эренфест передал Эйнштейну записку, в которой говорилось: «Не смейтесь! В чистилище есть специальное место для исповедующих квантовую теорию, где они будут обязаны слушать лекции по классической физике по десять часов ежедневно». На что Эйнштейн ответил: «Я смеюсь только над их наивностью. Как знать, кто будет смеяться через несколько лет?» Дискуссия Эйнштейн – Бор была продолжена на шестом Сольвеевском конгрессе в октябре 1930 г.

Отношение Эйнштейна к квантовой теории очень кратко выражено в переписке с Зоммерфельдом. В письме от 21 августа 1926 г. он писал: «Теории Гейзенберга – Дирака заставляют меня восхищаться, но для меня они не пахнут реальностью» [26, с. 330].

В другом письме от 9 ноября 1927 г. он сделал вывод: «Правильная теория со статистическими законами недостаточна для понимания элементарных процессов» [26, с. 330].

В 1928 г. после вполне цивилизованной дискуссии на пятом Сольвеевском конгрессе Эйнштейн сообщил Шрёдингеру: «Философия успокоения Гейзенберга – Бора – или религия? – так тонко продумана, что представляет верующему до поры до времени мягкую подушку, с которой не так легко спугнуть его. Пусть спит» [цит. по: 16, с. 65].

Кстати, в том же 1928 г. Борн говорил гостям Гёттингенского университета: «Физика в том смысле, в котором мы её понимаем, через полгода кончится» [цит. по: 130, с. 215]. Она фактически и закончилась примерно в это время.

Приведём некоторые другие высказывания Эйнштейна.

«...Найдётся ли физик, который верит в то, что мы никогда не проникнем в смысл изменений, происходящих в отдельной системе, не поймём структуру этой системы с её причинными связями, несмотря на то, что эти изменения происходят, благодаря удивительным изобретениям камеры Вильсона и счётчика Гейгера, на наших глазах? В это можно поверить, не

входя в противоречие с логикой, но утверждение, что я не смогу перейти к более полной концепции, полностью противоречит моему научному инстинкту» [цит. по: 16, с. 132].

«Квантовая механика, несомненно, владеет красивейшими элементами истины, и она будет пробным камнем любой будущей теории, из которой квантовую механику можно будет вывести как предельный случай (как электростатика выводится из уравнений Максвелла). Однако я уверен в том, что квантовая механика не может быть исходной точкой поиска новой теории, как мы не можем, например, вывести основы механики, исходя из термодинамики. <...> Мы непременно встретимся с противоречиями, если только попытаемся считать квантовую теорию полным описанием индивидуальных систем и процессов» [цит. по: 16, с. 132–133].

В письме де Бройлю в марте 1954 г. Эйнштейн отметил: «Дорогой де Бройль, вчера я прочёл уже знакомую мне переведённую на немецкий язык Вашу статью по проблеме «кванты и детерминизм», и доставила большое удовольствие ясность Вашей мысли. <...> На самом деле я точно так же, как и Вы, убежден, что надо искать субструктуру, тогда как современная квантовая механика искусно прячет эту необходимость, применяя статистическую форму» [цит. по: 82, с. 98].

Весьма вероятно, Эйнштейн неявно предполагал необходимость построения другой теории, которой до сих пор нет. Убеждение в объективности существования определённых физических параметров – вне физики сегодняшнего дня, но физическая наука могла бы стать более эффективным инструментом познания, если бы подобное убеждение стало путеводной звездой для большинства.

Практически о том же, что и Эйнштейн, пишет А. Салам: «Похоже на то, что, заключив себя в рамки квантовой механики, мы построили себе дом без окон и дверей и с настолько высокими стенами, что... не очень понятно, дом это или тюрьма» [112].

Ещё одно мнение, высказанное Дж. М. Займаном: «Вероятно, не было ещё эпохи, когда бы физики с особым математическим складом мышления не мистифицировали современников своим абстрактным языком. Однако за последние полвека квантовая механика воспарила к таким безоблачным высотам, что большинство исследователей уже не в состоянии разобраться в теоретических работах по своей собственной специальности. Поистине нельзя считать нормальным такое положение, когда наблюдать и измерять должны одни – *экспериментаторы*, а вся задача осмысливания результатов составляет удел других – этих надменных экспертов – *теоретиков*» [54].

Ещё одна цитата, мнение Нобелевского лауреата И. Е. Тамма: «...современное состояние релятивистской квантовой теории явно неудовлетворительно... Когда мы переходим... к очень малым пространственным масштабам, оказывается, что современной теории уже недостаточно, что она внутренне непоследовательна» [121]. В других статьях Тамм писал: «...в настоящее время стало ясным, что развитие физики подвело нас к такой точке,

когда стало необходимым изменение некоторых из наших фундаментальных физических представлений и что изменение должно быть столь же коренным, как и то, которое связано с созданием теории относительности и квантовой механики» [122, с. 218]. «Я глубоко убежден, что создание новой фундаментальной теории потребует коренного пересмотра наших представлений о пространстве и времени в применении их к ультрамалым масштабам, пересмотра и видоизменения не менее радикального, чем то принципиально новое, что принесли с собой теория относительности и квантовая теория» [122].

Другой нобелевский лауреат, Дирак, писал: «Я не исключаю возможности, что в конце концов может оказаться правильной точка зрения Эйнштейна, потому что современный этап развития квантовой механики нельзя рассматривать как окончательный. В этой теории существует немало нерешённых проблем. <...> Современная квантовая механика – величайшее достижение, но вряд ли она будет существовать вечно. Мне кажется весьма вероятным, что когда-нибудь в будущем появится улучшенная квантовая механика, в которой будет содержаться возврат к причинности и которая оправдает точку зрения Эйнштейна. Но такой возврат к причинности может стать возможным лишь ценой отказа от какой-нибудь другой фундаментальной идеи, которую сейчас мы безоговорочно принимаем. Если мы собираемся возродить причинность, то нам придётся заплатить за это, и сейчас мы можем лишь гадать, какая идея должна быть принесена в жертву. <...> Большинство физиков совершенно удовлетворены сложившейся ситуацией. Они считают, что квантовая электродинамика стала вполне совершенной теорией и о ней нечего больше беспокоиться. Должен сказать, что мне это в высшей степени не нравится, потому что в такой „совершенной“ теории приходится пренебрегать возникающими в уравнениях бесконечностями, причём пренебрегать совершенно безосновательно. Это просто бессмысленно математически. В математике величину отбрасывают только в том случае, если она оказывается очень малой, а не из-за того, что она бесконечно велика и от неё хотят избавиться» [49].

Мнения классиков физики во многом сходны. Томсон, например, считал квантовые постулаты *ширмой, маскирующей наше невежество*. Эйнштейн верил, что *можно построить такую модель реальности, которая выражает сами события, а не только их вероятности*. Даже Планк, подаривший миру идею кванта энергии, считал, что *природа не делает скачков*.

Лоренц усиленно настаивал на том, что *теоретическая физика должна оставаться детерминистической*. Он требовал проникновения в суть вещей, а не только хорошего количественного описания процессов с включением в уравнения каких-то эмпирических постоянных. По Лоренцу, в науке есть два пути. Один – рассмотрение внутренних причин явлений. Однако, по мнению Лоренца, многие физики относятся к такому методу скептически. «Они... приходят к важным и красивым результатам, ограничиваясь про-

стым описанием явлений и их взаимных соотношений при помощи системы подходящих уравнений» [цит. по: 119, с. 219].

В своих поздних работах де Бройль призывал к глубокому *пересмотру принципов квантовой механики*. П. Ланжевен считал, что на пятом Сольвеевском конгрессе, где обсуждались проблемы квантовой теории, «путаница в мыслях достигла своего максимума» [цит. по: 67, с. 151]. Именно на этом конгрессе было принято соглашение, что процесс излучения следует считать мгновенным, а фотон как частицу считать точечным. Даже один из основных создателей квантовой теории Шрёдингер писал: «Если мы собираемся сохранить эти проклятые квантовые скачки, то мне приходится пожалеть, что я вообще занялся квантовой теорией» [138, с. 48]. «Я иду против течения. Но направление потока изменится» [138, с. 295].

Шрёдингер, де Бройль, Эйнштейн, Лауэ, Планк и некоторые другие создатели квантовой теории относились отрицательно к копенгагенской интерпретации квантовой механики. Де Бройль в 1959 г. писал: «...возможно, в один прекрасный день окажется, что квантовая теория даёт нам лишь статистическое представление определённых аспектов лежащей за ней физической реальности, которую она не в состоянии описать полностью [цит. по: 67, с. 129].

Гейзенберг считал физическую сторону теории Шрёдингера ужасной, но мнение Гейзенберга нельзя воспринимать однозначно. Отрицая квантовую теорию в форме Шрёдингера, он создавал квантовую теорию в другой форме, называемой сегодня матричной. Возражая Шрёдингеру, Гейзенберг ревниво защищал своё творение. В то же время философские высказывания Гейзенберга нельзя воспринимать поверхностно. Джеммер приводит мнение Гейзенберга, которое тот высказал в 1933 г.: «...почти каждое продвижение в развитии естествознания достигается ценой отказа от чего-либо предшествующего; почти для каждого интеллектуального шага вперёд необходимо пожертвовать вопросами, представлениями и понятиями, которые до этого считались важными и существенными. Таким образом, расширение знаний в известной мере уменьшает притязания учёных на полное „понимание природы“» [45, с. 205].

В 1926 г. Эйнштейн писал Борну: «Квантовая механика, безусловно, впечатляет. Но внутренний голос подсказывает мне, что её пока нельзя считать реальной. Теория многое говорит, но ни на йоту не приближает нас к секрету Старика. Я, во всяком случае, убеждён, что он не бросает кости» [цит. по: 62, с. 271].

Хочется добавить, что даже выпадение конкретной кости – не случайность, а закономерность. Но непознанная закономерность.

Г. Андреев в своей статье отметил: «Физиков всегда отличал здоровый консерватизм. Нынешний набор общепринятых физических теорий хоть и неказист, разобщён, местами противоречив, но худо-бедно почти все эксперименты в пределах погрешностей описывает. И пока не появятся надёжные,

многократно воспроизведённые данные, которые не будут вписываться в теорию, никто суетиться не будет» [4, с. 32].

Как это ни прискорбно, с автором этих строк приходится согласиться. Сегодня, действительно, никто в смысле радикального изменения теории не суетится. Более того, как писал С. Хокинг, считается, что «Мы, пожалуй, близки к завершению поисков окончательных законов природы» [131, с. 133].

Конечно же, большинство людей так или иначе проявляет консерватизм, и учёные так же могут проявлять это качество. Например, когда Эйнштейн в 1913 г. был рекомендован в члены Прусской академии наук Планком, Нернстом, Рубенсом и Варбургом, в представлении было написано: «То, что он в своих рассуждениях иногда выходит за пределы цели, как, например, в своей гипотезе световых квантов, не следует слишком ставить ему в вину. Ибо, не решившись пойти на риск, нельзя осуществить нового даже в самом точном естествознании» [цит. по: 53, с. 680].

Эти строки говорят о том, что авторы процитированного документа в 1913 г. *не верили* в существование квантов. А Бор даже в 1922 г. писал о гипотезе световых квантов, что она *не может никоим образом рассматриваться как удовлетворительное решение, так как именно эта гипотеза приводит к непреодолимым трудностям при объяснении явлений интерференции, представляющих основное средство при исследовании свойств излучения*. Бор отказался от такой точки зрения лишь в 1925 г. [53, с. 680].

Консерватизм не только объясним и простителен, но он ещё и в чём-то конструктивен. Преодолевая возражения, новая теория совершенствуется, обрастает новыми аргументами и доказательствами. Но где грань между здоровым консерватизмом и абсолютной нетерпимостью к тем, кто осмеливается возражать и предлагать своё? Как, например, оценить такое высказывание Гейзенберга (1927 г.): «Поскольку статистический характер квантовой теории так тесно связан с неточностью любых восприятий, то можно было бы соблазниться предположением, что за реально воспринимаемым статистическим миром скрывается ещё один „действительный“ мир, в котором действует закон причинности. Мы настойчиво подчёркиваем, что такие спекуляции кажутся нам бесплодными и бессмысленными. Физика должна только формально описывать связь между восприятиями. Более того, истинное положение вещей можно ещё лучше охарактеризовать следующим образом: так как все эксперименты подчинены законам квантовой механики <...> то именно квантовая механика окончательно установила несправедливость закона причинности» [29, с. 670].

Но, как справедливо заметил сам же Гейзенберг, этот «действительный» мир и скрытые параметры пытались изобрести *внутри* рамок квантовой механики [31, с. 78]. А это действительно невозможно, так как аксиоматика квантовой теории скрытых параметров не допускает.

Паули в своём творчестве старался избегать каких-либо наглядных интерпретаций. Он говорил о себе: «Я стремился сделать своё изложение по

возможности независимым от каких-либо специальных представлений о природе элементарного процесса. В вопросы физического смысла и правомочности механических символизаций и моделей элементарных процессов в квантовой теории вообще... не следует вдаваться» [цит. по: 31, с. 212].

В сноске процитированной выше статьи 1927 г. Гейзенберг писал: «Шрёдингер называет квантовую механику формальной теорией, отпугивающей и даже отталкивающей отсутствием наглядности и абстрактностью. Конечно, невозможно переоценить того глубокого математического (и постольку наглядного) проникновения в сущность квантово-механических законов, которое дала нам теория Шрёдингера. Однако в принципиальных физических вопросах общедоступная наглядность волновой механики увела нас, по моему мнению, с прямой дороги, проложенной работами Эйнштейна и де Бройля, с одной стороны, и работами Бора и квантовой механики, с другой» [29, с. 669].

В этой цитате присутствуют два термина: «волновая механика», или теория Шрёдингера, и «квантовая механика», как Гейзенберг называет своё детище и творчество других учёных, породивших копенгагенский вариант теории.

Приведём ещё один пример категоричности. Советский физик Кадомцев пишет о процессе измерения: «Как же... происходит измерение? Считается, что в процессе регистрации на волновую функцию действует так называемый проекционный оператор, который (с некоторой вероятностью) превращает эту огромную, размытую в пространстве волновую функцию в маленький, крошечный объект. Всё это называется либо стягиванием волновой функции, либо просто измерением» [59, с. 1223].

И никакого упоминания о том, что возможны и другие интерпретации. Далее – ещё категоричнее: «...эксперименты показывают, что теория скрытых параметров отвергнута, причем с гигантской точностью. Это значит, что скрытых параметров нет» [59, с. 1228].

Нет в принципе или нет в рамках существующей квантовой теории?

К счастью, плывущие против течения существуют. В своей монографии Марков цитирует мнение Баллентайна, высказанное в статье [141]: «Статистическая интерпретация, в которой рассматривается квантовое состояние как описание ансамблей тождественно приготовленных систем, совершенно открыта в отношении скрытых параметров. В этой интерпретации не требуются скрытые параметры, но полагаются поиски их разумными (что соответствует точке зрения Эйнштейна (1949))» [цит. по: 82, с. 82].

Когда даже крупный учёный осмеливается пойти против общего потока, ему порой приходится некомфортно. Процитируем фрагмент статьи о творчестве Дирака: «...нельзя не отметить... одну особенность, сближающую научные судьбы Дирака и Эйнштейна. Довольно рано став классиками естествознания, оба пережили в последующем длительные периоды идейного одиночества и даже забвения. Наиболее активная часть физического сообщества довольно рано „списала их со счетов“, рассматривая как неких ретроградов.

Многие их идеи, высказанные в течение последних нескольких десятилетий жизни, были недооценены современниками и не востребованы в полной мере до сих пор. <...> Как известно, квантовая механика была плодом творчества, в основном, очень молодых физиков, в связи с чем была заслуженно названа Паули «Knabenphysik» – „физикой мальчишек“» [113, с. 968].

Если же молодой человек или просто рядовой научный сотрудник попытается критиковать основы науки, то его в лучшем случае не будут слушать. Очень вероятно, что над ним будут смеяться. В худшем случае его могут отлучить от права заниматься наукой. Современные *классики* непогрешимы. И разговор молодого человека с представителем научного истеблишмента вполне может выглядеть так, как это шутливо передано в статье [91] в виде разговора атеиста со священником, исключаящим какие-либо возражения:

«– Атеист: „Вот Вы говорите, что Бог сотворил Вселенную 6 тысяч лет назад, а наука доказала, что ей уже минимум 10 миллиардов лет!“

– Священник: „Бог сотворил её 6 тысяч лет назад такой, что она выглядит на все 15 миллиардов“» [цит. по: 91, с. 442].

Среднестатистический вывод из всего процитированного в этом параграфе: релятивистская квантовая теория красива математически и точно описывает результаты экспериментов, но как фундамент современной науки, как методологический базис для будущих исследований – никуда не годится. По крайней мере, так считали многие создатели этой теории.

С нашей точки зрения, применение релятивистских математических соотношений при построении теории микромира, т. е. соединение двух несовместимых теорий – квантовой теории и специальной теории относительности (СТО), – и является основной причиной математического несовершенства. Либо мы сохраняем СТО и получаем расходимости, либо отказываемся от СТО и тем самым получаем возможность отказаться от нулевой массы фотона, от точечности и других классически не интерпретируемых свойств элементарных частиц.

1.6. Квантовая теория и философия науки

Наука как проявление качеств личности – индивидуальный, очень тонкий процесс. Наука как массовое явление – индустрия. В условиях, когда наукой занимаются массы, требуется единый основополагающий метод, и этот метод сегодня даёт математика. Даже далёкие от научного стиля мышления, владея методом, могут выдавать какие-то результаты.

Однако математически полученные результаты требуется интерпретировать. Как заметил Борн, «физика нуждается в обобщающей философии, выраженной на повседневном языке» [21, с. 267]. Такую же мысль высказывает Славин: «...пока мы не идём дальше явлений, мы можем ограничиться

их описанием, регистрацией эмпирических данных. Познание же сущности – это сложный теоретический процесс, осуществляемый на основе объяснения. С помощью одних лишь математических построений, без соответствующих интерпретаций, объяснение действительно было бы невозможным» [117, с. 130].

Теоретическое, философское обобщение – это преломление в своем сознании известных фактов с внесением своего понимания, своего видения. Так рождается совокупный общественный информационный продукт. Единая методология в некотором смысле лишает и результаты, и их интерпретации индивидуальности, – это ветер, поворачивающий все флюгеры в одну сторону, но тем не менее расхождения во взглядах неизбежны. И если истинная наука – это споры, возражения, протесты, то в условиях массового единомыслия проявление индивидуальной точки зрения может быть объявлено лженаукой.

Отклонение от *правильной* методологии, которая при исследовании природы просто обязана быть материалистической, может привести к искажению научного поиска. В. П. Бранский отметил, что «игнорирование методологических „рифов“ нередко приводит к тому, что некоторые проблемы... в дальнейшем оказываются псевдопроблемами. Самыми серьёзными из упомянутых „рифов“ являются феноменологизм (отказ от раскрытия физической сущности описываемых явлений), спекулятивизм (попытка раскрыть эту сущность с помощью умозрительных понятий, исключающих экспериментальную проверку) и метафоризм (попытка раскрыть сущность принципиально новых явлений с помощью старых теоретических понятий, что может до поры до времени выдерживать опытную проверку, но ведёт к теоретическим парадоксам)» [23, с. 10].

Фейнман утверждал, что не надо говорить о том, что невозможно измерить. Но в физике, и не только в теории относительности и квантовой теории, множество не проверяемых опытом утверждений, величин и понятий. Ведь косвенно можно «измерить» всё, что угодно господствующей теории. А дальше наступает очередь интерпретации, или, другими словами, философского анализа. При этом, как заметил Гейзенберг, «...определённые ошибочные (боюсь сказать и нынешние) направления развития физики частиц связаны с иллюзорными надеждами некоторых физиков на возможность полностью избежать философского подхода. Отказываясь от серьёзной философии, физики неправильно ставят вопросы. Не будет большим преувеличением сказать, что хорошая физика то и дело страдает от плохой философии» [30, с. 657].

А что такое *хорошая философия*, к которой надо стремиться? Не поняв этого, невозможно с помощью философских рассуждений улучшить понимание природы. А понять это не просто, ведь, как писала первая дама новомексиканского двора Хуана Инес в XVII в.: «Есть уйма способов на свете обосновать и *нет* и *да*» [цит. по: 87, с. 100].

А. В. Ахутин цитирует Г. Вейля: «...наиболее значимые сдвиги в теоретической физике XX в. связаны с комбинацией (органичной) трёх способов формирования знания: математического конструирования, изощрённой экспериментальной техники и того, что можно назвать сущностным анализом, или просто пониманием. Ни одна из этих сторон не может быть без ущерба изъята из научного знания, которое выражено трояко: математическая форма, экспериментальная ситуация и „смысл“. Вне этих форм знание не выражено и поэтому не может быть признано завершённым» [10, с. 364].

С нашей точки зрения, поиск *смысла*, или *здорового смысла* – это и есть хорошая философия. В рамках данного параграфа, анализируя мнения разных исследователей, постараемся приблизиться к пониманию того, *что такое хорошо и что такое плохо*, когда речь идёт о философском анализе физики.

Что же «там» на самом деле происходит? Вот основной вопрос, который не исчезнет никогда. Как заметил Д. Дойч, «способность предсказывать или описывать что-либо, даже достаточно точно, совсем не равноценна пониманию этого» [51, с. 9]. Знать формулу – не значит понимать. Понимание – это объяснение, т. е. ответы на вопросы «как?» и «почему?». Ответы на эти вопросы затрагивают внутреннюю суть процессов; описывается реальное, а не кажущееся состояние дел, законы природы, а не эмпирические зависимости.

Споры о том, как следует развивать физику, не утихают почти столетие. Так как разногласия устойчиво воспроизводятся вновь и вновь, не может быть так, что одни абсолютно правы, а другие во всём заблуждаются. Правы, скорее всего, все, но каждый из спорящих прав в рамках своей философии. Всё дело в априорных убеждениях. Если же автор философской работы *кусает* квантовую теорию, то на него, как правило, физики не обращают внимания. Как в поговорке: *собака лает – караван идет*. В качестве примера – несколько цитат, взятых из работ философов XX столетия.

«Конечно, нет сомнений, что квантовая теория *неполна* и новая теория будет построена. Однако мы не можем предрешишь структуру этой теории. <...> Каким будет это описание, мы не можем себе даже представить» [44, с. 56].

«Квантовая электродинамика не является полной, так как она неверно описывает процессы в области больших импульсов и малых расстояний» [89, с. 160].

«Вопреки обычному мнению о классической механике как о предельном случае более общей квантовой теории, оказывается, что аппарат классической механики способен точно описать большинство квантово-механических задач» [28, с. 93].

Даже Ф. Капра в своей работе, которую трудно назвать материалистически ориентированной, писал: «...все известные частицы должны иметь внутреннюю структуру, поскольку только в последнем случае они смогут вступать во взаимодействие с наблюдателем и быть замеченными им» [60, с. 245].

Кто из физиков – научных сотрудников НИИ или преподавателей университетов, обратил внимание на эти публикации? На лекциях для физиков как говорили, так и продолжают говорить о *полноте* квантовой теории. Даже конкретные предложения, высказанные вербально, без математики, не имеют последствий – на них просто не обращают внимания. Например, В. С. Меськов, анализируя результаты работ о *синтаксической неполноте и неполноте до полной* современной квантовой механики, делает логический вывод о том, что она является неполной теорией, тем не менее не может быть улучшена (то есть *пополнена до полной*). В этом смысле должна быть построена новая квантовая механика, которая, учитывая корпускулярно-волновой дуализм, строилась бы как теория таких квантово-механических объектов, которые бы являлись результатом не «дополнительности», а синтеза корпускулярных и волновых свойств [84].

Кто из современных теоретиков с этим тезисом согласился и начал создавать *новую* квантовую механику? А кто из оппонентов хотя бы обратил внимание на эту работу и доказательно оспорил тезис Меськова? *Караван* как шёл, так и продолжает идти.

В статье Д. Хоргана описываются результаты экспериментов с двухщелевой пластиной: «Современные детекторы... смогли обнаружить отдельные фотоны, световые кванты, падающие на расположенный за щелями экран в определённой точке и в определённый момент времени – совсем так же, как если бы это были частицы. Но по мере того как фотоны продолжают бомбардировать экран, постепенно возникает интерференционная картина; это является верным признаком того, что каждый фотон проходит сквозь обе щели одновременно подобно волне» [132, с. 73].

Из чего следует, что *каждый фотон проходит сквозь обе щели одновременно подобно волне*? Вывод, чудовищный по своей алогичности. Далее автор пишет про «одушевлённые» фотоны, а также про ещё один эксперимент с «квантовым ластиком»: «Хотя интенсивность, с которой фотоны бомбардировали каждый из детекторов, оставалась неизменной, записанная с помощью счётчика совпадений интенсивность одновременных попаданий колебалась, образуя характерную интерференционную картину. <...> Такая картина может получиться только в том случае, если каждый фотон – один с левой стороны, другой с правой – проходит сразу через обе щели соответственно к своему детектору...» [132, с. 77].

Заканчивается статья Хоргана описанием «машины времени Ааронова», основанной на квантовой теории и на общей теории относительности (ОТО). Машина должна «туннелировать в будущее»: «...пассажир мог бы высадиться, попросить физиков будущего объяснить ему загадки квантовой механики и затем доставить их ответы – предположим, что они всё-таки существуют – обратно в настоящее время» [132, с. 79].

Было бы нелепостью относиться к содержанию статьи Хоргана настолько серьёзно, что начать пересказывать, как должна работать «машина времени Ааронова». Но как же тогда к такой *науке* следует относиться? Ведь авторы

этой и подобных работ – серьёзные люди, занимающиеся фундаментальной наукой. Но они же просто *забавляются* математическими фантазиями. При этом математические и философские фантазёры не прожигают волею судьбы полученное от родителей наследство, что было бы простительно для их *безобидных забав*, а живут на средства налогоплательщиков. При этом в своих трудах фантазёры уходят всё дальше и дальше от реальности. И это в то время, когда на планете имеется множество подлинных, в том числе и фундаментальных проблем, ждущих неотложного решения.

Может быть, оторванные от реальности фантазии – это и есть то, что следовало бы называть лженаукой? Лженаука опасна не сама по себе. Она легко опровергается *хорошо поставленным экспериментом*. Но повлиять на реальную науку, затормозить её развитие лженаука может. Это возможно, если она укрыта за высокими стенами научного монополизма, в условиях нетерпимости к научной критике.

В качестве одной из основ квантовой философии – априорно заложенная предпосылка: *если наблюдается интерференция, то это волны*. Совершенно справедливо об этом рассуждает П. С. Чикин: «Это утверждение действительно было научной истиной, когда интерференцию световых пучков наблюдали в виде картинки пространственного распределения интенсивности света. <...> Когда же стало известно о квантовых свойствах носителей света – фотонов, то исследование их интерференции... трансформировалось в изучение распределения скорости счёта фотонов как частиц в зависимости от изменения длины одного из путей интерферометра. <...> И здесь... старая истина... превратилась в искажающую логику эксперимента догму» [134, с. 330].

Когда реально идёт счёт частиц, то утверждение о волновых свойствах частиц надо доказывать, а не принимать в качестве аксиомы. Квантовая теория рассеяния на периодических структурах даёт те же результаты, что и волновая модель, но при этом можно не вспоминать о дуальной природе микрочастиц и их волновых свойствах.

В. Л. Берман пишет: «Реальности мира существуют независимо от нашего сознания. Невозможность познать, измерить некоторую физическую реальность в каком-либо эксперименте не может служить доказательством того, что данная реальность не существует» [17, с. 25].

Ясное, справедливое замечание. На первый взгляд, всё высказанное настолько очевидно, что возразить нечем и открыт простор для ясного натурального понимания. Но вот что, например, пишет В. М. Мальцев: «Спин... возникает из свойств симметрии (изотропности) реального пространства и не зависит от вида взаимодействий, в котором частица участвует» [79, с. 21].

Может быть, это просто жаргон математика, на который не надо реагировать, как на высказывание, претендующее на то, что оно имеет отношение к физике? Но некоторые философы воспринимают такие утверждения как утверждения *именно физические*. Кто-то соглашается, кто-то начинает спорить. Р. А. Аронов, например, возражает Мальцеву, и, на наш взгляд, возражает справедливо. Аронов пишет о том, что спин элементарных частиц воз-

никает из свойств симметрии реального пространства в том смысле, что он может быть *выведен в теории с помощью свойств симметрии* (изотропии) пространства. Однако отсюда ещё не следует, что свойства симметрии пространства обуславливают существование спина элементарных частиц, что он возникает из свойств симметрии реального пространства в самой объективной действительности [7].

Если мы, например, хотим узнать закономерности распада ядра, но познать (сегодня) можем лишь вероятность (статистику), то из этого не следует, что для распада нет причины: без вынуждающей причины ядро, вероятнее всего, не распалось бы.

Квантовые свойства проявляются в процессе измерения. Но некоторые люди (кстати, в том числе и Аронов) верят, что квантовые свойства существуют сами по себе, объективно. По крайней мере, таковы некоторые их философские обобщения. Повторилось то, что случалось и в классической физике: хотя волновые свойства излучения проявляются только в процессе взаимодействия излучения с веществом, но такими свойствами в классической физике наделили и само излучение.

Нет никаких особых квантовых свойств – есть квантовый способ математического описания физических процессов. Нет никакой особой квантовой природы объектов – здесь гносеология путается с онтологией. Точную координату узнать можно за счёт полной потери информации о сопряжённой величине – импульсе. Точный импульс узнать можно за счёт полной утраты информации о координате. Но это не означает возврата к классическому методу описания, так как уравнения классической механики требуют начальных условий – координаты и импульса. А для объектов микромира одновременно и точно мы можем узнать только одно.

Марков в своей монографии пишет: «В квантовой теории, как мы знаем, импульс и координата не могут быть одновременно точно измерены, одновременно они не имеют точного физического смысла» [82, с. 20].

Первая часть фразы не вызывает возражений с точки зрения здравого смысла. Действительно, измерение импульса и координаты – это два эксперимента, и первый из этих экспериментов искажает состояние микрообъекта. Во втором эксперименте это будет уже микрообъект в новом начальном состоянии. Всё понятно и просто, но вторая часть фразы Маркова – это привнесённая извне вера, общепринятое убеждение, соответствующее определённой научной доктрине. *Не могут быть одновременно точно измерены* – да, но *одновременно не имеют точного физического смысла* – это уже вымысел.

Этот вымысел, очевидно, имеет корни в следующей доктрине: в физической науке не имеет смысла говорить о том, что невозможно измерить. Но так ли это на практике? В физике множество неизмеряемых, т. е. вспомогательных, или измеряемых лишь косвенно параметров. Мы можем наблюдать проявление одного процесса, а выводы делать о другом. Например, газ давит изнутри на стенки воздушного шарика, и мы говорим о давлении. А что происходит на самом деле? Происходит механическое соударение молекул со

стенкой и передача импульсов. Импульсы мы не наблюдаем, измерить их не можем, но мы уверены, что они существуют. Почему же такая категоричность в отношении параметров микрочастицы – координаты и импульса? Ведь *не одновременно* они могут быть измерены, следовательно, существуют. Соотношения Гейзенберга отражают возможность опытного познания, т. е. информацию об объекте, но не суть явления. Если мой собеседник закрыл глаза и *не может меня видеть, значит, я не существую*: в этом глубинная суть философской доктрины – позитивизма. Прочитированное выше высказывание Маркова – это и есть позитивизм. Он не мешает проводить физические исследования, но искажает мировоззрение человека с точки зрения возможности адекватно отражать действительность.

Зададимся вопросом: а зачем нужно знать импульс p и координату q ? В классической теории это необходимо, чтобы начальные условия использовать при интегрировании уравнений движения. Но в теории микромира, ввиду быстрых движений объектов микромира, это просто не имеет смысла. Расчёт теряет смысл, так как результаты можно применить только *пост-фактум*. Цель теории микромира должна быть другой – не такой, как в классической механике. Попытки описать микромир на языке классической теории бесперспективны. Нужна принципиально новая теория, возможно, новая математика. Возможно, структурное описание надо сопоставлять со статистикой, которая проверяется в опыте. Но теория должна быть *понятна и без математики*.

Создатели квантовой теории прекрасно понимали это, и многие из них пытались понять физический смысл математических решений. Современные математически мыслящие *обоснователи* хотят оставить только математический формализм. *Мы не можем это измерить, значит, этого нет* – такова позиция позитивистов. Чем это плохо? А тем, что уводит физику в формализм. В Средние века так хотела церковь – мир можно познавать лишь *предположительно*, т. е. математически. Ведь математика и Бог – это, как считалось, одно и то же! Но это не наука, а идеология. Идеология сильная, с ней трудно бороться и, вероятно, невозможно победить окончательно, но невозможно также окончательно победить и противоположную точку зрения. Отрицание одновременного *существования* у микрочастицы точных значений координаты и импульса – это философский выбор. Из *невозможно измерить* не следует *не существует*.

Современный философ А. А. Гриб, анализируя квантовую теорию, делает вывод: «Для квантовой логики требуется другая психика». Далее автор выдвигает предположение-прогноз (фактически диагноз): психическое заболевание – это реализация квантовой логики, другой перевод на булево сознание [37, с. 138]. Автор предполагает, что отклонение в психике – это не болезнь, а «расщепление психики на классы взаимоисключающих, но организованных внутри себя психик» [37, с. 139].

Возможно, это чья-то точка зрения, с которой автор работы [37] не согласен. Но ведь он не возражает, не борется с этой точкой зрения. И это об-

шая характерная особенность современной философии: ни с чем не бороться, ничего не оспаривать. Любое физическое заблуждение имеет шанс стать частью философского знания, общефилософских обобщений и принципов. Оспаривается лишь мнение других философов, другие концептуальные схемы. Прикладная польза от такой философии – ноль.

Некоторые авторы, пишущие о квантовой теории, открыто выражают недовольство материалистической философией. Например, в другой работе тот же Гриб пишет: «Непринятие копенгагенской интерпретации теми или иными физиками обусловлено материалистическими философскими предубеждениями, что вряд ли может считаться серьёзным аргументом против её принятия» [38, с. 1350]. Далее высказывается сожаление, что «большой трудностью... при контактах с биологами и медиками (большей, чем с физиками) является их традиционная материалистическая... позиция» [38, с. 1351].

Но ведь этому можно только радоваться. Попробовал бы противник материализма лечиться у врача, который пытается лечить не с помощью скальпеля или лекарств, а, например, с помощью *коммутирующих операторов в гильбертовом пространстве*. А тот факт, что биологию до сих пор не удаётся тотально математизировать, как это произошло с физикой, можно считать удачей биологов, благодаря которой, может быть, биология продолжает интенсивно развиваться.

Математик Клайн категорично утверждает: «...все, кто занимается естественными науками, должны быть идеалистами» [62, с. 273].

Борн выражает практически ту же точку зрения, но делает это мягче: «Являются ли волны чем-то „реальным“ или какой-то фикцией, помогающей описывать и предсказывать явления, – вопрос вкуса» [20, с. 153].

Это не просто тяготение к математике – в этом также суть позитивизма. О философском содержании современной квантовой теории, о её фактическом дрейфе в сторону идеализма пишут многие авторы. Вот, например, мнение В. Н. Прибыткова: «Механистическая картина мира, господствовавшая в XVII–XVIII вв., в значительной степени стимулировала движение в сторону материалистической философии. Это движение в XVIII и XIX вв. очень многим казалось почти неодолимым. Однако в XX в. прочно сложилось убеждение, что физика XX в., особенно теория относительности и квантовая механика, остановили это мощное движение» [105, с. 4].

Показательна в этом плане статья М. А. Попова «В защиту квантового идеализма» [102], которая была опубликована в 2003 году в журнале «Успехи физических наук». Если бы материал статьи не был поддержан большинством редакционной коллегии, публикации не было бы. Следовательно, сторонников позитивизма сегодня не мало.

Временно приостановим цитирование – какофония мнений отражена достаточно. Выскажем лишь сожаление, что философы сегодня ни с чем не борются, ничего в физике не оспаривают – они лишь *обосновывают, включают в теоретические схемы, классифицируют*. Могут оспариваться другие

философские схемы, другие философские трактовки, но физические теории трогать не принято. Совершенно естественно, что на этом пути ждать от философии нечего: любой математически безупречный псевдонаучный бред может стать частью философского знания, элементом новых философских обобщений. У философов не возникает сомнения, что некоторые так называемые физические открытия – это или ложно интерпретированный результат эксперимента, или математическая фантазия, или просто ошибка. Ведь ошибки случаются, и признание ошибки – не позор. Если же ошибку признаёт автор (что случается редко) – это свидетельствует об его мужестве и честности.

Философ А. И. Панченко пишет: «Никакого динамизма классического типа в квантово-физической реальности не существует: там смена состояний осуществляется дискретно» [98, с. 100].

О какой реальности пишет автор – о *реальности* абстрактной, математической, представленной в уравнениях, или о реальности, существующей в природе? Было бы неплохо, если бы авторы это чётко обозначали, так как на их трудах может формироваться мировоззрение исследователей следующих поколений. В соответствии с материализмом, если объект реален, то он должен не просто существовать в пространстве и времени, но и обладать специфическими пространственно-временными свойствами, хотя это не всегда легко доказать на практике. Из невозможности применить уравнения классической механики не следует *мгновенность* физических процессов, их нулевая длительность.

Зададимся вопросом – почему существует критика квантовой теории, существует до сих пор, несмотря на впечатляющие успехи инженерии XX столетия, в научно продвинутых разделах тесно связанной с квантовой моделью? Из истории физики легко видеть, что в первые годы создания квантовой теории это были возражения со стороны тех, кто привык к определённости, строгости и классической красоте физической теории. Но почему возражения возрождаются вновь и вновь, в новых и новых поколениях, воспитанных изначально на квантово-релятивистской парадигме? Не свидетельствует ли это о некоторой объективной причине недовольства?

Трудно представить человека из среды критиков, не признающего реальных практических успехов, достигнутых благодаря отказу от бесплодных для своего времени поисков наглядных представлений. Не менее трудно представить ортодокса, который не согласен с Фейнманом, заметившим однажды: «Я имею основание со всей определённостью заявить, что сегодня никто не понимает квантовую механику» [цит. по: 135, с. 67].

Это сказано одним из создателей современной квантовой теории, получившим за свой вклад в её развитие Нобелевскую премию, и фраза эта произнесена в связи с экспериментами по интерференции нейтронов, а также парадоксами ЭПР и неравенствами Белла. Сам Дж. Белл о квантовой теории высказался так: «Ни одна из формулировок ортодоксальной квантовой меха-

ники не свободна от фатальных изъянов. <...> Неладно что-то в Датском королевстве» [15].

Поппер в 1980-е годы так охарактеризовал кризис в физике: «...аспект того кризиса, который сейчас происходит, – это кризис понимания. Грубо говоря, кризис понимания возник в физике вместе с копенгагенской интерпретацией квантовой механики» [103].

Действительно, ортодоксальная квантовая теория допускает лишь математически возможные предсказания. Но как можно идти дальше в познании природы, если нет ясности натурального понимания, спрятанного за высоким забором статистического описания? *Высоким* не в том смысле, что его нельзя преодолеть (т. е. понять математику), а в том смысле, что за ним ничего не просматривается. Не видно физических объектов и деталей процессов, происходящих с этими объектами. Глубоко прав Г. Гигеренцер, написавший в книге «Империя случайного»: «Несмотря на все пертурбации, происшедшие в науке более чем за два тысячелетия... одна установка не подвергалась сомнению: *наука занимается изучением причин, а не случая*» [цит. по: 135, с. 80].

Не *занимается*, а *должна* заниматься – хотелось бы уточнить высказывание Гигеренцера. Ортодоксальная квантовая теория сегодня изучает только случайности и сотканную из случайностей статистическую закономерность.

В условиях запрета на качественное моделирование всё, что выходит за рамки ортодоксии, подвергается и будет подвергаться осмеянию и гонению – это неизбежно. Но современные ортодоксы защищают квантовую теорию уже не от тех, кто призывал вернуться к классическому описанию, а от тех, кто пытается преодолеть принципы и запреты, на которых квантовая модель построена, и *пойти дальше*. Роли поменялись. Когда-то классическая физика формировалась в недрах запретов религиозного средневекового мировоззрения, и Коперник, Галилей, а позднее Ньютон пришли на смену Аристотелю и Птолемею, победив в научном противостоянии ортодоксов своего времени. Позднее физика Ньютона сопротивлялась и противоречила работам Шрёдингера, Гейзенберга и других создателей современной физики. Сегодня квантовая теория защищается уже не от скептиков классической школы, не от тех, кто зовёт назад, а от тех, кого не устраивает исключительно математический, статистический подход. Квантовая теория в своё время так же была вне закона, как ранее, до неё, вне закона была физика, называемая сегодня классической. Сегодня вне закона попытки преодолеть квантовую статистическую модель.

А может ли быть иначе, и можно ли остановить появление новых идей? Разве уже построена *окончательная теория, теория всего*? Более того, разве она когда-нибудь будет построена? Процесс познания бесконечен, как бесконечна в пространстве и во времени Вселенная, и, пока существует человечество, никакие попытки ограничить Вселенную *начальными* или *граничными условиями* (которые вводятся искусственно, аксиоматически, так

как иначе математика бессильна), а процесс поиска – *математической адекватностью* и *согласованностью*, не остановят жажду стремления понять, как реально устроен мир.

Авторы ортодоксальных публикаций правы в том, что в формальном смысле квантовая теория полна. Более того, она, как и всякая теория, замкнута в своих выводах на свои исходные положения. Любая другая теория, которая базируется на других принципах, несовместима с квантовой теорией. Это относится и к тем теориям, которые были до неё, и к тем, которые придут ей на смену. Но сейчас таких теорий – теорий будущего – ещё нет, идёт лишь поиск путей и вариантов. Эти робкие попытки рано оценивать – так громадна проблема, и так слаб человек. В подобных условиях конструктивная критика новых идей выполняет исторически позитивную роль, помогая отфильтровывать варианты откровенно слабых поисковых моделей. Но конструктивная критика – это не просто констатация несоответствия *предлагаемого общепринятому*, а выявление ошибок в логических построениях, базирующихся на *собственной аксиоматической базе*, или указание на несоответствие результатам *реально проведённых экспериментов*. Несоответствие мысленным экспериментам ортодоксальных теорий нельзя считать конструктивной критикой.

Д. Е. Попов в своей публикации затронул аспект, образовательный и методологический одновременно. Он предложил в учебную программу по квантовой теории (а, возможно, и по атомной физике и истории физики) добавить анализ *современных попыток ревизии полноты квантовой теории; парадокс Эйнштейна – Подольского – Розена; интерпретацию Боба; неравенства Белла, экспериментальное подтверждение полноты; понятие о физике квантовой информации* [101, с. 52].

Слово *ревизия* прозвучало, следовательно, найдутся и *ревизионисты*. А что дальше – на Соловки? Мы в нашей стране это уже проходили, а человечество в целом испытывало многократно, перечислять можно долго. Циолковского соседи считали выжившим из ума. Изобретателя парохода Фултона гоняли из всех приёмных. Бруно сожгли. Братья Райт летали, а люди продолжали считать это цирковым трюком, и даже военные не хотели обсуждать идею полёта тел тяжелее воздуха, так как академическая наука считала это невозможным. Лобачевского уволили с должности ректора, а на похороны его пришли только *семь старушек*. Майера поместили в больницу для душевнобольных. Затравленный Больцман покончил жизнь самоубийством. И так далее, и тому подобное.

Если в предлагаемом добавлении к университетскому учебному курсу будет представлена только ортодоксальная точка зрения, а всё остальное будут *клеить позором*, то с большой вероятностью начнётся новый научный застой. Монополия в науке – это дрейф в Средневековье. Если же в предлагаемом фрагменте учебного курса представить как равноправные разные точки зрения и добывать истину в дискуссии, то это было бы весьма полезно для формирования научного стиля мышления студентов. Но в этом случае

нет гарантии, что ортодоксию примут все. Есть вероятность, что кто-то из студентов пополнит среду *ревизионистов*.

Работы, критикующие физические основы современной физики, в том числе и квантовой механики, в последнее время стали появляться чаще. В качестве примера можно назвать монографию С. Н. Артехи [8]. В качестве другого примера можно привести опубликованную ещё раньше книгу В. А. Ацюковского [11]. Для философов открыто безбрежное поле деятельности – материалистический анализ основ самой объёмной и продвинутой из естественных наук. Но это очень трудная задача – отказ *от чего-то устоявшегося* требует научной смелости, так как на первых шагах возражать будут практически все. А отказываться *от чего-то устоявшегося* рано или поздно придётся, и не обязательно в пользу ещё более нового и радикального. В некоторых случаях полезно вернуться к анализу истоков. Как справедливо заметил В. В. Низовцев, наша *перспектива – в ретроспективе* [93, 94].

В настоящее время весьма популярен термин «нанотехнологии». Что же это такое? *Нанонаука* – это теоретическое обоснование плюс практические методы исследования, производства и применения продукции с заданной атомарной структурой. При этом осуществляется *контролируемое* манипулирование отдельными атомами и молекулами [25, с. 99]. Именно *отдельными*. А как же быть с принципом квантовой теории о том, что познавать микромир и воздействовать на него можно только статистически (усреднённо)? Видимо, этот принцип со временем потребует пересмотра. Как справедливо отметил Клайн, *история физики усеяна обломками отвергнутых теорий* [62, с. 230].

Свобода публикаций в Интернете приводит к тому, что там также появляется много критики. Критика эта не всегда справедлива и не всегда корректна, но попадаются и взвешенные публикации. Одну из таких статей Д. Савина «Физики отказались от материализма. Поэтому в науке полно проблем»¹ автор прочитал в новостной ленте «Яндекса» 25 сентября 2019 г. Появление критических материалов свидетельствует о том, что потребность в новых идеях становится уже массовой. Приведём отдельные выдержки из этой статьи.

«У академической фундаментальной физики <...> нужно верить буквально во всё с самых основ. Корпускулярно-волновой дуализм, нелокальность реальности, чёрные дыры, Большой взрыв, виртуальные частицы, искривление пространства, замедление времени... <...>

¹ Статья размещена в Интернете на канале «Осенило...». Д. Савин даёт своему каналу такую характеристику: «На этом канале часто критикуются взгляды официальной академической науки по целому ряду вопросов. Но разнообразные альтернативные теории, как правило, в вопросах методологии ещё менее адекватны. Но вопрос здесь не в том, чтобы найти более или менее адекватную теорию. Задача создать адекватную природе методологию и вытекающую из неё науку. А мешает этому одно простое обстоятельство, которое преследует почти всех исследователей».

Про альтернативные, с позволения сказать, теории, где в основе лежит информационное поле, энергия, всякая всячина вроде объёмного времени и „локализованных“ измерений, говорить вообще нечего. Это просто фантазии зачастую безумных людей. Нередко эти люди адекватны современным реалиям, но задача у них не изучить природу, а создать собственную уникальную теорию, чтобы потешить самолюбие. Этот подход в науке тоже неприменим.

...Основная проблема почти всех теорий – это отказ от реальности на том или ином этапе. Как только вы ввели не описываемое на бытовом уровне понятие, вы тут же лишили себя возможности вести направленный адекватный поиск. Вы можете попытаться претендовать на абсолютную точность, чем и занимается академическая физика, но всегда будете неправы.

<...>

<...> ...Когда мы выдумали себе верный ответ, а потом называем всё, что под него не подходит, аномальным магнитным моментом или ещё как, то здесь уже только клиника поможет. Нам нельзя отказываться от материализма... *ни в самом начале теории, ни в тот момент, когда мы наткнулись на что-то необъяснимое на первый взгляд*» [111].

Автор просит извинить за длинную цитату, но она очень показательна. Мнение о том, что элитарность (уже в который раз в истории человечества) может приводить к маразму, становится массовым. В данном случае – к маразму в науке. А массовое убеждение – это реальный симптом того, что наука близка к очередному этапу очищения и переосмысления.

В заключение параграфа несколько слов о *метафизике*. После Гегеля этот термин был излишне политизирован. В диалектическом материализме метафизическими стали называть застойные явления, всё то, что далеко от практики. Но термин этот происходит от греческого *meta ta physika* – *то, что идёт после физики*. Если физическая идея не может быть в настоящее время проверена экспериментально, такую деятельность целесообразно называть *метафизикой*. В каком-то смысле любая принципиально новая идея вынуждена в течение некоторого времени пребывать в статусе метафизической.

Без воображаемых картин, выходящих за границы достигнутого, но не нарушающих фундаментальные законы сохранения и здравый смысл, трудно представить научный прогресс в целом. Вот что писал об этом Поппер: «Наука нуждается в таких картинах. Они в значительной степени определяют проблемные ситуации. Новая картина, новый взгляд на вещи, новая интерпретация могут полностью изменить ситуацию в науке (как изменил её взгляд Эйнштейна на преобразования Лоренца)» [103, с. 164].

Метафизические идеи, оживляющие и украшающие реальную науку, не следует отождествлять с идеями абстрактно-математическими, оторванными от практической проверки и здравого смысла.

1.7. О роли математики в физической теории

В научной, философской и научно-популярной литературе можно встретить множество мнений о соотношении между *физическим* и *математическим* в современных физико-математических теориях. Приведём некоторые примеры. Для начала – отзывы об исключительной эффективности и единственно возможной роли математики в физике.

Математик М. Клайн пишет: «Для успешного... установления математической зависимости между переменными... учёному вовсе не обязательно исследовать или понимать причинную зависимость» [62, с. 111]. Далее Клайн ссылается на призыв Галилея: «Не рассуждайте о том, почему происходит какое-то явление, – описывайте его количественно» [62, с. 112].

Хочется сразу же прокомментировать эти высказывания. Для *установления математической зависимости*, возможно, и не надо *понимать причинную зависимость*, но для построения понятной физической теории, состоящей не только из формул, но и их интерпретации, без понимания причинной зависимости обойтись нельзя.

В другой работе Клайн ссылается на теорию Евдокса – сугубо математическую теорию, связанную с движением «взаимодействующих сфер». Клайн подчёркивает *современность* этой теории, тем самым как бы оправдывая её: «Евдокс даже не пытался установить, какие силы вынуждают сферы вращаться так, как они, по его утверждению, вращались. Теория Евдокса весьма современна нам по духу, ибо в настоящее время целью науки зачастую считается математическое описание, а не физическое объяснение» [63, с. 35].

В. С. Готт предсказывает, что «...при дальнейшем развитии квантовой механики единство корпускулярной и волновой природы материи найдет своё воплощение не в наглядных моделях, а в сложной математической модели» [36, с. 107].

Дирак считал, что «теория, обладающая математической красотой, имеет больше шансов оказаться правильной, чем уродливая теория, согласующаяся с какими-то числами» [46, с. 5]. О своём творчестве Дирак писал так: «Моей характерной чертой является то, что мне нравится манипулировать с уравнениями, просто выискивать математические соотношения, которые могут вовсе не иметь никакого физического смысла» [цит. по: 85, с. 155].

В. И. Арнольд в своей статье приводит мнение Дирака о том, что «физику никогда не следует опираться на физическую интуицию, которая чаще всего – имя для предвзятых суждений. Правильный путь в том, чтобы взять математическую теорию и последовательно развивать её, рассматривая одновременно приложения к возможно более важным моделям» [цит. по: 5, с. 1322].

Примерно такова позиция сторонников исключительной роли математики в познании природы. В основном это действующие сегодня теоретики:

они не считают нужным рассуждать о роли математики – они просто занимаются математикой, называя это физической теорией.

Подводя итог профессиональной деятельности, в мемуарах и воспоминаниях классики науки могут выразить скептическую оценку роли математики в физике. Иногда такая оценка встречается в публикациях современных философов, оставшихся на позициях материализма. Ведущие теоретики современности критические взгляды о роли математики в физике также иногда высказывают, хотя и очень редко.

Начнём с Р. Декарта, с его хвалебного высказывания о роли интуиции в научном исследовании: «Под интуицией я понимаю не веру в шаткое свидетельство чувств и не обманчивое суждение беспорядочного воображения, но понятие ясного и внимательного ума, настолько простое и отчётливое, что оно не оставляет никакого сомнения в том, что мы мыслим, или... благодаря своей простоте более достоверное, чем сама дедукция. <...> Так, например, всякий может интуитивно постичь умом, что он существует, что он мыслит, что треугольник ограничивается только тремя линиями, что шар имеет только одну поверхность и подобные этим истины» [цит. по: 62, с. 105]. О творчестве Галилея Декарт отозвался так: «Всё, что Галилей говорит о телах, свободно падающих в пустоте, лишено всякого основания; ему следовало бы сначала определить природу тяготения» [цит. по: 62, с. 112]. Проблема эта – понимание природы тяготения, кстати, не решена до сих пор.

Клайн цитирует письмо Фарадея (1857 г.): «...разве было бы плохо, чтобы математики... излагали свои результаты в... полезном и рабочем виде, так же, как они излагают их в наиболее удобном и полезном для себя виде?» [цит. по: 62, с. 165]. «...Призыв Фарадея и поныне остаётся безответным», – отмечает Клайн [62, с. 165]. Далее он пишет: «Столкнувшись с многочисленными загадками природы, современный учёный не может не испытывать чувства радости, если их удаётся „похоронить“ под грузом математических символов, причём совершить погребение столь тщательно, что многие последующие поколения учёных не в состоянии обнаружить вход в „гробницу“» [62, с. 166].

Очень взвешенно оценивал роль математики в физике А. Пуанкаре. Будучи математиком и глубоко понимая проблему, он писал: «Математические теории не имеют целью раскрыть нам истинную природу вещей. Такая претензия была бы безрассудной. Единственное их назначение состоит в том, чтобы сводить в систему физические законы, которые, правда, устанавливаются опытным путем, но которых мы не могли бы вывести без помощи математики» [108, с. 207].

Позиция М. Э. Омеляновского материалистична: «Раскрытие физического смысла математических абстракций – важнейшая, необходимая сторона развития физической теории. Без этой стороны физическая теория представляет собой в конце концов математическую схему, а не физическую теорию. Только эта сторона даёт математическим абстракциям физическую плоть...» [95, с. 59].

М. Г. Лобановский обращает внимание на то, что «в математике именно непрерывное бесконечно делимо, а прерывное не дифференцируемо, т. е. неделимо. В реальном же мире всё наоборот, т. е. непрерывное физически совершенно неделимо, делимо только прерывное, дискретное. В итоге мы раскрываем ту пропасть, которая в действительности отделяет реальный окружающий нас мир физических объектов от математических абстракций» [77, с. 26].

Современный философ О. Е. Баксанский возвращает читателей к проблеме геометризации физики. Баксанский утверждает, что «вопрос... о том, какой геометрией описывается окружающий нас мир, является не математическим, а физическим, и ответить на него может только эксперимент» [13, с. 41]. Такое же мнение пропагандировал академик Арнольд, считавший, что математика, как и физика, – экспериментальная наука. Это один из основных и наиболее устойчивых мифов современной теоретической физики. С такой точкой зрения когда-то боролся Пуанкаре: «...Опыт играет неизбежную роль в процессе развития геометрии. Но было бы большою ошибкой заключить отсюда, что геометрия является – хотя бы отчасти – наукой экспериментальной» [108, с. 77]. «...Опыт показывает не то, какая геометрическая система самая верная: он показывает лишь, какая из них – самая удобная» [108, с. 78].

Поппер так же осуждал бездумное применение математики. О *крутых* физиках он отозвался так: «...Всё, что их интересует, – это формализм и его применение» [103, с. 57].

Вторичную роль математики в физике признаёт и Готт: «...в физике, как и в естественных науках вообще, математика в известном смысле играет подсобную роль, ибо она не может выразить всего качественного разнообразия связей действительности. Анализ своеобразия данного (физического, химического, биологического и т. п.) процесса даёт лишь качественный метод той науки, которая изучает этот процесс» [36, с. 16].

А. К. Нелин цитирует статью В. А. Фабриканта, опубликованную в журнале «Физика в школе» (1988, № 2, с. 12): «...Джекоб Шварц... прочёл на симпозиуме по кибернетике доклад с полемически заострённым названием: „Пагубное влияние математики на науку“. Протестуя против фетишизации математического аппарата, он отмечал „готовность математики тщательно разработать любую идею, какой бы абсурдной она ни была, облечь как блестящие достижения, так и научные нелепости одинаковым образом во впечатляющий мундир формул и теорем. И, к сожалению, нелепость в мундире гораздо более убедительна, чем обнажённая нелепость“» [92, с. 234–235].

Критическое замечание делает А. М. Мостепаненко: «В физической теории мы имеем дело непосредственно с математической инвариантностью. Но концептуальные физико-математические структуры могут обладать высокой степенью инвариантности и вместе с тем не иметь непосредственного отношения к реальному миру» [90, с. 22].

Предположим, в научной литературе встретилась такая фраза: «Проблема является нерешённой, так как соответствует неинтегрируемой системе» (пример взят из работы [106]). Как понять это высказывание с точки зрения физической аргументации? А никак. Это чистая математика, просто *математическая игра*. Сообщество математических игроков сегодня – это *форма существования* в науке, устойчивая, как любое ремесло со своими традициями, методами отбора, воспроизводства и подавления конкурирующих форм. И эта форма существования сегодня является доминирующей.

Но эта форма научных исследований никогда, в том числе и сегодня, не была и не является единственной. Интересный пример, иллюстрирующий различие научных подходов, привёл Фейнман в своей книге «Характер физических законов»: «Пусть те, кто настаивает на том, что единственно важным является лишь согласие теории и эксперимента, представят себе разговор между астрономом из племени майя и его студентом. Майя умели с поразительной точностью предсказывать, например, время затмений, положение на небе Луны, Венеры и других планет. Всё это делалось при помощи арифметики. Они подсчитывали определённое число, вычитали из него другое и т. д. У них не было ни малейшего представления о вращении небесных тел. Они просто знали, как вычислить время следующего затмения или время полнолуния и т. п. Так вот, представьте себе, что к нашему астроному приходит молодой человек и говорит: „Вот что мне пришло в голову. Может быть, всё это вертится, может, это шары из камня или что-нибудь в этом роде, и их движение можно рассчитать совсем иначе, не просто, как время их появления на небе“. – „Хорошо, – отвечает ему астроном, – а с какой точностью это позволит нам предсказывать затмения?“ – „До этого я ещё не дошёл“, – говорит молодой человек. „Ну, а мы можем вычислять затмения точнее тебя, – отвечает ему астроном, – так что не стоит дальше возиться с твоими идеями, ведь математическая теория, очевидно, лучше“. И практически каждый раз, когда у кого-нибудь появляется свежая идея сегодня, и он говорит: „А может быть, всё происходит вот так“, ему спешат возразить: „А какое решение такой-то и такой-то задачи у вас тогда получится?“ – „Ну, до этого я ещё не дошёл“, – следует ответ. „А мы уже продвинулись гораздо дальше и получаем очень точные ответы“. Как видим, нелегка задача решить, стоит или не стоит задумываться над тем, что кроется за вашими теориями» [127, с. 155].

Да простит читатель за объёмную цитату, но она очень хорошо отражает действительность. Предшественники, заложившие основы модели, в соответствии с которой в рассмотренном примере жрецы вычисляли время наступления затмения, очевидно, что-то имели в виду, кроме формализма. Попробуйте, например, складывать и вычитать какие-то числа, не понимая их смысла, а в конце вычислений получить точное значение, например, расстояния между двумя городами. Вероятнее всего, ничего не получится, а ведь время наступления затмений *вычислить* гораздо сложнее. Но последователи первопроходцев, будучи хранителями знания, в последующих по-

колениях зачастую действуют вслепую; вычисляют просто по неукоснительно соблюдаемым правилам свершения обрядов. Современные теоретики, которые не желают вникать в идеологические основы теории, очень напоминают вышеупомянутых жрецов племени майя.

Французский учёный и организатор науки, один из ведущих физиков своего времени А. Абрагам образно, через анекдот, рассказал в своих мемуарах о том, как развивалась квантовая теория. Содержание анекдота таково. В небольшом городке в Америке (во времена Гражданской войны между Севером и Югом) офицер, набирающий пополнение в ряды Севера, увидел, что в одном из населённых пунктов на дверях всех амбаров нарисованы мелом круги, изображающие мишени, и точно в центре каждой мишени – дырка от пули. При попытке найти столь меткого стрелка (художественные детали анекдота опускаем) выяснилось, что этот ковбой прицельно стрелять фактически не умеет. Он *сначала стреляет, а потом круги рисует*. Абрагам замечает, что примерно так развивалась квантовая теория [1].

Зададимся вопросом – кто изначально развивал квантовую теорию? Изучая историю физики, можно прийти к некоторым любопытным выводам.

Во-первых, разработчики квантовой теории были очень молоды.

Во-вторых, это были гениальные в области математики молодые люди.

Мехра в своей статье рассказал, что, когда в 1918 году Паули в возрасте 18 лет уехал из Вены изучать физику у Зоммерфельда, он был уже зрелым математиком. Ещё до приезда в Мюнхен Паули опубликовал работу о тензоре энергии-импульса в гравитационном поле, а в декабре 1920 года написал обзор по теории относительности для «Энциклопедии математических наук», который позднее был издан в виде монографии и до сих пор является у многих теоретиков настольной книгой [86, с. 724]. Мехра пишет: «Паули искренне верил, что новая квантовая теория была „физикой мальчишек“ (Knabenphysik), т. е. игрой молодых людей, таких, как Гейзенберг и он сам...» [86, с. 731].

Когда Борн написал статью по квантовой теории, Паули был ревниво обижен, так как Борн был по возрасту старше его и Гейзенберга. Десятилетия спустя, подводя итоги своей научной деятельности, о своей научной позиции Борн писал: «...не имеет смысла спрашивать о том, что стоит за явлением – волны, частицы или что-нибудь ещё. Многие физики приняли эту точку зрения. Мне лично она совсем противна...» [21, с. 258].

Трудно сказать, каков был уровень подготовки по физике у молодых творцов квантовой теории, но достоверно известно, что Гейзенберг не смог сдать В. Вину устный экзамен по экспериментальной физике на докторскую степень. Лишь по настоянию Зоммерфельда была поставлена оценка «удовлетворительно» [86, с. 723]. Однако это событие не помешало Гейзенбергу через небольшое количество лет получить Нобелевскую премию по физике.

«Мальчишки» были не только гениальны в математике, но и честлюбовы. Мехра рассказывает: «Гейзенберг был глубоко убежден, что решение проблем атомной механики должно привести к *одной-единственной общей*

математической схеме, и когда он открыл свою, он полагал, что это и есть искомая единственная схема. С появлением теории Шрёдингера Гейзенберг был сильно расстроен и... надеялся, что эта теория окажется неправильной» [86, с. 736].

Математик Клайн пишет: «Квантовая теория правильно предсказывает положения стрелок приборов, но лежащие в основе физические явления остаются неясными. Работают математические правила, а разумная интерпретация квантового мира, как ни печально, отсутствует» [62, с. 221].

Автор выразил сожаление по поводу отсутствия физически ясной модели, но тут же вскрывает условие, которое не позволяет таким моделям появиться: «...наши модели структуры атома не физические. Они от начала и до конца математические. Математика позволяет открыть и установить порядок там, где царил хаос. По словам Дирака и Гейзенберга, непротиворечивое математическое описание природы – путь к истине в физике. *Необходимость наглядного представления или физического объяснения – не более чем пережиток классической физики* (курсив наш. – Б. М.)» [62, с. 222].

Как можно видеть, практически одновременно высказывается и сожаление по поводу отсутствия наглядных моделей, и фактический запрет на их появление. Вероятнее всего, есть люди, которым создание качественных, наглядных моделей просто недоступно, как другим людям недоступно математическое абстрагирование. Это просто свойство отдельных людей с математическими способностями. Их правое полушарие или не работает, или работает плохо, а левое – гениально. От наличия таких способностей и создаётся удобное *для себя* мировоззрение.

Клайн, будучи математиком, ревностно защищает общее «математическое» дитя: «...кто требует наглядности от понятий современной физики и математики, находится в своем научном развитии на уровне средневековья. <...> Ныне математики вполне сознательно строят и применяют геометрии, которые существуют только в человеческом разуме и никогда не предназначались для наглядной интерпретации. <...> Настаивать на том, чтобы каждый шаг в цепи геометрического рассуждения непременно чему-нибудь соответствовал в нашем чувственном опыте – это значит лишать математику и естествознание двух тысячелетий истории их развития» [62, с. 203].

Д. Гильберт считал, что «физика в наше время слишком важна, чтобы оставлять её физикам» [цит. по: 62, с. 60].

Другой математик, Ю. И. Манин, различает творчество физиков и математиков. Он пишет: «...математика, руководствуясь своей собственной логикой, создаёт ещё и виртуальные миры, поражающие внутренней красотой и чрезвычайной сложностью – миры, которые противятся любым попыткам описать их на естественном языке, но поражают воображение горстки профессионалов на протяжении поколений» [81, с. 127].

В учебнике по атомной физике А. Н. Матвеев отмечает: «...квантовая частица в определённом смысле присутствует одновременно во всех точках

и... во всех точках одновременно имеется объективная физически одинаковая возможность обнаружить частицу» [83, с. 410].

Вот таким специфическим языком описывается банальная равновероятностная возможность. Спасает здравый смысл лишь оговорка автора: *в определённом смысле*. И ещё следовало бы добавить: *внутри разрешённой области*, например, когда мы говорим об электроны *внутри* атома. Сегодня нет возможности определить точно местонахождение электрона, да это и не имеет смысла, так как электрон постоянно меняет своё местонахождение. В таких условиях статистическое познание наиболее удобно. Но зачем же некоторые авторы метафорическое мышление математика пытаются привить всем? Частица одновременно во всех точках находиться не может, она всегда, в каждый момент времени, где-то в одном месте.

Образный пример. Некто посещает два пивных бара. Вероятности обнаружить его в одном из баров равны. Но из этого не следует, что он присутствует в двух барах одновременно, по половинке человека в каждом. Здесь онтологическое путают с гносеологическим – второе осмысливают как первое. Вышеприведённую цитату из учебника Матвеева следует воспринимать просто как жаргон, но такому жаргону не место в рациональной науке, претендующей на приоритет опыта. Это далеко не безобидный жаргон, так как не сумевшие его *освоить* уходят из науки, даже если они туда попали вполне заслуженно, благодаря способностям понимать физику. И не исключено, что уходят потенциально *талантливые* физики-экспериментаторы.

Современный теоретик воспринимает физику через математику, и в этом смысле в физике всё стройно и красиво. Даже чрезмерно стройно и красиво. В течение примерно 20 лет, начиная с середины 1930-х годов, теоретики создавали формализм обычной квантовой механики как реализацию квантовой логики. Полный *успех* пришёл при введении новых математических аксиом: «Структура квантовой логики есть структура подпространств гильбертова пространства... Бессмысленно пытаться с помощью естественного языка построить высказывания, подчиняющиеся законам квантовой логики» [37, с. 136].

Действительно, сделать это затруднительно. Гильбертово пространство – абстрактное пространство, в котором материальная точка квантовой механики имеет бесконечное число степеней свободы. Сомнительно, что у кого-либо получится описать вербально *события*, происходящие в гильбертовом пространстве.

Ю. И. Петров пишет: «Современная квантовая механика в значительной степени утратила связь с породившими её физическими принципами и превратилась в основанную на абстрактной аксиоматике область чистой математики... <...> Несмотря на ряд несомненных успехов квантовой механики, нужно достаточно критически и с большой осторожностью воспринимать проводимые расчёты и попытки абсолютизации (всеобъемлющей применимости) как уравнения Шрёдингера, так и операторного аппарата, первоначально развитого именно с целью получения этого уравнения» [99, с. 160].

Если понята суть квантового явления, его можно описать наглядно, с классической ясностью. Пример тому – фотоэффект. Другой пример – эффект Комптона. Оба явления, как считается, – явления сугубо квантовые. Тем не менее оба явления можно представить наглядно. Более того, теория и того, и другого явления построена для единичного микрообъекта. Почему же современная ортодоксальная физика принципиально отказывается от наглядных моделей? Это уже тема отдельного обсуждения, но можно в первом приближении принять два возможных объяснения.

Во-первых, в результате кадровой флуктуации в первой трети XX столетия и последующего эволюционного кадрового отбора современную физику развивают в основном те, у кого доминирует левополушарное, абстрактное мышление. Такие люди понимают физику исключительно через математику и не могут представить физику без математики. Л. Д. Ландау, например, видел величие современной физики в том, что можно найти правильные количественные соотношения между параметрами, не представляя физическое явление наглядно. То, что это единственно возможный вариант понимания законов природы, сомнительно, так как в мировой науке есть удачные примеры построения адекватных естественно-научных *образов* с использованием всего двух понятий – *инь* и *янь*. Для инженерии, конечно же, этого недостаточно, физика без математики для инженерии бесплодна, а поскольку физика XX столетия финансируется в основном для инженерных целей, гипертрофированно преувеличенная роль математики легко объяснима.

Во-вторых, фундаментальная физическая теория должна обладать как минимум двумя качествами – она должна и *объяснять*, и *предсказывать*. Объяснение в квантовой модели заменено математическим описанием; многие теоретики считают, что *вычислить* – *значит понять*. Некоторая доля истины в этом подходе есть, но вот с предсказательной возможностью у квантовой статистической модели не всё благополучно. Хорошее статистическое описание результатов эксперимента после проведения эксперимента – это возможно, но предвидение результата без натурной модели – это сомнительно. Более того, во всесильности самого математического описания есть сомнение. Как справедливо заметил А. М. Хазен, «современная квантовая теория не может описать кинетику процесса, например, перехода между энергетическими уровнями в атоме. Это неадиабатический процесс (сопровождающийся изменением количества информации в системе)» [128, с. 147]. В этой же работе Хазен добавляет: «...надо серьёзно отнестись к причинам возникновения в науке бесконечностей, а не до бесконечности латать дыры...» [128, с. 162].

Любая математическая величина, используемая в физической теории, должна иметь физический смысл (отвечать на вопрос *что это такое?*), единицу измерения и метод (способ) измерения. Посмотрим, так ли это на самом деле, на примере опубликованных докладов IX Международного семинара «Гравитационная энергия и гравитационные волны» [124]. Из 24 статей 20 – это чистая математика, физический эксперимент обсуждается в двух статьях, история физики – в одной, обращение к участникам – ещё одна ста-

тья. Среди обсуждаемых математических проблем, например, есть такая: «Является ли кривизна препятствием к интегрируемости»? В статье [70] В. М. Корюкин пишет: «...одной из задач теории поля является поиск постулатов, позволяющих однозначно строить произвольные лагранжианы». В других статьях обсуждаются: риманово пространство, связности Кристоффеля, условие гармоничности де Дондера – Фока, тензор Риччи, метрика Лобачевского, финслерова метрика, группы Ли, показатели Ковалевской, параметры Родрина – Гамильтона, теоремы Нётер, геометродинамика Уилера, механизм Хиггса, вакуум Минковского, мир де Ситтера и т. п. Для физика, развивающего физическую науку, чтение подобных статей бесполезно, или физикой следует называть совсем другую науку, что и происходит сегодня.

Биограф Эрвина Шрёдингера Д. Хоффман цитирует Шрёдингера: «...теоретическая наука... представители которой внушают друг другу идеи на языке, в лучшем случае понятном лишь малой группе близких попутчиков... <...> ...обречена на бессилие и паралич, сколько бы ни продолжался и как бы упрямо ни поддерживался этот стиль для избранных, в пределах этих изолированных групп специалистов» [133, с. 48].

О различии в мышлении математиков и обычных людей польский писатель-фантаст С. Лем отметил следующее: «Конечно, математик употребляет, особенно при установлении первоначальных положений, слова, которые нам известны из обыденного языка. Он говорит, например, о шарах, или о прямых линиях, или о точках. Но под этими терминами он не подразумевает знакомых нам понятий. Оболочка его шара не имеет толщины, а точка – размеров. Построенное им пространство не является нашим пространством, так как оно может иметь произвольное число измерений. Математик знает не только бесконечности и трансфинитности, но также и отрицательные вероятности. Если нечто должно произойти наверное, его вероятность равна единице. Если же явление совсем не может произойти, она равна нулю. Оказывается, что может случиться нечто меньшее, чем просто ненаступление события» [74, с. 246].

Существуют, как мы уже отметили выше, и восторженные отзывы о проникновении математики в физику: «...физическая реальность современного мира, пропитанная новыми технологиями, с помощью компьютера органически сплетается с виртуальной реальностью, как тысячелетия назад – с мифологией», – пишет А. А. Силин [114, с. 32].

В трудах многих современных учёных можно усмотреть целенаправленную атаку на физическую интуицию, носителей которой в физике практически не осталось. Что же будет дальше? Нерадостную перспективу отмечает В. О. Шахов: «К концу XIX века... установление и изучение физической сущности самих процессов и явлений отодвигается на задний план и их физическое содержание всё в большей степени начинает выводиться и интерпретироваться исходя из получаемых математическим путём результатов. Это особенно проявилось позже в квантовой механике и в теории относительности» [137, с. 97].

В научно-популярной книге, ориентированной на школьников, оправдывается приоритет математического над физическим: «...в возможности правильного описания явления без его мысленного образа видел выдающийся физик-теоретик академик Л. Д. Ландау величие современной теоретической физики» [9, с. 235].

Некоторые выдающиеся математики, например Л. С. Понтрягин, были против бездумного абстрагирования. В работе [100] Понтрягин, ссылаясь на учебник геометрии для школьников [65], пишет: «Вместо общепринятого и наглядного представления о векторе как о направленном отрезке... школьников заставляют заучивать следующее: *Вектором (параллельным переносом), определяемым парой (A, B) несовпадающих точек, называется преобразование пространства, при котором каждая точка M отображается на такую точку M₁, что луч MM₁ сонаправлен с лучом AB и расстояние |MM₁| равно расстоянию |AB|*» [65, с. 42]. По мнению Понтрягина, «в этом сплетении слов разобраться нелегко, а главное – оно бесполезно, поскольку не может быть применено ни в физике, ни в механике, ни в других науках» [цит. по: 22, с. 279].

И. Грекова (литературный псевдоним математика Е. С. Вентцель) в журнале «Вопросы литературы» (1967 г., № 4) пишет: «Принято считать, что наука точная, если она пользуется математическим аппаратом. Однако само собой наличие такого аппарата отнюдь не сообщает научному исследованию черты точности. С помощью математических символов можно написать столько ерунды, столько пустопорожних, псевдонаучных измышлений, что иной раз диву даёшься».

Г. Андреев отметил следующее: «...математическая логика устроена так, что математики, как солдаты, на любой осмысленный вопрос должны отвечать либо да, либо нет. Если же имеющаяся теория не позволяет дать определённый ответ, то они просто обязаны выбрать один из двух вариантов и торжественно объявить его аксиомой. У математика ничего нет за душой, кроме логики. <...> Вот почему во многих физических теориях так много противоречий, логических дыр, математически некорректных операций и прочих вольностей, тщательно замалчиваемых в толстых учебниках. <...> Несуразностей, расходимостей и прочих нестыковок много, к ним давно привыкли. <...> Вместо того, чтобы составить их список и попытаться навести математический порядок в уже успешных теориях, горячие головы пытаются *объединить* то, что само нуждается в изрядной корректировке» [4, с. 31].

Ярким примером приоритета математики в современной теоретической физике является теория суперструн. По этой теории имеется более 10 тысяч публикаций. С. Глэшоу пишет: «Возможно, я переоцениваю заявления, сделанные струнными теоретиками в защиту своей новой версии средневекового богословия, где ангелы заменены многообразиями Калаби – Яо. Угроза, однако, ясна. Впервые мы видим, чем наши благородные поиски могут закончиться, и как Вера может однажды снова заменить собой науку» [143].

В обзоре [116] опубликованы избранные главы из книги П. Войта «Даже не неправильно: крах теории струн и остающаяся проблема объединения законов физики», изданной в США в 2006 г. В главе «Является ли теория суперструн наукой?» приводятся интересные факты, из которых можно отчетливо видеть возможный ответ автора на вопрос о роли математики в физике. В частности, Войт рассказывает об одном струнном теоретике из Гарварда, который все свои электронные письма заканчивает строкой: «Суперструна/М-теория – это язык, на котором Бог написал мир». Другой теоретик, М. Каку, в радиоинтервью об основной идее теории струн заявил: «Божественный разум – это музыка, резонирующая в 11-мерном гиперпространстве». Высказывая опасение, что богословие может заменить собой науку, Войт пишет: «Наука <...> не имеет никаких гарантий и иммунитета от некоторых опасностей культового поведения, жертвой которого могут стать люди. Для того, чтобы наука продолжала оправдывать своё название, ей необходимо постоянно соблюдать строгие внутренние критерии рациональности» [116, с. 40].

Зададим себе вопрос: можно ли назвать рациональной теорию великого объединения (ТВО), в которой для объяснения взаимодействий требуется 24 калибровочных поля? Думается, в рациональном – т. е. в общечеловеческом и инженерном смысле, – ответ очевиден.

П. Д. Успенский, размышляя об истории развития физических идей, отметил, что постулативно были приняты два положения: 1) каждое математическое выражение должно иметь физический эквивалент (возможно, ещё не открытый); 2) любое физическое явление можно выразить математически. «Принятие этих положений в качестве аксиом задерживает прогресс науки и мышления», – справедливо заметил Успенский [125, с. 407]. По нашей оценке, второе утверждение хотя и спорно, но ближе к истине. Первое утверждение просто неверно.

Современные теоретики часто пишут об *открытиях*, сделанных за письменным столом. Но у математиков не открытия, а *изобретения*. Математическая теория *конструируется*, а не открывается. Л. Б. Баженов подчеркнул следующее: «Применение математики в физике обусловлено тем, что первая является основным языком физического исследования. Математика, взятая по отношению к самой себе, – это, конечно, особая наука, со своими специфическими проблемами, но по отношению к физике (равно как к другим естественным наукам) она выступает не в качестве особой науки, взаимодействующей с последней, а именно как её язык» [12, с. 52].

Р. А. Аронов и В. М. Шемякинский пишут: «...сама геометрия реального пространства является одним из аспектов структуры материи» [6, с. 208].

С этим трудно согласиться на основе понимания – в это можно только поверить. Но легко согласиться с Пуанкаре: «Геометрия не истинна, а только выгодна» [109, с. 62]. «Математические теории не имеют целью открыть нам истинную природу вещей; такая претензия была бы безрассудной. Единственная цель их – систематизировать физические законы, которые мы узнаём

из опыта, но которые мы не могли бы даже и выразить без помощи математики» [109, с. 131].

Пуанкаре считал, что в силу естественного отбора наш ум приспособился к условиям внешнего мира, он усвоил себе геометрию наиболее выгодную для вида, или, другими словами, наиболее удобную.

Авторы работы [6] упорно отстаивают геометризацию физики: «С точки зрения Эйнштейна, геометрия в физике не только определяет структуру физической теории, но и определяется структурой физической реальности. Только совместное выполнение физической геометрией этих двух функций позволяет избежать конвенционализма» [6, с. 215].

Придумали страшное слово *конвенционализм* и пугают им, но разве дело в абстрактных *-измах*? Сегодня физик-теоретик, занимающийся реальной физикой, строит теорию так, чтобы *косвенно* получить результат расчётным путем и сравнить его с результатом измерения. Он делает это, используя изошрённую математику. Его так учили, он сам стал таким, пройдя специфический отбор. Но на таком пути, без первичного физического осмысления, физика никогда не станет понятна практикам – экспериментаторам и инженерам. Физика будет всё дальше и дальше от инженерии и философии науки. На выходе такой науки останутся вероятности и информационные шумы. *Нечёткая математика* уже разработана, можно внедрять её методы. Это настоящий гносеологический тупик. Для реального выхода из тупика надо вернуть в физику людей с физическим, преимущественно качественным стилем мышления.

Ф. Дайсон заметил следующее: «Самым большим злом системы Птолемея оказалось то, что она была так точно подогнана под все известные сведения о движении каждой планеты, что оставалась неуязвимой для опровержения наблюдением» [41, с. 114].

Напомним, что система Аристотеля – Птолемея продержалась более 18 столетий, примерно с 250 г. до н. э. по 1550 г. н. э. Аналогом этой системы с точки зрения точности предсказаний сегодня является КЭД – теория, основы которой Дирак назвал безобразными. Действительно, трудности с бесконечностями в КЭД удалось лишь изолировать с помощью вычитательных операций – бесконечный остаток отбрасывают, а эмпирическое значение сохраняют. Разве такая теория может быть эталоном? Между тем, методы КЭД используются в теориях других физических взаимодействий.

Вполне определённо о связи математики и физики высказался Ч. Янг: «Как бы глубока ни была связь между математикой и физикой, было бы неправильным думать, что эти две дисциплины перекрываются столь сильно. Они имеют свои различия и цели. И вкусы. Их шкалы ценностей и традиции совершенно различны» [140, с. 174].

Такое же мнение высказывает *поздний* Гейзенберг: «Математический анализ обычно не даёт прямого пути к пониманию. Именно поэтому математическая физика и теоретическая физика являются науками, весьма и весьма различными» [32]. Хочется усилить высказывание Гейзенберга: сам по себе

математический аппарат *в принципе* не может дать физической интерпретации. Встречаемые утверждения о том, что *математика делает всё сама*, не более чем признание в своём бессилии за пределами математики.

По мнению некоторых исследователей, «...в современной физике взаимодействие между частицами объясняется на основе представления об обмене виртуальными частицами. Такое представление удобно. Однако оно отражает только промежуточные этапы вычислений и далеко от отображения реальной действительности» [40, с. 181].

А что такое реальная действительность? Можно предположить, что физики и математики понимают это по-разному. Бранский отметил следующее: «Формалистический подход приводит к тому, что реальность и её атрибуты (движение, пространство, время, причинность и т. п.) исчезают – остаются *чистые* знаковые структуры, которые становятся для теоретика самостоятельной реальностью и, подвергаясь формальным преобразованиям, начинают жить самостоятельной жизнью. Средство становится целью: физика отождествляется с математикой (что, в частности, проявляется в отождествлении теоретической физики с математической)» [23, с. 247].

Рассказывая о физике частиц, Фейнман заметил: «...должен сразу же сказать, что вся остальная физика проверена не так хорошо, как электродинамика. Часть из того, что я собираюсь рассказать, – хорошие догадки, часть – не до конца разработанные теории, часть – чистая спекуляция» [126, с. 115].

Л. Левкович-Маслюк со ссылкой на математика Манина пишет: «Основная задача теоретической физики, завещанная двадцатым веком двадцать первому, по традиции формулируется как объединение гравитации с квантовой теорией поля. Математический язык теории квантовых струн и мембран сохраняет рудименты терминологии этого классического периода, но его физическая семантика радикально изменилась и, к сожалению, не поддаётся прямому сравнению с реальностью. С чем мы имеем дело сейчас – с гениальными догадками или с фундаментальными заблуждениями? Математическая красота и плодотворность этих идей поразительны, и харизматическое обаяние творческой личности Эда Виттена (Edward Witten), который инициировал многие из них, неотразимо. Тем не менее, может оказаться, что как физика, всё это построено на песке...» [73].

Критерий истины – эксперимент, но ни один эксперимент не опровергнет теорию, пока философия не сможет это опровержение обосновать. Вернеру фон Брауну приписывают такое высказывание: *фундаментальные исследования – это то, чем я занимаюсь, когда понятия не имею о том, чем я занимаюсь*. Сказано красиво, но, с нашей точки зрения, верно лишь в отношении математических исследований. В физике это не так: в физике всегда есть, по крайней мере, объект исследования. И ещё набор ограничивающих факторов, в рамках которых протекает творчество. С точки зрения физики, существуют и границы познания. Границы энергетические, пространственные, а также границы во времени протекания контролируемого процесса.

И это – не многократно раскритикованный агностицизм с политическим окрасом. Это закон природы.

В математике же нет ни объекта, ни ограничителя. К сожалению, сегодня «...вера во внеопытность и универсальность математических знаний – характерная черта ряда философов и многих математиков» [72, с. 233].

Если математика претендует на то, чтобы описывать реальный мир, то её аксиомы должны базироваться на реальных фактах. В логике математических выводов ошибки практически не встречаются, но тем не менее в математических выводах встречается абсурд. Причина – в неадекватности аксиом.

На наш взгляд, один из основных источников ирреальности физических теорий – операции с многомерными пространствами. Наше сознание базируется на интуиции, которая, в свою очередь, формируется на опыте выживания при общении с природой. Интуицию человека, порождённую таким образом, т. е. *здравый смысл*, иногда насмешливо называют *примитивным, бытовым, обыденным сознанием*. Но, как бы здравый смысл не обзывали, вряд ли за оставшееся для современной цивилизации время у человечества в целом могут быть выработаны адекватные приёмы для *понимания и практического использования* многомерных теорий. А без понимания они не нужны человечеству; без понимания, без перевода их на инженерный язык экспериментов и практики многомерные математические модели – просто спекуляция. Можно сказать грубее – это раковая опухоль на теле физики.

Представим себе традиционную русскую игрушку – матрёшку. Самая большая матрёшка – это *натуральная философия*, или физика без математики, описание опыта общения с природой. Внутри матрёшка чуть меньше – *физика* (с математикой в виде расчётного инструмента). Следующая внутренняя матрёшка – *теоретическая физика* (с математикой как основой мышления). Следующая ступень вхождения – *математическая физика* (фактически математика, терминологически встроенная в тело физики). Предпоследняя матрёшка – *абстрактная математика* (с фантастическими гипотезами о связи с реальной физикой). Последняя (на сегодняшний день) внутренняя матрёшка – *математическая теория создания целого спектра физических теорий* [55].

Такой нам видится структура современной теоретической мысли, однако при попытке обсуждения выяснилось, что некоторые представляют подобную картину с точностью *до наоборот*: главная, т. е. самая большая матрёшка – это *теория создания спектра физических теорий*, а в сердцевине – семантика физической науки. С этим категорически нельзя согласиться. Физика будет оставаться естественной наукой до тех пор, пока её определяющим началом (до открывания матрёшек) будет опыт, а не математическая согласованность и красота.

Следует признать, что математические решения в принципе могут стать источником физических идей. Например, как считается, электромагнитные (ЭМ) волны *открыты* сначала математически. Герц подтвердил ЭМ колебания экспериментально, и после этого уравнения Максвелла стали рассматри-

вать как математическую модель реального физического явления [71]. Здесь следует сделать уточняющее добавление: ЭМ колебания существуют в веществе, а в свободном от вещества пространстве никаких колебаний быть не может, так как там нет заряженных частиц. Применение уравнений Максвелла к свободному от вещества пространству – это просто постулат.

Приведём ещё один пример. Однажды Дирак задумался над вопросом: что будет, если взять волновое уравнение Шрёдингера и попробовать применить процесс квантования к самой волновой функции? [113, с. 970]. Так возник метод, известный сегодня как *теория вторичного квантования*. Математик Манин описывает эту теорию так: «Рецепты вторичного квантования – это примитивное оформление представления о том, что из-за виртуального рождения частиц уже у вакуума пространство внутренних степеней свободы „в одной точке“ бесконечномерно. Дальнейшее понимание блокируется, пока мы не отказались от идеи пространства-времени как основы всей физики» [81, с. 192].

С нашей точки зрения, теория вторичного квантования до сих пор по-настоящему, т. е. физически, не интерпретирована. Далее мы вернёмся к этому вопросу.

Следует отметить, что такие события, как физически подтверждённые случаи эффективного использования в физике математических идей, возможны, но они редки и поэтому не доказывают миф *о непостижимой эффективности математики в физике*. Вопреки мнению тех, кто считает, что, начиная с Планка, математика шла впереди физики, именно в квантовой физике математика идёт за физикой. Сами же поисковые математические темы, например, такие как замена скалярной функции Ψ на векторную (Дарвин) или замена скалярной функции Ψ на тензорную (Френкель) [53, с. 700], не улучшают понимание и не приближают теорию к инженерии.

Некоторые ортодоксально настроенные физики считают, что современная наука в целом и фундаментальная физика в частности открыты для участия и свободны для творчества: «Представления о фотоне развиваются и в настоящее время, например, в связи с развитием физики квантовой информации. „Дверь“ для участия в этих и других интересных работах открыта, в том числе, думаю, приветствуется и новый, критический подход» [101, с. 52].

К большому сожалению, это не так. В современной физике существует ряд *табу* для обсуждения в реферируемых журналах, а на публикации в не-реферируемых изданиях ортодоксальная наука не обращает внимания, и такие публикации остаются без последствий. В частности, в квантовой теории новые предлагаемые идеи могут быть только математическими. Допустимо для публикации лишь то, что излагается на математическом языке и развивает математические идеи, всё остальное – *лженаука* по определению. Можно, например, по секундам проследить историю Вселенной – и это будет заслуживающее внимания *научное рассмотрение*, а попытки выяснить, что происходит в атоме за время так называемого квантового скачка, т. е. за время

порядка 10^{-8} с (в случае оптического перехода), публикации в научной периодике не достойны – *не соответствуют современному научному уровню*.

В заключение параграфа – три цитаты, как бы подводющие итог обсуждению.

«Типичная ошибка... состоит в слишком далеко заходящем отождествлении математического конструкта – волновой функции – и материального объекта. <...> Суперпозиция функций не означает суперпозицию объектов» [91, с. 441].

«...Почему волновой процесс, с которым связана функция Ψ , для которого сегодня неизвестен материальный носитель, так эффективен как средство описания явлений природы? Существует временный запрет на подобные обсуждения, исходящий из подсознательной боязни „не спугнуть“ эффективность получения результатов. Он вполне обоснован, но не носит абсолютного характера» [129, с. 249].

Третье высказывание приписывается Фейнману. Оно на грани приличия, но очень чётко передаёт разницу между физикой и математикой: «Физика отличается от математики, как секс от мастурбации» [цит. по: 78, с. 150].

1.8. О допустимых пределах математизации физики

Что такое наука в наше время? С одной стороны, это сфера человеческой деятельности, задача которой – выработать и теоретически систематизировать объективные знания об окружающем нас мире. С другой стороны, это отрасль культуры, которая существовала не во все времена и не у всех народов. Исторический и культурный аспекты науки в этом параграфе не обсуждаем. Остановимся на одной, на наш взгляд, очень важной проблеме – существуют ли допустимые пределы математизации науки и, если формальных ограничений нет, то как беспредельная математизация может повлиять на методологию науки и эволюцию научного познания.

Сформулированный выше вопрос генетически связан с принятой в обществе системой классификации наук. По мере развития возникает необходимость более глубокого разделения науки на специальные, или частные ветви-разделы. Такие частные науки можно классифицировать различными способами. Классификации могут быть проведены, например, с точки зрения или *предмета*, или *метода* исследования. Если выделить предмет исследования, то это могут быть, например, химия, биология, социология, физика и т. п. Если обсуждать метод исследования, то можно говорить о науках естественных или гуманитарных, практических или теоретических, точных или описательных и т. п.

Точными науками обычно называют те, которые основаны на мере и числе. Следует заметить, что использование меры и числа нельзя однозначно отождествлять с математикой, которая сегодня представляет собой

целую группу наук о познаваемых разумом многообразиях и структурах. Математические построения чистой математики относятся к сфере априорного понимания. Они становятся носителями апостериорного познания лишь тогда, когда применяются к эмпирическим наукам и проходят *операцию соотнесения*, т. е. установления соответствия между символом и натурной величиной, которая, в свою очередь, может быть измерена и выражена числом. Все то, что не может быть измерено и выражено числом, не может быть отнесено к компетенции точных наук, хотя может быть отнесено к наукам математическим. Сегодня алгоритмические методы и символные преобразования используются и в сугубо гуманитарных науках, таких, например, как история или филология, а эти науки никак нельзя назвать точными.

Подчеркнём ещё раз – понятия *математическое* и *точное* не тождественны. Авторы, пишущие на эту тему, любят приводить мысль И. Канта о том, что в любом частном учении о природе или обществе *науки в собственном смысле содержит лишь столько, сколько имеется в ней математики*. После Канта эту мысль другими словами, но с таким же смыслом пересказывали многие авторы, однако можно проанализировать (применительно к современности) истинность данного утверждения. Дело в том, что во времена Канта математическая наука в основном представляла собой то, что сегодня мы называем *элементарной математикой* – это была наука о числовых и пространственных величинах. Применить математику, подвергнуть математической обработке означало измерить, выразить числом. В этом смысле без математики точное познание невозможно.

Сегодня мы имеем множество разных алгебр, геометрий и логик. Изменил аксиоматику – и ты уже в другом абстрактном мире. В многомерном абстрактном пространстве фигурирует такое количество параметров, которое в принципе не может пройти операцию соотнесения и быть физически измеренным. В результате выводы, полученные математически, не могут быть переведены на язык инженерии и проверены экспериментально, так как инженер творит в трёхмерном пространстве. Это суровая реальность, с которой следует считаться любому исследователю. Никому ещё не удалось преодолеть это ограничение, и маловероятно, что когда-либо удастся.

В связи с этим можно задать вопрос: почему для таких естественных наук, как, например, химия или биология, принята *предметно-ориентированная* классификация, а для физики – смешанная *предметно-методо-ориентированная* классификация²? Очевидно, что в названии *физико-математические науки* содержится и название предмета – физика, и метода – математический метод. Пытаясь ответить на этот вопрос, можно вначале предположить, что объединение двух наук в одну *просто удобно*, так как в физике, особенно в современной физике, много математики, и иногда трудно отделить

² Всё чаще приходится убеждаться в том, что метод в теоретической физике становится важнее содержания. Пример тому – публикация экономико-математических статей в одном из физических журналов, в разделе «Математическая обработка данных физического эксперимента» [57, 76].

чистую математику от математики прикладной. Однако если это предположение верно, то такая классификация на самом деле неудобна. В таком случае внутри *физико-математики* необходимо устанавливать классификационное различие между математической физикой и собственно математикой. Физика и математика по методу получения результата не менее разные науки, чем, например, физика и филология или физика и история. И не только по методу, но и по самому результату: в физике результаты теоретических выводов должны проверяться экспериментально, а математические результаты не связаны с эмпирической проверкой. Это основное, фундаментальное различие двух наук, и классификация должна это учитывать.

Другой возможный аргумент в пользу термина *физико-математические науки* – многочисленные *примеры* использования точных методов в физической науке. Но точные методы используются не только в физике, однако никто не предложил историко-математических или, например, биолого-математических наук, да и это было бы нелепо – классификация удобна или по методу, или по предмету исследования. Выскажем даже более общее утверждение – любая классификация удобна в практических целях лишь тогда, когда она проводится по одному и только одному из возможных параметров. В этом случае база данных может быть представлена двумерной таблицей. Многопараметрическая матричная классификация технически возможна, но в практическом применении она неудобна, и её значимость в прикладном смысле сомнительна.

Попытки найти ответ на сформулированный выше вопрос – почему в классификации существует физико-математическая наука вместо двух отдельных наук, – приводят нас к началу XX столетия. В 1900 г. на математическом конгрессе в Париже выдающийся немецкий математик Д. Гильберт выступил с докладом под названием «Математические проблемы» [107]. В докладе обосновывалась необходимость решения 23 математических проблем-задач, но было одно исключение – шестая из названных Гильбертом проблем была не чисто математической. Она называлась «Математическое изложение аксиом физики». До этого времени физическую теорию развивали сами физики. Гильберт в докладе отметил следующее: «Физик часто находится во власти результатов своего эксперимента, с помощью которого и во время которого он вынужден в развитии своей теории делать новые допущения; при этом в отсутствии противоречия вновь принятого допущения с прежними его убеждает только или сам эксперимент, или некоторая физическая интуиция – обстоятельство, которое при строго логическом построении теории недопустимо» [107, с. 35].

Обратим внимание, ни результаты эксперимента, ни физическая интуиция не могут быть при построении теории решающими, и то, и другое Гильберт фактически осуждает. Основная роль в этом смысле отводится математике: решающими факторами в развитии физической теории должны стать математическая строгость и математическая чистота.

Стоит ли удивляться тому, что стало происходить в дальнейшем? На освоение новых научных просторов устремились лучшие математические умы. Физическую науку они не знали и не понимали так, как физики, но физиков, занимающихся теорией, в первые годы XX столетия было ещё достаточно много, взаимодействие между математиками и физиками было неизбежно, поэтому первую четверть XX столетия можно в целом охарактеризовать как время сбалансированного развития физической теории. Решились строго некоторые из нерешённых задач, был наведён порядок в теоретических основах физики, но постепенно активная роль в физической науке стала переходить к математикам. Стали меняться правила отбора на физические факультеты, программы обучения студентов-физиков – и то, и другое в сторону усиления математизации. Теоретическая физика стала отдельной специализацией внутри физики. В недрах физической науки стали создаваться свои математические школы. Отчасти это было оправдано тем, что при исследовании микромира критерии наглядности и привычной опоры на жизненный опыт не всегда были успешны, и математика иногда оказывалась эвристичнее. В некоторых случаях дорогие натурные эксперименты было удобно заменить математическим моделированием. Стали активнее использовать численные методы³. Авторитет математической науки постепенно стал приобретать статус Абсолюта. Как правило, востребованность научных результатов сопровождается привилегированным финансированием. В условиях, когда некомпетентному в вопросах науки практику – хозяйственнику или политику, было рискованно выступить с критикой происходящего в науке, а философия была подавлена идеологией, когда фундаментальные научные проблемы формулировали для себя сами учёные, – отрыв от проблем реальной науки был не только вероятен, но даже неизбежен.

В итоге сегодня, спустя многие десятилетия, экспериментаторы и теоретики применяют разные критерии результативности и владеют разной методологией мышления. Более того, реальный физический практикум при подготовке физиков в вузе всё чаще заменяется виртуальным, а курс общей физики дрейфует в направлении математизации и становится преимущественно фактологическим; в результате в нём уменьшается мировоззренческая составляющая [120]. Сегодня основным критерием отбора на физические факультеты *de facto* является математика, а отчисляют студентов-физиков младших курсов чаще всего за неуспеваемость по математике. В этих условиях теоретиков *по стилю мышления* в процентном отношении в среде физиков становится всё больше и больше.

В связи с вышеизложенным возникает вопрос: что сегодня в физической науке важнее – эксперимент или теория? Вряд ли большинство на первое место поставит теорию – декларируемые идеи должны выглядеть пристойно.

³ Сегодня многим становится ясно, что смещение центра тяжести исследований в сторону численного эксперимента уже привело к уменьшению роли строгих аналитических результатов.

В данном случае декларативно отрывать экспериментальную по происхождению и содержанию науку от эксперимента – это и не популярно, и вряд ли будет поддержано активным большинством. Но в литературе уже проскальзывают идеи о том, что «...задача физики – конструирование математических моделей (по возможности универсальных), которые отображают некоторые черты реального мира, в основном, его симметрию, и проверка их адекватности» [66, с. 977].

Если внимательно проанализировать, что происходит на фундаментальных направлениях физической науки сегодня, то мы ответим на вопрос, сформулированный выше. Возможно, истинная причина того, что *физика* и *математика* объединены в *физико-математическую* науку, заключается в том, что таким способом за авторитетом и резонансной социальной значимостью физики удобно прятать чисто математическую тематику. При этом данная коллизия может и не осознаваться научной общественностью, а проявляется на уровне инстинкта. Работая над решением Великих Математических Частностей, полезно при этом попутать некомпетентную общественность нежелательными последствиями планетарного масштаба, если эти Великие Математические Частности не будут решены, – и это также может совершаться инстинктивно, на волне увлечённости своей наукой. В итоге кусочек того финансового пирога, который предназначен для развития физической науки, не проходит мимо математики. Служанка науки сегодня стала царицей науки, и это уже становится предметом не только кулуарного, но и официального обсуждения. В 1996 г. на конференции по квантовой теории поля в Бостоне было отмечено, что *физика стала языком, на котором разговаривает математика* [69].

Блестящие математические способности и глубокая физическая интуиция, видимо, могут изначально присутствовать у одного молодого человека. Но маловероятно, что парой таких способностей может обладать зрелый учёный. Сегодня и математика, и физика в содержательном смысле развиты настолько, что для освоения и поддержания на должном уровне знаний только по одной из этих наук может уйти вся жизнь. Сегодня физик-теоретик – это уже не физик в классическом смысле этого слова. Если же добавить в качестве аргумента существующие правила отбора в науку и методы отсева в процессе обучения, то становится очевидным, что сегодня *физики-математики* – это в большинстве своем *математики* по стилю мышления, даже если по диплому они называются физиками и по воле случая занимаются реальной физикой. Их коллеги-конкуренты с резко выраженной физической интуицией, но без проявления способностей к математике вытесняются на ранних стадиях отбора в науку.

Следует особо подчеркнуть, что высказываемую нами точку зрения о преувеличенной роли математики в физике абсолютно недопустимо считать призывом к изгнанию математики из физики и из науки в целом. Реальная потребность применения математики в науке не только не уменьшилась, но по сравнению, например, со столетней давностью многократно возросла.

Однако внутри естественной науки, и прежде всего внутри её авангарда – физики, возникли и уверенно проживают, захватывая все больший плацдарм, чисто математические кластеры, не только никак не связанные с реальной материей и её закономерностями, но и, вероятнее всего, не имеющие к реальному миру отношения в принципе.

Математику нельзя изгонять из науки – отметим это отдельно ещё раз, чтобы не быть искажённо понятым. Но, возможно, математику следует отделить от естественной науки – физики, в смысле классификации. Конкретнее, в классификации наук высшей аттестационной комиссии (ВАК) вместо *физико-математической науки* должны появиться две науки – *физика* и *математика*. Это позволит увидеть реально, сколько у нас теоретических физических задач и тех, кто их решает в рамках науки физики, и сколько чисто математических задач и тех, кто их решает опять же в рамках науки физики. Это позволит упорядочить основные критерии отбора при приёме в вузы физического профиля. Это позволит скорректировать финансовые потоки внутри науки. Это позволит восстановить в правах *здоровый физический смысл*, опирающийся не только на эволюционно (генетически) отобранный опыт предшествующих поколений, но и на постоянно развивающуюся *современную физическую интуицию современного человека*. Однако это преимущество современного человека не может быть сегодня использовано, так как методы отбора на физические отделения вузов – в основном по математическому, т. е. формализованному критерию. А математика и физика требуют разного мышления, в том и другом случае используются возможности разных полушарий мозга⁴ [104]. Математик Манин признаёт: «...уже со студенческой скамьи физиков и математиков учат думать по-разному» [81, с. 137].

Есть ещё одна существенная особенность физики и математики, не позволяющая считать их единой наукой. В математике рассматриваются логические процессы и системы. Развитие этих процессов и систем базируется на предшествующих результатах подобных рассматриваний, т. е. на собственной базе. Теоремы, однажды защищённые в рамках принятой аксиоматики, в дальнейшем, как правило, не пересматриваются. Было бы нелепо искать

⁴ В 1972 г. врач Орнстайн (США) установил, что полушария мозга человека специализированы. У правшей (а таких людей больше) левое полушарие ответственно за формирование понятий, в том числе абстрактных, за конкретно-ситуационный анализ признаков этих понятий; мышление людей с более развитым левым полушарием – это мышление категориальное, прагматичное, вербальное. В правом полушарии формируются чувственные образы реального мира, наглядные образы, аналогии, ассоциации; мышление людей с более развитым правым полушарием слабо вербализовано – преобладают интуиция, догадка, чувственные и наглядные образы. В науке полезны как те, так и другие качества. И математический (абстрактный), и физический (содержательно-образный) способы мышления и познания имеют свои преимущества и достоинства. Когда-то так и было; большие результаты были получены не только левополушарниками, но и правополушарниками. Фарадей, например, в своих научных публикациях практически не использовал формул. Даже целое математическое направление – интуиционизм, могли развивать только правополушарники.

ошибки в том, что прошло процедуру логической проверки, а эмпирическая апробация в математике не требуется. Как справедливо заметил Б. Рассел в работе [110], «...математика может быть определена как доктрина, в которой мы никогда не знаем ни о чём говорим, ни того, верно ли то, что мы говорим» [цит. по: 74, с. 246]. Математика развивается по *принципу накопления*, и новые результаты никогда не отменяют старые результаты; возможна лишь ситуация, когда старое становится частным случаем нового. Чтобы отменить обобщающие выводы, которые могут следовать из математических построений, нужно сменить аксиоматику. Математика – *неконфликтная наука*, и по такому же сценарию развиваются, например, *технологии* (называемые в нашей стране *техническими науками*). Паровой двигатель не отменил конную тягу, электрический двигатель во многих случаях заменил, но не отменил паровой двигатель, атомные электрические установки не отменили гидроэлектростанции и т. д. Новые достижения и в математике, и в технике не отменяют старых достижений. По этой причине термин *техико-математические науки* был бы логически понятен, но одновременно выглядел бы методологически нелепым, так как совершенно очевидно, что, во-первых, развитие техники без применения математических методов сегодня невозможно, а во-вторых, техника и математика – это даже наглядно разные области интеллектуальной деятельности.

Термин «физико-математические науки» также логически не обоснован и методологически неправилен. Между физикой и математикой нет той методологической общности, которая просматривается между техникой и математикой. Естественные науки не развиваются по *принципу накопления*. При открытии экспериментальных закономерностей первое, порой случайное объяснение становится рабочей гипотезой, иногда теорией, но ни одна физическая концепция не может быть в статусе вечной. Новые экспериментальные результаты могут противоречить существующей теории, которую в таких случаях следует пересмотреть. В естествознании может накапливаться эмпирика, но теоретические концепции должны постоянно совершенствоваться. Особенно это относится к фундаментальной науке, результаты которой ещё не нашли применения в практике. Однако в фундаментальной науке всё происходит с точностью *до наоборот*.

Отметим, что в рамках данного параграфа в нашу прямую задачу не входит апологетика или критика конкретных естественно-научных концепций. Наша задача – показать, что в рамках единой физико-математической науки сегодня на равных правах существуют и решаются как реальные физические задачи, так и чисто математические, абстрактные проблемы, а также разделы, в которых поиск истины находится, как удачно сформулировал А. Н. Павленко [97], на стадии *эмпирической невесомости*.

Есть немалое количество примеров, которыми можно было бы иллюстрировать логическую линию высказанной идеи. Например, большой материал для анализа даёт струнная теория. В своём обзоре Дайсон о струнных теоретиках пишет: «Совершенно очевидны три вещи. Во-первых, то, что они

делают – первоклассная математика. Во-вторых, струнные теоретики считают себя физиками, а не математиками. Они верят в то, что их теория описывает нечто реальное в физическом мире. И, в-третьих, не существует никаких доказательств того, что теория хотя бы как-то связана с физикой. Пока что экспериментально проверить теорию струн невозможно. Теория существует в своём собственном мире, отдельно от остальной физики» [42, с. 868].

Обозначив теорию струн как возможный пример, не будем углубляться в эту тему. Если же говорить о чисто математических разделах, спрятавшихся внутри физико-математической науки, мы не называем их осознанно, так как в этом нет необходимости. Общеизвестно, что математики, защищая диссертации по чисто математической тематике, получают учёную степень не в математических, а в *физико-математических* науках, даже если их работа никак не связана с физикой или в прикладном смысле связана с другими отраслями науки, например с экономикой.

К обсуждаемой нами проблеме логически примыкает другая, близкая к ней проблема: возможно ли в процессе развития науки менять на ходу критерии истинности полученных результатов? И остаёмся ли мы в таких случаях внутри той же науки? По этому вопросу требуется отдельная дискуссия, поэтому ограничимся лишь коротким замечанием. Рассмотрение логики построения сначала релятивистской, а затем квантовой космологии показывает, что правила игры и критерии истинности меняются в ходе исследования, но основы (ранее полученные математические результаты) при этом никогда не пересматриваются. Это ещё одно свидетельство в защиту тезиса о том, что *сегодня развитие фундаментальной физико-математической науки подчиняется не естественно-научным, а математическим правилам.*

Не по этой ли причине физика всё реже характеризуется как авангард науки, уступая позиции химии, биологии и даже информатике, а термин «физикализм» в философских трудах звучит почти как осуждение? По нашему мнению, философия как метанаука должна обратить серьёзное внимание на происходящее и обосновать диктуемое интересами общества изменение [88, с. 30]. Непроработанность или ошибочность методологической ориентации науки оказывает тормозящее воздействие на получение научных результатов.

Нельзя отрицать того, что математика – не только язык и количественный аппарат науки, но и в некотором смысле катализатор научного поиска. В истории науки немало примеров математического предсказания будущих физических открытий, например, математическое *открытие* планеты Нептун математиком и астрономом У. Леверье. Но признание роли математической эвристики не исключает необходимости введения естественного ограничителя. Математические решения в принципе могут опережать понимание физической природы явления, но не могут заменить это понимание, не могут объяснить, каково соотношение между *реально существующим* и *логически возможным* [52]. Всем известно, что $100 \text{ кошек} + 100 \text{ кошек} = 200 \text{ кошек}$.

А сколько будет: 100 кошек + 100 котов? Математик это рассматривать не будет.

Математическое решение – логически возможное, результат эксперимента – реально существующее, а мостик между ними – интерпретация результатов эксперимента. Интерпретация может быть абстрактно-математической или предметно-образной; численное большинство тех или других учёных и определяет научный характер эпохи. Сегодня на фундаментальных направлениях физики принята абстрактно-математическая интерпретация, и это, как справедливо заметил К. П. Агафонов [2], отчуждает от физики огромную армию инженерно-технических работников. Квантовый идеализм [102], математическая экзотика абстрактных пяти- или одиннадцатимерных кручений или «вежливая форма религиозности» [3] далеки от того реального физического мира, в котором призван творить инженер.

Для развития физической науки, сбалансированного по интеллектуальным затратам и гармоничного по соотношению между достигнутым и понятием, в методах исследования должны конкурировать и взаимно дополнять друг друга конкретное и абстрактное, содержание и форма, сущность и явление. Когда наука не была массовым социальным явлением, в науку приходили не в результате отбора по способностям, а исключительно по желанию и экономическим возможностям. При этом баланс сил был гарантирован отсутствием целевого отбора и равной вероятностью прихода в науку право- и левополушарников. Но в конце XIX – начале XX века произошла гигантская по своей значимости и последствиям флуктуация (влияние социальных факторов на формирование теорий в этот период развития науки детально анализирует В. В. Низовцев [93]). Примерно в это время в физике появляется специализация – разделение на теоретиков и экспериментаторов. Теоретики оказались людьми с преимущественно абстрактным, левополушарным стилем мышления. Они же оказались социально активнее. Когда вскоре физика стала превращаться всё в более и более массовую профессию, определился характер отбора в физическую науку – в основном по математическим способностям. Это, в свою очередь, определило характер воспроизводства кадров в физике на долгие годы, и таков характер отбора до сих пор.

Необходимо понять, что признание руководящей и указующей роли математики в естествознании – это путь *в никуда*. Признание первичности математического критерия внутри науки, экспериментальной по происхождению и сути – это *отсроченная во времени полная потеря ориентации*. В условиях отсутствия корректирующей роли эксперимента, который в затронутых современной фундаментальной наукой проблемах не всегда возможен, потеря ориентации становится неизбежной. А наблюдения можно математически встроить в любую теоретическую концепцию. Как правильно подметил В. К. Словянских, математиков нельзя близко подпускать к естественным наукам. «...Врождённые математики одарены особым мировосприятием, так же как талантливые композиторы, художники. Математиков не интересует природа процесса. Для них главное – увидеть задачу и решить её

красиво математическим путем. Чем сложнее и красивее – тем лучше», – пишет Словянских [118, с. 18].

Если же иметь в виду диссертационный аспект, то в физике должны защищаться *научные физические результаты, независимые от способа их получения*, а в математике должны защищаться *алгоритмы и методы, независимые от области их применения*. Не стоит сомневаться – коллективный разум сможет отделить одно от другого. *Разделение физико-математической науки на физику и математику – назревшая проблема прежде всего в научно-методологическом, но частично и в организационном аспекте.*

Завершим параграф тремя характерными цитатами (курсив наш. – Б. М.), без комментариев. Первая цитата – о разработчиках струнной теории: «Логические основы теоретико-струнного обобщения теории Янга – Миллса и теории относительности остаются покрытыми тайной. По этой и другим причинам *будущие десятилетия, видимо, будут исключительно интересным временем интеллектуальных поисков*» [39, с. 72].

Вторая цитата – о космологах: «Дальнейшее изучение кинематики и динамики расширения Вселенной *надолго обеспечит работой как космологов-экспериментаторов (наблюдателей), так и теоретиков*» [19, с. 985].

Третья цитата – о разработчиках «Теорий всего сущего», в которые Глэшоу не верит, но высказался так: «...само путешествие великолепно, а ландшафт захватывает дыхание!» [цит. по: 69, с. 1030].

1.9. Зачем нужна физическая теория?

Как ни странно, о том, зачем нужна физическая теория, люди, в том числе имеющие отношение к науке, задумываются редко. Многие авторы пишут лишь о том, какой она должна быть. Из ответа на этот вопрос можно в первом приближении понять, зачем же нужна теория. На наш взгляд, наиболее удачно и полно методологические принципы сформулированы в работе В. И. Ильина [58]:

1) *принцип новизны* (новая теория должна предсказывать новые результаты);

2) *принцип внешнего оправдания* (новая теория должна соответствовать экспериментальным данным);

3) *принцип преемственности* (новая теория должна включать в себя старую теорию как частный случай);

4) *принцип внутреннего оправдания* (новая теория не должна содержать в себе внутренних противоречий);

5) *принцип философского соответствия* (новая теория должна соответствовать господствующей в обществе философии).

Другие авторы могут указать другие обязательные свойства физической теории, но практически все, кто когда-либо размышлял на эту тему, указывают два обязательных признака: теория должна и *объяснять*, и *предсказывать*.

Если провести аналогию с современным предприятием, физическая теория обязана совмещать функции трёх подразделений: конструкторского (отвечать на вопрос «что?»), технологического (отвечать на вопрос «как?») и бухгалтерии (отвечать на вопрос «сколько?»).

К большому сожалению, в настоящее время физика, особенно квантовая физика, – это всего лишь бухгалтерия. Квантовая теория позволяет считать, не понимая, не вникая в суть процессов, которые обрабатываются математически [115]. Это настолько очевидно, что практически все пишущие на эту тему сей факт признают. Придумано даже оправдание отсутствию ясных наглядных моделей: микромир и мегамир настолько отличаются от масштабов нашей обыденной жизни, что мы в принципе не можем структуру микромира и мегамира представлять наглядно.

В предыдущих параграфах мы попытались оспорить широко распространённое представление об исключительной роли математики в физике. По нашему мнению, это просто свойство некоторых людей – мыслить исключительно абстрактно. Вполне допустимо, что при наличии сильно развитых возможностей мыслить абстрактно даже носителю математической гениальности представлять физическое явление наглядно может оказаться трудным, а порой просто невозможным. В то же время существует другая категория людей, которым недоступно абстрагирование, но физическое явление, независимо от масштаба, они могут представить наглядно⁵.

Итак, задачи физической теории – *предсказывать* и *объяснять*. В современной физике предсказание в классическом смысле не востребовано. Явления микромира протекают настолько быстро, что результаты расчёта могут быть получены намного позднее окончания физического процесса. Остаётся лишь сравнить, что предсказала теория и что получено практически. Но это и есть объяснительная функция теории. В каком-то смысле объяснение позволяет и предвидеть, если физическое явление повторяется.

Независимо от того, какие миры рассматриваются, мини- или мега-, если объяснение создаёт наглядные образы – это хорошее объяснение. Хоро-

⁵ Автор в течение ряда лет проводил занятия кружка по физике для старшеклассников в рамках ЦДООШ (центр дополнительного образования одарённых школьников). Вспоминается, был ученик – назовём условно Саша, который решал задачи не так, как все. Он не дружил с математикой, поэтому практически не применял её в физических задачах. А решал он задачи так: уставившись куда-нибудь в потолок и отключившись от всего, он сидел молча, потом писал ответ, так же оригинальный. Саша правильно указывал зависимости, т. е. какие величины должны быть в числителе, а какие в знаменателе, но при этом в его ответе могли быть неточности в степенях и отсутствовали числовые коэффициенты. В сути зависимостей Саша практически не ошибался. Как он получал «решение», до сих пор загадка. На совет поступать на физфак Саша отвечал, что ему не сдать математику. В итоге он окончил технический вуз, аспирантуру в этом вузе и стал кандидатом технических наук. Со своей способностью глубоко мысленно проникать в суть физических процессов Саша мог бы стать украшением экспериментальной физики, но современная наука, по крайней мере, на стадии отбора требует от своих служителей других качеств.

шим теоретическим объяснением была теория фотоэффекта (Эйнштейн), а также теория эффекта Комптона (для свободных электронов). А ведь это микромир, т. е. то, что по современной мировоззренческой установке представить наглядно невозможно. Но авторы этих двух теорий, к счастью, успели дать наглядное объяснение до создания современного квантового запрета на наглядность. Любопытно, могут ли сегодня в научных журналах появиться статьи о микромире, авторы которых обошлись без гильбертова пространства, запутанных состояний и прочей квантовой экзотики? Вопрос чисто риторический, так как ответ ясен.

Кроме предсказания и объяснения, у физической теории есть ещё одна задача. Хоффман цитирует мнение Шрёдингера о том, что научное познание не должно быть самоцелью. Да простит читатель – приведём цитату ещё раз: «Наряду с... неуважением к историческим узам существует и тенденция забывать, что все естественные науки связаны с общечеловеческой культурой и что научные открытия, даже кажущиеся в данный момент наиболее передовыми и доступными пониманию немногих избранных, всё же бессмысленны вне своего культурного контекста. Та теоретическая наука, которая не признаёт, что её построения, актуальнейшие и важнейшие, служат в итоге для включения в концепции, предназначенные для надёжного усвоения образованной прослойкой общества и превращения в органическую связь общей картины мира, теоретическая наука, повторяю, представители которой внушают друг другу идеи на языке, в лучшем случае понятном лишь малой группе близких попутчиков, такая наука непременно оторвётся от остальной человеческой культуры. <...> В перспективе она обречена на бессилие и паралич, сколько бы ни продолжался и как бы упрямо ни поддерживался этот стиль для избранных, в пределах этих изолированных групп специалистов» [133, с. 48].

Автору трудно что-либо добавить к мнению Шрёдингера о том, *какой* должна быть физическая теория. Возможно, указанный им аспект теории сегодня становится наиболее востребованным.

В заключение коснёмся ещё одного важного аспекта – не самой физической теории, а отношения физического сообщества к теории. Как известно, статья в достойном уважения журнале должна пройти рецензирование. Как справедливо заметил А. М. Хазен, «научный работник, выполняя функции рецензента или организатора работ, может затормозить развитие важнейшего направления науки или техники, нанеся миллиардные убытки соотечественникам» [129, с. 343].

Конечно, люди могут ошибаться, и всегда можно списать на ошибку любой нанесённый науке и обществу вред. Но остаётся ещё совесть. Пусть же совесть и другие нравственные качества будут основными критериями при назначении учёного на должности, где легко допустить *ненаказуемую ошибку*. Следует помнить, что «искусственное ограничение свободы мысли всегда даёт свои *плоды*» [75, с. 449]. Нужны ли человечеству такие плоды?

Имея в науке имя, авторитет и власть, легко закрыть конкурирующее направление, задавить тех, кто мешает жить спокойно. Как иронично заметил писатель М. Веллер, «незаурядности нужны, пока идёт переделка, организация, наращивание, устаканивание. А когда всё организовано – система отвергает незаурядностей, они дестабилизируют, нужны заурядности. <...> Достигая определённой сложности и мощности, система для своего дальнейшего развития и усиления стремится избавиться от самых активных подсистем, влияние которых становится дестабилизирующим» [24, с. 84].

Для многих учёных основное – это мысли, внутренний мир, научные достижения. Понятно желание, чтобы эти достижения навсегда вошли в духовную сокровищницу человечества, а имя учёного помнили всегда. Но мир безграничен, неисследованного и непонятого остаётся бесконечное множество. Мы знаем и можем ещё очень и очень мало. Мы изучаем процессы испарения чёрных дыр, а не умеем определить рецепт кока-колы. Мы изучаем жизнь Вселенной по секундам, но не знаем точный состав материи Земли даже на глубине 15 километров. Мы возгордились настолько, что можем закрывать другие научные направления только потому, что они кажутся нам неперспективными.

Но люди помнят того, кто жил в бочке, и совершенно забыли тех, кто жил в мраморных дворцах. Чтобы войти в пантеон бессмертных, мало быть умным или богатым. Нужно быть прежде всего бескорыстным и абсолютно честным.

1.10. Итоги обсуждения

1. В начале XX столетия появились факты, создающие объективные предпосылки для разработки принципиально новой теории. В эксперименте проявилась дискретность, которая не описывалась существующей классической теорией.

2. Попытки описать микромир на языке классической теории оказались бесперспективны. Но классическая физика не должна быть сводом замороженных формально-математических правил. В рамках развивающейся классической физики качественное многообразие явлений микромира – это нормально и естественно. Отрицание классической физики совершилось математиками (по стилю мышления), так как новый математический аппарат действительно был несовместим с классическим математическим аппаратом.

3. Удачи теории фотоэффекта и эффекта Комптона свидетельствуют, что классическое понимание на уровне единичного процесса (но не классическое математическое описание) было возможно. Современные возможности нанотехнологий по управлению процессами микромира на уровне отдельных атомов подтверждают, что создание материалистической теории микромира, без гильбертова пространства и излишнего абстрагирования, было реально возможным.

4. Научный мир выбрал другой путь, в результате которого мы получили изошрённый математический аппарат и развитую математическую теорию, выводы которой подтверждаются в эксперименте. Математические теории безошибочны, но они не ведут к пониманию. У нас нет отчётливого, ясного представления о сути процессов микромира, о которых можно рассказать простыми словами.

5. Квантовая теория поддержана философией, которая всё дальше и дальше отходит от материализма. В современных публикациях материализм фактически осуждается и отрицается.

6. Абстрактная квантовая теория перестала оплодотворять техническое творчество, в лучшем случае подгоняя математический аппарат под то, что уже сделано. Технологии же продолжают развиваться, используя собственные традиции и наработки.

7. Критику Эйнштейном и другими ведущими физиками основ квантовой теории следует интерпретировать не как поиск недостатков в существующем математическом описании, а как призыв к разработке принципиально новой теории, которая понятным для исследователей методом описывала бы реальный мир. Благодаря существующему профессиональному отбору в физическую науку и методам обучения, преимущественно математизированным, такой теории до сих пор нет, а благодаря запретам на *инакомыслие* такая теория в рамках ортодоксальной науки появиться не может.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРИРОДЕ СВЕТА

Я восхищаюсь всяким, кто достаточно одарён, чтобы продвинуть вперёд великое дело научного открытия. Но я не восхищаюсь специалистом, экспертом как таковым. Мы не можем себе позволить оказаться во власти формулы: это гибельный путь. Восхищаясь непроницаемым экспертом, мы прощаем нарочитую сложность выражений и впадаем в искушение принимать туманность за глубину. Наш долг при обсуждении вопросов, которые заботят по сути дела каждого, настаивать на ясном мышлении, на простоте, на интеллектуальной ответственности.

К. Поппер [50, с. 111]

2.1. Краткий обзор публикаций о физической природе света

Анализируя доступные публикации о свете и его свойствах, можно заметить как минимум четыре современные особенности. Первая из этих особенностей заключается в том, что смелость и даже парадоксальность суждений о природе света, проявившаяся в научных публикациях первой трети XX века, в настоящее время в рецензируемых изданиях отсутствует. Практически все современные работы в этом направлении связаны со ставшим уже традиционным *развитием математических методов* квантовой теории.

Вторая особенность: современные публикации, а значит, и сами научные работы связаны исключительно с *техногенными видами излучения*. Работы, как экспериментальные, так и теоретические, связанные с изучением свойств естественного (теплого) излучения, в настоящее время или не проводятся, или не публикуются.

Третья особенность современных публикаций о природе света – сообщаемые экспериментальные факты подаются в форме и терминах, принятых

в квантовой теории. Например, Д. Н. Клышко пишет о том, что при комбинационном рассеянии падающий на вещество фотон может *превратиться* в фотон с меньшей или с большей частотой (стоксов и антистоксов) [32, с. 7]. Как происходит *превращение* – об этом ни слова. Молчание понятно: реальный фотон не испытывает *превращений*, он или поглощается, или излучается. При этом поглощаются одни фотоны, а излучаются уже другие. Взаимодействие излучения с веществом может менять его энергетические, частотные и поляризационные характеристики [62, с. 71]. Каким образом *меняет* – интереснейшая научная проблема, но способ, которым современные авторы описывают самое интересное, это уже ставший привычным и традиционным математический формализм.

Четвёртая особенность современности – появление достаточно большого потока самодеятельных, не прошедших рецензирование публикаций с размышлениями авторов в том числе и о физической природе света. Такие публикации появляются в научно-популярных журналах, брошюрах и книгах, которые печатаются в самых разнообразных издательствах и организациях, а также на многочисленных сайтах Интернета. Большая часть этих самодеятельных публикаций далека от физической науки и представляет собой безудержное фантазирование, но в редких случаях встречаются идеи, которые должны были бы заинтересовать *индустрию науки*. К сожалению, этого не происходит. Объективная оценка показывает, что даже при желании такие публикации невозможно целенаправленно отыскать в полном объёме и системно проанализировать. Отсутствие системы централизованного сбора научного творчества любителей – не лучший способ использования интеллектуального потенциала уходящего поколения. *Уходящего* потому, что занимаются наукой как хобби в основном те, кто, имея соответствующее образование и квалификацию, не смог продолжать заниматься наукой профессионально, потеряв работу во время социальных реформ и не сумев перестроиться на другие виды деятельности. Представителей молодого поколения, как правило, фундаментальные научные проблемы, не востребованные *сегодня и сейчас*, интересуют мало. Кроме того, как оказалось, рынок и фундаментальная наука несовместимы, требуется лидирующее участие государства.

В данном параграфе приведён обзор некоторых публикаций, имеющих отношение к физической природе света. Обзор не претендует на какую-либо систему и на полноту; цитируются лишь те материалы, которые в чём-то пересекаются с авторской идеей, изложенной в последующих параграфах.

Некоторые авторы проводят мысль о том, что те частицы, которые сегодня считаются точечными (бесструктурными), имеют сложную структуру. Например, Д. Бом пишет: «...кажется весьма очевидным, что так называемые *элементарные частицы* также имеют сложную, более глубокую структуру, которая объясняет, как они могут быть созданы, уничтожены и преобразованы. Но проблема всё-таки остаётся относительно того, как такие

дискретные и протяжённые структуры могут трактоваться релятивистски и квантово-механически» [84, с. 256].

В произведении «Машина умнее своего создателя» Н. Винер, физик по образованию, рассуждает об эффекте Комптона так. При столкновении фотона с электроном оба отскакивают в направлениях, которые определяются лишь статистически, но существует по меньшей мере подозрение, что на самом деле электрон и фотон, первоначально не соединённые, вступают здесь в соединение на слишком короткий промежуток времени, чтобы мы могли определить действительный ход событий. Затем они выходят из этого соединения через всё более слабые соединения, каждое из которых протекает по-своему. Винер ссылается на Бома, который предполагал, что действительный ход событий не является столь неопределённым, но что в течение того ничтожного промежутка времени, когда частицы находятся вместе, имеет место очень сложная последовательность событий, определяющая их дальнейшее поведение. Если это верно, то значительная часть важнейших физических явлений нам неизвестна, ибо мы проходим сквозь них слишком быстро и не умеем их регистрировать, делает вывод Винер.

Ф. А. Гареев предполагает, что «...элементарные частицы движутся... как смерчи, и структура элементарных частиц вихреподобна» [17, с. 108]. О вихревой структуре объектов микромира рассуждал также В. О. Беклямишев [6].

Согласно экспериментальным данным, свет не может пройти через отверстие размером меньше длины волны [45]. Это может свидетельствовать о наличии поперечного сечения у частицы света. Во многих работах проведена оценка размеров и массы фотона. С. И. Вавилов, например, оценил сечение светового кванта $\sim 10^{-40}$ см², а В. Гейзенберг и его ученики дали оценку сечения $\sim 10^{-70}$ см² [цит. по: 64, с. 229].

О продольных размерах кванта света М. Джеммер пишет: «...эксперименты Луммера и Герке показали, что пучки света с длиной волны зелёной линии ртути и разностью фаз более двух миллионов длин волн всё ещё способны интерферировать; это говорило о том, что пространственные размеры квантов света в направлении их распространения, если такие кванты существуют как некогерентные реальности, составляют не менее метра» [23, с. 53]. Как указывает Джеммер, эти данные были опубликованы ещё в 1902 г.

С. В. Троицкий пишет о том, что в среднем за год на 1 км² попадает одна частица с энергией 10^{19} эВ и выше. «...Малость потока означает невозможность непосредственной регистрации первичных частиц, взаимодействующих в верхних слоях атмосферы с помощью летающих детекторов и, как следствие, предопределяет косвенный характер их исследования наземными установками, которые регистрируют широкие атмосферные ливни (ШАЛ), вызванные этими частицами» [69, с. 323].

Модели, с помощью которых характер развития атмосферного ливня связывается со свойствами первичной частицы, с неизбежностью включают

в себя экстраполяцию свойств взаимодействия в неизученную область энергий, отмечает Троицкий [69].

Анализ спектров космических γ -всплесков показал, что масса γ -квантов $m_\gamma < 10^{-44}$ г [44]. Из других астрономических измерений известно, что масса фотона не превышает $3 \cdot 10^{-60}$ г [72, с. 175]. По оценке И. Л. Герловина, все элементарные частицы (ЭЧ) состоят из a мельчайших образований, имеющих массу h/c^2 ($0,7 \cdot 10^{-47}$ г). Масса покоя ЭЧ $m_0 = ah/c^2$ [18, с. 41]. Герловин заключает: «...квант не является единой частицей» [18, с. 98].

В. А. Рубаков делает вывод о возможной массе фотона из чисто математических соображений: «...в электродинамике можно ввести малую массу фотона (и слабое несохранение электрического заряда) ценой введения гипотетических частиц с зарядом меньше $10^{-3}e$, где e – заряд электрона; гравитоны также можно сделать массивными ценой отказа от геометрической трактовки гравитации» [52].

В. И. Сеницын рассматривает фотон как резонансный диполь [61, с. 5]. С увеличением энергии фотона уменьшается его размер [61, с. 16].

Ф. Ж. Вильф в работе [16] вводит скорость $c\sqrt{2}$. Вводится также скорость $c\sqrt{3}$, но не понятно, из каких физических соображений. Вильф высказывает справедливое сомнение: «...более чем загадочно должны выглядеть объекты, занимающие нулевой объём пространства, но обладающие ненулевой энергией» [16, с. 11].

Л. М. Гутнер высказывает ряд интересных соображений, например о критерии сложности (элементарности) частицы (со ссылкой на М. Гелл-Манна и др.): частица не является элементарной, если все её свойства могут быть рассчитаны в предположении, что она составная [21, с. 121]. Это подход математический, а вот о физическом смысле туннельного эффекта – уже физические соображения. Гутнер пишет: туннельный эффект отрицает точечность; преодоление потенциального барьера связано с тем, что микрочастица – не корпускула, и область её локализации больше области потенциального барьера [21, с. 101]. В обоснование этой идеи Гутнер приводит следующий пример: железнодорожный состав преодолевает горку, даже если его кинетическая энергия меньше потенциальной энергии состава на горке, если считать массу сосредоточенной в точке – в центре состава. В таком случае центр масс протяжённого состава, имеющего в верхнем состоянии (на горке) форму дуги, находится ниже предполагаемого центра масс состава, если бы он имел форму отрезка прямой (как, например, в случае единственного вагона). Причина возможности преодоления потенциального барьера – неточечный характер частицы, – делает вывод Гутнер.

А. М. Гулый пишет о том, что свет – это колебания эфира [20, с. 102]. С. И. Савлук также размышляет о светоносной среде: свет из вакуума переходит в стекло – скорость становится меньше, свет переходит из стекла в вакуум – скорость становится больше, причём мгновенно. Объяснить это можно только тем, что скорость света – характеристика среды [56, с. 16].

Действительно, скорость фотона не зависит от скорости испустившего его атома, т. е. это самостоятельный объект. То, что называют физическим вакуумом, – это физическая среда. Фотон движется в среде. Самое нелепое предположение – считать фотон не взаимодействующим с этой средой. То, что называют ЭМ колебаниями, происходит в среде, но в какой среде? Это один из самых фундаментальных вопросов современной физики.

А. Эйнштейн писал: «...волновая теория света... прекрасно оправдывается при описании чисто оптических явлений и, вероятно, едва ли будет заменена какой-либо иной теорией. Но всё же не следует забывать, что оптические наблюдения относятся не к мгновенным, а к средним по времени величинам. Может оказаться, что теория света придёт в противоречие с опытом, когда её будут применять к явлениям возникновения и превращения света» [цит. по: 63, с. 43].

Действительно, многие закономерности современной оптической науки относятся не к отдельным частицам света, а к световому потоку в целом.

Ряд авторов указывают на особенности взаимодействия света со светом. Ю. И. Петров обращает внимание на то, что свет плоско-поляризованный можно разложить на два компонента с противоположной круговой поляризацией [48, с. 156]. На обратный процесс указывает А. П. Сухоруков – на слияние квантов двух волн с образованием квантов удвоенной энергии (две волны частоты ω возбуждают волну второй гармоники по частоте 2ω); это происходит при взаимодействии пучков разной поляризации [66]. Есть сообщение, что волновой пакет, состоящий из 1000 оптических фотонов зелёного цвета, имеет длину волны λ , как у рентгеновских фотонов [43]. Можно предположить, что такая длина волны характеризует не отдельный квант, а энергетическую плотность светового потока. Бóльшая энергия кванта в данном случае получается за счёт так называемого *нелинейного эффекта* – одновременного поглощения двух или более квантов.

В. С. Петросян отрицательно относится к смешению понятий *фотон* (излучение 1-го рода) и *радиоволна* (излучение 2-го рода). Автор различает их природу [49]. Это очень важное замечание; ниже мы посвятим этой проблеме отдельный параграф.

Фотон – это тороид, считают авторы работы [22, с. 149]. А. В. Рыков считает, что фотон – это возмущение эфира в виде диполя «электрон-позитрон» [55]. «Квант не является единой частицей», – пишет И. Л. Герловин [18, с. 98]. У некоторых авторов фотоны – это «пузыри в физическом вакууме», у других – «волны солитонного типа на физических (материальных силовых гравитационных) линиях», у третьих – торы и даже «вихревые винтовые структуры» [60]. Мнения самые разнообразные, некоторые из них хорошо обоснованы, но это неортодоксальная физика, не имеющая выхода на масштабные эксперименты.

Тождества $E \equiv mc^2 \equiv hv$ с точностью до двух констант c и h – итог всех законов физики, и их невозможно вывести ни из одной существующей в настоящее время теории или модели, заметил Л. Бриллюэн. Это не результат,

а исходный пункт нашего мышления. Смысл этой *троицы* всё ещё находится в глубокой тайне [10, с. 56]. Непонятны также процессы, происходящие в атоме. Во время формирования идеи Н. Бора о строении атома физиков мучил вопрос: как квант знает свою частоту, начав процесс излучения? Ортодоксального решения нет до сих пор. Неортодоксальные идеи есть, но они вне магистрального направления развития фундаментальной науки.

В течение многих веков люди пытались понять, что такое свет – волны это или частицы? В начале XX в. был достигнут некоторый компромисс – свет стали считать и волной, и частицей одновременно. Успешное применение ранней квантовой теории при решении теоретических задач канонизировало корпускулярно-волновой дуализм (КВД), введённый в аксиоматику квантовой модели описания микромира. Однако, несмотря на впечатляющие успехи теории и создание адекватной философской системы, оправдывающей исключительность математических абстракций и вероятностных методов познания, физической ясности в современных квантово-релятивистских моделях нет. Проявление волновых и корпускулярных свойств ещё не означает, что свет – это и *волна и частица одновременно*. Следует признать, что современная модель кванта излучения построена формально, и физическая природа кванта не ясна до сих пор. Как уже отмечено выше, за последние десятилетия не замечено какого-либо прогресса в изучении физической природы естественного света, а в терминологии появились противоречия.

Посмотрим, как определялись понятия «фотон» и «квант» в академическом издании 1970 г. Фотон определялся как *элементарная частица света, имеющая массу, энергию, импульс и спин*. Световой квант определялся как *энергия фотона* [71]. Фотон и квант были разными понятиями.

В научных изданиях конца XX столетия, например в статье В. М. Корякина [70], понятия фотон и квант даются уже по-другому. Фотон – это *элементарная частица, или квант электромагнитного излучения, с массой покоя, равной нулю*. О кванте света здесь же сказано, что это – *то же самое, что и фотон*.

Частица света – фотон, в современной теории считается элементарной, точечной, безмассовой и бесструктурной. Считается также, что фотон движется с численно одинаковой скоростью для всех наблюдателей, находящихся в различных инерциальных системах отсчёта (ИСО). Уже один только этот физически абсурдный постулат не даёт никаких шансов на разработку физически непротиворечивой теории света в рамках квантово-релятивистской парадигмы.

Несмотря на предполагаемую инвариантность скорости, фотон может иметь различные энергию и импульс, имеет спин и поляризацию, может терять часть энергии при взаимодействии с веществом. Сечение рассеяния фотона на фотоне не равно нулю. Изменение характера движения источника света относительно наблюдателя приводит к эффекту Доплера. Продолжительность излучения фотона атомом или молекулой конечна – излучение происходит не мгновенно. Перечисленные факты противоречат утверждению об *элементарности фотона*.

Противоречия теории были замечены. Одним из первых представление о фотоне как сложной частице высказал Л. де Бройль [38], который предположил, что фотон с энергией $h\nu$ образован из двух нейтрино с энергией $h\nu/2$. Позднее эту гипотезу развивал П. Йордан [38], который допустил, что излучение фотона с частотой ν можно рассматривать как испускание в направлении движения фотона двух параллельно движущихся (т. е. когерентных) частиц – нейтрино и антинейтрино с энергиями $h\nu'$ и $h(\nu - \nu')$. В нашей стране идеи Йордана по нейтринной теории света развивал А. А. Соколов [38].

Большое внимание изучению фундаментальных свойств и физической природы света уделял С. И. Вавилов [13]. По его мнению, КЭД – основа современного учения о свете, таит внутренние противоречия, а квантовая теория света носит отвлечённый и формальный характер. По мнению Вавилова, учение о свете требует глубокого теоретического и экспериментального обоснования и изучения. Изучение ряда вопросов, близко относящихся к фундаментальным свойствам и природе света, пусть даже и не открывающих принципиально новое в учении о свете, имеет большой интерес и может получить глубокое значение. Только на этом пути могут быть достигнуты дальнейшее углубление и конкретизация учения о свете.

Ряд современных неортодоксальных исследователей моделируют фотон на основе представлений об *эфире*. В. А. Ацюковский, например, описывает фотон как вихревую структуру, составленную из линейных расходящихся вихрей эфира [2]. Фотон при излучении его атомом представляет собой вихревое образование *квадратного сечения* со стороной квадрата, равной 2λ , и длиной порядка $10^6\lambda$. Такая модель, содержащая прямые углы (в квадратном сечении) и другие численные значения, на наш взгляд, недостаточно обоснована и практически лишена опытного подтверждения, однако заслуживает внимания то, что фотон у Ацюковского – это распространяющееся в пространстве возбуждение физической среды. При любом отношении к *эфиродинамике* в целом данное утверждение физически непротиворечиво, материалистически последовательно и находится в хорошем согласии с классическими традициями – объяснять свойства целого на основе изучения свойств частей целого.

В модели С. Г. Бураго фотон – это *ударная волна в эфире* [12]. Теория Бураго не формальна – имеется качественная модель, оригинальная интерпретация опытных данных и целостное рассмотрение ряда оптических явлений. Однако автор подвергает сомнению независимость скорости света от скорости источника света. Подобное утверждение противоречит опытным данным. В баллистическом эксперименте с фотонами синхротронного излучения, проведённом в Харьковском ФТИ [5], прямыми измерениями скорости света подтверждено, что при движении источника света со скоростью V скорость света не равна $c + V$. Второй факт, опровергающий модель Бураго, – данные астрономических наблюдений движения двойных звёзд. При движении каждой из звёзд относительно их центра масс одна из звёзд удаля-

ется от наблюдателя, другая приближается к наблюдателю. Если верен классический закон сложения скоростей, то свет от двух звезд будет приходить к Земле, затратив разное время, так как скорость света от одной звезды будет равна $c + V$, а от другой $c - V$. Как показано В. де Ситтером ещё в 1913 году, в этом случае было бы невозможно согласовать наблюдения с законами И. Кеплера. Следовательно, предлагаемую Бураго модель фотона можно считать противоречащей экспериментальным данным.

Работы многих неортодоксальных авторов красивы и оригинальны. Имея в целом критически созидательный характер, они заполняют пустоту, образовавшуюся в физическом мышлении естествоиспытателей в современных условиях, когда формально-математические методы исследования отодвинули на задний план исследование физической сущности явлений, раскрытие причинно-следственных связей между элементами материального мира. Но, решая часть проблем, многие работы порождают другие проблемы и противоречия. Некоторые попытки построить теорию света слабо обоснованы, другие произвольны в выборе модели или просто противоречат опытным данным. Работы самодеятельных авторов в государственном масштабе не скоординированы, им не хватает профессиональной и доброжелательной критики.

В теории Д. Х. Базиева фотон идентичен ньютоновской корпускуле и представлен гипотетической частицей *электрино*, которая движется в пространстве, обладая одновременно двумя видами движения – *орбитальным* и *шаговым* [3, 4]. Фотон – только часть теоретического построения. Автор проделал огромную работу, придумав *новую физику* и изложив её на 600 страницах [4]. В этой работе есть элементы, заслуживающие подробного и непредвзятого анализа (например, предложение ввести уже упомянутые орбитальное и шаговое движения), но *в целом* модель фотона, предложенная Базиевым, физиком-материалистом не может быть принята. По мнению Базиева, при распространении луча света от Солнца к Земле все элементы луча на всём протяжении пути Солнце – Земля *начинают двигаться одновременно*, а импульс электрического поля передаётся *мгновенно*, с *бесконечной скоростью*. Бесконечность невозможно смоделировать ни логически, ни физически, и это понятие не может присутствовать в физической теории.

В работах В. П. Шульги фотон имеет массу (автор назвал ее *квантоном*), максвелловские поля ***E*** и ***H*** считаются реальными [80, 81]. Модель в целом не противоречит ни одной из общепринятых теорий: скорость кванта считается одинаковой во всех системах отсчёта, поэтому работа не противоречит СТО; поля ***E*** и ***H*** квантуются; КВД используется. Автор считает свою модель аналитической. Действительно, все выводы получены чисто математически. Масса кванта появляется *мигающим* образом, но почему, автор не объясняет. Верхний предел массы кванта равен $1,83 \cdot 10^{-19}$ кг, верхний предел частоты кванта равен $2,5 \cdot 10^{31}$ Гц [81]. Но почему, из каких физических соображений это следует? Чем в таком случае хуже КЭД, которая обходит проблему структуры кванта с помощью S-матрицы? Получается, что

модель фотона Шульги по своей внутренней структуре – всего лишь одна из множества возможных формальных математических схем, построенная с целью количественного описания эмпирического материала. Но формальных математических схем с привязкой к некоторому набору эмпирических данных можно создать практически неограниченное количество, так как сегодня в математике существуют различные логики, алгебры и геометрии. Из них можно сконструировать великое множество комбинированных математических моделей. Такое творчество увлекательно и в математическом плане продуктивно, но вряд ли способно дать принципиально новое знание о реальном мире.

Авторы работы [42] высказывают ряд идей о структуре элементарных частиц, в том числе и о структуре фотона. Элементарная частица в их модели – стоячая волна торможения гипотетических частиц – ротон, а фотон – бегущая волна. Работа не является законченной, но авторам удалось высветить слабости общепринятых современных теоретических построений. Лишь одно утверждение авторов о том, что волны де Бройля являются волнами движения, вызывает возражение. Вероятностная интерпретация волны де Бройля всё-таки более последовательна.

В работе В. В. Чанкина фотоны – это вторичные производные от *истинных носителей света* [76]. Фотон материализуется как короткоживущая элементарная частица, выполняющая промежуточную функцию при передаче энергии светового излучения долгоживущим элементарным частицам и материальным объектам. Модель Чанкина предполагает, что фотон рождается под действием ЭМ волн дискретной структуры; объясняется качественно проявление фотоэффекта, пропорциональность энергии частоте, возникновение дифракционной картины. К сожалению, автор ограничил изложение качественными рассуждениями и не привёл для обоснования своей модели ни количественных данных, ни экспериментальных доказательств.

Художественно-философским можно назвать стиль изложения в работе М. И. Клевцова [31]. Фотон в этой работе представлен как часть целого – элемент, встроенный в качественную модель Вселенной, включающей структуру микромира. Квант света, по Клевцову, – это цепочка фотонов, созданных во время непрерывного действия излучателя или в течение одной порции излучения атома. Потеря части энергии кванта – это потеря некоторой части его наиболее интенсивных фотонов в пучностях волн; волна представляется как физическая реальность с переменной амплитудой. Действительно, в этом случае оставшиеся фотоны будут обладать меньшей активностью, но это не объясняет факт уменьшения частоты света. В модели Клевцова не только волна, но даже энергия представлена не как свойство физической системы, а как локализованная в пространстве физическая реальность. Эта оригинальная экстраполяция общепринятого термина выводит его за пределы физических понятий. В рамках физического исследования можно опровергнуть факт, изменить модель, ввести новое понятие, но получение новых выводов при произвольном переопределении *существующих*

понятий методологически несостоятельно. Точно такой же произвол автор допускает и в тех немногих количественных соотношениях, которые появляются в работе. В частности, энергия кванта может быть представлена либо в виде $\hbar\omega$, либо в виде $h\nu$, где $\hbar = h/2\pi$, а $\omega = 2\pi\nu$. У Клевцова появляется непонятное соотношение для энергии кванта $\hbar\nu$. Тем не менее, хотя работа [31] содержит некоторые терминологические странности и её нельзя считать законченной, она несёт в себе вдохновляющий на дальнейшие поиски мировоззренческий заряд, и это делает работу Клевцова заметной на фоне известных нам публикаций по обсуждаемой проблеме. То же самое можно сказать по поводу работ [42] (Ю. М. Науменко, Ю. А. Науменко, Ф. Г. Пилипенко) и [76] (В. В. Чанкин).

Представления Ф. И. Королькевича о физической природе света – это фотон в виде прерывистой цепочки субквантов, распространяющихся дискретно в пространстве на расстоянии λ друг от друга и переносящих энергию величиной h [34–36]. Уже при первом знакомстве с моделью Королькевича было замечено много общего с нашей моделью (представленной в третьей главе), однако при детальном рассмотрении выявилось некоторое различие. В основном различие относится к структуре субкванта, которая Королькевичем не рассматривается. К сожалению, не объясняется качественно введённая Королькевичем аритмичность переноса субквантов через любую точку среды, не проработан вопрос о наличии у частиц света спина. Но это – не замечания о недостатках работы, а скорее – сожаление по поводу её незавершённости. Развитие нашей модели идёт в том же направлении; основные идеи близки, хотя и содержат различия в некоторых деталях. На наш взгляд, сходство научных идей в фундаментальной науке – это большое благо, так как сразу делает авторов союзниками в борьбе с устоявшимся и общепринятым.

Мексиканский физик В. М. Урбина предложил модель фотона из двух вращающихся зарядов противоположного знака: «Consider, in dynamic equilibrium, a photon formed by two particles whose electric charges are opposed, and for this reason they attract each other. This attraction is equilibrated by the centrifugal force generated when rotating one with the other. By rotating electrical charged particles, a perpendicular magnetic field is generated, also perpendicular to a stationary observer»⁶ [87].

В данной модели заряды вращаются в плоскости, перпендикулярной направлению движения фотона, с линейной скоростью c . Расстояние между зарядами $d = \lambda/\pi$. Модуль одного заряда $q = 2,653 \cdot 10^{-18}$ Кл, что составляет 16,558 зарядов электрона. Траектория движения зарядов представляет собой винтовую линию; при этом тангенциальная скорость частиц, как и поступа-

⁶ Рассмотрим в динамическом равновесии фотон, образованный двумя частицами, электрические заряды которых противоположны, и по этой причине они притягиваются друг к другу. Это притяжение уравнивается центробежной силой, возникающей при вращении частиц. При вращении электрических заряженных частиц создаётся перпендикулярное магнитное поле, перпендикулярное также неподвижному наблюдателю (перевод наш. – Б. М.).

тельная, равна c . В статье сообщается, что Урбина подтвердил модель фотона, состоящего из двух заряженных частиц, экспериментально, используя радиоизлучение с длиной волны 2,855 см.

В другой интернет-статье Урбина подробнее объясняет основную идею своей модели. В качестве одного из аргументов он указывает, что фотон имеет спин, равный 1 (в единицах \hbar), а частицы, из которых он состоит, имеют спин $\frac{1}{2}$. Две половинки дают единицу. В презентуемой теории фотон имеет массу, вычисляемую из соотношения $mc^2 = hv$. В статье [86] указывается, что модель фотона зарегистрирована⁷ в 1990 г.

С нашей точки зрения, данная модель, сохраняющая в некотором приближении точечность фотона вдоль направления движения, хотя и даёт весомый вклад в понимание физической природы света, тем не менее не может объяснить многие факты. В частности, конечное время излучения фотона. В следующих параграфах мы вернёмся к этому вопросу.

Авторы публикации [7] Л. Б. Болдырева и Н. Б. Сотина представили фотон как вихревой процесс в физическом вакууме, который моделируется как сверхтекучая жидкость. Фотон в модели Болдыревой – Сотиной – это материальный объект с внутренними вращательными степенями свободы. В работе не используется 4-мерный формализм СТО, но авторы, анализируя тупик, в котором пребывает теоретическая физика, предлагают вернуться к баллистической гипотезе Ритца 1908 года о сложении скорости света со скоростью источника света [85]. Как уже упоминалось выше, несостоятельность баллистической гипотезы подтверждена и теоретически, и экспериментально. По этой причине невозможно принять теорию света, основанную на классическом законе сложения скоростей, если иметь в виду сложение скорости света со скоростью источника света. Если же иметь в виду алгебраическое сложение скорости света со скоростью приёмника света, который движется с некоторой скоростью относительно светонесущей среды, то к такой модели возражений нет.

Есть и другие работы, в которых предпринята попытка сказать нечто новое о фотоне. В некоторых из них о частице света лишь упоминается в рамках более общей модели, выделяя то или иное частное свойство света. Есть работы, в которых фотон представлен в виде пузырей в эфире, в других работах фотон – это комбинация простейших геометрических фигур, например *торов* [48, с. 157]. Цитировать и анализировать такие работы преждевременно, так как ни одна из альтернативных КЭД моделей в настоящее время не завершена. В некоторых работах предпринимаются попытки построить новую, более удачную по сравнению с КЭД математическую модель, выделяя и преодолевая логическое несовершенство

⁷ Мы знаем, что изобретателем радио является Попов, но для всего мира изобретатель радио – Маркони. Маркони зарегистрировал своё открытие, а Попов не регистрировал. С созданием теории света (и многими другими новшествами) наша страна может оказаться на задворках истории науки, даже если фактически будет первой. Всё дело в игнорировании *нового* научной бюрократией.

общепринятых математических построений. Такие работы можно анализировать только в смысле корректности математических построений, так как сами авторы не уверены в жизнеспособности физической интерпретации своих моделей.

О. В. Шарыпов справедливо напоминает: «...известная неопределённость и слабая аргументированность некоторых научных положений, теорий, понятий в начале их развития не должна быть препятствием для их дальнейшего употребления. Ждать, когда то или иное понятие станет совершенно ясным – это значит, в какой-то мере замедлить процесс развития научного знания. Ведь содержание понятий часто выявляется только через связь с другими понятиями в процессе их взаимодействия и взаимообогащения в рассуждении или через применение на опыте. Таким образом, требование ясности понятий не следует доводить до абсолютизации, иначе оно может стать тормозом в развитии науки» [78, с. 33].

Сегодня, как и в квантовой теории микромира в целом, доминирующими работами в создании теории света являются труды математиков. Специфический формально-абстрактный стиль изложения создаёт дополнительные сложности в понимании физической природы световых явлений. Например, как физически истолковать следующее высказывание: «Нет физического различия между поглощением фотонов и их испусканием, поскольку нет классических фотонов. Тот факт, что квантовая энергия $h\nu$ исчезает при $h \rightarrow 0$, снимает какие-либо различия между положительными и отрицательными значениями частотной переменной» [19, с. 1346]. Что же это такое – отрицательная частота ν ?

С. Вайнберг задаёт вопрос: «Правда ли, что фотон – это просто одна из частиц, отличающаяся от других лишь своими значениями заряда, спина, массы, времени жизни и свойствами взаимодействия? Или же в действительности фотоны являются особыми частицами? Играть ли они в некоем смысле фундаментальную роль, имеют ли они более глубокую связь с основными законами физики, чем другие частицы?» [15, с. 678]. Практически сразу же Вайнберг отвечает на свой вопрос: «Я могу – и сделаю это – привести убедительные доводы в пользу каждой из этих точек зрения» [15, с. 678]. Далее – чисто математический анализ, в конце которого Вайнберг подводит итог: «Как же ответить на вопрос, что такое свет? Ответ, в который я безоговорочно верю, таков: фотон – это наиболее явный член семейства элементарных частиц, существование которых требуется обобщённой калибровочной группой, которая объединяет электромагнитные, слабые и, возможно, сильные взаимодействия. Насколько я знаю, никто не претендовал на то, что он может включить в эту схему гравитацию. Если эти теоретические идеи и эксперименты, которые продолжаются, окажутся успешными, мы подойдём к фундаментальному пониманию того, что такое свет, и того, что фотон... является проявлением принципа симметрии природы, который описывает взаимодействия материи».

Исчерпывающее объяснение. Почему-то сразу вспоминаются «активные принципы», с помощью которых в XVII в. объясняли законы природы. Приведём для примера два таких принципа [58]:

1. Вода и масло не смешиваются – это проявление «принципа асоциальности».

2. Вода в воздухе принимает форму капли – это проявление «принципа несовместимости».

Язык у этих принципов выглядит вполне *научно*, но понимания они не добавляют. *Онаучить*, в принципе, можно всё⁸, и *онаучивание* работы, которая в принципе и не требует применения математики – весьма распространённый метод. Однажды автор прочитал, как некий остряк поговорку «работа дураков любит» представил *научно*: «Положительное воздействие низкого уровня интеллекта на увеличение совокупности задач в процессе осуществления трудовой деятельности».

Проведённый обзор публикаций не претендует на полноту. Тем не менее автор надеется, что представлены различные точки зрения. Читатель, у которого ещё нет своего сложившегося мнения по исследуемому вопросу, сам может продолжить дальнейшие поиски публикаций о фактах и вымыслах.

2.2. Корпускулярно-волновой дуализм

В книге «Физика в жизни моего поколения» М. Борн писал: «...не имеет смысла спрашивать о том, что стоит за явлением – волны, частицы или что-нибудь ещё. Многие физики приняли эту точку зрения. Мне лично она совсем противна» [9, с. 258].

Хочется присоединиться к мнению Борна – такая точка зрения не соответствует здравому смыслу. Научное мировоззрение М. Борна – одно из немногих исключений. Обычно авторы, пишущие на тему обоснования квантовой теории, в обязательном порядке критикуют здравый смысл, при этом считается, что дуальные представления о частицах микромира не укладываются в рамки здравого смысла. С этим трудно согласиться: здравый смысл не нарушается, если рассматривать физику как совокупность моделей, а не как мистическое отождествление морской, например, волны с гипотетической *волной-частицей*. Первопричиной *волновых свойств* может быть периодичность некоторого ненаблюдаемого или косвенно наблюдаемого процесса. Волновым уравнениям подчиняются даже социальные явления,

⁸ Однажды автор оказался невольным свидетелем такого события. Знакомый инженер выполнил неплохую работу, которая усовершенствовала технологический процесс. Ему посоветовали защитить на эту тему диссертацию. Кто-то из оппонентов сказал инженеру, что всё замечательно, но «нет науки». Соискатель после этого уговаривал знакомых математиков помочь составить хоть одно дифференциальное уравнение, «для запаха» – как определил он сам. Диссертация с уравнением в тексте была защищена успешно.

и ничего странного в этом нет. Объединяющим началом волновых явлений является общность математических выражений, а не общность качественных закономерностей.

Оптика – один из древнейших разделов физики, имеющий множество объёмных по содержанию и успешных по результатам направлений. Среди этих направлений есть и такие, которые слабо взаимосвязаны и даже в чём-то противоречат одно другому. Для выявления *всех* противоречий необходимо анализировать истоки, взаимосвязь и совместимость *всех* моделей и теорий, но это – магистральная задача для научного сообщества в целом, которая не может быть решена в рамках одной работы. Более узкая задача – *обозначить* фундаментальные парадоксы современной теории, требующие дальнейшего осмысления. В данном параграфе рассмотрим один из них – *корпускулярно-волновой дуализм* (КВД).

Длительное время оптическая наука развивалась, движимая желанием узнать, что такое свет – волны это или поток частиц. Проявление *волновых свойств света* установлено многочисленными наблюдениями и экспериментами, и потому не может вызывать сомнений. Разработана математическая волновая теория: эффекта Доплера, интерференции, дифракции, поляризации, дисперсии, поглощения и рассеяния света. Волновая теория света органично связана с геометрической оптикой: в пределе, при устремлении параметра *длина волны* к нулю, законы оптики можно сформулировать на языке геометрии.

Но волновые представления о свете – это всего лишь математическое, формальное описание. Натурная модель, связанная с представлением ЭМ волны в виде синусоидально колеблющихся взаимно перпендикулярных векторов напряжённостей электрического и магнитного полей, сталкивается с непримиримым противоречием. Дело в том, что современная физика отрицает светоносную среду, но электрические и магнитные поля могут возникать лишь в среде, где есть электрические заряды и электрические токи. Откуда же заряды и токи в *физическом вакууме* – континууме, лишённом и зарядов, и токов? В физическом вакууме, как считается сегодня, энергия есть, но частицы отсутствуют. Каким же образом в физическом вакууме в ЭМ волне миллионы и даже миллиарды лет (при распространении света в межзвёздном пространстве) могут исчезать и вновь возрождаться электрические и магнитные поля? Где те заряды, которые должны порождать линии напряжённости электрического поля и почему эти линии не замкнуты на заряды? Почему магнитное поле ЭМ волны не вихревое? Существуют магнитные заряды в природе или не существуют – в любом случае линии напряжённости магнитного поля должны быть замкнуты. Анализируя общепринятую модель ЭМ волны, следует признать парадоксальность её визуального представления и, следовательно, *парадоксальность представлений о свете как об ЭМ волне*. Для тех, кто изучает физику, любые парадоксы создают непреодолимые барьеры при попытке понять физическое явление не формально.

Не менее волновых свойств достоверно подтверждены также *квантовые свойства света*. Даже формальное представление о квантах энергии позволило Планку объяснить особенности излучения абсолютно чёрного тела, а Эйнштейну понять суть фотоэффекта. Представление о дискретных порциях энергии помогло по-новому описать такие физические явления, как давление света, отражение света, дисперсию – то, что уже было описано на языке волновой модели.

Для исследователей столетней давности и волновые, и квантовые свойства света были очевидной экспериментальной истиной. Такими же они являются и сегодня для современных исследователей. В то же время совершенно очевидна – как сто лет назад, так и сегодня – логическая несовместимость подобных представлений. Понятие частицы неразрывно связано с понятием *пространственной локализации*, а понятие волны – с *пространственной протяжённостью*. Каким, например, образом точечный квантовый объект – фотон, может иметь длину волны, измеряемую порой километрами?

Столетие назад можно было, признав наличие и волновых, и дискретных свойств, продолжать научный поиск более адекватных модельных представлений о физической природе света, но научный мир пошёл другим путем. Был принят и фактически канонизирован КВД, после чего исследования на тему о *физической природе света* фактически прекратились; по крайней мере, в отношении естественного (теплого) излучения. Более того, дуализм был распространён на частицы вещества, и такое состояние науки существует до сих пор. Всякое сомнение в абсолютности КВД, любые попытки задать вопрос с формулировкой «почему?», мягко говоря, не приветствуются. Более того, задав себе и окружающим подобный вопрос, физик может инициировать процесс самоизгнания из науки – из-за несовместимости с ортодоксально настроенными коллегами. Допустимы лишь вопросы с формулировкой «как?» и «сколько?». Например, в популярном университетском курсе общей физики можно прочесть следующее: «Было бы безнадежно пытаться истолковать корпускулярно-волновой дуализм в духе представлений классической физики. Человеческое воображение не в состоянии создать образ, обладающий одновременно и свойствами корпускулы, и свойствами волны» [59, с. 11].

Что это, если не своеобразное зомбирование подрастающего поколения? И появится ли завтра в научной среде человек, который сможет создать мысленный образ, объединяющий понятия волны и частицы, если ему и всем остальным с юности внушают, что это невозможно? Не всякий решается плыть против течения. Как мы учим студентов сегодня, такой, по всей вероятности, и будет наука будущего.

Мнение некоторых уважаемых учёных иначе как *противоречивым* не назовёшь. Вот что, например, декларирует Б. И. Степанов о дуализме волна – частица: «...изменение существующих концепций требует радикальной перестройки привычного стиля физического мышления» [64, с. 460].

Это мнение хочется приветствовать, но в той же работе Степанов пишет: «Нужно помнить, что электрон (и другие объекты микромира) есть не волна, не частица, а нечто качественно новое, в классической физике не наблюдавшееся. В некоторых конкретных условиях он может проявить свои корпускулярные свойства, в других – волновые. В общем случае имеется определённая потенциальная возможность проявить те или иные свойства. Именно в этом и состоит дуализм волна-частица. Никакой более конкретной модели волна-частица не существует» [64, с. 416]; «...нет никакого способа совместить волновые и квантовые свойства фотона...» [64, с. 418].

Если к этому добавить «и никогда такая модель не появится», то это будет полная программа средневековой нетерпимости. О дифракции Степанов пишет так: «Законы дифракции справедливы не только для потока электронов, но и для одного единственного электрона» [64, с. 417].

Известно, что один электрон даёт на экране точку. Не является ли причиной дифракции кристаллическая решётка боковой поверхности отверстия, от которой отражается электрон, проходя через отверстие? Анализировал ли кто-нибудь такую концепцию? Вероятнее всего, нет, а в монографиях известных учёных привычная догма только закрепляется и тиражируется.

Ещё одно высказывание Степанова, отрицающее возможность связать волновые и корпускулярные свойства света в рамках одной модели: «Представления о фотоне стали весьма плодотворными. Но и противоречивыми. Энергия кванта определяется частотой, а сама частота измеряется только методами волновой оптики. Классические представления о частицах здесь непригодны» [64, с. 423].

Такие заявления, на наш взгляд, декларируют нетерпимость ко всему, что противоречит принятым однажды постулатам. Когда такое заявление делает высокопоставленный учёный, все должностные лица более низкого ранга должны *сделать под козырек* и при рассмотрении предложений *более конкретной модели* уже не мыслить самостоятельно, а просто остаться хорошими исполнителями чужой воли. Стоит напомнить – новые идеи желанны, и их появление декларируется в монографии Степанова как необходимое, но возможность их реального появления отрицается.

В военном деле, когда нет возможности сходу выбить противника с укрепленных позиций, занятый врагами район можно обойти и развивать наступление дальше, не давая противнику перестроиться и помешать наступлению. Окружение – весьма популярная тактика военных действий. В дальнейшем противник на окружённой территории неминуемо сдаётся. Сто лет назад КВД, возможно, казался единственно правильным исходом многовекового спора, позволяя продвигаться в научном поиске дальше, оставив фундаментальную проблему следующим поколениям, но сегодня, спустя столетие, при появлении новых научных результатов, можно было бы вернуться к анализу истоков КВД. Однако этого не происходит. Робкие попытки внести новые представления о физической природе света [34, 39, 40] или блокируются, или не замечаются ортодоксальной наукой.

Очень правильно сформулировал проблему КВД Л. М. Гутнер: «Какова глубинная природа корпускулярно-волнового дуализма? Почему изменение вероятностей в микромире приобретает волновую природу? Каков механизм микродвижения? Каким образом обеспечивается неделимость действия квантовых объектов? Детальный ответ на эти и многие другие вопросы невозможен в рамках обычной квантовой механики. Его следует искать в теориях более глубокого уровня и, следовательно, в сфере „скрытых параметров“...» [21, с. 65]. На этот совершенно правильный вопрос Гутнер тут же даёт предполагаемый ответ: «Определённые надежды в этом направлении возлагаются на релятивистскую квантовую теорию» [21, с. 65].

По нашему мнению, релятивистская квантовая теория, не рассматривающая качественные физические модели, так же бессильна в попытках улучшить понимание. КВД, безусловно, правильный в прикладном смысле, в настоящее время стал сильнейшим тормозом для развития оптики как фундаментальной науки, так как на этом пути понимания нет. Хочется надеяться, что признание существования проблемы – это уже начало её решения.

2.3. Электромагнитная волна в современной физике

Каждый человек, изучавший физику в школе, может позволить себе представлять физические объекты натурно, а изучаемые физические законы считать абсолютными. Как бы ни был расширен конкретный курс школьной физики, и как бы ни был грамотен педагогический коллектив, мала вероятность того, что учитель физики в преподаваемой им дисциплине имеет возможность дойти до методологических тонкостей.

Изучая физику в вузе, раньше или позже, студент-физик начинает понимать, что изучаемые им физические законы имеют границы применимости. Более того, он начинает осознавать, что изучает физическую реальность исключительно в виде моделей. Физический мир можно ощущать непосредственно, но физическая наука позволяет делать реальные (т. е. имеющие физические выводы) расчёты и ставить эксперименты лишь в том случае, если построена модель физического явления.

Модели могут быть разные по форме – натурные, математические (символьные), числовые и комбинированные. Классификационные признаки также могут быть различны. Физические модели – это исходный базис для построения физических теорий. Для физических теорий разработаны методологические критерии-принципы, позволяющие оценить их адекватность. Эти же критерии можно применить и к моделям.

На наш взгляд, наиболее удачно и полно методологические принципы сформулированы в работе В. И. Ильина [27]; они перечислены нами в первой главе. Приняв эти принципы за основу, проанализируем их эффективность для анализа представлений современной физики на одном примере. В част-

ности, рассмотрим, как работает *принцип внутреннего оправдания* для модели ЭМ волны.

Понятие ЭМ волны было теоретически предсказано Максвеллом. Максвелл вывел свои уравнения для среды, обладающей признаками и свойствами, которые приписывались в XIX в. эфиру. В своём главном труде он писал: «Действительно, как бы энергия не передавалась от одного тела к другому во времени, должна существовать среда или вещество, в которой находится энергия, после того как она покинула одно тело, но ещё не достигла другого... <...> ...Если мы примем эту среду как гипотезу, я думаю, она должна занять выдающееся место в наших исследованиях и следует попытаться построить мысленное представление её действия во всех подробностях; это и являлось моей постоянной целью в настоящем трактате» [37, с. 380].

Это последние строки второго тома двухтомного трактата. Их можно считать программой исследований для будущих поколений, но эти поколения пошли другим путём. Вот как этот *другой путь* описывает М. Клайн: «Максвелл ввёл понятие эфира, который был определён как среда – носитель света, как среда, в которой распространяются все ЭМ волны, включая световые. Максвелл настойчиво пытался дать механистическое объяснение распространению ЭМ волн, но все его усилия... оказались безуспешными. Верх одержали математические уравнения» [29, с. 261]. «...Теория ЭМ поля представляет собой чисто математическую теорию, иллюстрируемую несколькими довольно грубыми физическими картинками. Эти картины – не более чем платье, облегающее тело математики и позволяющее ей „сойти за свою“ в кругу физических наук. Физика-теоретика это обстоятельство может либо встревожить, либо преисполнить гордостью в зависимости от того, кто доминирует в нём – математик или физик. <...> Все попытки самого Максвелла „разбавить“ математическую теорию ЭМ поля объяснениями, основанными на интуиции, оказались безуспешными» [29, с. 164].

«Максвеллу не удалось» не означает отсутствия в природе того, что самому Максвеллу не удалось включить в свою теорию. «Не удалось» – это всего лишь факт биографии конкретного человека. Клайн, очевидно, это прекрасно осознаёт: «...понятие поля – не более чем „подпорки“, позволяющие человеческому разуму продвинуться вперёд на пути к знанию, но принимать его буквально, разумеется, не следует. <...> Предположение о том, что ЭМ излучение представляет собой электрические и магнитные поля, особым образом связанные между собой и распространяющиеся в пространстве, вряд ли объясняет физическую природу электромагнитного поля. <...> Теория Максвелла лишь уменьшает число естественно-научных загадок, сводя многие загадки в одну» [29, с. 163].

Сегодня уже всем ясно, что уравнения Максвелла статические, они не отражают динамику переходных процессов. Кроме того, вскоре выяснилось, что «теория Максвелла никак не объясняла спектроскопических явлений, наличия в спектрах поглощения и испускания вещества отдельных линий, разных для различных атомов, не объясняла дисперсии света» [65, с. 212].

Новым было то, что теория Максвелла объединила математически все известные к тому времени законы оптики и электромагнетизма. Теорию приняли и быстро к ней привыкли. Так, Планк долго отвергал эйнштейновскую теорию световых квантов: «Когда думаешь о полном опытным подтверждении, которое получила электродинамика Максвелла при исследовании даже самых сложных явлений, когда думаешь о необычных трудностях, с которыми придётся столкнуться всем теоретикам при объяснении электрических и магнитных явлений, если они откажутся от этой электродинамики, инстинктивно испытываешь неприязнь ко всякой попытке поколебать её фундамент. <...> Будем считать, что все явления, происходящие в пустоте, в точности соответствуют уравнениям Максвелла и не имеют никакого отношения к константе h » [цит. по: 63, с. 41].

О. Клейн, ученик Бора, пишет в своих воспоминаниях: «...Бор не мог примириться с представлениями Эйнштейна о световом кванте. <...> Он сжился с волновой теорией света, и... подчёркивал, что она объясняет распространение света с необыкновенной точностью и полнотой» [цит. по: 75, с. 224].

В статье «Квантовая теория излучения», написанной совместно с Крамерсом и Слэтером, Бор даже отказался от требования строгой выполнимости законов сохранения в элементарных атомных явлениях [75, с. 223].

В. Вин в нобелевской речи в 1911 г. говорил: «...нельзя поколебать волновую теорию света, принадлежащую к самым прочным построениям всей физики» [цит. по: 75, с. 220].

Как пишет А. М. Френк, «...точка зрения Эйнштейна... требовала более решительного пересмотра, например отказа от волновой теории света» [75, с. 221]. Сам Эйнштейн об этом высказался так: «Волновая теория света... прекрасно оправдывается при описании чисто оптических явлений и, вероятно, едва ли будет заменена какой-либо иной теорией. Но всё же не следует забывать, что оптические наблюдения относятся не к мгновенным, а к средним по времени величинам. Может оказаться, что теория света придёт в противоречие с опытом, когда её будут применять к явлениям возникновения и превращения света» [цит. по: 63, с. 43].

Считается, что экспериментальное подтверждение существования ЭМ волн выполнил Г. Герц. Но что при этом было подтверждено реально? Только то, что существует возможность посредством излучения передать ЭМ возбуждение от одного тела к другому с сохранением частоты ЭМ колебаний источника излучения. Наличие ЭМ волны в пространстве в виде известной всем со школы синусоидальной совокупности взаимно перпендикулярных векторов E и H (рис. 1) – это всего лишь модель, теоретическая конструкция. Такая модель была предложена для физической среды, но в дальнейшем, при отказе от среды (эфира), она осталась как некое обобщение, как формальная математическая структура. Параметр «длина волны» в современной физике измеряется косвенными методами. На качественном уровне чётких представлений о структуре ЭМ волны нет.

Обратимся к рисунку 1. Как известно, напряжённость электрического поля \mathbf{E} связана с электрическими зарядами, но что такое электрические заряды в *пустоте*? В свою очередь, напряжённость магнитного поля \mathbf{H} связана с электрическими токами, но как возникают токи в *пустоте*? Распространённое в настоящее время представление об отсутствии материальной среды, в которой распространяется ЭМ возбуждение, вступает в непреодолимое противоречие с поперечным характером векторов \mathbf{E} и \mathbf{H} в ЭМ волне. Введение понятия ЭМ *поля* как ещё одной формы материи не снимает противоречие, связанное с отсутствием зарядов и токов, так как наличие поля без носителя, т. е. без среды – не более чем математическая абстракция.

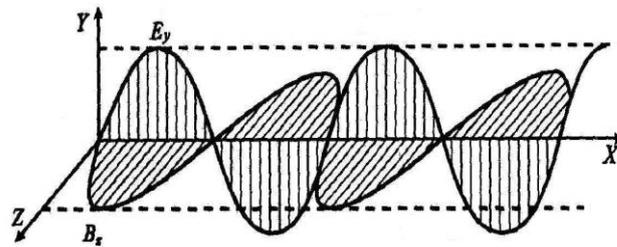


Рис. 1. Общепринятое изображение электромагнитной волны

В соответствии с одним из уравнений Максвелла, $\text{rot } \mathbf{H} = \mathbf{j} + \partial \mathbf{D} / \partial t$, где $\mathbf{D} = \epsilon \epsilon_0 \mathbf{E}$. В точке своего максимума производная от напряжённости электрического поля по времени равна нулю, и магнитное поле определяется только *током смещения* \mathbf{j} . Но что такое *ток*, если нет физической среды и в пустоте нет электрических зарядов? Максвелл выводил свои уравнения для *среды*, которую тогда называли *эфиром*, и в теории Максвелла просматривался физический смысл. Но что такое ЭМ волна и теория Максвелла в целом для *пустоты*, физически непонятно. Если понятие «физический смысл» всё-таки должно присутствовать в арсенале современной физики в качестве *критерия понимания*, то следует признать, что одно из основных понятий современной электродинамики и оптики – понятие ЭМ *волны*, требует дальнейшего осмысления. А тот факт, что «...волны на воде, звуковые и радиоволны математика описывает одним и тем же дифференциальным уравнением, известным под названием волнового уравнения» [30, с. 325], настойчиво склоняет к мысли о том, что существует формальный признак, объединяющий эти явления. С большой вероятностью таким признаком является явно выраженная периодичность неких процессов внутри описываемого волновым уравнением физического явления.

Например, размышляя о корпускулах света, француз Ж.-Б. Био «...снабдил корпускулы свойством полярности, представляя их как элементарные вращающиеся магнитики, и описал законы отражения, преломления, а также явления окрашивания тонких пленок. Предполагать волновые свойства оказалось ненужным излишеством – наблюдаемая в некоторых опытах периодическая структура возникала как вторичный эффект из-за взаимодействия корпускул с атомами вещества» [68, с. 85].

Но вернёмся к ЭМ волнам. В стандартном способе их представления (см. рис. 1) векторы E и H одновременно достигают и максимального, и нулевого значений. В этом случае мгновенное значение вектора Пойнтинга $S = (c/4\pi)[EH]$ различно во всех точках пространства вдоль направления движения волны, т. е. энергия вдоль направления движения распределена дискретно. Дискретность распределения энергии вдоль направления распространения волны объясняется другой моделью – корпускулярной, а для волновой модели это свойство чуждо.

Если какое-либо из проявлений физического процесса не объясняется некоторой физической моделью, это не является поводом для отрицания модели – для объяснения новых свойств физического процесса может быть разработана другая модель. Но если какое-либо из свойств физического явления, рассматриваемое в рамках некоторой модели, противоречит сути модели – это уже признак неблагополучия и свидетельство внутренней противоречивости модели. Не указывает ли дискретность распределения энергии вдоль распространения ЭМ волны на противоречие в волновой модели?

Известно, что магнитное поле имеет вихревой характер, а магнитные заряды (монополи) не были найдены. Магнитное поле, представленное на рисунке 1, не является вихревым – это плоская структура, в которой вектор магнитного поля имеет начало и конец. Следует признать, что данное обстоятельство также является внутренним несовершенством общепринятой модели ЭМ волны.

Если бы в световой волне были настоящие электрические и магнитные векторы, то свет в электрическом и магнитном полях вёл бы себя иначе. Учитывая все рассмотренные выше примеры внутренней несогласованности модели ЭМ волны, следует признать, что *волновая интерпретация* процесса распространения ЭМ энергии (вне вещества) в виде совокупности взаимно перпендикулярных поперечных векторов E и H не последовательна, так как имеет внутренние противоречия.

Если подготовка студента-физика в вузе предполагает, что он будет школьным учителем физики или инженером, то на рассмотренные выше противоречия (и подобные им) не следует акцентировать внимание студента. Ни школьники, ни студенты технических вузов не изучают детально вопросы фундаментальной науки; школьники знакомятся с основами физики, а будущие инженеры акцентируют внимание на прикладных вопросах. Но если студент в будущем будет развивать саму физическую науку, то обходить вниманием такие противоречия нельзя. Одно из самых важных знаний, получаемое в вузе будущим физиком-исследователем, это знание того, что ещё в науке не сделано, а также какие существуют недоработки и противоречия.

Открытие корпускулярных свойств излучения добавило ещё больше непонятного в существующие представления о природе света. Как заметил Клевцов, «представление о волне, находящейся в самой корпускуле либо со-

проводящей её при движении в пустом (нематериальном) пространстве, выходит за рамки человеческого воображения» [31, с. 114].

Упомянутые противоречия в визуальной модели ЭМ волны, во-первых, не единственные в арсенале современной физики, и, во-вторых, – это не повод для того, чтобы относиться к электродинамике и оптике пренебрежительно. Просто следует помнить, что абсолютных физических законов нет, и до тех пор, пока в каждом конкретном случае не будет построен более адекватный математический аппарат на базе более адекватных модельных представлений, уже имеющиеся в нашем распоряжении модели и расчётные приемы следует принимать в качестве рабочего аппарата физики.

Понимание, раньше или позже, обязательно придёт. Ещё в прошлом столетии Эйнштейн в статье «О развитии наших взглядов на сущность и структуру излучения» писал: «Цель... состоит в том, чтобы показать неизбежность глубокого изменения наших взглядов на сущность и структуру света» [83, с. 181]. Сегодня *неизбежность глубокого изменения наших взглядов* начинают понимать многие.

2.4. Масса фотона в квантовой теории

Одним из самых сложных для понимания требований современной квантовой теории является отсутствие массы у фотона. Проанализируем влияние этого требования на развитие фундаментальной оптики. Вот, например, как обосновывают этот тезис И. Ю. Кобзарев и Л. Б. Окунь: «В пользу того, что масса фотона строго равна нулю, иногда приводят следующие аргументы:

1. Из существования электромагнитного дальнего действия следует, что масса фотона очень мала по сравнению с массами других частиц, а очень малых параметров в теории не должно быть.

2. Теория (теория относительности, квантовая электродинамика) требует, чтобы масса фотона равнялась нулю.

Легко видеть, однако, что оба эти аргументы неправильны. Чтобы убедиться в неправильности первого из них, достаточно вспомнить, что отношение констант гравитационного и слабого взаимодействий составляет примерно 10^{-34} . Так что малые параметры в физике встречаются. <...>

Что касается утверждений о том, что равенство нулю массы фотона следует из теории, то по этому поводу можно сказать следующее.

Если бы масса фотона не равнялась нулю, то со специальной теорией относительности ничего плохого не произошло бы; просто скорость, входящая в преобразование Лоренца, была бы не скоростью света, а предельной скоростью c , к значению которой стремятся скорости всех тел, когда их энергия становится много больше их массы.

В рамках квантовой электродинамики равенство нулю массы фотона является следствием так называемой градиентной инвариантности второго рода. Однако отсутствие градиентной инвариантности второго рода не приводит

к каким-либо трудностям, в отличие от градиентной инвариантности первого рода, нарушение которой означает несохранение заряда.

В действительности градиентная инвариантность второго рода является не причиной, а математическим выражением равенства нулю массы фотона. Квантовая электродинамика с отличной от нуля массой фотона не имеет никаких теоретических пороков: заряд в ней сохраняется, она перенормируема. В некотором смысле она даже проще, чем обычная электродинамика... <...> Таким образом, вопрос о массе фотона – это вопрос не теоретический, а экспериментальный» [33, с. 131].

Как сообщалось в журнале «Успехи физических наук», в 1975 г. было экспериментально определено, что масса покоя фотона $< 6 \cdot 10^{-16}$ эВ [46]. В лабораторных условиях Р. Лэйкс (США) определил, что масса покоя фотона $< 7 \cdot 10^{-17}$ эВ. Методика основана на измерении аномального момента вращения маятника Кавендиша, помещённого в магнитное поле [45]. Б. Шефер из Йельского университета с точностью $6 \cdot 10^{-21}$ вычислил, что $m_\gamma < 10^{-44}$ г. Значение получено из данных о спектрах космических γ -всплесков [44]. Из анализа других астрономических данных было определено, что масса фотона $\leq 3 \cdot 10^{-60}$ г [72, с. 175].

Анализ экспериментов, проведённый авторами статьи [33], показал, что верхние границы для массы фотона должны быть от 10^{-9} (де Бройль) до 10^{-21} (Гинцбург) от массы электрона. В заключении авторы задают вопрос: а нужно ли стремиться понизить предел для массы фотона, если теория с нулевой массой фотона с эстетической точки зрения выглядит привлекательней, чем теория с ненулевой массой, и если нет каких-либо теоретических оснований для введения массы фотона? Ведь не видно, чтобы решение хотя бы какой-либо из многочисленных проблем современной теории элементарных частиц было бы облегчено наличием у фотона массы. «Однако эстетические аргументы часто оказывались ошибочными», – отвечают авторы на свой вопрос. Далее они анализируют, как может повлиять предположение о том, что $m_\gamma \neq 0$, на другие, как правило, математико-феноменологические теории, т. е. на результаты измерений физических величин, получаемых в этих теориях. Например, делается теоретический вывод о том, что наличие у фотона массы привело бы к тому, что скорость света в вакууме не была бы универсальной постоянной, а зависела бы от его энергии. Поскольку анизотропии скорости света в вакууме не наблюдается, делается вывод о том, что предположение $m_\gamma \neq 0$ неверно. Однако, как следует из законов формальной логики, отсутствие анизотропии может свидетельствовать также и о пороках теории, которая приводит к выводу об анизотропии света, если $m_\gamma \neq 0$.

Л. де Бройль писал: «Величина m_0 должна иметь, по-видимому, самое большее порядок 10^{-50} г» [11, с. 563]. Рубаков в статье 2003 г. пишет о том, что в КЭД можно ввести малую массу фотона (и слабое несохранение электрического заряда) ценой введения гипотетических частиц с зарядом меньше $10^{-3}e$, где e – заряд электрона [52]. Шульга для массы фотона получил теоретическое значение $7,37 \cdot 10^{-51}$ кг [81]. Массу фотона он назвал *квантоном*.

Как видим, наличие малой массы у фотона не отрицается ни экспериментом, ни теорией. Да и как иначе можно было бы объяснить, например, удаление с поверхности посторонних атомов и молекул (фотодесорбция) у всех щелочных металлов, у серебра, золота и алюминия. Причём чем неидеальнее поверхность, тем интенсивнее фотоэмиссия; поверхность в результате «полируется» [74]. Свет может привести во вращение крыльчатку игрушечного радиометра. Этот факт математик Клайн объясняет так: «Ясно, что световое излучение обладает массой, которая, ударяясь о крылышки радиометра, заставляет их вращаться» [29, с. 194].

По поводу массы покоя Клайн дополняет: «Частица-волна фотон не может иметь отличную от нуля массу покоя (т. е. обладать массой, если фотон не движется), ибо при движении со скоростью света масса фотона была бы бесконечной. <...> Всюду, где присутствует энергия, присутствует и масса» [29, с. 220].

Клайн чётко разграничивает понятия *масса фотона* и *масса покоя фотона*. Методологически взвешенными можно считать также рассуждения В. А. Фока: «В физике известны явления, когда вся энергия, соответствующая массе покоя тела, может превратиться в энергию излучения (которая, конечно, обладает той же массой). Обратное, энергия массы покоя может возникнуть за счёт энергии излучения. Примером может служить явление превращения пары электрон – позитрон в гамма-квант и обратное явление порождения гамма-квантом такой пары» [73, с. 153]. «...Закон сохранения энергии есть в то же самое время закон сохранения массы» [73, с. 154].

В старой релятивистской физике, где у фотона была масса, различали *массу* и *массу покоя*. Нулю была равна масса покоя фотона, и это было логично. Сегодня понятие массы одно, она уже не растёт с увеличением скорости [47], и возникли логические противоречия, например, энергия у фотона есть, а массы нет. С. И. Вавилов обратил внимание на то, что «по общему принципу эквивалентности энергии и массы пучку света должна быть приписана масса, независимо от того, какова природа света» [14, с. 119].

Как определено в современных научных изданиях, например в энциклопедическом словаре [70, с. 826], фотон – это элементарная частица, или квант электромагнитного излучения, с *массой покоя*, равной нулю. При этом утверждается, со ссылкой на опытные данные, что масса покоя фотона $m_\gamma < 4 \cdot 10^{-21} m_e$, где m_e – масса электрона. Понятно, что такие *опытные данные* не могут быть получены непосредственно, поскольку не существует системы отсчёта, в которой фотон покоится. Оценка массы фотона – косвенно полученная величина, следствие некоторой теоретической модели.

А что же это такое – *масса покоя*? Понятие встречается в справочной, учебной и научной литературе. Можно ли без уточняющего термина обойтись и говорить просто *масса*? В публикациях, посвящённых теории относительности, – да. После публикации статьи Л. Б. Окуня [47] многим стало ясно, что при наличии понятий *энергия покоя* и *релятивистская энергия* разделение понятия *масса* на *массу покоя* и *релятивистскую массу* излишне

и неконструктивно. Однако, если говорить о фотоне (и других *безмассовых* частицах), не всё так просто и однозначно. Понятие «энергия покоя» к этой частице не применимо в принципе – частица рождается в момент излучения и исчезает в момент поглощения, а вне движения не существует. Само понятие «момент» в данном случае – относительно длительный отрезок времени, для квантов оптического диапазона длительность излучения имеет порядок 10^{-8} с, что в принципе позволяет вводить в теорию пространственную протяжённость кванта, но это тема отдельной дискуссии. Мы вернёмся к этому вопросу дальше.

О *кванте света* сказано [70], что это – то же самое, что и фотон. Другими словами, квант лучистой энергии отождествляется в современной теории с точечной безмассовой частицей, которая тем не менее может иметь различные энергии и импульс, имеет спин и поляризацию, может терять или приобретать часть энергии при взаимодействии с веществом. Из экспериментов со световыми потоками большой плотности известно, что сечение рассеяния фотона на фотоне не равно нулю, и это отражено в современной квантовой теории [1]. Но если частица имеет, пусть даже малое, ненулевое поперечное сечение, то этот *факт противоречит утверждению о точечности частицы*.

А. М. Мостепаненко пишет: «В квантовой теории поля частицы считаются точечными (противоречит теории относительности протяжённость частиц), но опыт показывает, что частицы занимают определённую область пространства и имеют определённую структуру» [41, с. 98].

Обратим внимание: когда возникли представления о физическом вакууме как физической среде, почему-то не была отпущена в отставку СТО, которая в нём не нуждалась. Более того, наличие среды приводило к отрицанию этой теории. Как пишет О. А. Черепанов, «математическая наука о движении света оценивает скорость света относительно: а) источника излучения; б) среды распространения; в) движущейся среды. Но выводы строят на опытах с излучением, зафиксированным в виде интерференционных полос» [77, с. 152]. Связь между скоростью света и интерференцией в опыте Майкельсона – тема отдельной дискуссии, но из того, что выбрано: а), б) или в), выводы следует делать принципиально разные. В теории относительности, отрицающей наличие светонесущей среды, скорость света постоянна относительно наблюдателя. Наличие светонесущей среды приводит к выводу, что скорость света постоянна относительно среды. Может быть, пора уже внести необходимые коррективы в основы фундаментальных представлений? Тогда не будет формальных препятствий ввести, пусть даже малую, массу фотона.

Если частица переносит энергию, как же может быть, чтобы у неё отсутствовала масса? Подобный теоретический пассаж нарушает общепринятую пропорциональность энергии и массы. А поскольку существует световое давление, то из этого факта следует, что излучение обладает инерционными свойствами – т. е. опять же имеет массу, так как масса – мера инертности. Если же импульс фотона определять через энергию, без массы (как в теории

относительности), то энергия фотона $E = pc = h\nu$, и получаем замкнутое математическое описание без физических ответов на фундаментальные вопросы.

С нашей точки зрения, излучение переносит массу, следовательно, имеет массу, но в этом случае возникают противоречия с эйнштейновской версией СТО. Если признать, что фотон имеет ненулевую массу, то, согласно формулам СТО, при движении частицы со скоростью света релятивистская энергия и связанная с ней масса обращаются в бесконечность.

Точно так же, например, из-за несовместимости с СТО, не принимается пространственная протяжённость кванта в направлении движения, предлагаемая некоторыми авторами [34, 39, 40]. Согласно СТО, если тело конечных размеров движется со скоростью света, то его протяжённость в направлении движения должна быть нулевой – это следует из преобразований Лоренца. Из-за несовместимости с СТО не принимаются также любые варианты классического истолкования *спина* частиц микромира.

Частицы считаются точечными не только из-за того, что не выявлена их структура экспериментально, но более всего из-за того, что не точечный характер частиц нарушает общепринятый математический метод дедуктивного построения теории. Сама же квантовая теория строится так, чтобы математический формализм адекватно описывал совокупность *уже полученных* экспериментальных данных, не затрагивая рассмотрение *механизма физического явления* и тем самым лишая теорию возможности *объяснять*. Не может быть сомнений в том, что в природе любое событие имеет и свой *механизм*, и свою *причинность*, но принципы современной квантовой теории не допускают проникновение этих понятий внутрь математического формализма.

Следует уточнить: масса фотона, т. е. переносимая излучением масса, – это не *масса покоя* (масса неподвижной частицы), а *динамическая масса*. Поскольку фотон существует лишь в состоянии движения, его масса существует лишь в динамике, у движущейся частицы. В лабораторной системе отсчёта, для которой пишутся уравнения движения, массу фотона действительно можно считать нулевой, потому что в состоянии покоя эта частица просто не существует. Излучение уменьшает массу излучателя и увеличивает массу тела, поглощающего излучение, и этот факт даёт право говорить о динамической массе частиц, но не позволяет вводить в рассмотрение массу фотона в состоянии покоя. В этом *и только в этом* смысле, чисто формально, масса покоя фотона равна нулю.

Зададимся вопросом: почему в учебной и справочной литературе, в том числе в энциклопедической, понятие «масса покоя» продолжает существовать, несмотря на отрицание этого понятия в публикациях, посвящённых СТО, как, например, в статье Л. Б. Окуня [47]? Не является ли оно лишним? И можно ли без этого понятия построить логически стройное изложение научных фактов?

С нашей точки зрения, без уточняющего понятия «масса покоя» невозможно построить непротиворечивую в физическом смысле теорию *безмассовых калибровочных бозонов* – безмассовых в лабораторной системе отсчёта.

Если бы *в процессе движения* частица не имела массу, то она обязана была бы быть частицей без энергии и без импульса, что невозможно в принципе, так как это противоречит экспериментальному базису физики.

Повторим ещё раз: утверждение о *нулевой массе покоя* означает лишь то, что *частица в покое не существует*, а существует лишь в динамике, как квант энергии. Для калибровочных бозонов целесообразно было бы также использовать понятие *динамическая масса*, что, во-первых, исключает парадоксальность изложения фундаментальных основ физики, и, во-вторых, не противоречит экспериментальным основам физики. Понятие «масса» фундаментально, но уточняющее понятие «масса покоя» обязано иметь альтернативу. Если при этом придётся корректировать некоторые постулаты и принципы теории, то с этой неизбежностью следует примириться, – математика в физике должна быть вторичной. Впрочем, сохранение понятия «масса покоя» в физике частиц уже предполагает наличие скрытого альтернативного понятия «динамическая масса».

Будущие успехи физики неотделимы от экспериментального изучения среды, заполняющей космическое пространство. Понятие «эфир» было связано с механикой, механические свойства эфира не были обнаружены, но из этого не следует, что *физическая среда* не существует. *Физический вакуум* сегодня – это всего лишь набор математических параметров, а не объект физического изучения. Столетие назад от изучения этой среды отказались, но, может быть, это время наступает сейчас? По нашему мнению, для выхода из *кризиса понимания* в фундаментальных исследованиях следует отказаться от диктата красоты математического формализма и начать поиски физически (качественно) понимаемой картины физических явлений.

Точечный характер и нулевая масса фотона – идеализированные понятия, без которых немыслима современная квантовая теория. В то же время формально-математическое изложение физики – реальный тормоз для физического осмысления реальных законов природы и для дальнейшего развития оптики как фундаментальной науки. Сохранение понятия «масса покоя» и введение понятия «динамическая масса» для частиц, считающихся безмассовыми, устраняет один из парадоксов (существование частиц с нулевой массой), делает физику более понятной и, как это ни странно, не искажает математический формализм, внося поправки лишь в методологию физической науки.

2.5. Материальная среда Вселенной

Как известно, отрицание материальной среды, заполняющей космическое пространство, началось одновременно с созданием СТО. Клайн пишет: «Понятие эфира Эйнштейн решительно отверг. Вопрос о том, каким же образом распространяется свет, по-прежнему остался открытым. По словам Гёте, величайшее искусство, как в теории, так и в практической жизни состоит

в том, чтобы превратить проблему в постулат. Именно это и сделал Эйнштейн в 1905 году» [29, с. 190].

Известно также, что это не помешало Эйнштейну в дальнейшем оправдать эфир: «Отрицать эфир – это в конечном счёте значит принимать, что пустое пространство не имеет никаких физических свойств» [82, с. 687].

Космическая среда, или эфир, до сих пор не изучается физическими методами, поэтому публикации на эту тему, как прошлые, так и современные, – предположительны, гипотетичны. В качестве гипотезы эфир либо отрицается, либо вводится в рассмотрение. Например, И. М. Дмитриевский достаточно доказательно предполагает, что надо искать и обосновывать новую физическую парадигму, в которой не будет выброшена из рассмотрения физическая среда, заполняющая пространство Вселенной. Но, замечает он, поиски этой фундаментальной среды нелегки: «Об этом свидетельствует история эфира. Неудачи в реализации этой идеи связаны, по-видимому, с подходом, основанным на гипотетических предположениях о свойствах эфира. Эфир В. Ацюковского, А. Заказчикова и др., физический вакуум (тоже разновидность эфира) Г. Шипова, Ю. Баурова и др., продвигая квантовую механику вперёд, не добавляют тем не менее понимания физике и в этом смысле подобны гипотетическим „эпициклам Птолемея“. Поэтому надежда на обретение физического смысла связана не с новыми талантливими вымыслами, а с опорой на обнаружение реального природного явления. Наиболее перспективным претендентом на роль универсальной среды из известных природных явлений является реликтовое излучение Вселенной...» [25].

Дмитриевский считает, что до сих пор никто не рассматривал микроволновое фоновое излучение (МФИ) в качестве претендента на роль активной среды. Но это мнение не соответствует историческим фактам. После обнаружения микроволнового фона в 1963 г. Я. Б. Зельдович отметил, что это даёт возможность ввести своеобразную универсальную, выделенную систему отсчёта – ту, в которой фон изотропен (так называемую сопутствующую систему отсчёта) [26]. Относительно неё Солнце движется со скоростью примерно $400 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$ в направлении созвездия Льва [79]. Независимо от исторической неточности, идея Дмитриевского заслуживает внимательного изучения.

К магистральной теме нашей работы, связанной с физической природой света и изложенной в следующих главах, тема материальной среды Вселенной имеет прямое отношение, так как наша модель предполагает, что свет распространяется в среде и является частью этой среды. В данном параграфе мы лишь знакомимся с некоторыми публикациями по этой теме.

В своей статье, опубликованной в Интернете, А. В. Рыков пишет: «...так как в физике эфир выброшен из рассмотрения, то остаётся только утверждать, что существует парадокс. В чём он состоит? Волна в чистом виде – это гармоническое явление, бесконечное на пути движения. И это понятие противоречит тому, что частица есть ограниченный в пространстве объект. Полная несовместимость понятий „волна“ и „частица“ настолько поразили

воображение физиков, что они вынуждены утверждать, что не существует такое понятие, как траектория частицы, оно выходит за рамки здравого смысла. Ибо в полной пустоте нет причины для волнообразного движения частицы, кроме того, что частица унаследовала волновые свойства от рождения. <...> На самом деле частица движется по винтовой траектории. <...> На память приходит геометрическое построение учительницы В. А. Быковой, которая много лет назад начертила прохождение частиц с винтовой траекторией через щели дифракционной решётки. На воображаемом экране она получила точную интерференционную картину. Свой чертёж она показала академику Лаврентьеву, который сказал примерно так: „Картина любопытная, но в физических журналах Вас не поймут“. <...> Перед нами образец того агностицизма или отказа от здравого смысла, который властвует с начала века и по сие время. Самое удивительное то, что вся эта концепция происходит из одного единственного акта – непризнания реальности эфира! <...> Парадокс волна – частица явился центральным заблуждением в физике, определившим на десятилетия многие современные представления о Природе, противоречащие реальному устройству мира» [53].

Среди публикаций можно найти примеры, представляющие любые точки зрения. Например, в своей известной книге Э. Тейлор и Дж. Уилер пишут: «Согласно современным взглядам, для распространения света вообще не требуется никакой среды» [67, с. 104].

Это пример нетерпимости к инакомыслию, но встречается и безразличие к теме эфира. Например, А. Пуанкаре писал: «Имеет ли эфир реальное существование? Для нас вопрос этот представляется мало важным. Окончательное решение его предоставим метафизикам. С нашей точки зрения, существенно важно лишь то обстоятельство, что всё в природе происходит так, как если бы он существовал на самом деле, и затем, что гипотеза эфира удобна для истолкования явлений» [51, с. 207].

Современный автор Л. А. Калинин считает, что «существует два подхода к пространству и времени: старый (пространство – пустоеместилище объектов, а время – абсолютный отсчёт длительности всего происходящего) и новый (пространство, время или пространство-время наделяются физическими свойствами, которые влияют на физические объекты и процессы)» [28, с. 36]. Их наделяют плотностью, кривизной, сокращением, удлинением, дискретностью и т. п. Как только пространство и время наделяют физическими свойствами, так сразу эти качества сами становятся предметом изучения. Вопрос усложняется и запутывается. Калинин считает, что пустое пространство и время-счётчик, или пространство-время, наделённое физическими свойствами, – оба подхода правомерны, если дают реальные результаты.

Объективности ради следует признать, что публикации о необходимости возврата к изучению материальной среды Вселенной встречаются сегодня часто. А примерно полтора столетия назад эта идея была доминирующей. Например, А. Г. Столетов считал, что «...из мало понятных нам

невесомых, которыми еще недавно изобиловала физика, может быть, только одна космическая среда удержится в физике позднейшей» [цит. по: 8, с. 212].

Приведём ряд других примеров. В книге «История эфира» М. В. Терентьев пишет: «...если не связывать эфир с конкретными механическими представлениями... то физический вакуум и эфир обозначают одну и ту же сущность» [68, с. 9]. «...Нет никаких шансов как следует понять фундаментальные свойства материи... не разобравшись в свойствах физического вакуума или эфира» [68, с. 10]. «...Нет простых и вечных критериев того, где кончается „наука“ и начинается „ненаука“. Но в каждую историческую эпоху имеются свои допустимые и понятные серьёзному исследователю границы, за которыми умозрение превращается в патологию» [68, с. 31].

По нашему мнению, желание понять физические явления на качественном уровне сегодня, к большому сожалению, считается патологией.

И. Ньютон в письме к Бентли (25 июля 1692 г.) писал: «Не разумно считать, что неживая, грубая материя будет действовать (без посредства чего-то ещё, что не материально) и влиять на другую материю без взаимного контакта. <...> То, что гравитация должна быть внутренним и существенным качеством материи, так что одно тело может действовать на другое на расстоянии через вакуум, без посредства чего-то ещё... является для меня столь великим абсурдом, что, я думаю, ни один человек, хоть немного компетентный в философских вопросах, никогда такую точку зрения не примет» [цит. по: 68, с. 75].

Противоречивым во взглядах Ньютона можно считать то, что сам он рассматривал промежуточную среду нематериальную. Такими же противоречивыми можно считать и современные представления. С одной стороны, материальная среда уже признаётся. «...Было введено принципиально новое понятие – физический вакуум, качественно отличное от классического понятия „пустота“. Вакуум наполнен виртуальными парами электронов и позитронов, виртуальными фотонами, а также виртуальными парами и фундаментальными квантами других типов. Последние оказывают влияние на свойства реальных объектов, что проявляется в перенормировке заряда и массы, в эффектах поляризации...» [57, с. 974]. «...Новейшие открытия наблюдательной астрономии указывают на существенную роль во Вселенной так называемой вакуумной материи или квинтэссенции как существенно нового материального объекта» [57, с. 978].

С другой стороны, если среда существует, то свет не может распространяться вне этой среды. Следовательно, скорость света – это характеристика среды.

В современной физике скорость света можно вычислить по формуле $c = (1/\mu\varepsilon)^{1/2}$, где μ и ε – магнитная и электрическая характеристики среды. Поскольку у вакуума также есть ненулевые значения этих величин, это говорит о том, что физический вакуум – это физическая среда. Значит, её необходимо изучать физическими методами [54, с. 6].

О том, что «эфир – тайный постулат теории относительности (ТО), под видом пространства-времени», писал Черепанов [77, с. 43]. Дирак напомнил о том, что «...в современной физике основная трудность заключается в вакууме» [24, с. 13]. Клевцов обратил внимание на то, что «требованию абберрационного смещения удовлетворяет лишь неподвижный мировой эфир» [31, с. 13], а «физически сила без среды непонятна» [31, с. 80]. Вавилов, упорно искавший в физическом явлении физический смысл, писал, что «представить себе механический образ притяжений и отталкиваний без посредства промежуточной среды невозможно, а говорить о волнах в геометрической пустоте, это, по словам Эдсера, то же, что рассказывать о росте народонаселения на необитаемом острове» [14, с. 11]. «По своему смыслу гипотеза эфира непосредственно объясняет фундаментальный факт независимости скорости света от движения источника. Объяснение – чисто гидродинамическое, такое же, как для распространения волн на воде и звука в воздухе» [14, с. 12].

Все рассмотренные в данном параграфе точки зрения можно обобщить коротким естественным выводом: материальная среда Вселенной существует, и её следует изучать физическими методами, т. е. экспериментально. Для начала такого изучения известно не так уж мало: электрические и магнитные свойства, а также постоянство скорости света относительно этой среды. Но проблема исключительно сложна, и скорый успех на этом направлении ожидать нельзя.

Что же касается квантово-релятивистской парадигмы, то её физическую интерпретацию и соответствующую философию надо просто отбросить, оставив ритуальные математические методы лишь для прикладных целей. Если, разумеется, подобные прикладные расчёты, свободные от перенормировок и прочих математических подгонок, существуют. Необходимо строить теорию, которая в основе своей имела бы ясное понимание физического процесса.

2.6. Итоги обсуждения

1. Волновые представления о свете и соответствующая математическая теория навсегда останутся в качестве расчётного аппарата в прикладных целях, но истинная причина проявления *волновых* свойств – это периодичность неких, до сих пор непонятых, микропроцессов, происходящих в процессе излучения.

2. Исследование физической природы света неотделимо от исследования светонесущей среды (эфира, физического вакуума), заполняющей пространство Вселенной.

3. В настоящее время ясного, доказательного и общепринятого понимания физической природы света нет. Судя по обилию неортодоксальных публикаций на эту тему и по отдельным высказываниям в публикациях ведущих учёных, потребность в таком понимании уже назрела.

ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА СВЕТА: ЭВРИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Я никогда не испытываю чувства полного удовлетворения до тех пор, пока не построю механическую модель изучаемого объекта. Если мне это удаётся, то я сразу всё понимаю, в противном случае не понимаю. Мне хотелось бы понять природу света как можно полнее, не вводя вещей, которые я понимаю ещё меньше.

Лорд Кельвин [цит. по: 9, с. 262]

3.1. О содержании этой главы

Как точно и верно отметил Ф. Энгельс, формой развития естествознания является гипотеза [26, с. 207]. Теоретические гипотезы в науке важны как возможностью предсказания новых эффектов, так и способностью усовершенствовать существующую теорию. Устранение противоречий, упрощение исходных положений может стать ключевым моментом в процессе познания. В третьей главе представлена гипотеза о физической природе света.

В теоретическом плане научная идея должна формулироваться таким образом, чтобы стало возможным осуществление логической проверки – для каждого тезиса должен существовать антитезис, но настоящая проверка научной гипотезы в естествознании осуществляется экспериментально. Как справедливо заметил А. Салам, «...качественная идея не пробивает себе дорогу в физике до тех пор, пока не появляются возможности для её количественной проверки» [16, с. 238]. По этой причине не всякая идея имеет право называться научной. В качестве примера, любой желающий может попытаться опровергнуть высказывание Р. Гроссетеста, теолога и философа, жившего в XII–XIII вв., который считал, что мир был сотворён «...посредством диффузии света, распространяющегося из начальной точки, образуя сферическую форму» [цит. по: 13, с. 84]. Для подтверждения или опровержения в данном случае не за что уцепиться, невозможно предложить опыт для подтверждения или опровержения. Идея Гроссетеста выглядит как естественно-научная, но она далека от естествознания.

Широко известно высказывание неизвестного автора: *свет – самое тёмное понятие современной физики*. То, что мы можем наблюдать, это не сам свет, а результат его взаимодействия с веществом. Разнообразие проявлений такого взаимодействия создаёт разнообразие модельных представлений, но люди всегда стремились и будут стремиться создать такую модель, которая объясняет все или *почти все наблюдаемые свойства света*. В данной главе и в двух последних главах представлены результаты творческих усилий автора в этом направлении.

Магистральная физическая идея, на которой базируется авторская модель, представляемая ниже, заключается в следующем: квант света (фотон) – не элементарен, и уже в современных условиях на базе накопленного наукой экспериментального материала можно *анализировать и уточнять теоретические представления о физической природе кванта*. Как итог, получено качественное понимание единства волновых и корпускулярных свойств излучения. В представляемой модели практически нет формальных рассуждений, а предлагаемые особенности модели, как правило, базируются на известных экспериментальных фактах и имеют наглядное описание. Новое знание, которое можно получить методом формально-логических построений, или уже получено, или будет получено другими исследователями. Метод, который используется в данной работе, – это *интуитивно-образное проникновение во внутреннюю логику физического процесса, формирование наглядной модели и анализ этой модели на отсутствие противоречий с результатами наблюдений, экспериментов и здравым смыслом*. С нашей точки зрения, неформально понимаемый *здравый смысл* заложен в основу мышления на генетическом уровне. Здравый смысл способствовал выживанию предков человека в физическом мире, он откорректирован и отшлифован эволюционно. Здравый смысл может дать искажённое отражение действительности только тогда, когда это понятие ошибочно привязывают к формально-позитивистскому методу построения абстрактных моделей, лишённых качественной интерпретации.

Зная о том, какой негативный окрас имеют понятия «здравый смысл» и «интуиция» в современном, насыщенном математикой научном сообществе, хочется защитить эти понятия ссылками на авторитетных классиков. В своей работе «Физика и философия. Часть и целое» Гейзенберг, обсуждая модель атома Бора, пишет о том, что «свои результаты Бор получил не путём вычислений и доказательств, а путём интуиции и догадок» [5, с. 169]. «Модели выведены или угаданы исходя из опыта, а не получены с помощью теоретических расчётов» [5, с. 172]. Гейзенберг делает общий вывод: «Неверно, что в науке есть только логическое мышление. Фантазия в науке о природе играет решающую роль. Для собирания фактов нужна трезвая, тщательная работа (экспериментальная), но упорядочение фактов удаётся только тогда, когда человек умеет скорее вчувствоваться, чем вдуматься в явления» [5, с. 169]. Практически о том же писал Фок: «...великие, да и не только великие

открытия, делаются не по правилам логики, а догадкой, иначе говоря, путём творческой интуиции» [22, с. 498].

Чтобы стал понятнее *литературный приём*, которым в третьей и четвёртой главах представлена модель кванта света, можно коротко обрисовать историю её возникновения и развития. Первые мысли о структуре кванта (фотона) появились у автора в начале 1980-х, а первые статьи были опубликованы (депонированы в ВИНТИ) в конце 1990-х. Далее было опубликовано множество статей в нереферируемых изданиях, несколько книг⁹, а также сделано большое количество докладов на конференциях, в том числе с участием учёных федерального и международного уровней. Благоприятных официальных откликов на работу не было. Более того, в частной переписке, в частных беседах, при обсуждении на конференциях и в редких полуофициальных отзывах выяснилось, что никто суть модели не понял. Даже критика была не по существу; критиковалась не авторская модель, а то, как оппонент понял эту модель. Автор и критики говорили на одном языке, но о разном. Как справедливо заметил Гейзенберг, «когда доводы не соприкасаются, проблему нельзя решить путём соглашения или решения» [5, с. 124].

Что этому главная причина, в целом понятно – инерция привычных представлений в рамках квантово-релятивистской парадигмы. Именно по причине подобной инерции, связанной с волновыми представлениями о свете, и Бор, и Планк, и многие другие учёные долго не могли принять идею квантов Эйнштейна. Бороться с инерцией мышления трудно, и лишь время расставляет всё по своим местам.

Однако в нашем конкретном случае видится и другая возможная причина непонимания оппонентами представляемой модели – неудачное изложение материала. До сих пор автор, предлагая модель, пытался тут же обосновать её, перемешивая и саму гипотезу, и обосновывающие её аргументы, и вторичные детали. Автор не учитывал, что современное научное сообщество воспитано на аксиомах, теоремах и постулатах.

А что если это основная причина непонимания гипотезы о физической природе света? По этой причине в данной работе автор слегка изменил порядок изложения. В третьей главе формулируется суть модели в виде постулата, лишь в самом начале перечисляется несколько исходных идей и некоторые экспериментальные факты. Всё остальное, т. е. разъясняющие детали, вводится как следствие в четвёртой главе.

Изменение характера изложения не может привести к тому, что гипотеза станет *вернее*, но автор надеется, что она станет понятнее предполагаемым оппонентам.

Понятие «квант» в данной работе используется в том же смысле, что и понятие «фотон».

⁹ Список публикаций автора о физической природе света – в конце книги.

3.2. Теоретические и экспериментальные предпосылки

Итак, вначале – исходные идеи, которые можно *постфактум* позаимствовать у классиков физики.

Л. де Бройль в статье 1923 г. писал: «Атом света с полной энергией, равной $h\nu$, является областью внутреннего периодического явления...» [3, с. 566]. О периодичности какого-то внутреннего для кванта процесса говорит также сам факт наличия частоты ν в выражении $h\nu$. Математически мыслящий физик усматривает в этом подтверждение корпускулярно-волнового дуализма, так как частота – понятие из волновой модели света. А что если это не формальная частота, а частота реально происходящего события в процессе излучения кванта?

С этой идеей перекликается созданный Дираком метод вторичного квантования: «По его собственным воспоминаниям, Дирак задумался над вопросом: „Что будет, если взять волновое уравнение Шрёдингера и попробовать применить процесс квантования к самой волновой функции?“ <...> Так возник метод, известный как теория вторичного квантования» [цит. по: 17, с. 970].

Дирак мыслил формально, математически, но, говоря предельно простым языком, происхождение частоты ν в формуле Планка $h\nu$ для энергии кванта должно быть каким-то образом связано с частотой некоторых более коротких событий в процессе излучения кванта. «Идею совпадения результатов классической и квантовой теорий в предельном случае малых частот излучения... Бор применил уже в первой части своей работы 1913 г., предположив, что частота квантового перехода ν между соседними круговыми орбитами большого радиуса в атоме водорода... совпадает с частотой обращения... электрона по этим орбитам», – пишет М. А. Ельяшевич в работе [6, с. 684].

В те годы, когда разрабатывались основы квантовой теории, предполагалось, что частота испускаемого или поглощаемого излучения совпадает с частотой движения в атомной системе. Сегодня известно, что равенство этих частот «...имеет место лишь только для гармонического осциллятора» [6, с. 683].

О связи частоты излучаемого света с частотой неких процессов внутри атома размышляли многие. «Как электрон „выбирает“ определённую орбиту перед переходом? Как перед прыжком на неё он „решает“, с какой частотой колебаться?» – обозначила интересную проблему Б. Клайн [8, с. 154]. Это было тем более непонятно, так как выяснилось, что «частота вращения электрона по орбите не равна частоте излучения» [8, с. 175].

Паули уточняет: «Всё это в целом действительно выглядит крайне загадочным. <...> Частота колебаний испускаемого света находится где-то посреди между частотами вращения электрона по орбите до таинственно-

го скачка и после него. Всё это, в сущности, полное безумие» [цит. по: 1, с. 28].

Таковы некоторые теоретические предпосылки, о которых, впрочем, автору стало известно намного позднее появления собственных идей. А теперь – несколько исходных экспериментальных фактов, которые автору были известны в самом начале.

Частица света – фотон, в современной теории считается элементарной, точечной, безмассовой и бесструктурной. Считается также, что фотон движется с численно одинаковой скоростью для всех наблюдателей, находящихся в различных ИСО. Но эксперименты со светом *туда и обратно* подтверждают лишь инвариантность *средней скорости света туда и обратно* [18]. Экспериментально подтверждена инвариантность фазовой скорости света, а переносить выводы на групповую скорость света (скорость фотонов) физически некорректно. О наличии у фотона ненулевой динамической массы мы уже рассуждали. Кроме того, фотон имеет спин, но *точка* не может иметь вращательного момента.

Несмотря на предполагаемую инвариантность скорости, фотон может иметь различные энергию и импульс, имеет спин и поляризацию, может терять или приобретать часть энергии при взаимодействии с веществом. Сечение рассеяния фотона на фотоне не равно нулю. Изменение характера движения источника света относительно наблюдателя приводит к эффекту Доплера. Продолжительность излучения фотона атомом или молекулой конечна – излучение происходит не мгновенно. Перечисленные факты противоречат утверждению об *элементарности фотона*.

Последний аргумент – *квант излучается не мгновенно* – это очень сильное опровержение теоретического пассажа о квантовых скачках. Излучение оптического кванта совершается за время порядка 10^{-8} с. Об этом, приводя экспериментальные факты и теоретические аргументы, пишет ряд авторов. Например, в учебнике физики Б. М. Яворского и А. А. Детлафа сказано: среднее время жизни атома в возбужденном состоянии (время высвечивания) $\tau = 2,25 \cdot 10^{-8}$ с. Это зелёная линия с длиной волны $5 \cdot 10^{-7}$ м и частотой $3,77 \cdot 10^{15}$ с⁻¹ в вакууме. При этом число колебаний $1,35 \cdot 10^7$ [27].

Другие авторы, ссылаясь на классический расчёт, пишут: «...время жизни τ приблизительно равно нескольким единицам, умноженным на 10^{-8} с» [6, с. 179]. Они же уточняют: «...возбуждённый электрон успевает многократно облететь вокруг ядра прежде, чем излучит квант света и перейдёт в основное состояние» [7, с. 291].

Об этом же пишет философ Поппер: «...согласно как квантовой теории, так и эксперименту, испускание светового кванта, связанное в этой теории с таким переходом, занимает время. С теоретической точки зрения... исходя из соотношения неопределённостей, так как в противном случае частота (энергия) кванта оставалась бы неопределённой. С точки же

зрения эксперимента среднее время может быть рассчитано, например, исходя из средней длины волнового цуга» [14, с. 89].

Кстати, если совмещать волновые и корпускулярные свойства света, представляя фотон-частицу в виде волнового цуга, то следует помнить, что для видимого света это метры вдоль направления движения фотона. Как же тогда быть с постулатом КЭД о точечности фотона?

Интервал времени 10^{-8} с, в принципе, можно измерить, так как точность современных часов порядка 10^{-13} с. В микромире есть события, происходящие значительно быстрее оптических переходов – за 10^{-12} и даже за $10^{-22} \dots 10^{-24}$ с. Такие длительности измеряются косвенно, но по сравнению с ними 10^{-8} с – это вечность. Совершенно очевидно, что микромир – это не только состояния, но прежде всего – процессы. С точки зрения познающего субъекта процессы – это самое интересное из того, что можно познать. В то же время квантовая теория, основополагающее уравнение которой – уравнение Шрёдингера, может давать в качестве решения лишь состояния. Когда невооружённым глазом видна гносеологическая ограниченность теории, трудно заставить себя ревностно охранять её устои.

В таблице 1 представлена информация о времени излучения кванта в атоме водорода [20, 25]. Указанные переходы соответствуют первым линиям в сериях Лаймана, Бальмера, Пашена, Брэкета и Пфунда. И. И. Собельман проводил расчёты по канонам квантовой механики, а А. И. Шидловский – классически, продолжая идею Бора тех времён, когда квантовой теории ещё не было, а существовала лишь идея квантов. Расхождение в расчётах Собельмана и Шидловского – от 38,7 (2p1s) до 20,8 % (6h5g).

Т а б л и ц а 1

Время перехода электрона в атоме водорода

Переход	Время излучения по Собельману t , $\times 10^{-8}$ с	Время излучения по Шидловскому t , $\times 10^{-8}$ с
2p1s	0,16	0,0981
3d2p	1,55	1,04
4f3d	7,25	5,24
5g4f	23,5	18,0
6h5g	61,0	48,3

По другим источникам время электронного перехода имеет такой же порядок. Оценка времени перехода в квантовой теории делается по соотношению неопределённостей для энергии и времени. Экспериментально это время рассчитывают, исходя из длины волнового цуга. Фактически волновой цуг – это тот же квант, но поскольку квант сегодня отождествлён с понятием фотон, а фотон точечный, то о пространственной протяжённости кванта сегодня говорить не принято. Как считается, достаточно того, что протяжённость есть в волновой модели – *волновой цуг*, или *длина когерентности*.

Время излучения, приведённое в таблице 1, в квантовой теории следует интерпретировать как *время жизни атома в возбуждённом состоянии*. Но это формальная квантовая интерпретация, а фактически это и есть *время перехода*. Мгновенные скачки электрона в природе невозможны, для перехода из одного стационарного состояния в другое требуется время.

Перескажем кратко некоторые идеи других авторов, которые близки к нашей модели, представленной в следующем параграфе. Например, по мнению Дебая, излучение надо рассматривать как «игольчатое излучение» [цит. по: 10, с. 232]. В. Н. Прибытков считает, что ЭМ-кванты – это энергетические шнуры, способные сокращаться, удлиняться и взаимодействовать с материей [15, с. 4]. При этом длиной волны автор считает длину кванта [15, с. 5], но эта точка зрения слабо аргументирована. В. А. Смирнов высказал идею о том, что гравитационное красное смещение фотонов в солнечном пространстве – это следствие их вторичного квантования, а принципу наименьшего рассеяния энергии удовлетворяет квантуемый фотон [19, с. 27].

Философ В. П. Бранский высказал несколько идей о структуре элементарных частиц. «...Кажется весьма очевидным, что так называемые элементарные частицы также имеют сложную, более глубокую структуру, которая объясняет, как они могут быть созданы, уничтожены и преобразованы. Но проблема всё-таки остаётся относительно того, как такие дискретные и протяжённые структуры могут трактоваться релятивистски и квантовомеханически» [2, с. 140]. При этом Бранский ссылается на статью Бома [28].

Бранский формулирует парадокс: если частицы бесструктурны, то они не могут быть изменчивыми (превращаться друг в друга). А если изменчивы, то не могут быть «элементарными» [2, с. 140]. Основная идея Бранского, несмотря на минорный вывод, позитивна: существующие глобальные классификации частиц носят сугубо эмпирический характер. Они отражают объективные эмпирические закономерности, но не выходят за рамки феноменологического описания. Физическая сущность наблюдаемых закономерностей остаётся неясной. От этого, в свою очередь, произвол в формулировках закономерностей [2, с. 159].

Сравнительно недавно в журнале «Успехи физических наук» была опубликована следующая информация: «В эксперименте НА63, выполненном в ЦЕРНе, измерялся спектр излучения электронов с энергией 197 ГэВ, пролетающих через два слоя золотой фольги. <...> В фольге электрон испытывает кулоновские взаимодействия с атомами и в результате ускорения излучает фотоны (тормозное излучение). <...> Формирование отдельного фотона происходит не в точке, а на некотором протяжённом участке. При расстоянии между листами фольги 45 мкм в спектре излучения в области энергий $\approx 0,5$ ГэВ наблюдался максимум. Эта особенность спектра связана с тем, что излучение фотона начиналось в первой фольге, а завершилось уже во второй» [11].

О чём, если не о протяжённом фотоне, сообщает эта заметка?

3.3. Модель кванта естественного (теплового) излучения

Основное содержание нашей гипотезы – наличие пространственной протяжённости кванта по направлению движения. Пусть частота излучения ν численно (с необходимой корректировкой размерности) равна числу оборотов электрона при переходе из одного состояния в другое, а время одного оборота равно длительности одного из тех самых микропроцессов, частота появления которых входит в формулу Планка для энергии кванта $h\nu$. Что мы при этом получим?

Во-первых, если мы заменяем частоту ν на количество энергетических порций n , выбрасываемых атомом во время излучения кванта, по одной порции при каждом обороте электрона, то формула $h\nu$ для энергии кванта заменяется на формулу $h_3 n$, где h_3 – константа с размерностью энергии, численно равная постоянной Планка h , имеющей размерность *момента импульса*.

Во-вторых, как известно, «...аддитивность частот есть результат аддитивности энергии» [4, с. 94]. Сложение частот не имеет наглядной интерпретации, а сложение порций энергии – наглядно и понятно.

В-третьих, квант, излучаемый в виде порций энергии в течение некоторого времени в некотором направлении, должен иметь пространственную протяжённость в этом направлении. Грубая оценка даёт протяжённость, измеряемую метрами для оптического кванта, так как скорость частиц света равна $3 \cdot 10^8$ м/с, а время излучения имеет порядок 10^{-8} с. Пространственная протяжённость кванта – это макровеличина, и её можно проверить опытным путём.

Замена $h\nu$ на $h_3 n$ и составляет количественную сторону нашей гипотезы. Порции энергии h_3 , в количестве n составляющие квант, назовём фотами. Слово фот – это часть слова фотон. Фот как порция энергии – это часть энергии кванта. Фот как частица – это элементарное возбуждение вакуума, возможную структуру которого рассмотрим в следующей главе.

Качественно процесс излучения выглядит так. При каждом обороте атом выбрасывает очередную порцию излучения (фот) в том направлении, которое индуцировано взаимодействием с физическим окружением – соседними атомами или молекулами. Сошлёмся в защиту этой идеи на мнение известного учёного-оптика Степанова: «Спонтанное испускание фотона – не самопроизвольно. Оно вызывается взаимодействием атома с окружающим его нулевым ЭМ полем. Атом переходит в более низкое состояние, поле – в более высокое» [21, с. 435].

Фот – это возбуждённое состояние физического вакуума, некий сгусток энергии. Сегодня это проверить экспериментально невозможно. Теоретическое прояснение характера возможного возбуждения физического вакуума (на уровне качественной модели) мы продолжим в следующей главе, мета-

физической по своему содержанию. А вот дискретную структуру кванта, вытянутого в направлении движения, проверить экспериментально можно; мы рассмотрим идею эксперимента в следующем параграфе.

Однажды А. Пуанкаре задал вопрос: «Если электроны обладают круговым движением до выброса, почему они не излучают?» [12, с. 362]. Наша модель позволяет дать на этот вопрос осмысленный ответ: атом излучает во время перехода электрона между двумя стационарными орбитами, и делает это при каждом обороте электрона, излучая порцию энергии в *разрешённом* направлении. Атом не живёт в возбуждённом состоянии; получив энергию и перейдя на более высокий энергетический уровень, он начинает излучать эту энергию. То, что считается временем жизни атома в возбуждённом состоянии, – это фактически время излучения.

Понятия «физическая теория» и «физическая природа» не тождественны. Волновая *теория* света – это не волновая *природа* света; второе утверждение более сильное и строго не аргументировано.

Разумеется, предлагаемую гипотезу нельзя считать законченной работой. «В отличие от идеализированной программы... реальная программа всегда содержит некоторые неясные моменты» [24, с. 172].

3.4. Проект эксперимента для опровержения пространственной протяжённости кванта

Любая гипотеза нуждается в подтверждающем либо опровергающем её эксперименте, но в отношении подтверждения или опровержения существует некоторое неравенство. Если результат эксперимента не совпал с предсказанием теории, это однозначно теорию опровергает, но если результат эксперимента совпадает с теоретическим предсказанием, это не является окончательным свидетельством в пользу теории. Совпадение свидетельствует лишь о том, что теория не противоречит эксперименту. Предложенную гипотезу о физической природе света также необходимо подтвердить или опровергнуть экспериментально. При этом возможное опровержение можно будет считать окончательным.

Существенная особенность нашей модели – пространственная протяжённость кванта вдоль направления движения, что фактически отрицает существование кванта-фотона как точечной частицы.

Косвенно определяемый параметр – частота, при прохождении света через вещество считается постоянным, а изменяющейся считается длина волны. В нашей модели параметр «частота» заменяется параметром «количество фотов», что также не должно изменяться количественно, если квант не теряет энергию. Если поставить эксперимент, в котором от протяжённого кванта известной энергии будет отсекается часть фотов, то

изменится энергетическая характеристика кванта излучения, так как в одном акте поглощения этого кванта будет участвовать меньшее число фотонов.

Согласно общепринятой интерпретации, уменьшение энергии квантов связано с уменьшением частоты излучения, а в нашей модели это связано с уменьшением числа фотонов внутри одного кванта. При уменьшении энергии кванта в случае отсечения части фотонов регистрирующий датчик, построенный на корпускулярных свойствах света, например на фотоэффекте, должен дать положительный результат, т. е. исчезновение фотоэффекта.

Регистрация света с помощью датчика, использующего волновые свойства, вероятнее всего, не даст положительного результата, так как кинематические параметры усечённого кванта останутся те же.

В качестве иллюстрации предлагаемой идеи приведём следующий пример. Если стоять у железнодорожного полотна, по которому идёт длинный состав, и слушать периодические удары вагонных колёс на стыках рельсов, то при одинаковой скорости поезда мы не услышим разницы в периодичности ударов, если от состава осталась, например, половина вагонов. Но на станции назначения, где будут принимать перевозимый груз, непременно заметят недостаток части товара. В эксперименте, использующем датчик на фотоэффекте, потеря части энергии кванта будет *замечена*, если такая потеря произойдёт, несмотря на то, что кинематический параметр кванта – частота в общепринятой модели – сохранится (или изменится незначительно).

При проведении эксперимента для исключения эффектов нелинейного характера следует использовать не лазерный, а естественный монохроматический свет. Уменьшить длину кванта можно, например, следующим способом.

Пусть металлический диск радиусом $R \approx 1$ м вращается с угловой скоростью ω . На периферии диска имеются узкие щели шириной L , ориентированные от периферии к центру диска. Диск освещается с одной стороны узким пучком естественного монохроматического света так, что свет проходит в момент просветления сквозь одну из щелей и попадает на датчик, расположенный за диском. Энергия квантов $\varepsilon = h\nu = nh_\nu$. Толщина диска пренебрежимо мала.

Протяжённый квант должен пройти сквозь щель неподвижного диска за время $\Delta t \sim 10^{-8}$ с. Если диск вращается, то при некоторой частоте вращения N оборотов в секунду протяжённый квант полностью пройти сквозь щель не успеет и часть фотонов будет отсечена краями щели. Предельная частота вращения, при которой возможно прохождение всего кванта через щель шириной L , задается условием:

$$L = V\Delta t = \omega R\Delta t = 2\pi NR\Delta t. \quad (1)$$

Из (1) получаем формулу для вычисления предельной скорости оборотов диска (число оборотов в секунду), при которой начнётся отсечение части фотонов:

$$N = \frac{L}{2\pi R \Delta t}. \quad (2)$$

Ширина щели L не должна быть очень малой, чтобы эффект дифракции был малозаметен. Пусть $L = 1$ см, а $R = 1$ м. Для кванта, связанного, например, с переходом $3d2p$ в атоме водорода, время перехода $\Delta t = 1,55 \cdot 10^{-8}$ с (см. табл. 1). Для этих значений $N \approx 10^5$ об/с. При такой частоте оборотов металл, из которого сделано кольцо, будет разрушаться. Увеличение радиуса кольца, например на порядок, не решает проблему, так как 10^4 об/с также слишком большая величина.

Необходимую частоту оборотов диска можно снизить до реально допустимой, если в качестве источника света использовать, например, излучение водорода, связанное с переходом $6h5g$. При этом переходе $\Delta t = 61 \cdot 10^{-8}$ с (см. табл. 1). В этом случае частоту оборотов N можно снизить до 2500 об/с, и современные материалы такую нагрузку могут выдержать. Число оборотов можно снизить ещё в 2 раза, если на пути пучка света будет два одинаковых, близко расположенных диска, вращающихся синхронно в противоположных направлениях. В этом случае щель будет перекрываться в 2 раза быстрее, что равносильно уменьшению ширины щели.

Точечные кванты могли бы пройти через щели вращающихся дисков практически мгновенно, и в этом случае наблюдалось бы только изменение интенсивности прошедшего света и слабый дифракционный эффект. Фотоэффект при той же энергии квантов не исчезнет, лишь уменьшится фототок.

Протяжённые кванты будут обрезаны по длине, и в тех явлениях, где проявляется корпускулярная природа света, будет наблюдаться уменьшение энергии квантов. Определив экспериментально, уменьшается ли энергия квантов, можно подтвердить или опровергнуть предлагаемую физическую модель.

Датчик (вещество), для которого наблюдается фотоэффект, должен быть изготовлен (выбран) таким, чтобы для используемого излучения фотоэффект наблюдался в пограничной области, т. е. при незначительном уменьшении энергии кванта фотоэффект должен исчезать.

Другая возможность уменьшить время прохождения квантов на пути к датчику – это применение электрооптического затвора, так как, по отзывам специалистов, для этого устройства время просветления менее 10^{-8} с реально достижимо.

В настоящее время вышеописанный эксперимент в нашей стране ещё не осуществлён. Так как идея опубликована и многократно докладывалась на

международных конференциях и конгрессах, нет гарантии, что эксперимент где-то в других странах не сделают раньше.

Обсуждение предложенной модели показало, что не все учёные активно настроены *против*. Есть сочувствующие, т. е. принявшие идею, но к активным действиям, к экспериментальной проверке гипотезы, они не переходят, хотя такие возможности имеют. В чём причина?

Наиболее вероятная причина – нежелание нарушить корпоративный дух единства и пойти против активного лидирующего ядра, имеющегося в любом научном коллективе. Автор призывает *сомневающихся* решиться и нарушить корпоративный дух единства. Надо хотя бы раз глубоко осознать, а потом всегда помнить, что «...прогресс нашей цивилизации происходит именно благодаря тем учёным, чей психологический тип в какой-то мере обладает чертами, присущими преступникам и гениям, – способностью пойти против неких общепринятых устоев и законов. При этом в академическом научном мире идёт достаточно агрессивная „охота“ на таких исследователей. Так в своё время проводился отстрел волков, пока не выяснилось, что эти хищники так же необходимы в природе, как и зайцы» [23, с. 379].

3.5. Итоги обсуждения

1. В настоящее время считается твёрдо установленным корпускулярно-волновой дуализм: свет проявляет и волновые свойства, и свойства частицы. Противоречия дуализма очевидны, но энергия кванта определяется частотой, а сама частота измеряется только методами волновой оптики. Это создаёт теоретическое единство волновых и корпускулярных свойств. Никто не отрицает, что представить это на уровне качественной модели невозможно.

2. В предложенной нами модели параметр *частота* в формуле для энергии кванта заменяется на безразмерное *количество*, а размерность константы Планка также меняется – вместо *момента импульса* предлагается размерность *энергии*. Появляется возможность осмыслить качественно многие микроявления (см. главу 4). В частности, становится ясно, почему аддитивность частот проявляется как аддитивность энергий. Нарботанный математический аппарат, в котором просматриваются конкретика и физический смысл, сохраняет свои возможности; изменению подлежит лишь интерпретация, т. е. философия физики. Судьбу *абстрактного* математического аппарата предсказать трудно; если он и сохранится в новой модели, то лишь как эталон точности расчётов, к которым надо стремиться.

3. Появляется возможность возврата в экспериментальную по содержанию физическую науку тех, кто не желает *верить*, а стремится *понимать*. При *понимании* вся наука ясна в целом, начиная с основ, а при *вероисповедальном подходе* ясна лишь математическая канва. Всё, что составляет физическую суть, в том числе общепринятые интерпретации, при математическом осмыслении люди обычно принимают на веру.

МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СВЕТЕ: СУБКВАНТОВАЯ СТРУКТУРА

Весь остаток моих дней я хочу размышлять о том, что такое свет.

А. Эйнштейн [цит. по: 14, с. 282]

4.1. Физическая структура фота и фотона

Из экспериментов известно, что при определённых условиях кванты света могут превращаться в электрон-позитронные пары. Возможен и обратный процесс, называемый аннигиляцией. Поскольку кванты света электрически нейтральны, возникает вопрос: куда исчезают электрические заряды при подобном столкновении частицы и античастицы?

Можно предположить, что электрон и позитрон при аннигиляции образуют связанную электрической силой пару, которая электрически нейтральна и обладает вращательным и поступательным движением, полученным при столкновении частиц. Центробежная сила, возникающая при вращении, не даёт зарядам сблизиться, а в целом такая пара – это и есть квант (фотон)¹⁰. Тот факт, что для процесса аннигиляции суммарная энергия взаимодействующих квантов должна быть не меньше суммарной энергии покоя полученных частиц, не противоречит такой идее.

Однако другой факт, связанный с излучением атома, вступает в противоречие с предположением, что фотон – это электрон-позитронная пара. Известно, что процесс излучения кванта атомом – растянутый во времени процесс. Что происходит за время, равное времени излучения? Было бы нелепой фантазией предположить, что на теле атома образуется некая *почка*, которая растёт с каждым оборотом электрона вокруг ядра и в итоге отрывается, улетая от атома в виде частицы. Что могло бы удерживать такую *почку* вблизи атома? Почему за время, предшествующее моменту отрыва, такая структура могла бы быть устойчивой? Какая причина приводит к отрыву?

¹⁰ Автор напоминает, что в данной работе понятия «квант» и «фотон» – синонимы.

Наиболее естественно предположить, что при каждом обороте электрона, возвращающегося в устойчивое стационарное состояние и постепенно теряющего энергию, от атома отрывается и улетает в пространство некий сгусток энергии, названный нами фотом. В этом случае фотон – это вытянутая в пространстве структура в виде *шнура* из дискретных фотов. Суммарная энергия фотов равна энергии кванта. Поскольку атом при излучении теряет (при поглощении приобретает) вращательный момент (момент импульса), а квант света (фотон) переносит момент, фоты также должны иметь вращательные моменты, суммарно составляющие вращательный момент кванта света. Если считать наглядным всё то, что можно объяснить словами, тогда подобная картина процесса излучения наглядна. Требуется лишь дополнить её несколькими штрихами.

Во-первых, сомнение в том, что фоты будут излучаться в одном и том же направлении, можно опровергнуть следующим соображением. Направление излучения не может быть случайным, оно индуцировано характером взаимодействия с окружением атома. Это окружение в тепловых процессах изменяется за время порядка 10^{-4} с – примерно таков период тепловых колебаний атомов в кристалле, а излучение совершается за время порядка 10^{-8} с. Можно считать, что за время излучения кванта физическое окружение атома не меняется, поэтому направление, *выбранное* квантом, остаётся тем же.

Во-вторых, фоты не могут быть совокупностью вращающихся пар *электрон – позитрон*, так как этому препятствует элементарная проверка на закон сохранения энергии. Требуется понять качественно структуру фота. Это и должно стать третьим недостающим штрихом.

В современной теории предполагается, что существует такое явление, как поляризация вакуума. Дирак пишет: «...заряды должны поляризовать вакуум, в результате чего электрические заряды, нормально наблюдаемые для электрона, протона и других электризованных частиц, не суть заряды, действительно несомые этими частицами и фигурирующие в фундаментальных уравнениях, но меньше их» [цит. по: 23, с. 972].

Подобное явление возможно, если в неполяризованном состоянии в физическом вакууме в *свёрнутом* (скрытом) состоянии уже содержатся заряды (+) и (–) знака. Эти заряды нейтрализуют друг друга, возможно, образуя связанную пару, некую единую структуру – *элементарную частицу вакуума* (ЭЧВ)¹¹. Появление вблизи любой из ЭЧВ дискретного электрического заряда приводит к тому, что электрическое содержимое ЭЧВ противоположного знака приближается к дискретному заряду, а электрическое содержимое ЭЧВ одноимённого знака удаляется от дискретного заряда. ЭЧВ поляризуется, образуя своеобразный диполь из небольших долей (+) и (–) зарядов. Если придать такому диполю вращательный момент и дать поступательный толчок, то диполь будет вращаться и перемещаться в физическом вакууме

¹¹ Термин ЭЧВ позаимствован у И. Л. Герловина [8]. Совпадает только термин. ЭЧВ у Герловина – это другая модель.

со скоростью, характеризующей физический вакуум как светоносную среду. Такой движущийся вращательно и поступательно диполь и назван нами фотом.

Разумеется, в подобной модели многое остаётся *за кадром*, и она не претендует на то, чтобы считаться теорией физического вакуума (эфира). Наша задача – предложить *наглядную модель кванта света*, не противоречащую известным экспериментальным фактам. Как уже было процитировано в предыдущей главе, «в отличие от идеализированной программы... реальная программа всегда содержит некоторые неясные моменты» [34, с. 172]. Предложенная нами модель также содержит неясные моменты, но она физически не противоречива и потому нескромно претендует на то, чтобы стать реальной программой исследований.

В то время, когда формировалась идея Бора, физиков мучил вопрос: как квант знает свою частоту, начав процесс излучения? На качественном уровне проблема не решена до сих пор. Наша модель структуры фотона, состоящего из фотов, позволяет это понять именно на качественном уровне. Частота излучения фотов связана с частотой обращения электрона вокруг ядра атома. В процессе приближения к ядру частота оборотов изменяется. Именно по этой причине, как отметил Паули, «частота колебаний испускаемого света находится где-то посреди между частотами вращения электрона по орбите до таинственного скачка и после него» [цит. по: 5, с. 28].

Количество фотов в кванте равно количеству оборотов электрона при переходе. В процессе поглощения кванта атомом фоты начинает поглощать тот электрон, частота оборотов которого равна частоте прихода фотов. Понятие «частота» не отменяется новой моделью, и константу Планка нужно сохранить. Наша модель предполагает другую интерпретацию и константу с другой размерностью с целью наглядной интерпретации.

Ещё раз подчеркнём, что фоты – это не электронно-позитронные пары, где частицы представлены целиком. Это «плюс-минус» пары, где плюс и минус – элементы поляризации вакуума. В данном случае поляризации поперечной по отношению к направлению движения. В силовых линиях Фарадея поляризация продольная, там рассматривается статика.

У фотона, усечённого по длине в предложенном эксперименте (см. главу 3), нет достаточной энергии для извлечения в свободное состояние электрона из вещества или для совершения электронного перехода в атоме. Энергия остатка может тем не менее поглощаться, передавая свою поступательную и вращательную энергию связанному электрону атома. При этом переход электрона в атоме может даже начаться; переход того электрона, частота вращения которого совпадает с частотой прихода фотов, но переход не завершится и электрон вернётся в исходное состояние, передав энергию среде в виде теплового движения.

4.2. Количественные параметры фота и фотона

1. Известно, что между энергией кванта излучения ε и частотой ν существует соотношение:

$$\varepsilon = h\nu, \quad (3)$$

где h – постоянная Планка с размерностью момента импульса.

Покажем, что наличие константы в данном соотношении свидетельствует о дискретной структуре самого кванта.

Частота ν и период T – величины взаимно обратные, поэтому (3) можно переписать в виде:

$$\varepsilon T = h. \quad (4)$$

Если бы период T характеризовал квант в целом, а энергия одного кванта излучалась непрерывно в течение времени T , то существовала бы пропорциональность вида $\varepsilon \sim T$, но из (4) следует пропорциональность вида $\varepsilon \sim T^{-1}$. Следовательно, период T не характеризует квант в целом. В акте излучения кванта интервал времени T характеризует, говоря условно, *скорость* неких процессов, происходящих во время излучения. Другими словами: интервал времени T – это период времени между началом и концом некоторого микропроцесса, между двумя последовательными актами излучения некоторых порций энергии в рамках одного кванта. Чем меньше этот интервал, тем больше будет излучаться таких порций за всё время излучения кванта и энергия кванта будет больше. В стандартной интерпретации в этом случае больше частота кванта.

Математическое соотношение (4) подсказывает нам: природа устроена таким образом, что сам квант состоит из ещё более мелких микрочастиц (субквантов). В квантовой теории это явление названо *вторичным квантованием* и рассматривается лишь формально. Математический аппарат квантовой теории принципиально абстрактен, и физическая суть вторичного квантования в квантовой теории не анализируется.

Какие же микрочастицы-фоты при этом излучаются? В опытах со светом определяется либо локализованная энергия – носителя этой энергии мы называем *частицей*, либо периодически распределённая энергия – в этом случае мы говорим о *волне*. Несмотря на практически вековую историю корпускулярно-волнового дуализма, никто ещё не предложил к рассмотрению модель, разъясняющую физическую причину различия в поведении одного и того же физического объекта – кванта света.

Для моделирования физической природы дуальных особенностей света необходимо выбрать один из двух вариантов: либо считать первичной мо-

дель континуума-волны и постараться понять, откуда в этом случае появляется дискретность, либо отказаться от идеи точности кванта и конструировать модель частицы как периодическую структуру, состоящую из потока некоторых элементов. В математическом смысле периодичность в структуре движущегося кванта создаст волновые свойства при взаимодействии с приёмником излучения.

Для моделирования дискретного характера непрерывно размазанной в пространстве поперечной волны требуется большее количество независимых гипотез по сравнению с представлением кванта в виде периодически повторяющегося процесса. В последнем случае с квантом можно неформально связать и понятие периода, и понятие частоты.

Мы предположили, что квант излучения состоит из совокупности микрочастиц – фотонов. Поскольку соседние в потоке фотоны испускаются электроном, вращающимся практически по двум одинаковым траекториям, они должны иметь практически одинаковую энергию. Энергия вращения электрона на двух стационарных орбитах, т. е. в начале и в конце излучения кванта, различна, но мы рассмотрим эту особенность позднее, когда будем обсуждать естественную ширину спектральной линии. Пока же предположим, что энергии всех фотонов равны, и энергию одного фотона обозначим как ε_0 . Скорость фотона c – характеристика среды, не зависящая от скорости движения источника излучения относительно этой среды¹².

Пусть квант состоит из k_0 фотонов; при этом справедливо соотношение:

$$h\nu = k_0\varepsilon_0. \quad (5)$$

Длительность процессов при излучении измеряется очень малыми долями секунды, поэтому всегда $T \ll 1$ (если T в секундах). Обратная периоду T частота $\nu \gg 1$ (если ν в герцах). Хотя значение частоты формально может быть любым, нижний предел ν , опять же формально, примем равным 1. Поскольку T – это период времени между излучением двух фотонов, минимальное число фотонов, при котором понятия «период» и «частота» сохраняют физический смысл, равно 2. Подставив вместо ν число фотонов $n = 2$ и $k_0 = 2$ в (5), получим $\varepsilon_0 = h_3$, в полном соответствии с нашим предположением. Здесь $h_3 = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж. Это константа с размерностью энергии, численно равная постоянной Планка. Другими словами, это минимально возможная порция энергии, участвующая в акте излучения; в этом её физический смысл.

Вспомнив, что фотон – это поляризационная пара из (+) и (–) зарядов, для энергии одного заряда (или полуфотона) получим

$$\varepsilon'_0 = \frac{h_3}{2}. \quad (6)$$

¹² Однако регистрируемая наблюдателем скорость должна зависеть от скорости наблюдателя относительно среды, и это приводит к эффекту Доплера.

Теперь (5) принимает вид:

$$h\nu = k \frac{h_3}{2}, \quad (7)$$

где k – целое число полуфотов, причём чисто формально $k \geq 2$.

Из (5) получаем, с необходимой корректировкой размерности, численное равенство $k = 2\nu$. Если формально частота равна нижнему пределу, т. е. $\nu = 1$, тогда нижний предел $k = 2$, что соответствует паре полуфотов. Если численное значение частоты ν – произвольное целое число, то величина $k = 2\nu$ – всегда чётное число. Из этого, в свою очередь, следует, что в составе кванта всегда чётное число составляющих с энергией $h_3/2$. В составе одного фота – две таких величины. Поскольку фот – это диполь из небольших долей (+) и (–) зарядов ЭЧВ, получается, что энергия $h_3/2$ – это минимальная энергия, о которой можно говорить в наглядно понимаемом смысле. Энергия кванта при этом кратна h_3 , а не $h_3/2$, что и имеет место в опыте. При численном значении k , равном нечётному целому, получается набор значений энергии, кратных $h_3/2$. Эти величины также имеют физический смысл, так как спектр оператора энергии в квантовой механике состоит из величин, кратных $h/2$ – энергии низшего состояния гармонического осциллятора. Мы вернёмся к рассмотрению этого вопроса в § 4.6.

Заметим, что если в (5) константу h измерять в единицах энергии, то ν должна быть величиной безразмерной и иметь физический смысл количества фотов.

Мы использовали в рассуждении некоторые экстремальные количественные предположения, не наблюдаемые в природе и в экспериментах, с целью прояснить физический смысл. Например, малое значение частоты ν в известных автору экспериментах не наблюдалось. Тем не менее метод экстремального предположения допустим в теоретической практике.

2. Есть и другие количественные параметры излучения, которые следует осмыслить. Первые экспериментальные данные о времени излучения получены Вином в опытах со свечением каналовых лучей [37]. Точных данных для каждой длины волны в спектре излучения каждого элемента нет, так как время излучения τ определялось через прослеживание убывания интенсивности вдоль пучка каналовых лучей. Следовательно, результаты экспериментов имеют смысл средних по времени. Классические расчёты (для излучения осциллятора) и квантовые (вероятностные) расчёты дают результаты, хорошо согласующиеся с экспериментом, но эти результаты имеют оценочную точность. Расхождение в результатах расчётов времени излучения различными методами доходит до 38 % [35].

Для предварительного качественного анализа нам подходят любые значения, полученные в рамках общепринятой модели. Рассмотрим квант, излучаемый при переходе 3d2p в атоме водорода (первая линия серии Бальмера). Экспериментальное значение длины волны $\lambda = 656,28$ нм [9], а время излучения при этом переходе, получаемое на основе квантово-механического рассмотрения, равно $\tau = 1,55 \cdot 10^{-8}$ с [28].

Если кванты состоят из отдельных компонентов – фотов, то за время излучения τ фоты, излученные первыми, убегают на ст. Между ними и фотами, излученными последними в пределах одного кванта, будет расстояние в пространстве

$$L_{\phi} = c\tau = 2,99792458 \cdot 10^8 \cdot 1,55 \cdot 10^{-8} = 4,646783099 \text{ м} \approx 4,65 \text{ м.}$$

В современной оптике эта величина называется *длиной когерентности*, или *волновым цугом*. В нашей модели это просто *длина кванта*.

Для вышеприведённого значения λ частота ν соответствует количеству фотов n нашей модели:

$$\nu = c/\lambda = 2,99792458 \cdot 10^8 / 0,65628 \cdot 10^{-6} = 4,568057201 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}.$$

Следовательно, для рассматриваемого кванта $n \approx 4,568057201 \cdot 10^{14}$, и это число безразмерное.

Расстояние между фотами в пространстве по направлению светового луча равно $L_0 = L_{\phi}/(n - 1) \approx 1,017234 \cdot 10^{-14}$ м. Значение $(n - 1)$ в знаменателе использовано потому, что количество фотов на единицу больше количества межфотных интервалов. Впрочем, при оценке таких больших чисел это не существенно.

На расстоянии, равном одной длине волны, количество межфотных интервалов равно $n_{\lambda} = \lambda / L_0 \approx 64\,516\,130$. Разумеется, это приближённое значение. Физический смысл величины n_{λ} – это количество фотов, находящихся (и перемещающихся со световой скоростью) одновременно на пространственном интервале, равном длине одной классической ЭМ волны.

На пространственной длине кванта L_{ϕ} должно содержаться большое количество продольных длин волн λ . Обозначив эту величину через n_{ϕ} , получим

$$n_{\phi} = \frac{L_{\phi}}{\lambda} = 7,080488661 \cdot 10^6 \approx 7\,080\,489.$$

Мы получили любопытные результаты, которые требуют обсуждения.

Во-первых, в одном кванте содержится огромное количество величин, именуемых волнами; в кванте рассматриваемого вида количество волн более 7 миллионов. Это позволяет приблизиться к пониманию физического смысла корпускулярно-волнового дуализма. Квант излучения (фотон) в процессе

взаимодействия с веществом проявляет себя как частица, если энергия кванта поглощается атомом или молекулой целиком, т. е. *вся энергия кванта пространственно локализуется* (за время, равное временной длине кванта, т. е. времени излучения кванта). Именно это происходит при поглощении кванта атомом (связанным электроном). В процессах, в которых проявляется не поглощение энергии, а взаимодействие компонентов излучения между собой, существенно то, что квант содержит огромное количество компонентов. *Математическое описание взаимодействия этих компонентов, имеющего периодический характер, совпадает с математическим описанием волнового процесса передачи энергии.*

Во-вторых, в классической теории на одной длине когерентности укладывается *цуг волн* (много волн), и вдоль этого цуга волн должна быть распределена энергия одного кванта. В квантовой теории фотон считается точечным, не имеющим пространственной протяжённости, хотя время излучения фотона конечно и не понятно, что происходит между моментом начала излучения фотона и моментом завершения излучения фотона. Возникает ситуация, когда невозможно построить ясную качественную модель явления, понять физический смысл используемых понятий и величин. Классическая волновая и квантовая модели не только дополняют друг друга, но и противоречат друг другу. Дополнение моделей существенно на макроуровне, при попытке связать явления, объединяя их понятием «свет». Противоречие возникает на микроуровне, при попытке понять физическую структуру света. В этом смысле запрет рассматривать физическую природу света, исходящий от жрецов квантового вероисповедания, – это необходимое условие выживания квантовой веры. Всё это похоже на то, как страус прячет голову в песок.

В рассматриваемой ситуации есть два выхода – либо отказаться от качественно не моделируемых объяснений и продолжать поиск наглядной модели, либо пойти формальным путем. В начале XX в. физики *de facto* уже разделились на теоретиков и экспериментаторов. Сторонники формально-математического варианта развития оказались активнее и социально сильнее. В итоге мы имеем физику, которую не надо понимать, а к которой надо просто привыкать.

В нашей модели некоторые понятия, например длина когерентности, получили качественное осмысление, но по-прежнему не ясно, с каким физическим явлением связано понятие «длина волны».

Сопоставим в таблице 2 параметры корпускулярно-волновые и параметры нашей структурной модели кванта и выясним, что ещё требует качественного осмысления. Приведённые в среднем столбце численные значения не имеют обобщающего физического смысла – это частные значения конкретного кванта. Проведя расчёт для другой линии спектра водорода или для другого химического элемента, получим другие численные значения.

Из таблицы 2 видно, что в третьем столбце единственной величиной с неясным физическим смыслом является величина, которая соответствует

понятию «длина волны» классической модели. Мы проанализируем это в § 4.8.

Т а б л и ц а 2

Сопоставление физических величин корпускулярно-волновой и предлагаемой моделей света

Корпускулярно-волновая теория	Значение для первой линии серии Бальмера	Предлагаемая модель кванта
Время излучения τ , с	$1,55 \cdot 10^{-8}$ с	Время излучения τ , с
Длина когерентности L , м	4,65 м	Длина кванта L_ϕ , м
Частота излучения ν , с^{-1}	$4,57 \cdot 10^{14}$	Число фотов в кванте n , безразмерная величина
Длина волны λ , м	656,28 нм	?
? Нет аналога	$1,02 \cdot 10^{-14}$ м	Расстояние в пространстве между фотами L_0 , м
? Нет аналога	64 516 130	Количество фотов на длине волны n_λ , безразмерная величина
? Нет аналога	$7,08 \cdot 10^6$	Количество длин волн в одном кванте n_ϕ , безразмерная величина

Мы получили расчётным путем, что на пространственной длине кванта L_ϕ должно укладываться большое количество длин волн λ : $n_\phi = L_\phi / \lambda \approx 7,08 \cdot 10^6$. Это значение совпадает по порядку величины с числом оборотов электрона в переходе между соседними стационарными орбитами, которое получил Шидловский [35, 36] на основе классических представлений.

Полученное в результате расчёта расстояние между фотами по направлению светового луча $1,02 \cdot 10^{-14}$ м совпадает по порядку величины с размерами ячейки пространства $0,56 \cdot 10^{-14}$ м, введённой Станюковичем [32] и равной классическому электромагнитному диаметру электрона [29]. У других квантов расстояние между фотами будет отличаться, но это отличие небольшое.

Разумеется, получившиеся совпадения могут быть и случайными, но когда их количество становится заметным, возможно, «...тут что-то есть» [27, с. 9].

3. Продолжим вычисление некоторых количественных параметров фота и фотона. Известно, что при аннигиляции электрона и позитрона рождаются γ -кванты. Пусть рождается два γ -кванта. Оценим нижнюю границу количественных параметров фотов, предполагая энергию γ -квантов, появившихся в результате аннигиляции электрона и позитрона, равной суммарной энергии покоя этих частиц:

$$2m_e c^2 = 2h\nu = 2h_\gamma n. \tag{8}$$

Количество появившихся фотонов равно

$$n = \frac{m_e c^2}{h_\gamma} \approx 1,24 \cdot 10^{20}. \quad (9)$$

Фотон – это диполь, состоящий из пары разноимённо заряженных полуфотонов. При аннигиляции заряды электрона и позитрона куда-то исчезли. Можно предположить, что суммарный заряд всех (–)-полуфотонов равен $-e$, где e – заряд электрона. Суммарный заряд всех (+)-полуфотонов равен $+e$. Вычислим модуль заряда, переносимого одним полуфоном:

$$q_0 = \frac{e}{n} \approx 1,30 \cdot 10^{-39} \text{ Кл}. \quad (10)$$

Приблизённо, не учитывая на данном этапе анализа динамическое взаимодействие движущихся зарядов, можно считать, что в качестве центростремительной силы вращающейся пары полуфотонов выступает сила их электростатического взаимодействия. Так как линейная скорость вращающихся зарядов равна c , получаем¹³ (в системе СИ)

$$\frac{q_0^2}{4\pi\epsilon_0 R_{\text{эл}}^2} = \frac{m_0 c^2}{2R_{\text{эл}}}, \quad (11)$$

где $\frac{m_0}{2} = \frac{h_\gamma}{c^2}$ – масса одного полуфотона.

Из (11) получаем выражение для радиуса вращения центров зарядов:

$$R_{\text{эл}} = \frac{q_0^2}{4\pi\epsilon_0 h_\gamma} \approx 2,28 \cdot 10^{-33} \text{ см}. \quad (12)$$

Обратим внимание на то, что эта величина имеет порядок *планковской длины*.

Рассматривая *электрическое* сечение фотона (и кванта в целом) как площадь окружности S с радиусом $R_{\text{эл}}$, получаем

$$S = \pi R_{\text{эл}}^2 \approx 1,64 \cdot 10^{-69} \text{ м}^2 = 1,64 \cdot 10^{-65} \text{ см}^2. \quad (13)$$

В работе [2] приводится формула для расчёта сечения фотона в рамках КЭД, где σ измеряется в см^2 :

$$\sigma = \frac{20}{\omega^2} \cdot 10^{-30}. \quad (14)$$

¹³ Это следует, в частности, из теоремы о равномерном распределении энергии по степеням свободы, поступательной и вращательной в данном случае.

Считая $\omega = 2\pi\nu$, а $\nu = n$ (с учётом корректировки размерности), получаем оценку сечения по методике КЭД:

$$\sigma = \frac{20 \cdot 10^{-30}}{(2\pi n)^2} \approx 3,32 \cdot 10^{-71} \text{ см}^2. \quad (15)$$

Различие с нашей оценкой *электрического* сечения фотона составляет 6 порядков. При этом необходимо отметить, что наш результат получен в качестве нижней оценки, для аннигиляции неподвижных частиц, а реальные электрон и позитрон имеют энергию движения. С учётом кинетической энергии рассчитанное по нашей модели сечение должно быть меньше, так как в (8) энергия частиц, переходящая в излучение, будет больше, а следовательно, будет больше количество фотов. Расчётное значение заряда одного полуфота (10) получится меньше, следовательно, $R_{эл}$, получаемое из (12), и сечение S , получаемое из (13), будут меньше. Учитывая это, следует признать нашу оценку сечения фотона близкой к оценке по формуле КЭД.

Заметим, что удельный заряд полуфота совпадает с удельным зарядом электрона (позитрона):

$$\frac{q_0}{\frac{m_0}{2}} = \frac{ec^2}{nh_3} = \frac{e}{m_e} \approx 1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл} \cdot \text{кг}^{-1}. \quad (16)$$

Из этого можно сделать вывод о том, что физическая природа полуфота та же, что и физическая природа электрона (позитрона).

Пусть центры зарядов (+) и (–) полуфотов вращаются по окружности радиусом $R_{эл}$ со скоростью c . Поскольку $c = \omega R_{эл}$, получаем

$$R_{эл} = \frac{c}{\omega} = \frac{c}{2\pi\nu} = \frac{\lambda}{2\pi} = \tilde{\lambda}. \quad (17)$$

Таким образом, длина окружности, по которой совершают вращательное движение центры зарядов полуфотов, равна длине волны, что совершенно естественно при равенстве поступательной и вращательной скоростей в нашей интерпретации понятия «длина волны» (см. § 4.8). Радиус вращения центров зарядов полуфотов равен приведённой длине волны.

Разумеется, такие оценки приблизительны. Но любая новая модель в первое время не может конкурировать по точности с уже существующей моделью, достигшей своего рассвета. Например, когда появилась гелиоцентрическая модель Коперника, ещё около 70 лет (по оценке историков науки) практические астрономические расчёты выполнялись в соответствии с геоцентрической моделью Птолемея, так как старая модель давала более точный результат. Введение в науку моделей на принципиально новом базисе –

это не только столкновение с субъективной оппозицией, но и объективная потеря в первое время точности расчётов и предсказаний.

Представление о вихревом движении объектов микромира начинает осознаваться научной общественностью. Вот что, например, об этом пишет Ф. А. Гареев: «...рост многих кристаллов, форма макромолекул белков и ДНК, форма спиральных галактик и многое другое напоминает форму вихрей. Поэтому целесообразно предположить, что элементарные частицы движутся на основе таких же законов, как сплошные среды в живых организмах, как смерчи, и структура элементарных частиц вихреподобна. <...>

Если предположить, что волны света и частицы движутся по винтовой линии так же, как частицы крови в кровеносных сосудах, то тогда корпускулярно-волновой дуализм получает простое объяснение. Поступательное движение луча или частицы по винтовой линии вперёд соответствует траектории луча или частицы, а поперечное движение – волновому фронту. Так достигается единое описание волн и частиц...» [7, с. 108].

Обратим внимание на ещё одну особенность рассматриваемой модели. Поскольку полуфоты движутся по окружности со скоростью c и одновременно поступательно со скоростью c , их реальная суммарная скорость равна $c\sqrt{2}$. Поступательная скорость связана с механической энергией и импульсом фота (и фотона), а вращательная скорость связана с внутренней (вращательной) энергией. Если вычислить кинетическую энергию фотона по обычной классической формуле, используя суммарную скорость $c\sqrt{2}$, то сразу получаем выражение для энергии mc^2 – полную энергию фотона.

Получение скорости $c\sqrt{2}$ в рамках нашей работы вдохновляет, так как при изучении литературы выяснилось, что такое значение скорости встречается в теории давно¹⁴. Как отметил К. А. Томилин в своей монографии [30], первым константу $c\sqrt{2}$ ввёл в рассмотрение Вебер.

4. Хотя согласно КЭД фотон считается точечным, некоторые физики занимаются моделированием структуры фотона, и было бы несправедливо не упомянуть о тех работах, которые известны автору. В некоторых публикациях приводятся результаты собственных расчётов, некоторые авторы ссылаются на информацию, полученную при изучении литературы.

Г. К. Покровский ввёл квант времени – хронон, равный $4,3 \cdot 10^{-24}$ с [цит. по: 2, с. 38]. Из каких соображений введена эта величина, понять трудно, но она лишь на порядок отличается от времени излучения одного фота в примере, рассмотренном выше: $1,55 \cdot 10^{-8} / 4,57 \cdot 10^{14} = 3,4 \cdot 10^{-23}$ с.

А. С. Симаков *вычислил* объём фотона: $2,98 \cdot 10^{-62}$ м³ [26, с. 53]. Физическую модель, стоящую за этим расчётом, анализировать не будем. Порядок

¹⁴ На конференциях автору приходилось слышать о том, что скорость $c\sqrt{2}$ и сегодня иногда обсуждается в кругах теоретиков. Как правило, автору сообщали об этом в кулуарах после очередного доклада на тему, связанную с физической природой света.

полученного значения чётко свидетельствует, что модель Симакова (как, впрочем, и материал, излагаемый нами в этой главе) сегодня относится к метафизике.

Шульга в своей работе со ссылкой на Шпольского указывает сечение процесса при рассеянии фотона на фотоне: примерно 10^{-34} м^2 [38]. Степанов в работе [29, с. 229] приводит данные, что у Вавилова сечение светового кванта $\sim 10^{-40} \text{ см}^2$, а у Гейзенберга и его учеников $\sim 10^{-70} \text{ см}^2$. В примере, рассмотренном нами выше, получено сечение фотона порядка 10^{-65} см^2 .

Процитируем ещё раз Джеммера, который в своей известной монографии пишет: «Эксперименты Луммера и Герке показали, что пучки света с длиной волны зелёной линии ртути и разностью фаз более двух миллионов длин волн всё ещё способны интерферировать; это говорило о том, что пространственные размеры квантов света в направлении их распространения, если такие кванты существуют как некогерентные реальности, составляют не менее метра» [13, с. 53]. Как указывает Джеммер, информация об этих экспериментах была опубликована ещё в 1902 г. Ссылка на такие эксперименты поддерживает нашу модель пространственно протяжённого фотона.

И ещё одна, последняя в этом параграфе ссылка. В журнале «Успехи физических наук» опубликована информация о том, что «согласно элементарным представлениям», свет не может пройти через отверстие размера, меньшего длины волны [22]. В нашей модели этот факт получает наглядное толкование: диаметр воображаемого цилиндра-фотона сравним с длиной волны.

Таким образом, представления о точечности фотона можно считать некой условностью, принятой для того, чтобы не возникало противоречий при применении СТО для описания объектов микромира.

4.3. Масса фота и фотона

В квантовой теории предполагается, что если бы фотон имел ненулевую массу при наличии спина J , то он имел бы $(2J + 1)$ спиновое состояние, различающиеся проекцией спина на выделенное направление – в данном случае, на направление движения. При $J = 1$ таких проекций должно быть три, но поскольку проекций только две, фотон не может, согласно квантовой теории, иметь массу. К математической модели претензий быть не может, она прошла многолетнюю логическую апробацию, но возникают вопросы чисто физические, и в этом смысле не всё однозначно и просто.

И квант излучения в целом, и фот – материальные объекты, и, следовательно, должны иметь инертную массу. Это можно показать с помощью простого мысленного эксперимента. Пусть в некоторой ИСО, неподвижной относительно среды, находится в покое камера длиной d (рис. 2). Устройство **A**, находящееся внутри камеры на левой стенке, испускает короткую вспышку света в направлении правой стенки, и устройство-приёмник **B** поглощает все кванты.

Из опытов Лебедева по определению светового давления следует, что частицы света имеют импульс. Из закона сохранения импульса следует, что камера в момент испускания света получит импульс отдачи p и начнёт двигаться влево со скоростью $V = \frac{p}{M}$, где M – масса камеры. Движение прекратится, когда свет будет поглощён приёмником **В**. При этом предполагается, что на пути от **А** к **В** часть света не будет рассеяна.

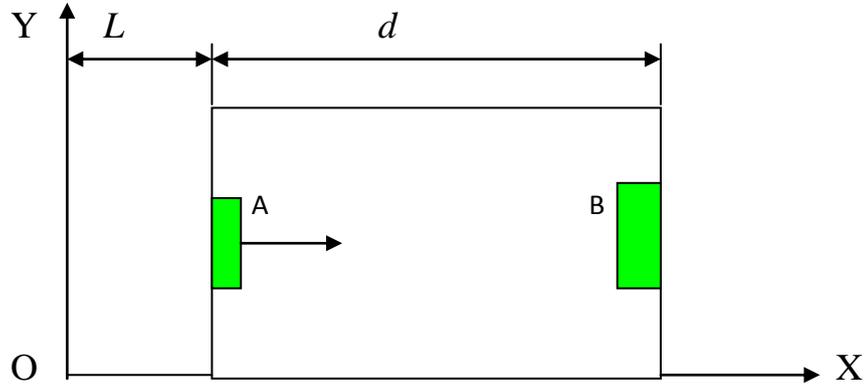


Рис. 2. Схема мысленного эксперимента для доказательства наличия у кванта излучения инертной массы

Рассмотрим предельный случай, когда p – импульс одного кванта. От момента излучения до момента поглощения проходит время $\frac{d}{c+V}$, где c – скорость света относительно среды. За это время камера перемещается влево на расстояние $\frac{Vd}{c+V}$.

Без внешних воздействий центр масс системы не может изменить свои координаты в той ИСО, где он неподвижен в начальный момент времени. Если бы квант излучения не имел инертной массы, перемещение камеры привело бы к смещению её центра масс по оси **OX**. Следовательно, квант имеет инертную массу. Вычислим её, используя очевидное равенство:

$$mL + M \left(L + \frac{d}{2} \right) = m \left(L + d - \frac{Vd}{c+V} \right) + M \left(L + \frac{d}{2} - \frac{Vd}{c+V} \right), \quad (18)$$

где m – масса кванта;

L – начальное расстояние от левой стенки камеры до начала координат.

После упрощения получаем $mc = MV$, а поскольку $MV = p$, получаем соотношение, из которого можно определить массу кванта:

$$m = \frac{p}{c}. \quad (19)$$

Измерив импульс камеры p , можно вычислить динамическую массу кванта m . Далее, массу одного фота можно вычислить, используя соотношение

$$m_0 = \frac{m}{n} = \frac{1}{n} \frac{p}{c}, \quad (20)$$

где m_0 – масса фота;

n – число фотов в одном кванте (численно совпадает с частотой излучения).

Такой мысленный эксперимент с одним квантом практически невыполним. Но он в принципе выполним для совокупности квантов, составляющих короткую вспышку света. Если кванты монохроматичны, то, зная их частоту (и одновременно количество фотов в кванте, так как численно $n = \nu$), по энергии световой вспышки, количественно связанной с импульсом, можно вычислить количество квантов, следовательно, энергию и импульс одного кванта. Далее можно выполнить расчёт, как описано выше.

Таким образом, вопрос о том, обладают ли частицы света массой, имеет положительный и экспериментально проверяемый ответ. Но такой ответ относится исключительно к динамической массе. Поскольку частицы света существуют только в состоянии движения, формально можно считать, что их масса и энергия в состоянии покоя равны нулю. Фактически такое утверждение равносильно утверждению о том, что *фотон в состоянии покоя не существует*.

4.4. Классическая модель спина фотона

Рассмотрим простой и принципиально возможный механизм, объясняющий наличие внутренней энергии фотов. Будем считать, что внутренняя энергия фотов – это энергия их вращательного движения $J\omega^2/2$, где J – момент инерции фота; ω – циклическая частота вращения. На возможность представления энергии кванта математически в таком же виде, но с другими физическими представлениями указывали также авторы работы [12]. Энергия вращения фотов при столкновении кванта с атомом передаётся тому из электронов атома, частота вращения которого вокруг ядра совпадает с частотой прихода очередного фота. При этом увеличивается энергия вращательного движения электрона, и он переводится на более высокий энергетический уровень. Это проясняет причину дискретности энергетических переходов в атоме (но не проясняет причину существования атома лишь в определённых состояниях).

Из теоремы о равномерном распределении энергии по степеням свободы – вращательной и поступательной (кинетической) в нашем случае – следует, что для фото справедливо соотношение

$$\frac{m_0 c^2}{2} = \frac{J \omega^2}{2}, \quad (21)$$

где m_0 – масса фота, равная $\frac{2h\nu}{c^2}$.

Линейная скорость заряженных центров фота – полуфотов, при вращении по окружности радиусом R равна $V = \omega R$. Момент инерции фото, рассматриваемых в виде пары материальных точек с массой $m_0/2$ каждая, равен $J = m_0 R^2$. Подставив выражения для $V = \omega R$ и $J = m_0 R^2$ в (21), получим $V = c$, т. е. линейная скорость движения по окружности, как и поступательная скорость, также должна быть равна c .

Собственный момент импульса фото (спин) равен $S_0 = m_0 V R$, а спин кванта с учетом $V = c$ равен $S = m_\phi V R = m_\phi c R$, так как фоты воздействуют на вещество суммарно в составе кванта и спины фото суммируются. Если радиус вращения R взять из очевидного соотношения $c = 2\pi R \nu$, а массу кванта взять из соотношения $m_\phi c^2 = h\nu$, то получим общепринятое значение для спина кванта:

$$S = \frac{h\nu}{c^2} c \frac{c}{2\pi\nu} = \frac{h}{2\pi} = \hbar. \quad (22)$$

Если фоты в пределах конкретного кванта тождественны, а линейная скорость вращения фото для всех квантов одинакова, то один оборот пары фото требует одинакового времени, и поступательно за один оборот все фоты должны проходить одинаковый путь. В результате у всех квантов должен быть одинаковый параметр – длина волны. Фактически, как мы знаем, это не так.

Противоречие заставляет предположить, что фоты тождественны друг другу кинематически только в рамках одного кванта. Фоты разных квантов тождественны лишь энергетически.

Если для всех фото вращательная энергия постоянна и численно равна

$$\frac{J \omega^2}{2} = \frac{m_0 R^2 \omega^2}{2}, \quad (23)$$

то при $m_0 = \text{const}$ должно выполняться условие $R^2 \omega^2 = \text{const}$. Чем больше частота ω , тем меньше период оборота; следовательно, при постоянной поступательной скорости длина волны кванта будет меньше. Но чем больше ω , тем меньше R – игла-квант с меньшей длиной волны будет тоньше, так как сечение и фото, и кванта в целом пропорционально R^2 . Образно говоря,

чем сильнее цилиндр-игла-квант будет *скручен*, тем он будет тоньше. Не в этом ли причина бóльшей проницаемости квантов, имеющих бóльшую энергию?

Фоты могут иметь одинаковую энергию при разных значениях R и ω , лишь бы они были связаны условием $R^2\omega^2 = \text{const}$. Практически такой же результат получен в КЭД. В монографии А. И. Ахиезера [2] приведена формула для расчёта сечения рассеяния фотона на фотоне:

$$\sigma = \frac{20}{\omega^2} \cdot 10^{-30}, \quad (24)$$

в которой σ измеряется в см^2 , т. е. имеет смысл площади. Из (24) следует, что $\sigma\omega^2 = \text{const}$. Но площадь круга (сечение фотона σ) пропорциональна R^2 , и поэтому полученная зависимость между сечением фотона и частотой в нашей модели такая же, как в КЭД.

4.5. Полная энергия кванта

Несмотря на то что квант излучения имеет массу, импульс и кинетическую энергию, он не является точечной механической частицей, а несёт в себе ещё и вращательную энергию – потенциальную энергию возбуждения атома $\varepsilon = nh_3$. Выше мы назвали её *внутренней энергией кванта излучения*. Есть ещё механическая энергия кванта, численно равная внутренней, которая при взаимодействии кванта с атомом переходит в энергию поступательного движения атома. Учитывая это, полную энергию кванта W можем представить одним из трёх способов:

$$W = nh_3 + \frac{mc^2}{2}; \quad (25)$$

$$W = mc^2; \quad (26)$$

$$W = pc. \quad (27)$$

Формулы (25)–(27) эквивалентны, а получаемое из (25) и (26) соотношение

$$nh_3 = \frac{mc^2}{2} \quad (28)$$

с учётом (20) позволяет вычислить массу фота:

$$m_0 = \frac{2h_3}{c^2}. \quad (29)$$

Масса одного полуфота составляет

$$\mu = \frac{h_3}{c^2}, \quad (30)$$

что, очевидно, является фундаментальной константой физической среды в свободном пространстве, вдали от силовых полей.

Численное значение полученных в (29) и (30) величин: масса фота $m_0 = 1,47 \cdot 10^{-47}$ г, масса полуфота $\mu = 0,737 \cdot 10^{-47}$ г. Столь малые значения сегодня невозможно измерить непосредственно. Однако фундаментальная теоретическая наука не может ограничиваться только тем, что уже сделано. Теоретические гипотезы должны базироваться на опытных фактах, но получаемые при этом *теоретические прогнозы могут выходить за пределы возможного сегодня*.

В рамках справедливо критикуемого механицизма механическая энергия – это полная энергия, и другой, не механической энергии, в концепции механицизма нет. Но квант излучения переносит не только поступательную механическую энергию, следствием поглощения которой может быть изменение в характере движения атома в целом, но также энергию, при поглощении которой атомом увеличивается энергия возбуждения электронов атома – внутренняя энергия атома. Полная энергия кванта – это сумма механической и внутренней энергий, но точно такое же правило должно выполняться для любого материального тела. При этом предположении легко выводится соотношение для полной энергии тела в состоянии покоя $E_0 = mc^2$.

В нашей концепции внутренняя энергия атома, или энергия вращения – это тоже, в некотором смысле, механическая энергия. Но в те времена, когда критиковали попытки объяснить все явления природы через механическое воздействие, назвав это механицизмом, ещё не было полного понимания внутренней структуры вещества. Это понимание и сейчас ещё не полное, но сегодня мы знаем, что объекты микромира имеют свою внутреннюю структуру. Мы можем предлагать модели для объяснения внутренних процессов. Модели могут быть формально-математическими, когда понимания качественного не требуется, а достаточно лишь подобрать подходящую интерпретацию. В данной работе предлагается качественная модель при минимальном использовании математики. Можно назвать это возвратом к механицизму, нужно лишь убрать из этого термина негативный окрас.

Полученная выше численная оценка массы фотов имеет порядок, близкий к встречаемой в литературе верхней оценке массы фотона: $m_\gamma < 10^{-51}$ г. Близость численных оценок может быть и случайной. Но существенно то, что значение m_γ (10^{-47} г, или 10^{-51} г, или близкое к ним) не равно динамической массе кванта (фотона) m_ϕ , получаемой из соотношения $h\nu = m_\phi c^2$. Например, для фотона с длиной волны 600 нм оценка динамической массы даёт значение $m_\phi \approx 3,68 \cdot 10^{-33}$ г. Большое расхождение в численной оценке убеждает в том, что m_γ не может быть отнесена к фотону (кванту излучения).

В нашей модели становится понятно, что численная оценка 10^{-51} г относится к структурным элементам кванта излучения – фотам. Возможно, фоты – это те самые *виртуальные фотоны*, которые ответственны за ЭМ взаимодействие в современной квантовой теории. Отождествление понятий «квант излучения» и «фотон», а значит, и виртуальный фотон, – одна из возможных причин, тормозящих процесс осмысления микропроцессов на качественном уровне.

4.6. Энергетический спектр атома

Рассмотрим возможный дискретный спектр энергий, составленный из минимальных порций энергии $h_3/2$ (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Суммарная энергия полуфотов и возможность образования кванта

Число полуфотов	Суммарная энергия полуфотов	Возможность образования кванта излучения
1	$\varepsilon = \frac{h_3}{2}$	Нет кванта
2	$\varepsilon = 2 \cdot \frac{h_3}{2} = h_3$	Возможен квант
3	$\varepsilon = 3 \cdot \frac{h_3}{2}$	Нет кванта
4	$\varepsilon = 4 \cdot \frac{h_3}{2} = 2h_3$	Возможен квант
...
$2n - 1$	$\varepsilon = (2n - 1) \frac{h_3}{2} = \left(n - \frac{1}{2}\right) h_3$	Нет кванта
$2n$	$\varepsilon = 2n \frac{h_3}{2} = nh_3$	Возможен квант
$2n + 1$	$\varepsilon = (2n + 1) \frac{h_3}{2} = \left(n + \frac{1}{2}\right) h_3$	Нет кванта
...

При нечётном количестве таких порций получаем

$$\varepsilon = \left(n + \frac{1}{2}\right) h_3, \quad (31)$$

где $n = 0, 1, 2, \dots$

Это набор возможных энергетических уровней атома, который в квантовой механике описывается формулой для собственных значений оператора энергии $E_n = h\nu(n + 1/2)$. Как описывает историю получения этого соотношения Глаубер, сначала «Планк пришёл к выводу, что... осцилляторы с частотой ν

должны были обладать значениями энергии, которые были бы кратны, т. е. n раз умножены (где $n = 0, 1, 2, 3, \dots$) на нечто, названное им квантом энергии $h\nu$ » [10, с. 1343]. Позднее «...полностью разработанная квантовая механика показала, что в действительности эти энергии равны не $n h\nu$, а $(n + 1/2)h\nu$ » [10, с. 1344].

Немного отвлекаясь, заметим, что Эйнштейн смог вывести формулу Планка другим методом. Одновременно он обозначил как минимум две теоретические проблемы, которые до сих пор не получили неформального разъяснения: «Электрически заряженная система, которая способна, совершая колебания с частотой ν , превращать энергию излучения в энергию вещества и, наоборот, может находиться в колебательных состояниях не с произвольной энергией, а только с энергией, кратной величине $h\nu$ » [39, с. 169].

Утверждение о кратности энергии величине $h\nu$ было гипотезой для вывода формулы излучения Планка. Физическая причина не ясна до сих пор, хотя с той поры получено много в принципе верных математических соотношений. Кроме того, ортодоксальная наука до сих пор не ответила на вопрос, каким образом излучение с нулевой массой переходит в энергию вещества с ненулевой массой.

Продолжим рассматривать особенности нашей модели. При чётном количестве порций энергии $h_3/2$ получаем

$$\varepsilon = 2n \frac{h_3}{2} = nh_3, \quad (32)$$

где $n = 1, 2, 3, \dots$

Это энергия кванта излучения, составленного из n фотов.

В общепринятой теории целое число n интерпретируется как частота ЭМ излучения и обычно обозначается ν , а константа h имеет размерность произведения энергии на время. В нашей модели n – это целое безразмерное число, а константа h_3 имеет размерность энергии.

Из таблицы 3 видно, что только при чётном числе полуфотов можно образовать квант излучения, т. е. основными единицами, из которых построен квант, являются фоты. Они состоят из пары полуфотов, излучаемой атомом одновременно.

4.7. Соотношение неопределённостей

Как заметил Л. М. Гутнер, «трактовка соотношения неопределённостей – одна из главных проблем в интерпретации квантовой теории» [11, с. 78]. Попробуем интерпретировать это соотношение в одной из его форм – для энергии и времени, с помощью нашей структурной модели кванта.

Мы установили, что минимально возможная порция энергии равна $h_3/2$. Из сопоставления нашей модели с общепринятой теорией естественно предположить, что минимально возможная порция момента импульса¹⁵ составляет $h/2$. Для порции энергии, равной энергии одного полуфота, формулу Планка можно представить в виде:

$$\varepsilon_0 T = \frac{h}{2}, \quad (33)$$

что для физической величины «момент импульса» будет нижним пределом. В реальных процессах при любых измерениях порций энергии ΔE за время Δt должно выполняться условие

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{2}, \quad (34)$$

так как реальная порция излучения содержит более одного полуфота. Неравенство (34) соответствует соотношению неопределённостей Гейзенберга для энергии и времени. Равенство (33) позволяет понять физический смысл неравенства (34): в любых процессах должно выполняться условие

$$\Delta E > \frac{h_3}{2}, \quad (35)$$

т. е. измеренное значение энергии не может быть меньше минимально возможной порции энергии.

4.8. Волновые свойства света

Проявление волновых свойств света установлено многочисленными наблюдениями и экспериментами и потому не может вызывать сомнений. Разработана математическая волновая теория: эффекта Доплера, интерференции, дифракции, поляризации, дисперсии, поглощения и рассеяния света. Волновая теория света органично связана с геометрической оптикой: в пределе, при $\lambda \rightarrow 0$, законы оптики можно сформулировать на языке геометрии.

В предлагаемой модели проявление волновых свойств света связано с внутренней структурой кванта света. Наша модель не отменяет математический аппарат волновой модели. При этом основная цель и главный результат –

¹⁵ В теоретической физике эта величина называется *действием*. Теоретикам это привычно, но это абстрактная величина, так как малопонятен физический смысл произведения величин *энергии* и *времени*. Мы пользуемся термином «момент импульса», так как это физически понятнее.

углубление понимания физической сущности явления, устранение парадоксов и формализма.

Если множество одновременно летящих в пространстве фотон (диполей) одного и того же кванта мысленно зафиксировать и спроецировать на плоскость, параллельную траектории кванта, мы должны *увидеть* мгновенную картину, схематически изображенную на рис. 3. В пучностях А вектор электрического поля E параллелен плоскости и направлен от (+)-полуфота к (-)-полуфоту, на рисунке – вниз. В пучностях В вектор E также параллелен плоскости и также направлен от (+)-полуфота к (-)-полуфоту, но уже вверх.

В узлах С и D вектор E перпендикулярен плоскости. При этом, если вектор E вращается по часовой стрелке (если смотреть по ходу движения, т. е. вправо), то в узлах С он направлен *от нас*, а в узлах D – *к нам*.

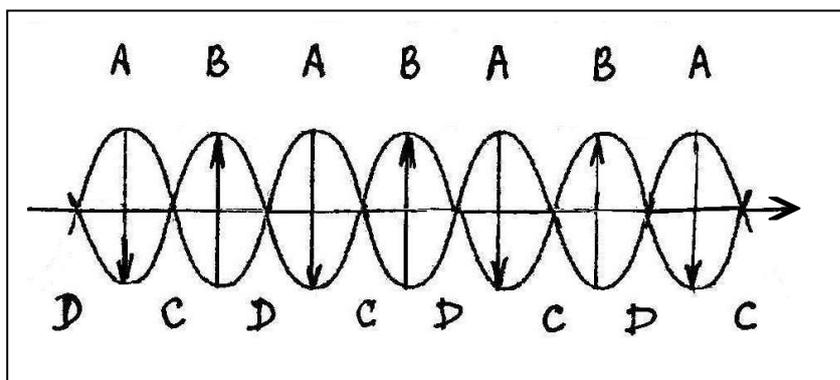


Рис. 3. Проекция электромагнитной волны на плоскость

Как видим, изображение ЭМ волны несколько отличается от изображения, приводимого в учебниках по физике в виде системы взаимно перпендикулярных векторов E и H (см. рис. 1). Общепринятое изображение чрезмерно формализовано: мы знаем, что магнитное поле имеет вихревой характер и его нельзя изображать так же, как и электрическое поле. На рисунке 3 вихревое магнитное поле следовало бы изобразить системой окружностей вокруг оси, вдоль которой распространяется свет, так как движущиеся в пространстве (\pm)-полуфоты – это электрические токи. Не являются ли они теми *токами смещения*, которые имел в виду Максвелл? На рис. 3 магнитное поле не изображено. Это понятие имеет вспомогательный характер, так как воздействие кванта на химическую систему (и другие системы) связано прежде всего с электрическим полем E .

Расстояние АВА (или расстояние ВАВ, или CDC, или DCD) на рис. 3 соответствует длине волны λ . Модуль вектора E вдоль кванта везде имеет постоянное значение, различаясь лишь фазой вращения, т. е. направлением. В стандартном способе представления электромагнитной волны векторы E и H одновременно достигают максимального и нулевого значения. В этом случае мгновенное значение вектора Пойнтинга $S = (c/4\pi)[EH]$ различно во всех точках пространства вдоль направления движения волны – а это уже не волновая модель, так как энергия вдоль направления движения распределена

дискретно. В нашем случае *волновая интерпретация* последовательна и не имеет внутренних противоречий.

4.9. Интерференция света

Основным экспериментальным фактом, подтверждающим волновые свойства света, можно считать интерференцию. Если результат интерференции белого света наблюдать через светофильтр, то также есть интерференционная картина. Идеальный монохроматический пучок – абстракция. Для каждого компонента белого света существует своя интерференция.

Это факты, а как физически интерференцию объясняет волновая теория? Академик Вавилов об этом писал так: «Интерференционные полосы можно фотографировать при крайне слабых интенсивностях (многие сутки). С волновой точки зрения это само собой разумеется, с корпускулярной точки зрения это непостижимо – одного партнёра в интерферирующих пучках всегда нет. Опыты показывают, что интерференция при малых интенсивностях не более понятна и с волновой точки зрения» [6, с. 48].

В поисках физического понимания интерференции трудно, даже невозможно не согласиться с мнением Вавилова: *интерференция при малых интенсивностях не понятна с волновой точки зрения.*

Квантовая теория также не вносит ясности в понимание интерференции. Глаубер в своей статье со ссылкой на Дирака пишет: «...Дирак обсуждает, почему наблюдается интерференционная картинка интенсивности в интерферометре Майкельсона, и утверждает с подчёркнутой ясностью: *Каждый фотон интерферирует только сам с собой. Интерференция двух разных фотонов не происходит никогда.* Здесь уместно напомнить, что интерференция означает просто, что амплитуды вероятности для альтернативных и неразличимых путей должны складываться алгебраически. Это не фотоны физически интерферируют, это интерферируют их амплитуды вероятности... » [10, с. 1347].

Утверждение о том, что фотон интерферирует только с самим собою и никогда не интерферирует с другим фотоном, рождённым в другом акте испускания, встречается у многих современных авторов. Пишет об этом, например, Цехмистро [33, с. 454], ссылаясь на эксперимент Р. Л. Пфлигора и Л. Мандела [40].

Примем объяснение Глаубера за *квантовую истину*: *это не фотоны физически интерферируют, это интерферируют их амплитуды вероятности.* Другими словами, не следует искать физического смысла в квантовых интерпретациях.

Главный парадокс современных представлений о свете – КВД. В соответствии с законами формальной логики свет не может быть одновременно и волной, и частицей, в традиционном понимании этих терминов. Понятие волны предполагает континуум, однородную среду, в которой возникают

периодические возмущения элементов континуума. Понятие частицы предполагает изолированность и автономность. Физически понимаемая интерпретация КВД не так проста.

Совмещение корпускулярной и волновой моделей по принципу *волна – это возмущение совокупности частиц*, вызывает возражение, так как считается твёрдо установленным наличие волновых свойств у отдельной, единственной частицы света. В опытах Яноши сравнивалась интерференционная картина, полученная от короткого светового импульса большой интенсивности, с картиной, полученной за длительное время от слабого потока световых квантов. Каждый отдельный квант давал на экране точку, но за длительное время наблюдения распределение освещённых точек на экране становилось таким же, как и в случае светового импульса большой интенсивности.

Существенное различие двух рассматриваемых ситуаций в том, что, в отличие от сильного светового потока, в случае слабого светового потока взаимодействие квантов в пределах дифракционного прибора должно быть исключено. Поскольку не было обнаружено различия в интерференционных картинах, был сделан вывод о наличии волновых свойств у отдельного кванта. Посмотрим, какие для этого необходимы условия в рамках нашей модели.

Квант длиной $L_\phi = 4,5$ м проходит заданную точку пространства за время $\tau = L_\phi/c = 4,5/3 \cdot 10^8 \approx 1,5 \cdot 10^{-8}$ с. Если дифракционная система (прибор) имеет размер порядка 1 м, то время прохождения прибора фотоном длины L_ϕ будет больше: $\tau' = (L_\phi + 1)/c \approx 1,8 \cdot 10^{-8}$ с.

Единичные кванты *сторонний* наблюдатель увидеть не может. Попытка зафиксировать квант уничтожает его – другого варианта *увидеть* электрически нейтральную частицу света до её поглощения не существует. В эксперименте используют усреднённые по времени свойства света, в частности интенсивность (энергию в единицу времени). Чтобы кванты не пересекались в пределах дифракционного прибора, необходимо так разделить их в пространстве вдоль траектории движения, чтобы время прохождения прибора τ' было намного меньше времени t , разделяющего приход очередных квантов к установке, т. е. $\tau' \ll t$, или $t \gg 1,8 \cdot 10^{-8}$ с.

В аналогичных опытах с электронами средний промежуток времени между двумя последовательно проходящими через дифракционную систему частицами был примерно в $3 \cdot 10^4$ раз больше времени, затрачиваемого одним электроном на прохождение всего прибора [24]. Для электронов это отношение убедительно.

Опыт со светом имеет существенное отличие от опыта с электронами. Если факт *единственности* электрона за счёт незначительного искажения его энергии можно контролировать, то с квантами света это невозможно. В опыте со светом убеждённости в изолированности квантов в пространстве не может быть полной; статистически возможен приход двух квантов практически одновременно. Это может дать слабую интерференционную картину за длительное время наблюдения за счёт взаимодействия между собой различных квантов.

Опыты со светом проделал венгерский физик Яноши. Это классика современной физики, описанная в университетских учебниках. Результаты опытов бесспорны, однако, такое заключение нельзя сделать о теории опыта. Мы не имеем права считать, что интерференционная картина возникает исключительно как результат взаимодействия частиц на поверхности экрана. В случае сильных световых потоков и наличия многих частиц действительно можно считать, что наиболее вероятная причина появления интерференции – взаимодействие частиц между собой. Для слабых световых потоков, при отсутствии взаимодействия квантов, интерференция должна иметь другую причину.

Каждый квант на экране проявляет себя в виде точки, и эти точки за длительное время наблюдения дают картину волнового распределения. В чём же причина? Кроме возможности взаимодействовать с другим квантом, каждый квант света взаимодействует с дифракционным прибором и с экраном. На экране квант даёт след в виде точки; квант при этом поглощается и дальше не распространяется. Следовательно, причину можно искать в характере взаимодействия кванта с дифракционным прибором.

Свет меняет направление при взаимодействии с твёрдым телом. Края щели, штрихи дифракционной решётки и прочие препятствия, вызывающие дифракцию, – это поверхности, далёкие от идеала не только в смысле чистоты обработки поверхности. Атомы поверхностного слоя – это периодическая пространственная структура с периодом, сравнимым с размерами атома, т. е. имеет ангстремный порядок. Продольное расстояние между фотами внутри кванта $L_0 \approx 10^{-12}$ см, что на 4 порядка меньше, т. е. по отношению к атомарной структуре поверхности твёрдого тела дискретность внутри кванта несущественна – поток фотов вполне можно считать потоком *непрерывно струящейся материи*. Направление отражения-переизлучения кванта зависит от того места в атомарной структуре поверхности, куда попал квант. Поскольку распределение атомов по поверхности имеет периодический характер, кванты, отражённые от краёв щели и попадающие на экран, также распределены периодически, и это объясняет проявление волновой картины при длительном накоплении на экране следов от дифрагировавших частиц света.

Такие модельные представления не требуют разработки нового математического аппарата, так как существующий математический аппарат применим и к новой модели.

Поскольку размеры электрона также меньше размеров элементов периодической структуры поверхности тела, для электронов также должно возникать различие в направлении движения отражённых частиц, столкнувшихся с краями щели. Для потоков электронов это может быть единственной причиной проявления *волновых свойств*.

Таким образом, экспериментальное проявление волновых свойств у квантов света может быть объяснено наличием периодических свойств отражающей или преломляющей поверхности дифракционного прибора. Для

слабых световых потоков это может быть единственной причиной, но для сильных световых потоков, когда разные кванты могут попадать в некоторую точку экрана одновременно, существенное значение может иметь и другой фактор – одновременность или неодновременность воздействия фотонных квантов на атомы поверхности экрана. Другими словами, при одновременном попадании фотонов в одну точку экрана важна фаза вращения, так как при совпадении фазы вращения воздействие на вещество экрана усиливается, а при несовпадении – воздействие взаимно гасится.

Положительный результат единственного эксперимента не может подтвердить гипотезу, но единственный отрицательный результат может её разрушить. Для возможного *экспериментального опровержения* сформулированной выше гипотезы можно предсказать некоторые экспериментальные эффекты.

Эффект 1. Фотоны разных квантов, попадая одновременно в одно и то же место экрана, усиливают друг друга на экране при совпадении фазы, т. е. при совпадении направлений векторов электрического поля E между разнозаряженными полуфотонами. Они же гасят друг друга в случае несовпадения фазы. (Для волн взаимное гашение – это известный экспериментальный факт, называемый *деструктивной интерференцией*.)

В последнем случае пары фотонов не вызывают совместного действия, но они попадают в том числе и в те места экрана, где наблюдается спад освещённости. Если при стационарной интерференционной картине тип экрана чередовать – то прозрачная пластинка, то непрозрачная, должен наблюдаться следующий эффект: минимуму в отражённом свете (непрозрачная пластинка) будет соответствовать максимум в прошедшем свете (прозрачная пластинка), и наоборот.

Взаимная дополнительность отражённого и прошедшего сквозь пластинку света в явлении интерференции – известный факт, описываемый в теории хорошо разработанным формально-математическим аппаратом волновой модели света. В частности, при отражении в теории вводится потеря полуволны, и это *объясняет* разницу фаз прошедшего и отражённого компонентов.

В нашей модели новым является объяснение физической природы явления. Для сильных световых потоков суммарная интенсивность отражённого и прошедшего сквозь экран света должна быть в каждом месте экрана такой, как будто интерференционной картины нет. Для слабого светового потока интерференция должна наблюдаться и для отражённого, и для прошедшего сквозь полупрозрачный экран света. Это предсказание принципиально проверяемо, но такой эксперимент ещё не проделан.

Эффект 2. Другая возможность проверки нашей гипотезы заключается в том, что для слабых световых потоков дифракционный прибор из другого материала, отличающегося поверхностной плотностью атомов материала щели, должен давать другую интерференционную картину при одном и том

же слабом световом потоке. Это предсказание так же принципиально проверяемо, но так же ещё не проверено.

Эффект 3. Атомы поверхности отражающего тела участвуют в тепловом движении, узлы кристаллической решётки совершают гармонические колебания. Повышение температуры кристалла должно приводить к размыванию интерференционной картины в случае слабых световых потоков, так как в этом случае интерференция зависит только от периодической структуры отражающей поверхности. Для сильных световых потоков влияние температуры дифракционного прибора на интерференционную картину должно быть слабее, хотя оно не исключается, так как тепловые колебания узлов кристаллической решетки должны нарушать условие когерентности фотонных фотонов. Это предсказание так же принципиально проверяемо, но так же ещё не проверено.

4.10. Корпускулярные свойства света

В первых публикациях о физической природе света нами был предложен термин «структурная модель фотона». Анализируя сегодня это название, необходимо признать его крайне неудачным. Дело в том, что в нашей модели фотон как локализованная частица не существует. Квант лучистой энергии, отождествляемый в современной теории с точечным фотоном, в нашей модели – дискретная совокупность возбуждений среды, названных нами фотонами. Возбуждения, составляющие один квант, распределены в пространстве вдоль направления движения.

Несмотря на огромную для масштабов микромира протяжённость, ввиду малости временного интервала, в течение которого фотон пролетает мимо любого неподвижного микрообъекта, а также ввиду относительной инерционности объектов микромира, кванты могут поглощаться этими микрообъектами целиком. Квант-фотон воспринимается как отдельная частица только в процессе такого взаимодействия с микрообъектом, когда эффект от взаимодействия микрообъекта с фотонами может накапливаться, например, в виде возбуждения электронной оболочки атома или молекулы. Свет проявляет корпускулярные свойства в процессе такого взаимодействия, когда существенным, модельно осознаваемым, теоретически учитываемым фактором является излучение или поглощение некоторого дискретного количества световой энергии. Исключительно в этом смысле следует понимать утверждение Д. Н. Клышко [15] и А. В. Белинского [4] о том, что фотон является фотоном лишь в том случае, если это – зарегистрированный фотон.

Даже формальное представление о квантах энергии позволило Планку объяснить особенности излучения абсолютно чёрного тела, а Эйнштейну понять суть фотоэффекта. Представление о дискретных порциях энергии помогло по-новому описать такие физические явления, как давление света, отражение света, дисперсию – то, что уже было описано на языке волновой

модели. Представление о дискретности энергии, а не представление о точечных частицах-фотонах – вот что реально существенно в корпускулярной модели света. Дискретность кванта энергии позволяет объяснить спектры атомов и молекул, но локализация энергии кванта в одной пространственно изолированной точечной частице вступает в противоречие с экспериментальными фактами.

Существенный факт – время излучения и время поглощения кванта энергии атомом достаточно велико по масштабам микромира (порядка 10^{-8} с). Если квант – локализованная точечная частица, тогда что происходит с этой частицей за время 10^{-8} с? Современная теория это не объясняет. Введение в теорию света протяжённого кванта-фотона даёт возможность качественного понимания не только процессов излучения и поглощения, но и корпускулярных свойств излучения в целом.

В нашей модели новым объектом рассмотрения являются фоты. По сравнению с размерами кванта (продольные размеры для видимого света – метры) возбуждение среды в виде фотов можно считать точечным (продольный размер – порядка 10^{-14} м). Опираясь на этот факт, можно *формально* предположить, что если точечной частицей света считать не квант-фотон, а фот, то наша модель не вступает в противоречие с запретом СТО для протяжённого тела (кванта в данном случае) двигаться со скоростью c . Данное обстоятельство подтверждает не интерпретацию СТО в целом, а количественные соотношения, положенные в основу СТО.

4.11. Поляризация света

В волновой модели света поляризация объясняется ориентацией электрического вектора E ЭМ волны. Конец вектора E движется по окружности, вращаясь по часовой или против часовой стрелки [3]. Такое состояние поляризации волны называют круговой поляризацией. Сумма право- и левополяризованных волн может дать линейно поляризованную волну. Обратим внимание: не единственная волна сама по себе имеет линейную поляризацию, а сумма двух волн обладает свойствами линейной поляризации – состоянием, когда вектор E как бы не вращается, а совершает колебания в плоскости.

В квантовой модели в основе объяснения поляризации света – ориентация спинов фотонов, которые могут быть направлены либо *по*, либо *против* направления движения [16, 17]. Линейная поляризация соответствует такому случаю, когда фотоны с равной вероятностью находятся то в параллельном спиновом состоянии, то в антипараллельном. При эллиптической поляризации параллельная и антипараллельная ориентации спина фотона не равновероятны.

Объяснение поляризации, которое может быть дано в рамках нашей модели, практически совпадает с квантово-механическим, но с некоторой оговоркой. Вероятностные расчёты мы считаем не отражением фундаменталь-

ной необходимости, а всего лишь полезным расчётным действием, не отменяющим ни причинность, ни наличие внутреннего механизма физического процесса. С нашей точки зрения, качественное понимание процессов микромира и создание адекватного ему математического аппарата возможны. По этой причине с одинаковым успехом можно говорить как о вероятностном распределении ориентации спинов фотонов, так и о процентном содержании в световом потоке фотонов с одной из двух возможных ориентаций спина.

4.12. Естественная ширина спектральной линии

В квантовой теории считается, что естественная ширина спектральной линии $\Delta\lambda$ возникает от того, что из-за соотношения неопределённостей $\Delta E \Delta t \geq \hbar$, где интервал времени Δt – время жизни атома в возбуждённом состоянии, энергия уровня не определена точно, поэтому при переходе электрона на другой энергетический уровень энергия, излучаемая в виде фотона (кванта света), имеет некоторую неопределённость. О физической причине выполнения соотношения неопределённостей ортодоксальная теория ответа не предлагает. Более того, отсутствие возможного ответа фактически постулируется.

С нашей точки зрения, качественное объяснение возможно. Поскольку электрон движется вокруг ядра и, что наиболее вероятно, это движение периодическое, по мере приближения к ядру в процессе излучения период осцилляций меняется. Это приводит к изменению частоты, с которой атом *выстреливает* в пространство очередные вихри-фоты. Огромное количество фотов, составляющих квант света (или фотон, или цуг волн), не является множеством *абсолютно тождественных диполей*. В процессе излучения постепенно меняется расстояние между электроном и ядром атома, поэтому незначительно меняется энергия фотов, радиус вращения элементов диполя и расстояние между фотами по направлению движения. Разница энергетических и кинематических параметров вихрей-фотов, в совокупности составляющих квант света, и есть причина естественной ширины спектральной линии.

О возможной ритмичности в излучении *зёрен энергии*, составляющих квант света, писал Королькевич [18]. Шидловский в серии публикаций [35–37] показал, что представления о переходе электрона по спирально уменьшающимся орбитам согласно обычной механике до сих пор актуально и эвристично.

Если атом движется, а он в некотором смысле всегда движется (участвует в тепловом движении), на естественную ширину спектральной линии накладывается доплеровская ширина, и линия становится шире. Но в этом случае физическая причина уширения другая, не связанная с естественной шириной.

Если говорить не об отдельном кванте, а о спектральной линии в целом, т. е. о наложении множества отдельных линий, то возможны и другие причины уширения. Например, так называемый изотопический сдвиг: линии излучения отдельных изотопов немного не совпадают, и это приводит к кажущемуся уширению линии. Это не составляет предмет обсуждения в данной работе. Мы прояснили лишь физический смысл так называемой естественной ширины спектральной линии.

4.13. Скорость света

Согласно современным представлениям, «скорость света в вакууме в свободном пространстве – одна из основных физических констант» [31, с. 550]. Такое представление не приводит к экспериментальным парадоксам и хорошо встроено в теоретическую физику. Оно стало привычным и интуитивно близким для современного человека.

Однако, если задать вопрос, всё ли в таком представлении о скорости света *понятно*, то ответ ожидается не таким уж однозначным.

Во-первых, скорость – понятие относительное. Говоря о скорости, мы всегда имеем в виду два объекта – тот, который движется, и тот, относительно которого рассматривается это движение. Относительно какого физического объекта рассматривается *движение света*? Очевидно, относительно физического вакуума (эфира в старом понимании). Но в этом случае давайте так и говорить: не «в вакууме», а «относительно физического вакуума». В этом случае останется сделать один шаг – признать, что свет движется в среде со скоростью, являющейся характеристикой этой среды. Всё будет ясно и просто, появится дополнительное понимание фундаментальных законов физики, но появится и противоречие с СТО, в которой неявно утверждается, что скорость света инвариантна относительно любого наблюдателя. Может быть, именно теория относительности мешает принять положение, что скорость света – константа относительно светонесущей среды? А может быть, мешает отсутствие решимости нарушить дух корпоративного единства?

Во-вторых, в современной оптике рассматриваются фазовая и групповая скорости света, а также есть понятие средней скорости. Какая из этих скоростей является фундаментальной константой? Фазовая скорость определена так, что для неё ограничений не существует; это скорость перемещения фазы в гармонической волне. С фазовой скоростью ни энергия, ни информация не передаётся, для этих случаев определена групповая скорость. Лишь в физическом вакууме, при отсутствии дисперсии, фазовая и групповая скорости совпадают. Во всех экспериментах, где скорость света определяется непосредственно, используется понятие групповой скорости. Исторически это прежде всего опыты Физо и Фуко, а также их современные аналоги с использованием лазерного излучения. В этих опытах, так же как и в известном всем со школы эксперименте Майкельсона, свет идёт *туда* и *обратно*. Но

в таком случае надо использовать понятие средней скорости. Считать, что средняя скорость света – это и есть мировая константа c , можно лишь как допущение, как нечто, принятое условно.

В вузовских учебниках, которые пишутся в соответствии с официально утверждённой программой, авторы не могут отклоняться от принятой научным сообществом парадигмы. Например, в университетском учебнике Д. В. Сивухина есть замечание: «Отрицательный результат опыта Майкельсона доказывает, что в земной системе отсчёта скорость света в вакууме изотропна, то есть не зависит от направлений его распространения. Под скоростью света здесь понимается средняя скорость в двух прямо противоположных направлениях – она и только она определяет результат опыта ...» [25, с. 628].

Из результатов опыта действительно можно сделать вывод, что средняя скорость света изотропна, но нет никаких данных, что и *туда*, и *обратно* свет движется с одинаковой скоростью относительно физической среды. Чтобы принять это абсурдное положение, потребовалось изменить классически ясные представления о пространстве и времени, так как скорость определяется делением значения пространственной протяжённости на промежуток времени. Попутно пришлось отвергнуть и понятие светоносной среды. Это представляется ещё более нелепым, если вспомнить, что к моменту появления СТО все практически значимые для электродинамики математические соотношения уже существовали. При этом в трудах Лармора, Лоренца, Хэвисайда, Пуанкаре и других не требовалось изменение привычных классических представлений о пространстве и времени. Даже константа c в этих трудах имеется – это скорость света относительно светоносной среды. В настоящее время, признавая заслуги и других учёных в создании СТО, ортодоксальное научное сообщество использует лишь интерпретацию СТО в варианте Эйнштейна – Минковского. Это не материалистическая интерпретация. В математическом аппарате СТО нет ничего предосудительного, но физический смысл был искажён, причём даже не столько самим Эйнштейном, сколько последующими интерпретаторами.

Однако СТО – это тема отдельного обсуждения; сейчас основной темой является физическая природа света. Мнение об СТО опубликовано нами в других работах, например, в монографиях [19–21].

Групповая скорость света – характеристика светоносной среды, и она не зависит от скорости источника света относительно этой среды. Для экспериментального определения зависимости групповой скорости (или скорости фронта волны) от движения приёмника света относительно источника света используется эффект Доплера. Считается, что при относительном движении меняется частота ЭМ излучения. Но аддитивность частот – это не что иное, как аддитивность энергий. Возможна и другая, чисто энергетическая интерпретация эффекта Доплера. Мы рассмотрим эту интерпретацию в следующей главе, а пока остановимся на том, что скорость света в корпускулярном смысле – это скорость ЭМ возбуждения физического вакуума (фота) относительно неподвижного физического вакуума.

4.14. Итоги обсуждения

1. Объединяя пространственную протяжённость, наличие вращения, а также электрическую нейтральность частиц света при потенциально существующей связи с электрическими зарядами, была предложена следующая структура кванта. Часть кванта, фот – это *элементарное возбуждение среды*, обладающее свойствами материального объекта, но не существующее в состоянии покоя. Элементарное возбуждение среды возникает при торможении заряженной частицы в светонесущей среде, т. е. это *синхротронный эффект*. Синхротронный эффект возникает не только при движении частицы по криволинейной траектории в ускорителе. Радиоизлучение – это также синхротронный эффект, возникающий при торможении электронов проводимости в металле антенны. Излучение атома или молекулы – это также синхротронный эффект, возникающий при движении электрона по криволинейной траектории в атоме во время перехода на нижерасположенную траекторию.

2. При переходе атома из возбуждённого в стационарное состояние электрон, двигаясь по криволинейной траектории, отдаёт энергию среде в том направлении, которое в акте данного конкретного излучения *индуцировано характером взаимодействия с физическим окружением*. И неподвижный, и движущийся электрон поляризуют среду (физический вакуум), появляются микродиполи – связанные (\pm)-пары, на которые расщепляются нейтральные частицы среды. Мы назвали эти пары фотами. Сегодня мы не знаем, как это экспериментально проверить и что такое среда в целом, но, опираясь на известные опытные факты, имеем возможность моделировать отдельные свойства среды.

3. При каждом обороте вокруг ядра электрон сообщает одному из микродиполей (фотов), находящемуся на той стороне атома, куда совершается излучение, поступательное и вращательное движение. При этом электрон теряет порцию энергии $h\nu$. В пространстве появляется вращающаяся и двигающаяся поступательно (\pm)-пара – фот. Как мы уже установили, модуль электрического заряда элементов (\pm)-пары не равен модулю заряда электрона и позитрона. Сегодня фотам нет аналогов в физике частиц. Более того, сегодня подтвердить это экспериментально невозможно.

4. Вдали от неподвижной заряженной частицы поляризация среды постепенно угасает. Так как заряды полуфотов в (\pm)-паре противоположны, в статическом варианте вдали от электрона поляризация должна была бы исчезнуть, а заряды микродиполя при сближении взаимно *погаситься*, но у движущихся (\pm)-пар этого не происходит. Сближению заряженных элементов диполя препятствует вращение пары. Кулоновская сила выступает в данном случае в качестве центростремительной силы.

5. Фоты вращаются и перемещаются в вакууме перпендикулярно плоскости вращения. Вращение может быть как вправо, так и влево по ходу движения – по часовой стрелке или против часовой стрелки, что и определяет

направление спина. *Путь, пройденный фотом за один полный оборот вдоль направления распространения света, определяет длину волны λ .*

6. Фоты – это возбуждения среды, переносящие энергию. Происходит перемещение энергии возбуждения среды без перемещения элементов среды. Квант не существует в состоянии покоя; в этом (и только в этом) смысле он не имеет массы покоя, но переносит массу как материализующуюся энергию возбуждения среды. И фоты, и квант излучения в целом обладают инерционными свойствами и имеют динамическую массу.

7. Движение любой точки фотов, кроме центральной, можно представлять геометрически в виде винтовой линии, вытянутой в направлении движения (на рисунке 4 направление движения вертикальное). Центры фотов движутся строго по прямой линии, если нет воздействия гравитационных полей (об этом далее). Движение центров заряженных полуфотов каждой пары даёт умозрительно представляемую витую пару траекторий, расположенных на поверхности воображаемого цилиндра (рис. 4). Таким образом, квант имеет микросечение и макродлину. В макроскопическом смысле – это тонкая цилиндрическая игла, летящая в направлении, совпадающем с продольной осью иглы.

Квант не является сплошным телом; воображаемые стенки цилиндра-иглы образованы винтовыми траекториями полуфотов. И фоты, и квант в целом электрически нейтральны, так как на больших расстояниях воздействие от (+)- и (-)-полуфотов усредняется.

8. По нашему мнению, методом качественного моделирования также можно продвинуться вперёд при изучении *физической природы* не только света, но и светоносной среды. При принятом сегодня за основу построения феноменологических моделей характер моделирования абстрактный – предлагаются и проверяются экспериментально формальные математические соотношения. Но всеобщее доминирование математических моделей по отношению к качественным физическим моделям не должно быть монополюс единственным методом. Хотя процесс познания природы и требует умения *измерять* и *вычислять*, изгнание качественного моделирования из научного творчества в фундаментальной физике произошло необоснованно. Как уже отмечалось выше, это результат социальной активности отдельных личностей в начале XX столетия, пришедших в физическую науку из математики, и последующего профессионального отбора и воспитания будущих *физиков-теоретиков* как математиков.

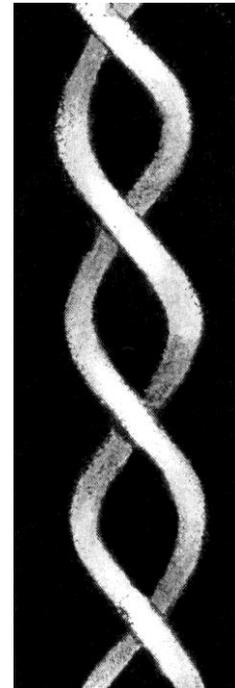


Рис. 4. Траектории полуфотов в виде винтовой линии

НОВАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Гипотезы, дающие место фантазии и более смело выходящие за рамки имеющегося материала, будут всегда побуждать к новым исследованиям и приводить к совершенно непредвиденным открытиям.

Л. Больцман [цит. по: 45, с. 12]

5.1. Свет в гравитационном поле

Попытаемся понять и связать между собой информацию о движении фотона в гравитационном поле, взятую из нескольких источников.

Вавилов считал, что «в поле тяготения скорость света должна изменяться» [7, с. 15]. Уважаемые авторы другой публикации уточняют: «...любая частица (даже фотон) под действием гравитации ускоряется к центру Солнца» [1, с. 1132]. И эта, и предыдущая цитаты не вызывают возражений; интуитивно понятно, что так и должно быть. Но почему же тогда считается, что Паунд и Ребка зафиксировали *замедление хода часов в гравитационном поле*? Это же просто эффект Доплера, т. е. изменение частоты, связанное с изменением скорости.

К большому сожалению, ряд других публикаций на эту тему невозможно понять физически. Например, утверждение о том, что *фотон в статическом гравитационном поле сохраняет полную энергию и частоту, но импульс и длина волны меняются с изменением расстояния до гравитирующего тела* [35]. Как может измениться импульс при неизменной энергии? Возможно, математически это не трудно сделать, но есть ещё физический смысл. И вот с точки зрения физического смысла данное утверждение абсурдно. Во всяком случае, оно физически непонятно. Или другое утверждение того же автора: *скорость фотона при удалении от источника гравитационного поля растёт, приближаясь к с, а при приближении – уменьшается*. Это утверждение академика Окуня уже не только непонятно, но и противоречит предыдущему утверждению (цитата из работы [1], которую можно осмыслить физически, приведена выше). В группу авторов публикации [1] входит и Л. Б. Окунь.

Авторы работы [1] утверждают, что *часы тикают тем чаще, чем выше (дальше) от гравитирующего тела*. Та же мысль проводится и в другой работе Окуня с другими соавторами: «Частота света меньше у того атома, который глубже „сидит“ в гравитационном потенциале (часы идут медленнее). Энергия и частота фотона не меняются по мере его подъёма» [34, с. 1141]. Скорость меняется, а энергия не меняется – это также физически непонятно. Разумеется, математически всё возможно, например, через переопределение базовых понятий «пространство» и «время», как в релятивистской концепции. Но в таком случае о физическом смысле можно, а точнее нужно, забыть.

Из предыдущей цитаты можно сделать вывод, что частота не должна меняться и при падении фотона. Но что же тогда зафиксировали Паунд и Ребка? Может быть, и с подобным противоречивым пассажем в том числе связана популярная шутка о том, что *современную физику невозможно понять – к ней можно только привыкнуть*. Получается, что шутка очень похожа на правду.

Вернёмся к нашей модели и проанализируем изменение энергетических характеристик кванта излучения при движении в гравитационном поле. Пусть квант движется по направлению к источнику гравитационного поля, например к Земле, от источника излучения, находящегося на высоте L от поверхности Земли. При этом квант в целом, имея вначале потенциальную энергию $W_{\text{пот}} = mgL$, теряет её в процессе движения к поверхности Земли, но должен приобрести энергию ΔW другого вида. Из закона сохранения энергии следует, что

$$\Delta W = mgL. \quad (36)$$

Полная энергия кванта будет равна

$$W = W_0 + \Delta W = W_0 + mgL. \quad (37)$$

С учётом равенства $W_0 = mc^2$ формулу (37) можно записать в виде

$$W = W_0 \left(1 + \frac{gL}{c^2} \right). \quad (38)$$

Во что превращается потенциальная энергия кванта, каков физический смысл этого явления? В классической механике при уменьшении потенциальной энергии увеличивается кинетическая энергия. Квант нельзя считать классической механической частицей, подобной материальной точке, – он имеет энергию и поступательного, и вращательного движения. Механическая энергия кванта в нашей модели связана с константой c – скоростью передачи ЭМ возбуждения, которая является свойством и характеристикой среды.

Число фотонов, составляющих квант, не изменяется во время движения; по крайней мере, в тех случаях, когда нет переизлучения, а время существования кванта невелико. Мы рассматриваем именно такой случай. Следовательно, энергия кванта может изменяться либо за счёт изменения скорости фотонов, либо за счёт изменения собственной внутренней энергии фотонов – энергии вращения.

Из опытов известно, что в гравитационном поле изменяется энергетическая характеристика излучения. В волновой релятивистской теории увеличение энергии интерпретируется как изменение частоты излучения ν . При движении кванта вниз, к источнику гравитационного поля, должно быть фиолетовое смещение, при движении кванта от источника гравитационного поля вверх – красное смещение.

В нашей модели не используются понятия волны и частоты. Изменение внутренней энергии кванта nh_3 , при неизменном значении количества фотонов n может быть связано только с изменением энергии фотонов h_3 . Изменение механической энергии движения кванта может быть связано только с изменением скорости фотонов. Поскольку мы представляем фотоны как перемещающиеся со скоростью c элементарные возбуждения среды вихревого характера, то изменение полной энергии фотонов должно быть связано и с изменением скорости фотонов, и с изменением характера возбуждения среды в гравитационном поле.

Известно, что чем больше энергия кванта, тем больше его импульс $p = mc$. Поскольку масса увеличиваться не может, должна меняться скорость кванта. При новом значении скорости c' значение импульса также изменится:

$$p' = mc'. \quad (39)$$

Кинетическая энергия кванта, зависящая от скорости, также должна измениться. В этом проявляется фундаментальное свойство гравитационного поля – ускорять объекты, движущиеся в направлении источника гравитации. При движении от источника скорость и кинетическая энергия фотонов должны уменьшаться.

Таким образом, простой анализ приводит к выводу, что при движении кванта в гравитационном поле изменяется как его внутренняя энергия nh_3 , за счёт изменения энергии фотонов h_3 , так и его механическая энергия $mc^2/2$ за счёт изменения скорости c .

Рассмотрим возможные количественные изменения внутренней и механической энергий кванта. Пусть при падении кванта на расстояние L собственная энергия фотона становится равной

$$h'_3 = h_3 + \Delta h_3, \quad (40)$$

а механическая энергия за счёт увеличения скорости становится равной

$$E'_{\text{мех}} = \frac{mc'^2}{2} = \frac{mc^2}{2} + \Delta E_{\text{мех}}. \quad (41)$$

Изменение внутренней энергии кванта равно

$$\Delta E_{\text{внутр}} = n\Delta h_3. \quad (42)$$

Изменение механической энергии кванта равно

$$\Delta E_{\text{мех}} = \frac{mc'^2}{2} - \frac{mc^2}{2} = \frac{m(c'^2 - c^2)}{2}. \quad (43)$$

Закон сохранения энергии требует, чтобы выполнялось следующее условие:

$$\Delta E_{\text{мех}} + \Delta E_{\text{внутр}} = mgL. \quad (44)$$

В работе [26] для свободного от физических полей пространства (за исключением гравитационного) нами было получено соотношение:

$$\Delta E_{\text{мех}} = \Delta E_{\text{внутр}}. \quad (45)$$

При изменении энергии кванта в гравитационном поле это соотношение не должно измениться. Поле без совершения работы не может перекачивать энергию из одного вида в другой. Квант при свободном падении работы не совершает, и баланс (45) должен сохраняться. Из формулы (45) с учетом (44) следует:

$$\Delta E_{\text{внутр}} = \frac{mgL}{2}, \quad (46)$$

$$\Delta E_{\text{мех}} = \frac{mgL}{2}. \quad (47)$$

Из (46) и (47) с учетом (42) и (43) соответственно следует:

$$n\Delta h_3 = \frac{mgL}{2}, \quad (48)$$

$$\frac{m(c'^2 - c^2)}{2} = \frac{mgL}{2}. \quad (49)$$

Из (49) следует, что приобретаемая квантом скорость не зависит от массы кванта и определяется только гравитационным полем:

$$c'^2 = c^2 + gL. \quad (50)$$

Это факт, установленный опытным путём для материальных тел, движущихся с досветовой скоростью. Квант как материальная система не может

быть исключением. В то же время, как нетрудно заметить, формула (50) отличается от формулы $V^2 = V_0^2 + 2gL$, по которой можно вычислить изменение скорости механического тела при падении в гравитационном поле. Причина в том, что для кванта полная энергия – это не только энергия поступательного движения, но ещё и энергия вращения. С изменением скорости связана только половина полной энергии кванта.

Ускорение свободного падения g зависит от расстояния между взаимодействующими объектами и определяется выражением

$$g = \frac{kM}{r^2}, \quad (51)$$

где k – гравитационная постоянная;

M – масса источника гравитационного поля;

r – расстояние между центрами масс взаимодействующих объектов.

В одном и том же поле изменение скорости кванта согласно (50) зависит от L и r – двух величин, являющихся расстояниями, причем L – это фактически ΔL , т. е. перемещение в гравитационном поле.

Рассмотрим изменение скорости кванта, определяемое формулой (50), количественно. Изменение гравитационной энергии при свободном движении тела массой m к источнику гравитационного поля массой M от расстояния R_1 до расстояния R_2 можно вычислить по формуле

$$\Delta E = \frac{kmM}{R_2} - \frac{kmM}{R_1} = \frac{kmM(R_1 - R_2)}{R_1 R_2}. \quad (52)$$

Знак (+ или –) для величины ΔE в данном случае не существен – нас интересует абсолютное значение ΔE . Если R_2 – это радиус Земли R в точке наблюдения, а $R_1 = R + L$, то (52) примет вид:

$$\Delta E = \frac{kmML}{(R + L)R}. \quad (53)$$

Физический смысл ΔE – это изменение полной энергии кванта. Только половина этой энергии равна изменению механической энергии, поэтому, используя (43), можно записать:

$$\frac{m(c'^2 - c^2)}{2} = \frac{kmML}{2(R + L)R}. \quad (54)$$

После несложного преобразования получим

$$c'^2 = c^2 + \frac{kML}{(R + L)R}. \quad (55)$$

Умножив и разделив второе слагаемое правой части на c^2 , получаем

$$c' = c \sqrt{1 + \frac{kML}{c^2(R+L)R}}. \quad (56)$$

Для приближённых прикладных расчётов можно принять $R \approx R + L$, но, рассматривая явления микромира с целью получения принципиальных и физически корректных выводов, нельзя пренебрегать малыми величинами. Как можно видеть из (56), изменение скорости кванта зависит и от расстояния до центра гравитации, и от величины перемещения кванта в гравитационном поле. Это свидетельствует о различии физического состояния среды вблизи и вдали от источника гравитации.

Для проведения экспериментальной проверки необходимо, чтобы методы измерения расстояний не были связаны с константой c . Несколько сотен метров по вертикали можно измерить непосредственно. Оценим величину

множителя $\sqrt{1 + \frac{kML}{c^2(R+L)R}}$ для перепада высот $L = 300$ м и R для средних

широт. Получается значение $1,00000000000001644$ – это очень малая величина. Тем не менее, такой величиной можно пренебречь в прикладных расчётах, но не в фундаментальной науке, т. е. не в принципиально значимой интерпретации.

В рассматриваемом примере отношение $\Delta c/c \approx 1,64 \cdot 10^{-14}$. В 1959 г. Паунд и Ребка измерили гравитационное смещение энергии кванта и получили значение $\Delta E/E \approx 2,46 \cdot 10^{-15}$. Высота башни Гарвардского университета, где проводился эксперимент, составляла 22,6 м. Можно считать, что явление подтверждено экспериментально, но традиционная интерпретация и наша интерпретация различны.

Рассчитаем аналогичным образом изменение внутренней энергии кванта. Формулы (40) и (53) позволяют для кванта, т. е. для n фотонов, написать следующее равенство:

$$nh'_3 = nh_3 + \frac{kmML}{2(R+L)R}. \quad (57)$$

Разделив обе части равенства на n , получим выражение

$$h'_3 = h_3 + \frac{kmML}{2n(R+L)R}. \quad (58)$$

Из равенства $nh_3 = mc^2/2$ (внутренняя и механическая энергии фотона) можно получить следующее выражение:

$$\frac{m}{2n} = \frac{h_3}{c^2}. \quad (59)$$

Подставив h_3/c^2 вместо $m/2n$ в (58), получим

$$h'_3 = h_3 \left[1 + \frac{kML}{c^2(R+L)R} \right]. \quad (60)$$

Опять тот же множитель, но на этот раз в первой степени. Оценим его количественно для тех же условий – R для средних широт и $L = 300$ м. Расчётное значение множителя $\left[1 + \frac{kML}{c^2(R+L)R} \right]$ получается равным 1,000000000000003287, а отношение $\Delta h_3/h_3 \approx 3,29 \cdot 10^{-14}$.

5.2. Решение парадокса «Пионеров»

В предыдущем параграфе на основе гипотезы об изменении фундаментальных констант c и h в гравитационном поле получены численные оценки возможного изменения этих констант в гравитационном поле Земли. При перемещении кванта с высоты в несколько сотен метров относительное изменение констант имеет порядок $\sim 10^{-14}$. Для получения в эксперименте существенно бóльших проверяемых отношений гравитационное поле должно быть существенно больше; например, в пределах Солнечной системы уско-ряющее воздействие должно создавать Солнце. В этом случае и расстояние, на которое перемещается квант, будет значительно больше.

Как это ни удивительно, подобный эксперимент уже поставлен, хотя до сих пор результаты его не поняты и интерпретируются как аномальные. Речь идёт о так называемом аномальном ускорении космических аппаратов (КА) «Пионер-10» и «Пионер-11», удаляющихся от Солнечной системы в космическое пространство. Согласно материалам, представленным в Интернете, аномальное постоянное ускорение КА имеет величину $\sim 8,5 \cdot 10^{-8}$ см/с² и направлено в сторону Солнца [61].

Заметим, что вывод об ускорении КА сделан исключительно из доплеровской интерпретации результатов измерений частоты радиосигнала от КА. Аномальность заключается в том, что поскольку аппараты удаляются от Солнца (движение от наблюдателя), частота сигнала должна уменьшаться, но в действительности она увеличивается.

При попытках понять физическую природу наблюдаемого явления в модели вводили различные детали: эффекты возмущения со стороны планет, давление излучения, влияние межпланетной среды, эффекты ОТО, притяжение Галактики. Учитывали утечку газа из КА, ошибки принятых значений ориентации Земли, дрейф атомных часов, расширяющееся пространство и многое другое, но ни одна из моделей не смогла объяснить результаты наблюдений.

Согласно нашей модели, кванты при движении к Солнцу должны ускоряться, что вызовет увеличение скорости частиц света и увеличение энергии фотонов, т. е. увеличение констант c и h_3 . В общепринятой модели для кванта $\Delta v/v = \Delta \epsilon/\epsilon$, а в нашей модели $\Delta \epsilon/\epsilon = \Delta h_3/h_3$. Если с учётом этих равенств рассчитать относительное увеличение частоты, используя формулу (60), то для фотонов от неподвижного излучателя без учёта любых других факторов, кроме гравитационного ускорения со стороны Солнца, получаем результат $\Delta v/v \approx 10^{-8}$. Величины, использованные в расчете: M – масса Солнца; R – радиус земной орбиты (1 а. е.); L – перемещение квантов от расстояния в 20 а. е. до 1 а. е.

Для радиоизлучения при тех же исходных данных относительное увеличение длины волны составляет $\Delta \lambda/\lambda \approx 0,47 \cdot 10^{-8}$. Расчёт для длин волн необходимо выполнять по формуле (56): поскольку $c = \lambda v$, при $v = \text{const}$ скорость $c \sim \lambda$, и $\Delta \lambda/\lambda = \Delta c/c$. Мы принимаем $v = \text{const}$, так как в нашей модели вместо частоты используется число фотонов в кванте, которое не изменяется в данных условиях.

В материалах по «Пионерам», доступным в Интернете, нет первичных данных – базовой частоты радиопередатчика и реально принимаемой частоты радиосигнала в зависимости от расстояния до передатчика. В Интернете представлены результаты различных модельных расчётов. Не зная алгоритм программы, обрабатывающей экспериментальный материал, невозможно по опубликованным сведениям восстановить первично фиксируемые данные, поэтому с нашей стороны реально возможна только численная оценка.

Доплер-эффект должен давать обратный результат, значит, то, что наблюдаем – суперпозиция разных эффектов. Проведённый нами расчёт учитывает только одну из всех возможных причин, но на качественном уровне мы уходим от парадокса.

Таким образом, ускорения КА нет, но есть ускорение фотонов при движении в сторону Солнца, что приводит к увеличению скорости радиосигнала. В стандартной доплеровской интерпретации, не допускающей изменение константы c , наблюдаемое изменение скорости связывают со скоростью КА, объясняя аномальное изменение частоты радиосигнала как следствие аномального ускорения КА. Наблюдаемое явление просто объясняется нашей моделью и, в свою очередь, косвенно подтверждает саму модель.

5.3. Эффект Доплера

Пусть атом излучает в некотором направлении квант энергии в виде последовательности фотонов. Период времени T_0 между двумя актами излучения фотонов определяется характером возбуждения атома (способом и величиной предварительно поглощённой энергии), т. е. конкретным переходом из одного состояния в другое. Направление излучения определяется характером

взаимодействия атома с другими атомами, существующим в момент излучения. Ни то, ни другое на данном этапе не моделируем. В данном параграфе не существенна также структура фота; считаем его элементарным носителем возбуждения среды. Скорость фота c является характеристикой среды и не зависит от скорости V движения источника излучения (атома) относительно среды.

Если излучающий атом неподвижен относительно среды, расстояние между фотами в пространстве будет равно

$$\lambda_0 = cT_0. \quad (61)$$

Если излучающий атом движется со скоростью V относительно среды, то расстояние между фотами в пространстве будет равно

$$\lambda = \lambda_0 - VT_0 \cos \alpha, \quad (62)$$

где α – угол между направлением излучения и направлением движения атома.

Из (62) следует, что если атом излучает под острым углом к направлению движения, то угол $\alpha < \frac{\pi}{2}$ и, следовательно, $\lambda < \lambda_0$.

Если приёмник излучения неподвижен в среде, он поглощает фоты, перемещающиеся в среде со скоростью c . Период времени T' между актами поглощения фотов равен

$$T' = \frac{\lambda}{c}. \quad (63)$$

При движении атома-приёмника относительно среды со скоростью V' скорость их взаимного сближения с фотом будет равна

$$c' = c - V' \cos \beta, \quad (64)$$

где β – угол между направлением движения кванта и направлением движения атома-приёмника.

В этом случае период времени, разделяющий моменты поглощения фотов, составит

$$T' = \frac{\lambda}{c'} = \frac{\lambda}{c - V' \cos \beta}. \quad (65)$$

Объединяя (61), (62) и (65), получаем

$$T' = T_0 \frac{c - V \cos \alpha}{c - V' \cos \beta}. \quad (66)$$

В частном случае, когда источник и приёмник излучения взаимно неподвижны, т. е. $V = V'$ и $\alpha = \beta$, периоды времени излучения и поглощения равны: $T_0 = T'$.

Формула (66) – это более общая форма записи эффекта Доплера – явления изменения частоты при относительном движении источника и наблюдателя. В частном случае, если наблюдатель неподвижен относительно физической среды, т. е. при выполнении условия $V' = 0$, получим

$$\frac{\Delta v}{v'} = \frac{V}{c} \cos \alpha, \quad (67)$$

где $\Delta v = v_0 - v'$.

Это практически совпадает с общепринятой формулой, описывающей изменение частоты в эффекте Доплера [60]:

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{V}{c} \cos \alpha. \quad (68)$$

Формула (68) – не релятивистская, а классическая. Сравнительно недавно она была проверена экспериментально в Санкт-Петербургском радиовом институте им. В. Д. Хлопина [38]. Роль подвижного излучателя выполняли возбуждённые атомы водорода, получающиеся при *развале* ускоренных ионов H_3^+ . Результаты подтвердили классическую, а не релятивистскую формулу для эффекта Доплера.

Получение правильной формулы в рамках нашей чрезвычайно простой модели внушает некоторый оптимизм. Вот как подобную ситуацию характеризовал В. П. Смилга: «Никакой логической строгости. Интуиция. Догадки. Аналогии. Сравнение с экспериментом. Если какая-то, пусть совершенно неясная, но внутренне непротиворечивая логическая схема приводит к совпадению с опытом – значит, тут что-то есть» [44, с. 9].

5.4. Структура радиоизлучения

Проанализируем возможное различие в структуре излучения, испущенного разными источниками. Есть кванты, испущенные в процессе электронных переходов в атомах и молекулах; выше мы называли их *тепловыми*, или *естественными*. Сюда входит не только то, что относится к видимому свету, но также и рентгеновское, и ультрафиолетовое, и инфракрасное излучение.

Есть излучение, испущенное ядром атома, так называемое γ -излучение. В современной теории считается, что это такое же ЭМ излучение, как и тепловое, отличающееся лишь большей энергией, т. е. частотой. Какова структура γ -квантов, мы в данной работе не анализируем. Вполне возможно, что

различие с тепловыми квантами более существенное, чем различие только в энергии.

Есть ещё синхротронное излучение (СИ) – это, как считается, магнитотормозное излучение ультрарелятивистских электронов, движущихся в магнитном поле. СИ отличается непрерывным спектром (от инфракрасного до рентгеновского), высокой интенсивностью (угловой разброс ~ 1 мрад), острой направленностью, высокой степенью поляризации и уникальной временной структурой (длительность импульсов > 100 пс). Мощность СИ не зависит от радиуса ускорителя [43]. В данной работе возможную структуру СИ также не анализируем.

Есть научные сообщения о квантах гигантской энергии. Например, при рассеянии фотонов видимого света с энергией в несколько эВ на электронах высокой энергии (с ускорителя) эти фотоны приобретали энергию в несколько ГэВ [17, с. 27]. Есть также сообщения о космических частицах с энергиями выше 10^{19} эВ. О таких частицах известно мало, так как в среднем за год на 1 км^2 попадает одна частица с указанной энергией. «Малость потока означает невозможность непосредственной регистрации первичных частиц, взаимодействующих в верхних слоях атмосферы, с помощью летающих детекторов и, как следствие, предопределяет косвенный характер их исследования наземными установками, которые регистрируют широкие атмосферные ливни (ШАЛ), вызванные этими частицами. <...> Модели, с помощью которых характер развития атмосферного ливня связывается со свойствами первичной частицы, с неизбежностью включают в себя экстраполяцию свойств взаимодействия в неизученную область энергий» [50, с. 323]. Возможную структуру космических частиц, имеющих большую энергию, мы в данной работе также не анализируем. Вполне возможно, что это кванты ЭМ излучения, но для детального анализа объективных данных мало.

Если доказано, что какое-либо излучение является электромагнитным, то у всех видов излучения при различии в структуре должен быть одинаковый *строительный материал*, одинаковые *кирпичики*. Из одинаковых кирпичей можно построить дворец, бордюр вокруг клумбы, туалет на базарной площади и т. п. – т. е. то, что различно по назначению. Из одинаковых букв можно образовать различные слова; например, в словах ГУМ и МГУ буквы одинаковы, а смысл различен. Из последовательности фотонных кирпичиков также можно построить различные структуры, но нас интересуют не умозрительные структурные модели, а лишь модели реальных техногенных излучений, создаваемых различными устройствами. В частности, радиоизлучение и лазерное излучение. Возможную структуру этих излучений мы проанализируем в этом и следующем параграфах.

Согласно общепринятым представлениям, естественный свет и радиоизлучение – тождественные понятия, различающиеся лишь количественными параметрами – частотой и длиной ЭМ волны. Есть и несогласные с такой точкой зрения, но их мало. Например, В. С. Петросян считает, что существуют излучения 1-го рода (фотон) и 2-го рода (радиоволна) [37].

Скептическое отношение к отождествлению теплового излучения и радиоизлучения высказывали и некоторые оппоненты автора в частной переписке, но цитировать их мнения автор не имеет права из-за отсутствия соответствующего разрешения с их стороны.

С нашей точки зрения, такое отождествление физически некорректно. Квант естественного света излучается атомом (или молекулой), а радиоизлучение – искусственной конструкцией антенной. Отдельные атомы, из которых состоит антенна, не могут излучить кванты радиодиапазона, так как электронных переходов, соответствующих радиочастоте, в атоме нет. Металл антенны содержит электроны проводимости. Вынужденное излучение синхротронных квантов производят движущиеся с ускорением электроны тех или иных частей антенны, *меняющие характер ускорения с частотой колебательного контура*. Пространственно разделённые части антенны испускают кванты в определённые моменты периода колебаний, в результате чего сечение радиоволны в целом должно быть близким к сечению антенны. Радиоизлучение в каждом направлении пространства должно иметь форму винтовой линии, компонентами которой являются синхротронные кванты. Частота излучаемой радиоволны зависит от частоты колебаний в контуре и не обязана совпадать с частотой излучаемых квантов.

Понимание того, как происходит процесс радиоизлучения, очень важно для понимания того, что такое радиоволна. Повторим ещё раз: частота синхротронных квантов, излучаемых ускоренными электронами проводимости, не совпадает с радиочастотой излучения антенны. От радиочастоты, т. е. от частоты колебательного контура, зависит лишь начало и конец излучения синхротронных квантов. Частота синхротронных квантов – это несущая частота, а радиочастота – это в некотором смысле *модулирующая* частота.

С каждой конкретной единицы поверхности излучаются кванты в различных направлениях, а в каждом конкретном направлении излучаются кванты в различные моменты периода колебаний контура. Поскольку винтовая линия радиоволны имеет сечение передающей антенны, принимать радиоволны должна антенна приблизительно такого же сечения. Излучения с поверхности металла антенны, направленные внутрь антенны, не порождают радиоволну, так как не могут быть направлены в одну сторону; это проявляется в различных диаграммах направленности для антенн разных форм.

Следует учесть, что синхротронные кванты – не точечные частицы, а также винтовые линии, состоящие из вихревых возбуждений физического вакуума; такие вихревые возбуждения названы нами фотами. Кванты имеют пространственную протяжённость, поэтому радиоволна состоит не из точечных, а из протяжённых элементов.

Электромагнитное возбуждение фрагмента принимающей антенны происходит тогда, когда данный фрагмент антенны поглощает синхротронный квант. Кванты попадают на каждый из фрагментов принимающей антенны с частотой радиоволны. Кванты имеют в то же время и собственную *частоту*, т. е. определённое число фотов, но для возникновения колебаний в контуре

антенны эта частота не существенна. С частотой прихода фотонов электроны проводимости поглощают их энергию, приобретая при этом энергию движения. Так как с радиочастотой *возбуждаются* электроны в разных частях антенны, это возбуждение передаётся на колебательный контур.

Частота несущих квантов может не совпадать с количеством фотонов в кванте, как это должно быть при излучении кванта атомом в результате электронного перехода. Вынуждающие условия (период колебаний контура передатчика) в процессе излучения формируют синхротронный квант по длине, при этом поглощаться приёмной антенной будут кванты, для которых частота не совпадает с количеством фотонов. На качество радиоприёма это никак не должно влиять, так как для возбуждения колебаний в контуре приёмника существенна только та частота, с которой начинают возбуждаться отдельные фрагменты принимающей антенны. Электроны антенны могут поглощать квант любой энергии и отдавать часть энергии колебательному контуру, возбуждая в нём колебания на частоте радиоволны.

В практических расчётах участвует только частота радиоизлучения – частота колебаний контура. Передача энергии излучения в пространстве, как считается, осуществляется ЭМ волнами. Мы считаем, что ЭМ волна – всего лишь полезное математическое понятие, но не существующее физически в виде взаимно перпендикулярных векторов \mathbf{E} и \mathbf{H} .

Как было упомянуто выше, винтовая (спиральная) структура радиоизлучения подтверждена экспериментально мексиканским физиком В. Урбиной (Urbina) [62] в опытах с излучением сантиметрового диапазона. Сам Урбина считает, что он подтвердил спиральную структуру фотона. Истоки авторской интерпретации опыта понятны – это общепринятое отождествление структуры естественного и техногенного излучений. Общепринятая точка зрения, в свою очередь, поддерживается тем фактом, что для описания и естественного света, и радиоизлучения успешно используются одинаковые математические соотношения.

По нашему убеждению, синхротронные кванты, излучаемые металлом антенны, – всего лишь кирпичики для построения радиоволны. Сечение радиоволны сравнимо с сечением антенны, направление излучения отдельными частями антенны может быть любое, но направление излучения антенны в целом (максимум излучения) зависит от её формы. Частота радиоволны задаётся параметрами колебательного контура передатчика. Приёмником отдельных квантов может быть любое поглощающее излучение вещество, но приёмником радиоизлучения в целом может быть только антенна с колебательным контуром, подобным по параметрам контуру излучающей антенны. Второе условие – антенна должна быть изготовлена из материала с несвязанными носителями заряда.

Косвенное подтверждение изложенной модели радиоизлучения содержится в факте вредного влияния интенсивного радиоизлучения на здоровье человека. Если, например, случайным образом оказаться вблизи радиолокатора, внутри направленного потока излучения, то с большой вероятностью

можно заболеть. Даже излучение обычного сотового телефона вредно для здоровья, хотя радиочастоты на много порядков меньше частот инфракрасного (ИК) излучения, которое воспринимается как теплота. По-видимому, вредное влияние на здоровье оказывают синхротронные кванты, из которых строится радиоизлучение.

Возможное развитие нашей модели в инженерном направлении на начальной стадии не потребует изменения математического аппарата, используемого для практических расчётов, но может существенным образом изменить характер творческого процесса, использующего достижения фундаментальной науки для технических целей.

5.5. Структура лазерного излучения

Рассмотрим теперь некоторые моменты, связанные с пониманием физической природы лазерного излучения. Для начала – информация о количественных параметрах, взятая из различных источников. Обычно длительность лазерного импульса имеет наносекундный диапазон (10^{-9} с). При синхронизации получают импульсы, измеряемые пикосекундами (10^{-12} с), а при сжатии – фемтосекундами (10^{-15} с). В 1987 г. получен импульс в один период (40 фс). Мощность после фокусировки достигала 10^{20} Вт/см², напряжённость светового поля 10^{11} В/см, что на порядок превышает внутриатомные поля [46].

Из других источников можно узнать, что были получены фемтосекундные лазерные импульсы, длительность которых соизмерима с периодом колебаний ЭМ поля в световой волне. В УФ-диапазоне получены пикосекундные лазерные импульсы с длиной волны $\sim 400\text{...}500$ Å, в ИК-диапазоне $\sim 8\text{...}12$ мкм. При временной длине импульса 10^{-12} с свет проходит $L = 3 \cdot 10^{-4}$ м. Это означает, что в одном импульсе укладывается много длин волн: $\lambda_{\text{УФ}} = 5 \cdot 10^{-8}$ м $\ll L$, $\lambda_{\text{ИК}} = 8 \cdot 10^{-6}$ м $\ll L$. При этом прогноз для минимальной длительности импульса: $\Delta t \geq \lambda/c = 4 \cdot 10^{-8}$ м / $3 \cdot 10^8$ м/с $\approx 10^{-16}$ с.

При длине волны 650 нм получены импульсы длительностью 1,6 фс (0,8 цикла колебаний) с интервалом между импульсами 11 фс [33]. Длительность импульса меньше одного колебания ЭМ волны – это очень странно. Возможно, реально длина волны была другая, а странная интерпретация возникает от нелинейности при поглощении импульса. Есть, например, сообщение, что волновой пакет, состоящий из 1000 оптических фотонов зелёного цвета, имеет длину волны λ , как у рентгеновского излучения для двух фотонов [32].

Нобелевский лауреат 2005 г. Глаубер подчёркивал: существуют фундаментальные различия между горячими источниками света и лазерами [31]. Но если источники света имеют фундаментальные различия, то это может и должно проявиться в том, что и характер света от этих источников имеет различия. Тепловой квант видимого света излучается и поглощается одиночным атомом или атомом в составе молекулы за время $\sim 10^{-8}$ с. В одном элементарном акте излучения и поглощения участвует один квант. Для относительно

слабых световых потоков, создаваемых естественными источниками, многофотонные процессы излучения и поглощения маловероятны.

Наименьшее время излучения светового импульса в современных лазерах импульсного действия – фемтосекунды. Атом не может за такое время излучить квант большой длины, т. е. квант с большой энергией, поэтому излучаемые лазером отдельные кванты должны иметь небольшую энергию. Тем не менее лазерное излучение, воспринимаемое приёмником, имеет большую мощность и, как считается, состоит из квантов с большой энергией. Это становится возможным за счёт так называемых *нелинейных эффектов*, имеющих в основе вполне линейные события – суммирование энергии нескольких квантов в одном акте поглощения. В мощном световом потоке кванты могут поглощаться в одном акте один за другим, суммируя свое воздействие на связанные микрообъекты, так как обладают высокой степенью когерентности и большой плотностью в потоке. Это маскирует информацию об истинной энергии одного кванта.

Лазеры непрерывного действия маломощные, но отличие их от естественных источников излучения тем не менее существенно. Излучение таких квантов происходит непрерывно, монохроматичность и когерентность обеспечиваются, но нелинейный характер в смысле суммирования отдельных квантов при поглощении такого излучения не проявляется совсем.

Причина в том, что разделение такого излучения на отдельные кванты, вероятнее всего, не существует. Наиболее достоверна модель излучения такого лазера, подобная излучению вибратора в радиофизике, где длина монофотонного излучения (во времени) может достигать нескольких минут. Если бы лазер непрерывного действия, например лазерная указка, излучал отдельные кванты, то разве могли бы такие кванты повредить зрение? А излучение лазерной указки может нанести вред, поэтому следует избегать попадания такого света в глаза. Свет от лазерной указки хоть и кажется, например, красным, но это в отражённом свете. Вещество, на которое падает лазерный свет, поглощает его на красной частоте и тут же переизлучает на этой частоте, потому мы и видим его красным. Если лазерный свет попадёт в глаз, то его воздействие может быть разрушающим для глаза, так как кванты не ограничены по длине.

В последние десятилетия физическая природа света изучается экспериментально в основном с использованием лазерных источников излучения. Безусловно, это выиграно в прикладных целях, но в то же время вносит в процесс познания как минимум два возмущающих фактора. Во-первых, отождествление техногенного (лазерного) излучения со светом в широком смысле этого слова искажает базис теоретических фундаментальных понятий. Во-вторых, интенсивное исследование лазерного излучения отодвигает на задний план изучение физической природы естественного света.

Для того чтобы успехи в прикладных исследованиях не тормозили процесс познания фундаментальных закономерностей, необходимо сбалансированное внимание к прикладным и фундаментальным проблемам. Кроме того,

было бы неплохо при теоретическом анализе результатов экспериментов использовать только одну модель – либо только волновую, либо только корпускулярную. Смесь двух моделей при анализе одного и того же явления тщательно маскирует физическую природу процесса.

В качестве примера такой маскировки – объяснение метода ГВГ (генерация второй гармоники). Считается, что при взаимодействии пучков разной поляризации (обыкновенного и необыкновенного) происходит слияние *квантов двух волн* с образованием квантов удвоенной энергии (две волны частотой ω возбуждают волну второй гармоники на частоте 2ω). Амплитуда второй гармоники пропорциональна коэффициенту нелинейности кристалла, его толщине и произведению амплитуд падающих волн основной частоты. Для коротких оптических импульсов вторая гармоника возбуждается только в местах их пересечения.

Здесь непонятен даже сам термин «кванты двух волн», не говоря уже о понятии нелинейности при рассуждении о волнах – сугубо квантовом явлении, возникающем в сильных световых полях. С нашей точки зрения, смешивание двух моделей приводит к тому, что объяснить физическое явление качественно становится невозможно, остаётся лишь надеяться на математику.

5.6. Микроволновое фоновое излучение

Адекватность современной космологии в целом мы проанализировали во второй главе монографии [24, с. 97–120]. В данной работе обсудим лишь частную проблему – возможную интерпретацию МФИ.

Вопрос о развитии Вселенной во времени и в пространстве существовал всегда, но в новейшее время он был стимулирован в 1914 г. открытием сдвигов частот в спектрах далёких галактик [36], которое сделал американский астроном В. Слифер. Смещение линий в спектрах интерпретировалось как следствие эффекта Доплера. Экстраполяция расширения в прошлое привела к гипотезе Большого взрыва (БВ), согласно которой все наблюдаемые объекты Вселенной примерно $t \approx 15 \cdot 10^9$ лет назад находились в одной (сингулярной) точке пространства. Произошёл взрыв, и с тех пор материя расширяется. Причины взрыва не обсуждаются.

Предполагается, что начальная стадия БВ сопровождалась мощным излучением, температура которого постепенно, по мере расширения, уменьшалась, и в настоящую эпоху, по расчётам Г. А. Гамова [57], должна составлять $T \approx 6$ К. Когда в 1965 г. А. Пензиас и Р. Вильсон обнаружили МФИ из космоса, оно было интерпретировано как реликт БВ, хотя температура его оказалась ниже расчётной – $T \approx 2,7$ К.

Концепция БВ, на первый взгляд, внутренне непротиворечива и не противоречит наблюдениям. Однако общезначимая и философская критика модели БВ никогда не прекращалась.

В. Я. Бриль заметил [2], что истинный радиус Метагалактики R' должен быть, по крайней мере, в 2 раза больше наблюдаемого радиуса R , так как нет никаких экспериментальных данных для того, чтобы считать Солнце на краю Вселенной. Более того, последовательное применение концепции БВ приводит к выводу, что мы в центре Вселенной. Но если $R' \approx 2R$, то при постоянной скорости расширения возраст Вселенной должен быть вдвое больше принятого, т. е. $t' \approx 30 \cdot 10^9$ лет.

Для снятия противоречия некоторое время считали расширение замедляющимся, что уменьшает расчётный возраст Вселенной. Однако сравнительно недавно, в связи с совершенствованием технической базы астрофизических наблюдений, были обнаружены области и объекты, удалённые настолько, что в рамках стандартной космологии БВ их в принципе не должно быть. Совершенно естественным следует считать такой вариант развития науки, когда несоответствие между теорией и экспериментом стимулирует критический анализ и возможный пересмотр базиса. Если здание рушится, то не стены или крышу надо крепить в первую очередь, а фундамент. Но сомнений в фундаменте нет. Наблюдения были интерпретированы в пользу расширяющейся Вселенной, но расширяющейся не с замедлением, а с ускорением. «...Недавние наблюдения ускоренного расширения вселенной или её части...» – ссылается на эту интерпретацию, как на само собой разумеющийся факт, один из ведущих космологов нашей страны Э. Б. Глинер [10, с. 224]. В смеси фантазий и расчётов можно всегда найти то, что не противоречит эксперименту, но реклама таких совпадений чаще всего предвзята и однобока.

В работе [13] Дирак писал: «...Хаббл обнаружил, что скорость удаления пропорциональна расстоянию...». Неужели есть серьёзные физики, которые не видят предвзятости, если не лукавства, в этих словах? Не так всё это, не так – не обнаруживал Э. Хаббл никакой скорости удаления. Анализируя астрофизические наблюдения, он заметил, что *красное смещение в спектре далёких светящихся объектов пропорционально расстоянию до этих объектов*, которое определяется другими методами. Всё, что далее, – это интерпретация, которая заинтересованными авторами выдаётся за результаты опыта. Представлять частную интерпретацию, одну из возможных, как факт – это нечестно по отношению к молодёжи – студентам, школьникам, просто читателям научной и популярной литературы. Более того, как уже выше упоминалось, впервые туманности со смещением спектральных линий наблюдал не Хаббл, а Слифер, о чём и было доложено Американскому астрономическому обществу [36] в 1914 г. Слифер наблюдал как синее смещение, так и красное. Менее яркие туманности были все с красным смещением, а у более близких наблюдалось и синее, и красное смещение. Хаббл был в то время студентом Слифера.

В последнее время обнаружены взаимодействующие объекты с разным красным смещением [36]. Взаимодействие говорит о близости расстояния

между объектами или о приблизительной равноудалённости от Солнечной системы. Если причина красного смещения – космологическое разбегание, то смещение спектральных линий от равноудалённых объектов должно быть одинаковым. Наличие 38 объектов с несогласующимся красным смещением в 24 галактиках заставило астрофизика Х. Арна выступить против доплеровской интерпретации [36, с. 221].

Бриль подверг также критике распространённое мнение о том, что наличие МФИ подтверждает модель БВ [2]. Если был взрыв, то центральные области Вселенной излучали лишь на начальной стадии БВ. Если бы они излучали и сегодня, то излучение уже нельзя было бы назвать реликтовым. Но тогда часть пространства, содержащего реликтовые фотоны, имеет форму шарового слоя толщиной $ct \ll R$, и этот слой удаляется от центра со скоростью c для любого наблюдателя внутри Метагалактики. Следовательно, наблюдать реликтовые фотоны невозможно, так как они вне горизонта Метагалактики. Отразиться фотонам не от чего: в занимаемой ими части пространства вещества ещё нет. Следовательно, если БВ и был, то МФИ не имеет к нему никакого отношения, так как реликтовое излучение внутри Метагалактики должно быть в принципе ненаблюдаемым.

Но если это так, тогда возникает уже настоящая научная проблема: каков источник МФИ? В своём фундаментальном анализе ключевых экспериментов Дж. Тригг пишет: «Конечно, не исключено, что будет доказана несостоятельность теории Большого взрыва. Но любая альтернативная теория должна будет объяснить факт существования космического излучения, соответствующего излучению чёрного тела» [49, с. 359].

Физические идеи о происхождении МФИ сегодня есть, но они не принимаются научным сообществом. Например, до сих пор космологами не обоснован отказ от идеи диссипации энергии обычных фотонов в результате их старения. Эта концепция в комплексе объясняет и красное смещение, и отсутствие яркого света на ночном небе от бесконечного числа звезд. Фон *реликтовых* фотонов может иметь в этом случае и внеметагалактическое происхождение.

Бриль количественно показал, что реальные фотоны при рассеянии на фоновых частицах не должны изменить направление движения. Фоновые частицы воздействуют на фотоны изотропно в направлениях, перпендикулярных вектору скорости фотона. В гравитационных полях поперечное воздействие на фотоны со стороны фоновых частиц не изотропно и траектория фотонов искривляется. По образному выражению Бриля, «...мухи на слонах рассеиваются сильно, слоны на мухах практически не рассеиваются» [2]. По мере старения квант теряет энергию, и со временем сам превращается из *слона* в *муху*. Такие фотоны рассеиваются и пополняют фон изотропного излучения, называемого *реликтовым*. Источники фонового излучения – внеметагалактические объекты, очень далёкие от горизонта Метагалактики.

К такому же выводу пришел В. В. Чанкин, рассматривая волновую модель распространения света [54]. Если космическая среда дискретна, то любой сферический волновой импульс имеет предел распространения. Прекращение (затухание) волнового фронта наступает в момент, когда амплитуда уменьшается до уровня, не позволяющего взаимодействовать структурным элементам среды. В этом случае импульсы рассредоточиваются на дискретные неволновые взаимодействия. В непрерывной среде это не так, но непрерывные среды логически не моделируются.

Герловин в работе [9] писал о том, что решение задачи о красном смещении должно определяться свойствами света. Он решил также задачу о парадоксе Ольберса, рассматривая квантовую дисперсию. По Герловину, предельная дальность видимости в космическом пространстве $\sim 5,5 \cdot 10^8$ парсек ($1,6 \cdot 10^{27}$ см), а энергия кванта света уменьшается по мере удаления от источника потому, что уменьшается скорость движения кванта. Но при уменьшении скорости, по мнению Герловина [9, с. 56], увеличивается длина волны. Представить это модельно трудно, так как скорость и длина волны – пропорциональные величины: $c = \lambda/T$, где T – период световой волны. Чтобы скорость уменьшалась при одновременном увеличении длины волны, период T в знаменателе должен увеличиваться в степени большей, чем в первой. Данное обстоятельство делает объяснение красного смещения *по Герловину*, через уменьшение скорости кванта, сомнительным. По нашему мнению, скорость света – свойство среды, заполняющей космическое пространство. Измениться скорость света как свойство среды может, только попадая в другую среду с другими оптическими свойствами.

Анализируя весь экспериментальный и наблюдательный материал, можно утверждать, что *корреляционная связь установлена лишь между уровнем красного смещения и расстоянием до источника излучения*. Именно в этом состоит открытие Хаббла. Связь между космологическим красным смещением и эффектом Доплера не зафиксирована – это всего лишь гипотеза. Наличие даже одного удалённого источника излучения без красного смещения уже подвергает сомнению гипотезу, претендующую на роль закона, но таких источников в космическом пространстве достаточно много. Например, когда комета Галлея, приближаясь к Солнцу в 1988 г., впервые была зарегистрирована оптическими приборами, то отражённый ею свет имел чётко выраженный красный оттенок [54]. При приближении к Солнцу сила света возросла, и красный оттенок исчез. Этот эффект заслуживает пристального внимания. Часть галактик на границе видения не проявляет эффекта красного смещения. Имеются галактики с фиолетовым смещением. Например, свет от звёзд туманности Андромеды имеет фиолетовое смещение. Есть источники света и в нашей Галактике, например пульсар SS-433, с большим эффектом красного смещения. Многочисленные отклонения от закона Хаббла диктуют однозначный вывод: интерпретация красного смещения по Доплеру требует пересмотра. От такой интерпретации сам Хаббл

отказался через 4 года после выхода в свет первой статьи с изложением своей теории, а «...открытие¹⁶ того, что Вселенная расширяется, стало неожиданностью даже для Эйнштейна» [56, с. 135].

Если признать гипотезу БВ реальной, то мы должны наблюдать Вселенную на всех этапах её развития с момента возникновения [54]. Солнце, Земля – это относительно настоящее. Объекты, удаленные на 10–15 млрд световых лет и наблюдаемые на Земле сейчас, должны быть в самом начале БВ. Например, обнаружено скопление галактик MS1054-0321 – это тысячи галактик на расстоянии $8 \cdot 10^9$ световых лет. По данным космологии, такие скопления должны появиться гораздо позже [30]. По мере удаления от Земли должны прослеживаться все этапы развития в порядке, пропорциональном удалённости от Земли. Это относится и к структуре галактик, но такой порядок не обнаруживается. Более того, открыта ячеисто-сотовая структура размещения галактик, что никак не вписывается в гипотезу БВ.

По мере развития аппаратных средств и удаления горизонта видения обнаруживались всё более и более удалённые галактики. Красное смещение излучения от таких галактик соответствует сверхсветовым скоростям разбега. Чтобы избежать внутренних противоречий в теории, постоянную Хаббла приходилось корректировать [6]. Однако делать это постоянно невозможно, и была предложена модель *расширения с ускорением*. Но если разбегание происходит по инерции, то оно должно замедляться, а не ускоряться, хотя бы из-за сопротивления силовых полей тяготения [18]. «Трудно также интерпретировать увеличение скорости с законом сохранения энергии», – замечает Герловин [9, с. 52]. При наличии тяготения скорость удаляющихся объектов должна падать, и это не теоретический вымысел, а закон природы. Если же разбегание происходит с ускорением, то оно должно происходить с увеличением энергии Вселенной. Каковы же в этом случае механизм и причина увеличения энергии?

Источником антитяготения сегодня считается *тёмная материя* [59]. Расчётная плотность тёмной материи приблизительно три атома водорода в 1 м^3 . На долю *тёмной энергии* приходится около 70 % полной плотности мировой материи. Доля тёмной материи – примерно 25 % полной плотности, она состоит из стабильных частиц, не участвующих в сильном взаимодействии. (Последнее ортодоксами признается как *гипотеза*, в отличие от идеи ускоренного расширения, которое считается твёрдо установленным.) Доля обычного вещества ~5 %. Доля излучения ~ сотые доли процента¹⁷.

¹⁶ Обратим внимание, что термин «открытие» по отношению к математической теории вызывает как минимум недоумение. Если что-то *открыто*, то это уже невозможно *закрывать*, а теории всегда, раньше или позже, пересматриваются. Любая теоретическая интерпретация – лишь одна из возможных. Квантовая механика, СТО, ОТО, космология – не открыты, а сконструированы математически.

¹⁷ Безотносительно к основной теме обсуждения интересно было бы изучить психологию тех, кто все эти результаты математических расчётов принимает *один к одному*, как некий экспериментально доказанный факт.

В. А. Рубаков в работе [39] перечисляет свойства тёмной энергии (ТЭ): 1) ТЭ не сгущается, не собирается в объекты; 2) ТЭ заставляет Вселенную расширяться с ускорением; 3) плотность ТЭ не зависит от времени [39, с. 70].

Автор, перечислив свойства ТЭ, указывает: «...далее – гипотезы». Естественно возникает вопрос: а почему *далее*? Разве сама ТЭ не гипотеза? Справедливости ради следует отметить, что научная позиция Рубакова далека от слепого фанатизма, так как он честно признал, что концепция ТЭ необходима лишь в том случае, если в основе расчётов – ОТО. Если не использовать ОТО, то и ТЭ не нужна [39, с. 75].

Необходимо признать, что предлагаемое для объяснения *отрицательное давление* не может быть реальной причиной ускоренного расширения, так как это понятие – всего лишь математическая абстракция, математическая условность, искусственный приём математического описания, *математическая игра*. Давление – не векторная величина, и наименьшее из физически возможных давлений равно нулю. В то же время энергия ускоренно разбегающейся Вселенной должна была бы расти реально. В природе нет отрицательного давления, есть лишь желание творчески увлечённых людей спасти любой ценой любимую игрушку. По-видимому, математикам не следует заниматься не своим делом – придумывать физические интерпретации тому, что они получают *на кончике пера*. Именно так, очень мудро поступил Фридман, получив нестационарное решение уравнений ОТО. Будучи математиком, он не стал делать физические выводы из своего решения, предоставив это физикам.

В Солнечной системе и в локальной группе ближних галактик красного смещения нет. У самых далёких галактик $\Delta\lambda/\lambda \approx 5$ [34, с. 1141]. Можно предположить, что свет от удалённых галактик краснеет потому, что проходит через искажающие факторы. Следует по возможности изучать искажающие факторы красного смещения хотя бы в ближнем космосе, и это будет настоящая физика. Об одной из возможных причин красного смещения можно прочесть в работе специалистов по квантовой оптике Л. Манделя и Э. Вольфа: «...для динамического рассеяния или, более точно, для рассеяния на случайных средах, для которых отклики на падающее поле варьируются не только в пространстве, но и во времени, в рассеянном свете могут появиться спектральные компоненты, которых не было в падающем свете. В частности, такой процесс может привести к большим сдвигам линий. При определённых условиях изменения в спектре, которые возникают таким способом, могут имитировать эффект Доплера, даже несмотря на то, что источник, рассеиватель и наблюдатель покоятся друг относительно друга» [22, с. 252].

Температура МФИ изотропна с точностью 10^{-3} . Для Земли зафиксировано увеличение интенсивности фона в направлении на созвездие Льва, по ходу движения Солнечной системы со скоростью ~ 400 км/с, и ослабление с противоположной стороны. Такую анизотропию, равную примерно 3 мК, называют *дипольной анизотропией*; она была установлена в 1972 г.

Авторы научных публикаций по космологии не могут не знать об этом научном факте. Следовательно, микроволновый фон – это своеобразный аналог абсолютной системы отсчёта, и в свете этой идеи, впервые высказанной Зельдовичем, многие концепции современной физики требуют пересмотра.

Некоторые космологи уже соглашаются с тем, что дипольная анизотропия МФИ – следствие движения. В качестве примера можно привести монографию В. Н. Лукаша и Е. В. Михеевой [21]. Но в остальном, в том числе и в этой работе, всё стандартно: в основе космологии – СТО и ОТО; в разных ИСО ход времени разный; красное смещение – это доплер-эффект, и т. п. Даже математическая модель образования ТЭ «на ранних стадиях Вселенной» построена, хотя о ТЭ никто пока ничего не знает – это всего лишь гипотеза, в которой, как отмечено выше, необходимости нет, если развивать космологию не на основе ОТО.

Сегодня красное смещение интерпретируется на основе доплеровского эффекта при расширении Вселенной, но есть и другие гипотезы, не менее логичные и обоснованные. В частности, потеря части энергии фотонами также может быть причиной красного смещения, и у этой гипотезы достаточное количество сторонников, но они не могут стать конкурентами идеи, поддерживаемой финансами и идеологией.

Например, «Гальперн... высказал гипотезу, согласно которой космическое красное смещение, исследованное Хабблом и Хьюмасоном, объясняется постепенным отщеплением небольших инфракрасных фотонов от фотона видимого света, идущего к земному наблюдателю от отдалённых небесных объектов» [3, с. 286].

Другой автор, Г. Е. Иванченко, в работе [14] ссылается на то, что ещё в 1960 г. Ш. У. Кан предложил считать причиной красного смещения уменьшение скорости света по мере удаления от источника [15]. В формуле, полученной Каном, скорость света на расстоянии r км от источника света равна $c' = c - 1,786 \cdot 10^{-17} r$. На наш взгляд, сама эта идея и уровень её теоретической проработанности не менее убедительны, чем существующая общепринятая идея, связанная с разбеганием галактик. На уменьшение скорости фотонов как причину красного смещения указывал также Герловин [9]. Герловин ссылается также на А. Ф. Богородского, который обосновывал причину красного смещения как результат взаимодействия квантов света с гравитационными полями небесных тел.

На наш взгляд, самой обоснованной в физическом плане следует считать идею *старения фотона*, или, другими словами, идею потери фотоном части энергии при преодолении пространства в миллионы и миллиарды световых лет. Эта идея хорошо обоснована, например в публикации А. Киппера [16]. Пространство не может быть пустым, и взаимодействие света со средой, заполняющей пространство, – это реальный физический процесс, который следует изучать. Сейчас эту идею начали развивать в рамках неортодоксальной

науки, но в реферируемых изданиях по-прежнему по этой тематике публикуются лишь *математические симфонии*.

Почему единственная интерпретация МФИ – реликт БВ? Есть и другие, более простые и естественные интерпретации. Например, если красное смещение вызвано потерей фотонами части энергии, то во Вселенной должен быть фон, связанный с рассеянной фотонами энергией. МФИ и представляет собой этот фон. В принципе, возможны и другие простые интерпретации.

Анизотропию МФИ, определяемую по разнице температур в двух противоположных направлениях, ортодоксы интерпретируют как *флуктуацию реликтового излучения* [41]. Разработаны строгие математические модели количественных оценок анизотропии. Разумеется, рассматриваются только такие *причины*, которые разрешает господствующая идеология: эффект Сакса – Вольфа (фотон в неоднородном гравитационном поле), эффект Силка (адиабатические флуктуации плотности), доплер-эффект случайного движения вещества, наложенный на общее хаббловское расширение [41]. Можно предположить, что новые наблюдения приведут к новым теоретическим интерпретациям в духе Птолемея – к математическому совершенствованию без качественного осмысления. Как известно, система Птолемея не была мёртвым продуктом – она математически развивалась, например, уменьшалось количество гипотетических эпициклов.

В Европейском центре по изучению синхротронного излучения выполнен эксперимент по поиску возможной анизотропии скорости света по отношению к выделенной системе отсчёта, связанной с МФИ. «Отмечались суточные вариации сигнала, возможно связанные с вращением Земли и, соответственно, с изменением ориентации установки по отношению к направлению движения Земли относительно реликтового излучения (к оси наблюдаемого дипольного распределения излучения)» [29, с. 230]. Обратим внимание: авторы эксперимента признают наличие выделенной системы отсчёта, но при этом в их объяснении предполагаемой причиной результатов наблюдения названо *существование в космосе гипотетических векторных полей* [29, с. 230]. Очевидно, в математическом аспекте такое объяснение выглядит более эффектно, чем обычное относительное движение.

Сам факт анизотропии МФИ был принят только после того, как в 1992 г. это обнаружил спутник COBE [11]. У космологов к этому времени были теоретические наработки по анизотропии, и наблюдения со спутника убрали последние сомнения в правильности теорий. Но при этом считается, что анизотропия была обнаружена только в 1992 г. Это историческая неточность: ещё в 1979–1981 гг. Дж. Пиблс обнаружил анизотропию МФИ, пытаясь определить скорость абсолютного движения Солнца и Земли. Пиблс обнаружил, что если радиотелескоп направить к созвездию Льва, то температура излучения выше на 3 мК, а если к созвездию Водолея, то ниже на 3 мК. Вывод, сделанный Пиблсом: Солнечная система движется по направлению к созвездию Льва с абсолютной скоростью ~ 400 км/с в системе, абсолютно покоящейся, где реликтовое излучение и температура изотропны. Вектор аб-

солютной скорости близок к плоскости орбиты Земли. Зимой орбитальная скорость Земли 30 км/с прибавляется к абсолютной скорости Солнца, а летом из неё вычитается. Зимняя и летняя температуры фонового излучения должны отличаться на 0,54 мК. Именно это и было подтверждено экспериментально. Таким образом, концепция отрицания абсолютного движения и абсолютного пространства была поставлена под сомнение. Появилась возможность вернуть в физику понятие среды, заполняющей пространство. Но такая модель, такое объяснение результатов эксперимента не были приняты, так как в этом случае разрушаются господствующие математические построения. Работа Пиблса была *надёжно забыта*, и о ней сейчас вспоминают лишь в историческом аспекте.

Сравнительно недавно в наблюдениях сверхновых обнаружено, что убывание яркости удалённых источников происходит быстрее, чем ожидалось в соответствии с космологической теорией расширяющейся Вселенной. С одной стороны, стандартная ситуация, с другой стороны, чрезвычайная ситуация – прекрасный случай пересмотреть теоретические воззрения, сделать шаг вперед в понимании природы. Дополнительное потускнение даёт повод усомниться в основах теории. Но этого не случилось. Придумано объяснение, не разрушающее основы, – дополнительное потускнение означает, что данному красному смещению соответствует некоторая эффективная добавка расстояния. Это, в свою очередь, возможно, если космологическое расширение происходит с ускорением, т. е. скорость удаления от нас источника возрастает со временем. А. Д. Чернин, например, пишет, что это «...эффект космологического ускорения, открытый в наблюдениях сверхновых» [58, с. 1158]. Обсуждаемые сверхновые находятся от нас на расстоянии в сотни и тысячи мегапарсек, феномен сверхновых окончательно не понят, но для космологов ускорение расширения – не гипотеза, а *открытие*, т. е. достоверная, неопровержимая истина на века.

Нельзя утверждать, что другие мнения, инакомыслие абсолютно запрещены. Но разрешено только математическое инакомыслие; любые попытки материалистического объяснения пресекаются в корне. В качестве примера допустимого математического инакомыслия можно сослаться на мнение Р. В. Галиулина об анизотропии фонового излучения. По его мнению, observable часть Вселенной – фрагмент кристаллической структуры из пространства Лобачевского, а анизотропия излучения – следствие асимметрии взорвавшегося кристалла [8].

Вот такие фантазии заслуживают публикации в рецензируемом академическом журнале, а любые попытки анализировать истоки подобных фантазий – это *лженаука* в одних случаях или *бред заслуженного учёного, продиктованный усталостью*, в других случаях. В последнем случае рекомендуется помощь медицины (психиатрии). Вот, например, как можно указывать врачам на их потенциальных пациентов: «...наблюдаются случаи, когда у человека возникает психическое расстройство при большой интеллектуальной нагрузке. Такие случаи отмечены даже среди студентов. Тем более этому

подвержены люди пожилого возраста. Это один из источников появления странных проектов» [19, с. 183]. Обратим внимание: специалист по ядерной физике, к тому же заочно, ставит диагноз – «психическое расстройство». Это не просто бытовая жалоба, это написал председатель Комиссии РАН по борьбе с лженаукой академик Э. П. Кругляков – по определению человек уважаемый и авторитетный. Для того чтобы после таких публичных заявлений начать *лечить*, недостаёт только перечисления фамилий. Разумеется, *лечить* здоровых людей – это не сжигать их на костре, это намного гуманнее, но суть одна – расправа с научными оппонентами.

Возвратимся к нашей модели фотона. В механике цепь взаимопревращений потенциальной и кинетической энергий для любой конкретной системы не может совершаться бесконечно долго. Механическая энергия рассеивается, превращаясь во внутреннюю энергию взаимодействующих тел. Процессы *излучения – поглощения – переизлучения* частиц света, непрерывно совершаемые во Вселенной, неизбежно должны приводить к рассеянию энергии в среде. Возможный механизм такого рассеяния – потеря квантом одного или нескольких фотов в результате взаимодействия кванта с частицами вещества или с другими квантами. Поглощённый квант переизлучается с потерей части энергии в виде фотов. Одна из возможных причин указана выше – переход части энергии излучения в механическую энергию излучающего атома, в космических условиях слабо связанного (реактивная отдача).

Этот факт можно *формально* встроить в современную оптику. В космическом пространстве имеется космическая пыль, газы – атомы и молекулы вещества. Это означает, что космическое пространство имеет показатель преломления $n > 1$; количественное отличие от 1 бесконечно мало, но на бесконечно больших расстояниях отклонение уже может стать физически заметным. Прозрачная физическая среда с показателем преломления $n > 1$ имеет дисперсию. Для коротковолновой части спектра показатель преломления будет больше, скорость таких частиц света будет меньше, и кванты с меньшей энергией будут опережать кванты с большей энергией. Накопление опережения за большое время должно привести к экспериментально наблюдаемому изменению интенсивности спектральных линий. Если бы спектр был сплошным, то изменилось бы энергетическое соотношение между частями спектра.

На практике же наблюдается красное смещение – сдвиг спектральных линий в длинноволновую сторону в спектре излучения далёких звезд, и чем дальше звёзды, тем больше смещение. Возможной причиной этого явления может быть уменьшение энергии кванта в космическом пространстве за счёт потери квантом части фотов. Возможно, в этом состоит истинный физический смысл закона Хаббла. Интерпретация красного смещения как проявление эффекта Доплера вследствие расширения Вселенной, возникшего в результате БВ, – не более чем математическая схема, вступающая в непримиримый конфликт с материалистическим убеждением о вечности и *несотворимости* Вселенной.

Половина потерянной квантом энергии (в процессе переизлучения) переходит в механическую энергию тел, другая половина, согласно вириальной теореме, увеличивает внутреннюю энергию тел в виде остаточного возбуждения атомов. Эта энергия, высвобождаясь (высвечиваясь) в свободном пространстве, должна приводить к накоплению в пространстве *осколков* – отдельных фотонов или квантов с малым количеством фотонов. В любом месте бесконечной Вселенной такое *низкочастотное* излучение должно быть изотропным. И оно действительно существует – это МФИ, открытое в 1965 г. и называемое *реликтовым*.

Таким образом, с космической средой можно связать абстрактное понятие абсолютного пространства. МФИ можно рассматривать как материальное наполнение абсолютного пространства. Проявление анизотропии микроволнового излучения можно интерпретировать как наличие движения в абсолютном пространстве, а величину анизотропии использовать для определения скорости этого движения.

5.7. Связь массы и энергии материального тела

Кинетическая энергия материального тела определена в виде $mV^2/2$. Полная энергия материального тела определена в виде mc^2 . О. А. Черепанов констатирует: «...при $V = c$ не только происходит качественно неясное превращение вещества в энергию, но и количественное удвоение последней, что вряд ли объяснимо логически» [55, с. 170]. Попытаемся в этом разобраться.

Пусть масса некоторого тела в состоянии покоя равна M . При излучении кванта тело не только получает импульс отдачи, но должно также терять часть массы, так как, вследствие пропорциональности массы и энергии, теряя энергию, тело теряет и массу. Пусть масса тела после излучения равна M' .

Выберем ИСО, в которой кинетическая энергия тела до излучения равна нулю. В результате излучения тело получает импульс отдачи и приобретает кинетическую энергию. Квант излучения, имеющий массу, также имеет кинетическую энергию. Полная механическая энергия $E_{\text{мех}}$ системы *тело – квант* равна сумме этих энергий:

$$E_{\text{мех}} = \frac{M'V^2}{2} + \frac{m'c^2}{2}, \quad (69)$$

где M' – масса тела после излучения;

V – скорость, полученная телом в акте излучения;

m' – масса кванта излучения.

Если тело излучило в некотором направлении половину массы, то закон сохранения импульса требует, чтобы другая половина массы была приведена

в движение в противоположном направлении со скоростью c , т. е. попросту излучена. Тогда, если $M' = m' = \frac{M}{2}$, а $V = c$, то выражение для механической энергии системы примет вид:

$$E_{\text{мех}} = \frac{\left(\frac{M}{2}\right) c^2}{2} + \frac{\left(\frac{M}{2}\right) c^2}{2} = \frac{Mc^2}{2}. \quad (70)$$

Всё тело превратилось в излучение с кинетической энергией $Mc^2/2$, и, согласно законам механики, это полная энергия системы. Но квант излучения (в рассматриваемом примере это фактически два световых импульса, два набора квантов), кроме механической энергии поступательного движения, переносит также энергию $\varepsilon = nh_\nu$, при поглощении которой атомом увеличивается внутриатомная энергия – энергия возбуждения электронов атома. Следовательно, полная энергия тела E_0 – это сумма механической и внутренней энергий:

$$E_0 = E_{\text{мех}} + E_{\text{внутр}}. \quad (71)$$

При излучении полная энергия системы не изменяется:

$$E_0 = \text{const}. \quad (72)$$

Появление у тела механической энергии $\Delta E_{\text{мех}}$ после акта излучения может быть связано только с уменьшением внутренней энергии $\Delta E_{\text{внутр}}$, при этом

$$\Delta E_{\text{мех}} = \Delta E_{\text{внутр}}. \quad (73)$$

В предельном случае, когда всё тело становится излучением¹⁸ и применима формула (70), должно выполняться соотношение

$$\Delta E_{\text{мех}} = \Delta E_{\text{внутр}} = \frac{Mc^2}{2}. \quad (74)$$

Соотношение (71) с учетом (74) приобретает вид

$$E_0 = \frac{Mc^2}{2} + \frac{Mc^2}{2} = Mc^2, \quad (75)$$

¹⁸ Данный пример имеет лишь концептуально-теоретическое значение; это мысленный эксперимент. Автору неизвестны способы превратить в электромагнитное излучение всю массу материальной системы.

что считается одним из достижений СТО¹⁹. Отметим, что для вывода соотношения (75) нам не потребовались ни аксиоматика, ни математический аппарат СТО.

Соотношения (74) и (75) определяют фундаментальный закон природы: при полном излучении (когда всё тело становится излучением) только половина полной энергии покоя тела, определяемой соотношением (75), может превратиться в механическую энергию. Вторая половина будет внутренней энергией излучения. Это утверждение не противоречит известной в механике вириальной теореме: средние по времени значения кинетической и потенциальной энергий должны совпадать [20].

В завершение параграфа, в дополнение к основной теме, рассмотрим следующий пример. Пусть тело, например космический корабль (если точнее – оставшаяся после разгона и затраты некоторой доли топлива часть корабля), каким-то образом в результате разгона приобретёт скорость c . Закон сохранения импульса требует, чтобы в противоположном направлении была приведена в движение со скоростью c , т. е. попросту излучена, равная масса. Это возможно только в том случае, если после разгона остаётся половина начальной массы корабля, – любое другое соотношение запрещено законом сохранения импульса. Другая половина начальной массы корабля при разгоне будет излучена. Для торможения потребуются излучить в противоположном направлении точно такую же вторую половину массы. А это фактически означает исчезновение материального тела. Таким образом, логический анализ приводит к выводу о принципиальной невозможности движения материального тела со скоростью света, если физическое тело ускоряется за счёт своих внутренних ресурсов.

Если же тело ускорять за счёт внешних сил, например переменным ЭМ полем, то импульсы ускоряющих воздействий по мере возрастания скорости тела будут всё меньше и меньше, так как скорость распространения поля имеет предел. По мере приближения скорости тела к c воздействие на него попросту прекратится, что и свидетельствует о недостижимости для материального тела скорости c в случае внешних воздействий.

Тот факт, что по мере увеличения скорости тела ускорять его становится всё труднее и труднее, авторы некоторых публикаций (сторонники релятивистской модели) интерпретируют как увеличение массы тела. Мы показали, что объяснение может быть значительно проще.

Вопрос о возможности превышения скорости света частицей, длительно ускоряемой в космическом пространстве электростатическим полем, не имеет физического смысла. Как известно, космические тела электрически нейтральны. Если и есть некоторые колебания в величине заряда космических тел, то на больших расстояниях происходит усреднение, так как электрические силы могут быть силами притяжения и отталкивания; на движение

¹⁹ Это один из мифов. Формула $E_0 = mc^2$ – это просто определение энергии покоя тела, и она была получена задолго до появления СТО.

космических тел они не влияют. Таким образом, скорость материальных тел ограничена хотя бы потому, что не существует физических методов увеличения их скорости до величины, равной или большей c .

Ограничение скорости следует понимать в абсолютном смысле – по отношению к физической среде, заполняющей космическое пространство. Относительная скорость сближения или удаления двух материальных частиц, а также излучений, с точки зрения третьего наблюдателя может быть больше c – ни реально доказанные физические законы, ни логический анализ этому не препятствуют. В частности, могут быть больше c по отношению к нашей планете скорости частиц в составе космического излучения.

5.8. Совершенна ли современная метрология?

Основная особенность и цель современной метрологии – создать неуничтожимые эталоны, взятые у природы. Метод достижения этой цели связан с использованием фундаментальных физических констант. В частности, эталон времени – секунда, определяется по частоте излучения цезия и воспроизводится с точностью до 10^{-13} . Одна секунда равна 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего энергетическому переходу между двумя уровнями сверхтонкой структуры основного состояния атома ^{133}Cs [4].

Эталон длины определяется через скорость света и выбранный эталон времени. Таким образом, метр стал производной единицей; один метр – это длина пути, проходимого светом в вакууме за $1/299792458$ долю секунды [48, с. 81]. При этом первично определяется частота лазерного излучения ν , а последующий расчёт длины волны λ связан с формулой $\lambda\nu = c$, где c – скорость света в вакууме, считающаяся фундаментальной константой. На одном метре укладывается 1 650 763,73 длин волн излучения криптона (^{86}Kr) [4]. Так как интерферометр вносит погрешность в измерения, точность в определении метра имеет порядок 10^{-11} .

Такой метод определения пространственного эталона сегодня представляется наиболее совершенным, но этот метод может внести непредсказуемые и опасные последствия в инженерную практику будущего. Корректность определения пространственного эталона через измерение длины волны вышеобозначенным способом зависит от того, насколько справедливо утверждение о том, что величина c – абсолютная мировая константа.

Второй постулат СТО, предложенный Эйнштейном, утверждал независимость скорости света от скорости источника света. Это положение было заимствовано у Пуанкаре [51], который, как сегодня известно, первым понял, что определяемое интерферометром равенство времени распространения света *туда и обратно* в двух взаимно перпендикулярных направлениях имеет смысл равенства средних времён. Следовательно, вывод о равенстве скорости света в двух взаимно перпендикулярных направлениях, полученный из опыта Майкельсона, относится к средней скорости света [25, 28]. Для

неформально мыслящего физика это очевидная истина, к тому же имеющая простую механическую аналогию со звуком. Об этом можно прочитать даже в университетском учебнике физики. Обсуждая результат эксперимента Майкельсона, Сивухин пишет: «Под скоростью света здесь понимается средняя скорость в двух прямо противоположных направлениях – она и только она определяет результат опыта...» [42, с. 628].

В обобщении второго постулата, введённого Минковским, скорость света изотропна (численно равна) в любом направлении. Это математически красиво, но физически некорректно. Именно отсюда следует и отрицание среды (эфира), и поле без физического носителя, и невозможность относительного перемещения материальных объектов и сигналов со скоростью больше c , и множество других положений современной теоретической физики, в чём-то приписываемых Эйнштейну, но фактически принадлежащих его последователям и интерпретаторам. Сегодня, несмотря на достигнутую ясность в понимании физического смысла второго постулата СТО, в теоретической физике, в трудах философов и в инженерных приложениях скорость света до сих пор изотропна в любом направлении.

Второй постулат СТО в варианте математика Минковского логически не моделируется, и никогда *в целом* не подтверждался экспериментально. Более того, существует множество экспериментальных фактов, опровергающих утверждение о независимости скорости света от скорости наблюдателя (приёмника света). В качестве примера достаточно назвать радарные наблюдения Венеры [47].

Среди современных физиков-теоретиков, находящихся на позициях понимания СТО столетней давности, до сих пор существует путаница в принципиальных вопросах интерпретации экспериментов и в логических основах теории. Например, авторы одного из учебников по теоретической физике пишут: «Часто встречаются утверждения о том, что при наблюдении движущихся тел наблюдателю „кажется“, что в движущихся системах время течёт медленнее, и пр. Эти утверждения неправильные. Явления, которые мы рассмотрели, являются реальными, они зависят не от того, что кажется наблюдателю, а только от состояния движения исследуемых тел» [5].

Утверждения других авторов совершенно противоположны. В качестве примера приведём цитату: «Реально не существует ни уменьшения длины, ни замедления времени. Это только эффекты, наблюдаемые из неподвижной системы» [40]. Такую же точку зрения высказывает автор популярного учебника по СТО В. А. Угаров: «Следует подчеркнуть, что различие показаний часов из различных инерциальных систем отсчёта, которое мы получили, не имеет ни малейшего отношения к какому-либо нарушению хода часов в той или иной системе. Как и в случае изменения длины линеек, речь идёт просто о разных способах измерения времени. Все часы во всех системах идут идеально точно» [52].

Вера в СТО на протяжении XX столетия была так сильна, что в самом начале эры космических полётов с человеком на борту, когда стали доступны

эксперименты со скоростями намного большими, чем скорости наземных видов транспорта, конференция, созванная НАСА в 1961 г., пришла к выводу, что использование искусственных спутников Земли для постановки опытов по СТО лишено смысла [53].

Решения, полученные математически, не всегда связаны с реальностью. Математическое творчество может быть совершенным, но при этом быть ни о чём. Вот что, например, говорил Дирак о своём творчестве: «Моей характерной чертой является то, что мне нравится манипулировать с уравнениями, просто выискивать математические соотношения, которые могут вовсе не иметь никакого физического смысла» [цит. по: 23, с. 155].

Преобладание математики в естественно-научном поиске не возникло в XX в. неожиданно, вдруг – это было и в Средние века, и ещё раньше. Именно о таких авторах писал И. Ньютон: «Новейшие авторы, подобно древним, стараются подчинить явления природы законам математики» [12]. Но сегодня это положение усугубляется тем, что никакой критики и даже обсуждения фундаментальных концепций современной теоретической физики, например СТО, в академической научной периодике быть не может – это *священная корова* современной физики. К тому же право на радикальные научные идеи «Боги научного Олимпа» разрешают только себе.

Впрочем, многое зависит от масштаба личности. Например, крупный учёный, тот же Дирак, не отрицал возможность существования структуры у частицы света – фотона, но при этом оговаривался, что на *сегодняшнем уровне* для математического описания мы не вводим структуру, так как возникают противоречия с *принятым методом описания*. Это нормальная, *здоровая* (т. е. не противоречащая здравому смыслу) теоретическая физика. В то же время клерки от науки (трудно назвать иначе), яростные апологеты устоев, крушение которых будто бы угрожает им лично, допустить здравомыслия не могут²⁰. Отсутствие структуры у фотона – абсолютная истина, которой можно лишь поклоняться, но никак не разрушать её. Во всяком случае, именно такая информация усвоена автором при общении с теми, кто определяет возможность публикации и экспериментальной проверки идей. Научное творчество в фундаментальной физике допустимо лишь как математическое творчество, любые попытки пересмотреть фундаментальные положения, проанализировать физический смысл пресекаются в самом зародыше.

На первый взгляд, чтобы в лабораторных условиях экспериментально определить скорость света в одном направлении, точности современных часов достаточно. Например, на расстояние трёх метров свет распространяется за время порядка 10^{-8} с, а точность современных часов имеет порядок 10^{-13} с. Для постановки такого недорогого эксперимента нужна лишь *политическая воля* – учёные, связанные с индустрией науки, должны однажды усомниться

²⁰ Например, в Средние века на уровне монахов высшей иерархии можно было обсуждать вопрос о доказательстве существования Бога (сохранились письменные свидетельства), но на уровне рядовых монахов или просто верующих – нельзя. Это считалось (и считается) разновидностью ереси.

в том, что является общепринятым, и проверить это общепринятое в эксперименте.

Однако не всё так просто в рассматриваемом нами случае. Для точного *непосредственного* определения скорости света на небольшом пространственном интервале необходимо не только точно определить *длительность времени*, но также точно определить величину *пространственной протяжённости*. А она, согласно современной метрологической науке, определяется как косвенная величина и вычисляется с использованием уже известного значения скорости света, которое в этом эксперименте надо определить. Получается замкнутый круг, и при таком способе задания эталона длины экспериментальное определение скорости света в лабораторных условиях невозможно; оно всегда будет приводить к *вычислению* по данным *измерения* одного и того же численного значения.

Проблема поиска метрологических эталонов, которые не могут быть уничтожены природными или техногенными катастрофами, – разумеется, одна из важнейших. Использование для этой цели фундаментальных констант оправдано логически и целесообразно практически. Но в таком случае сам факт инвариантности константы должен быть доказан экспериментально. Скорость света в вакууме – одна из констант, считающихся фундаментальными, – не может использоваться в метрологии, так как независимость скорости света от скорости *наблюдателя* не подтверждена опытами. Более того, экспериментально подтверждена зависимость скорости ЭМ излучения от скорости наблюдателя [47, 63].

Скорость по своему физическому смыслу – величина, определяемая косвенно, и для экспериментального нахождения этой величины необходимы независимые способы определения пространственных и временных протяжённостей. Игнорирование этой простой истины – не только теоретическое несовершенство в данной метрологической проблеме, но и грубая практическая ошибка, которая в будущем – возможно, в отдалённом будущем – может стать причиной техногенных аварий [27].

5.9. Итоги обсуждения

Многое из того, что представлено в главе 5, – логическое следствие гипотезы о физической природе света (см. главу 3). Если когда-либо предложенный эксперимент будет выполнен и результат окажется отрицательным, многое из того, что представлено в главе 4, придётся считать ненужным фантазированием, но большинство идей, представленных в главе 5, имеет самостоятельное значение.

Например, критика современной метрологии практически не связана с магистральной темой данной работы – гипотезой о физической природе света. То же самое относится к критике общепринятых идей о происхождении

МФИ, которые более зависят от физически неправильной интерпретации и абсурдных выводов из теории относительности.

В некотором смысле самостоятельное значение имеет параграф о структуре радиоизлучения. Этот материал может сохранить актуальность даже в том случае, если авторская идея о физической природе света опытным путём не будет подтверждена. Парадокс «Пионеров» также не связан со структурой фотонов; это следствие ускорения радиоизлучения в гравитационном поле Солнца.

Содержание главы 5 включено в данную публикацию потому, что во всех рассмотренных физических явлениях их физически корректная интерпретация связана с пониманием физической природы света.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Центральная тема данной работы – гипотеза о физической природе света – т. е. то, что изложено в третьей главе. Пространственная протяжённость фотона вдоль направления движения – это то, в чём автор глубоко убеждён. Переубедить может только отрицательный результат эксперимента, осуществлённого при условии соблюдения всех требований, которые перечислены в третьей главе.

Дополнительные детали моделирования фотона, т. е. содержание четвертой главы – это то, в чём твёрдой уверенности нет, но и убедительных доводов *против* за два десятка лет, прошедших после первой публикации на эту тему, услышать или прочитать не удалось. То же самое можно сказать о материале пятой главы.

Содержание двух первых глав имеет вспомогательное значение. Их основное назначение – убедить предполагаемых оппонентов в том, что путь *качественного моделирования* с использованием математики как вторичного фактора – это такой же допустимый и полезный научный метод как и общепринятый формально-математический, являющийся сегодня единственным. Несмотря на полемически заострённые высказывания о математике, автор вовсе не является инициатором изгнания математики из науки. Это было бы нелепо и противоестественно. Но возвращение в физическую науку тех, кто обладает правополушарным мышлением, кто мыслит образно и имеет развитую интуицию, – крайне назревшая проблема. Формальный, абстрактный вариант развития физики, как первичное начало, с последующим поиском подходящей интерпретации, уже привёл фундаментальную физику в тупик и даже к абсурду. Требуется вернуться на несколько шагов назад, в конец первой четверти XX столетия, и тщательно проанализировать оправданность общепринятых интерпретаций того, что получено *на кончике пера*. В первую очередь это относится к релятивистской и квантовой теориям.

2. По факту две первые главы, с одной стороны, и три последние главы, с другой стороны, представляют собой как бы две самостоятельные части работы. Из первой части можно сделать вывод о том, что для того, чтобы по отношению к квантовой теории сделать шаг вперёд, надо отказаться от какого-то исходного для построения квантовой теории положения, которое сегодня представляется обязательным. Из второй части проясняется, что этим положением, от которого можно отказаться, является *корпускулярно-волновой дуализм*. Волновые свойства, полученные нами из вторичного квантования кванта света, позволяют получить свойство периодичности, которое в смысле математики даёт обычные волновые свойства. Термин «вторичное

квантование» мы используем не в математическом смысле, по Дираку, а в качественном смысле, как образование кванта в виде последовательности возбуждений физического вакуума. Для получения вывода о том, насколько это близко к вторичному квантованию Дирака, требуется более глубокий анализ.

Разумеется, и волновые, и квантовые свойства света остаются, но получение волновых свойств как проявление структуры составной частицы способно принципиальным образом изменить интерпретацию квантовой теории и позволяет сделать следующий шаг в познании природы, вернув классическую ясность понимания.

3. При любой ломке старых теорий необходимо оставлять инвариантами познания базисные в своей области понятия. Например, в области морали и нравственности – *не убий*. В естествознании это понятия *пространство* и *время*. Мы впитываем эти понятия не на уроках физики, а с рождения, они формируются в нас физическим окружением, и они – гарант правильного понимания законов этого физического окружения. Любая ревизия базисных понятий приводит к патологии восприятия физического мира. Поскольку базисные понятия, как и базисные инстинкты, должны быть связаны между собой неразрывно, патология восприятия физического окружения обуславливает патологию познания и сознания в целом. Несовершенство социальных институтов усиливает эту патологию и создает иллюзию познания мира. Это феномен массовой науки. Говоря словами Д. Гранина из его романа «Иду на грозу», *в науке не решают голосованием, так как бездарей всегда больше*. И это большинство сегодня – фактически социальный резонатор идей, подаваемых агрессивно и броско, как, например, подают сегодня в СМИ космологическую теорию Большого взрыва.

Философия как наука – это прежде всего критическая философия. Обращать внимание на нерешённое или искажённо решённое – вот её основная задача. Обоснование, оправдание – это не *любовь к мудрости*, а совершенно другой пласт человеческой культуры.

Если материальные объекты имеют минимальную протяжённость (меньше не бывает), то из этого не следует дискретность понятия пространства. Если есть процессы, длительность которых минимальна (меньше не бывает), то из этого не следует дискретность понятия времени. Здесь, как, впрочем, почти всегда в философской рефлексии, беда в том, что онтологическое и гносеологическое сливаются в одно, разумом не разделяемое.

Мировоззрение – это сочетание результатов опыта общения с реальным миром и образов метафизического мышления, пропитанное оценкой ценностей и переживанием субординаций социального окружения. Реальные законы природы можно выразить в упрощённой, линейной форме на математическом языке, в виде количественных соотношений. Но обратное – не верно: произвольные математические соотношения не всегда соответствуют законам природных явлений. Мир, не понявший эту простую истину, –

это в некотором смысле безумный мир. Физическое – значит математическое, но математическое – не значит физическое. Конечно, можно это оспорить и начать спекулятивную дискуссию на тему «судьи кто?». Это частично оправдано, но одно не вызывает сомнений: для творческой фантазии математика в области физики существуют естественные ограничители. В физике это результаты опытов. В философском смысле аналогом ограничителя может быть (и обязан быть) здравый смысл как отражение коллективного опыта человечества – отражение объективной реальности.

Выбор той или иной философии, удобной или неудобной носителям конкретного мировоззрения, определяется особенностями мышления и влиянием авторитетов. Если принять исходную гипотезу, что случайность – фундаментальное свойство природы, – наука будет одна. Если считать, что случайностей в природе нет и быть не может – наука будет другая. Сближение позиций, взаимопонимание невозможны – это две разные науки. И при этом неправомерен вопрос, кто прав или неправ, так же как нет ответа на вопрос, какая религия более правильная. С точки зрения здравого смысла в вероятностном описании выражается наше незнание, а с точки зрения тех, кто отрицает приоритет здравого смысла, в вероятностном описании отражается единственно возможная форма знания.

Кант считал, что пространство, время и причинность – априорные формы познания. Это связано с макроскопической природой человека как материального существа. Но в наше время некоторые учёные частично оспаривают этот тезис. Они считают, что по отношению к микромиру макропространство, макровремя и макропричинность – априорны, но по отношению к микромиру – результат теоретического обобщения опытных данных. Априорность не абсолютна.

Это сомнительный тезис; он может стать ловким логическим финтом при желании манипулировать понятиями *пространство* и *время*. С нашей точки зрения, Кант ближе к истине. Априорность мировоззренческих понятий должна быть инвариантом познания.

4. Понятие «квантовый» в наше время – бренд, и бренд достаточно эффективный. В этом можно убедиться, вспомнив, как в 1990-е гг. в нашей стране появилось в продаже множество *квантовых приборов* в основном медицинского назначения, которые к квантовой теории, да и к науке в целом, не имели порой никакого отношения. В обыденном сознании к квантовым явлениям относят в основном явления микромира.

Микромир, безусловно, надо изучать, но это можно делать различными способами. Можно, например, разработав соответствующий алгоритм, ввести в базу данных экспериментальные значения и уйти домой отдыхать, а утром компьютер выдаст *решение* – формулу, интерполирующую экспериментальные данные. Другой алгоритм у другого автора может выдать другую формулу, и в журналах появится не одна, а две статьи на данную тему.

Красивую и правильную формулу можно даже угадать, но является ли такой вариант поиска *дорогой, ведущей к храму*? Обогащают ли такие исследования и такие результаты интеллектуальную сокровищницу человечества? Можно ли поставить знак равенства между *интерпретацией* и *пониманием*? Автор призывает читателя самому ответить на эти вопросы.

5. Не трудно понять, что если научная работа ориентирована на дальнюю перспективу, она долгое время может оставаться вне сферы текущего внимания и понимания со стороны коллег. Но, как говорится, *надежда умирает последней*. Автор надеется на понимание и осуществление предложенного эксперимента.

С любыми вопросами и предложениями к автору можно обратиться по электронному адресу: ipmbm@yandex.ru.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Глава 1

1. *Абрагам А.* Время вспять, или физик, физик, где ты был / А. Абрагам. – Москва : Наука, 1991. – 392 с.
2. *Агафонов К. П.* Движение, тяготение, кванты / К. П. Агафонов. – Москва : Издание ФИПС, 2001. – 40 с.
3. *Агафонов К. П.* Физика реального мира (неоклассическая концепция) / К. П. Агафонов. – Москва : Издание ФИПС, 2003. – 100 с.
4. *Андреев Г.* Песочные замки на мерзлом болоте / Г. Андреев // Компьютерра. – 2004. – № 20(544). – С. 29–33.
5. *Арнольд В. И.* Математика и физика: родитель и дитя или сёстры? / В. И. Арнольд // Успехи физических наук. – 1999. – № 12. – С. 1311–1323.
6. *Аронов Р. А.* Два подхода к проблеме взаимоотношения геометрии и физики / Р. А. Аронов, В. М. Шемякин // Философия науки. – Вып. 7. Формирование современной естественно-научной парадигмы. – Москва : ИФ РАН, 2001. – С. 207–225.
7. *Аронов Р. А.* Физическая реальность и познание : Логико-гносеологические патологии познания. Теория относительности и квантовая механика. Наследие А. Эйнштейна, Н. Бора, А. Пуанкаре / Р. А. Аронов. – Москва : Красанд, 2011. – 528 с.
8. *Артеха С. Н.* Основания физики (критический взгляд): Квантовая механика / С. Н. Артеха. – Москва : Ленанд, 2015. – 208 с.
9. *Асламазов А. Г.* Удивительная физика / А. Г. Асламазов, А. А. Варламов. – Москва : Добросвет, 2002. – 236 с.
10. *Ахутин А. В.* Вернер Гейзенберг и философия. Послесловие / А. В. Ахутин // Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. – Москва : Наука, 1989. – С. 363–394.
11. *Ацюковский В. А.* Материализм и релятивизм. Критика методологии современной теоретической физики / В. А. Ацюковский. – Москва : Инженер, 1993. – 192 с.
12. *Баженов Л. Б.* О фундаментальности физики / Л. Б. Баженов // Будущее фундаментальной науки: Концептуальные, философские и социальные аспекты проблемы. – Москва : Красанд, 2011. – С. 45–57.
13. *Баксанский О. Е.* Физика и математика: Анализ оснований взаимоотношения. Методология современного естествознания / О. Е. Баксанский. – Москва : Либроком, 2009. – 184 с.

14. *Белинский А. В.* Квантовая нелокальность и отсутствие априорных значений измеряемых величин в экспериментах с фотонами / А. В. Белинский // *Успехи физических наук.* – 2003. – № 8. – С. 905–909.
15. *Белл Дж.* Б70 / Дж. Белл // *Физика : реферативный журнал.* – 1992. – № 10.
16. *Белокуров В. В.* Квантовая телепортация – обыкновенное чудо / В. В. Белокуров, О. Д. Тимофеевская, О. А. Хрусталева. – Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2000. – 256 с.
17. *Берман В. Л.* Основные модели и гипотезы физики / В. Л. Берман. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1999. – 208 с.
18. *Блохинцев Д. И.* Пространство и время в микромире / Д. И. Блохинцев. – Москва : Наука, 1970. – 360 с.
19. *Болотин Ю. Л.* Расширяющаяся Вселенная: замедление или ускорение? / Ю. А. Болотин, Д. А. Ерохин, О. А. Лемец // *Успехи физических наук.* – 2012. – № 9. – С. 941–986.
20. *Борн М.* Моя жизнь и взгляды / М. Борн. – Москва : Прогресс, 1973. – 176 с.
21. *Борн М.* Физика в жизни моего поколения / М. Борн. – Москва : Изд-во иностр. лит., 1963. – 536 с.
22. *Бояринцев В. И.* Русские и нерусские учёные: мифы и реальность / В. И. Бояринцев. – Москва : Русская правда, 2005. – 320 с.
23. *Бранский В. П.* Теория элементарных частиц как объект методологического исследования / В. П. Бранский. – Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1989. – 257 с.
24. *Веллер М.* Кассандра / М. Веллер. – Москва : АСТ, 2002. – 400 с.
25. *Владенова И. В.* Будущее науки: формирование NBIC-конвергентной парадигмы / И. В. Владенова // *Будущее фундаментальной науки: Концептуальные, философские и социальные аспекты проблемы.* – Москва : Красанд, 2011. – С. 99–108.
26. *Вопросы оптики и атомной физики в переписке между Эйнштейном и Зоммерфельдом // Эйнштейновский сборник, 1969–1970 : сб. статей.* – Москва : Наука, 1970. – С. 301–330.
27. *Галавкин В. В.* Дорогой Декарта, или Физика глазами системотехника / В. В. Галавкин. – Москва : РОХОС, 2005. – 152 с.
28. *Гареев Ф. А.* Универсальность принципа синхронизации Гюйгенса и гармония в природе / Ф. А. Гареев // *Поиск математических закономерностей мироздания: физические идеи, подходы, концепции : избр. тр. Второй Сибирской конф. по математическим проблемам физики пространства-времени сложных систем (ФПВ-98) (Новосибирск, 19–21 июня 1998 г.).* – Новосибирск : Изд-во ин-та математики, 1999. – С. 92–110.
29. *Гейзенберг В.* О наглядном содержании квантотеоретической кинематики и механики / В. Гейзенберг // *Успехи физических наук.* – 1977. – № 8. – С. 651–671.

30. *Гейзенберг В.* Природа элементарных частиц / В. Гейзенберг // Успехи физических наук. – 1977. – № 4. – С. 657–668.
31. *Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое / В. Гейзенберг. – Москва : Наука, 1989. – 400 с.
32. *Гейзенберг В.* Что такое «понимание» в теоретической физике / В. Гейзенберг // Природа. – 1971. – № 4. – С. 75–77.
33. *Гинзбург В. Л.* О теории относительности / В. Л. Гинзбург. – Москва : Наука, 1979. – 240 с.
34. *Глаубер Р. Дж.* Сто лет квантам света / Р. Дж. Глаубер // Успехи физических наук. – 2006. – № 12. – С. 1342–1352.
35. *Голохвастов А. И.* Квантовая механика глазами экспериментатора (отклик на статью М. Б. Менского) / А. И. Голохвастов // Успехи физических наук. – 2002. – № 7. – С. 843–846.
36. *Готт В. С.* Философские вопросы современной физики / В. С. Готт. – Москва : Высш. шк., 1988. – 344 с.
37. *Гриб А. А.* Методологическое значение квантовой теории для психологии / А. А. Гриб // Философские вопросы физики. Вып. 2. Квантовая механика и теория относительности / под ред. П. П. Павинского и А. М. Мостепаненко. – Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1980. – С. 130–145.
38. *Гриб А. А.* К вопросу об интерпретации квантовой физики / А. А. Гриб // Успехи физических наук. – 2013. – № 12. – С. 1337–1352.
39. *Грин М.* Теория суперструн : в 2 т. Т. 1. Введение / М. Грин, Дж. Шварц, Э. Витген. – Москва : Мир, 1990. – 518 с.
40. *Давыдов А. С.* Методологический анализ физического познания / А. С. Давыдов, А. И. Кухтенко, Г. Ю. Тредер. – Киев : Наукова думка, 1985. – 280 с.
41. *Дайсон Ф. Дж.* Математика в физических науках / Ф. Дж. Дайсон // Математика в современном мире : сб. статей. – Москва : Мир, 1967. – С. 111–127.
42. *Дайсон Ф.* Птицы и лягушки в математике и физике / Ф. Дайсон // Успехи физических наук. – 2010. – № 8. – С. 859–870.
43. *Дёмин В. Н.* Мироздание постигая: несколько диалогов между философом и естествоиспытателем о современной научной картине мира / В. Н. Дёмин, В. П. Селезнёв. – Москва : Мол. гвардия, 1989. – 267 с.
44. *Демков Ю. Н.* Классическое естествознание и идея квантов / Ю. Н. Демков // Философские вопросы физики. Вып. 2. Квантовая механика и теория относительности / под ред. П. П. Павинского и А. М. Мостепаненко. – Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1980. – С. 48–56.
45. *Джеммер М.* Эволюция понятий квантовой механики / М. Джеммер. – Москва : Наука, 1985. – 384 с.
46. *Дирак П. А. М.* Пути физики / П. А. М. Дирак. – Москва : Энергоатомиздат, 1983. – 88 с.

47. *Дирак П. А. М.* Развитие физических представлений о природе / П. А. М. Дирак // Воспоминания о необычайной эпохе / под ред. Л. Я. Смородинского. – Москва : Наука, 1990. – С. 66–81.
48. *Дирак П. А. М.* Квантовая теория испускания и поглощения излучения / П. А. М. Дирак // Эйнштейновский сборник, 1984–1985 : сб. статей. – Москва : Наука, 1988. – С. 215–245.
49. *Дирак П. А. М.* Новая классическая электронная теория / П. А. М. Дирак // Proceedings of the Royal Society. – 1951. – Vol. 209, N 1098. – P. 291.
50. *Дирак П. А. М.* Принципы квантовой механики / П. А. М. Дирак. – Москва : Наука, 1979. – 480 с.
51. *Дойч Д.* Структура реальности / Д. Дойч. – Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2001. – 400 с.
52. *Друкарев Г. Ф.* Философские уроки теории относительности / Г. Ф. Друкарев // Философские вопросы физики. Вып. 2. Квантовая механика и теория относительности / под ред. П. П. Павинского и А. М. Мостепаненко. – Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1980. – С. 57–66.
53. *Ельяшевич М. А.* От возникновения квантовых представлений до становления квантовой механики / М. А. Ельяшевич // Успехи физических наук. – 1977. – № 8. – С. 673–717.
54. *Займан Дж. М.* Современная квантовая теория / Дж. М. Займан. – Москва : Мир, 1971. – С. 7–9.
55. *Зайцев Г. А.* Алгебраическая структура физики / Г. А. Зайцев // Физическая теория. – Москва, 1980. – С. 219.
56. *Зелевинский В. Г.* Лекции по квантовой механике / В. Г. Зелевинский. – Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2002. – 499 с.
57. *Змеев О. А.* Модель функционирования страховой компании при конечном числе возможных клиентов / О. А. Змеев // Известия вузов. Физика. – 1999. – № 4. – С. 34–39.
58. *Ильин В. И.* Механика Ньютона – основа единой физики / В. И. Ильин. – Москва : Т-Око, 1992. – 94 с.
59. *Кадомцев Б. Б.* Необратимость в квантовой механике / Б. Б. Кадомцев // Успехи физических наук. – 2003. – № 11. – С. 1221–1240.
60. *Капра Ф.* Дао физики / Фритьоф Капра. – Санкт-Петербург : ОРИС : ЯНА-ПРИНТ, 1994. – 304 с.
61. *Карнап Р.* Философские основания физики / Р. Карнап. – Москва : Прогресс, 1971. – 390 с.
62. *Клайн М.* Математика. Поиск истины / М. Клайн. – Москва : Мир, 1988. – 295 с.
63. *Клайн М.* Математика. Утрата определённости / М. Клайн. – Москва : Мир, 1984. – 434 с.
64. *Клейн М. Д.* Эйнштейн и дуализм волны-частицы / М. Д. Клейн // Эйнштейновский сборник, 1966 : сб. статей. – Москва : Наука, 1966. – С. 212–258.

65. *Клопский В. М.* Геометрия: учеб. пособие для 9 и 10 классов ср. школы / В. М. Клопский, З. Е. Скопец, М. И. Ягодовский. – Москва : Просвещение, 1980. – С. 42.

66. *Клышко Д. Н.* Основные понятия квантовой физики с операциональной точки зрения / Д. Н. Клышко // Успехи физических наук. – 1998. – № 9. – С. 975–1015.

67. *Кляус Е. М.* Макс Планк / Е. М. Кляус, У. И. Франкфурт. – Москва : Наука, 1980. – 390 с.

68. *Кожевников А. Б.* Дирак и квантовая теория излучения / А. Б. Кожевников // Эйнштейновский сборник, 1984–1985 : сб. статей. – Москва : Наука, 1988. – С. 246–270.

69. Концептуальные основания квантовой теории поля [Рецензия на кн.: Conceptual foundations of Quantum Field Theory (Ed. Tian Yu Cao) (Cambridge : Cambridge University Press, 1999) 399 p.] / П. С. Исаев, Е. А. Мамчур // Успехи физических наук. – 2000. – № 9. – С. 1025–1030.

70. *Корюкин В. М.* Фермионы и спонтанное нарушение симметрии / В. М. Корюкин // Труды IX Международного семинара «Гравитационная энергия и гравитационные волны» (Дубна, 8–12 декабря 1996 г.). – Дубна : ОИЯИ, 1998. – С. 105–108.

71. *Кудрявцев Л. Д.* Мысли о современной математике и её изучении / Л. Д. Кудрявцев. – Москва : Наука, 1977. – 112 с.

72. *Курашов В. И.* Познание природы в интеллектуальных коллизиях научных знаний: научная мысль России на пути в XXI век / В. И. Курашов. – Москва : Наука, 1995. – 283 с.

73. *Левкович-Маслюк Л.* Предварительный инструктаж / Л. Левкович-Маслюк // Компьютерра. – 2004. – № 20(544). – С. 22–23.

74. *Лем С.* Сумма технологии / С. Лем. – Москва : Мир, 1968. – 608 с.

75. *Лесовик Г. Б.* Теория измерений и редукция волнового пакета / Г. Б. Лесовик // Успехи физических наук. – 2001. – № 4. – С. 449–451.

76. *Лифшиц К. Н.* Вероятность разорения страховой компании для пуассоновской модели / К. Н. Лифшиц // Известия вузов. Физика. – 1999. – № 4. – С. 28–33.

77. *Лобановский М. Г.* Основания физики природы / М. Г. Лобановский. – Москва : Высш. шк., 1990. – 262 с.

78. *Лоуренс К.* Страх физики. Сферический конь в вакууме / К. Лоуренс. – Санкт-Петербург : Питер, 2017. – 288 с.

79. *Мальцев В. М.* Физика высоких энергий / В. М. Мальцев. – Москва : Знание, 1967. – 64 с.

80. *Мандельштам Л. И.* Полное собрание трудов : в 5 т. Т. 5 / Л. И. Мандельштам. – Ленинград : Изд-во АН СССР, 1950. – 467 с.

81. *Манин Ю. И.* Математика как метафора / Ю. И. Манин. – Москва : МЦНМО, 2008. – 400 с.

82. *Марков М. А.* О трёх интерпретациях квантовой механики: Об образовании понятия объективной реальности в человеческой практике / М. А. Марков. – Москва : Наука, 1991. – 112 с.
83. *Матвеев А. Н.* Атомная физика / А. Н. Матвеев. – Москва : Высш. шк., 1989. – 439 с.
84. *Меськов В. С.* Очерки по логике квантовой механики / В. С. Меськов. – Москва : МГУ, 1986. – 144 с.
85. *Мехра Д.* Золотой век теоретической физики / Д. Мехра // Успехи физических наук. – 1987. – № 1. – С. 155.
86. *Мехра Д.* Рождение квантовой механики / Д. Мехра // Успехи физических наук. – 1977. – № 8. – С. 719–744.
87. *Митрофанов А. Г.* Новый взгляд на диалектику природы / А. Г. Митрофанов. – Петрозаводск : Корпорация «Фолиум», 2004. – 103 с.
88. *Моисеев Б. М.* Роль философии в развитии современной фундаментальной физики / Б. М. Моисеев // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. – 2012. – № 3. – С. 28–31.
89. *Мостепаненко А. М.* Проблема предвидения в физике и методология научного познания // Философские вопросы физики. Вып. 2. Квантовая механика и теория относительности / под ред. П. П. Павинского и А. М. Мостепаненко. – Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1980. – С. 146–162.
90. *Мостепаненко А. М.* Проблема существования в физике и космологии / А. М. Мостепаненко. – Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1987. – 152 с.
91. *Нахмансон Р. С.* Физическая интерпретация квантовой механики / Р. С. Нахмансон // Успехи физических наук. – 2001. – № 4. – С. 441–444.
92. *Нелин А. К.* Основные понятия физики / А. К. Нелин. – Могилев : [Б. и.], 1993. – 246 с.
93. *Низовцев В. В.* Время и место физики XX века / В. В. Низовцев. – Москва : Эдиториал УРСС, 2000. – 208 с.
94. *Низовцев В. В.* Физическое знание как историческая проблема / В. В. Низовцев // Съезд российских физиков-преподавателей «Физическое образование в XXI веке» : тез. докл. – Москва : Физический факультет МГУ, 2000. – С. 281.
95. *Омельяновский М. Э.* Проблема наглядности в физике / М. Э. Омельяновский // Вопросы философии. – 1961. – № 11. – С. 59–62.
96. *Павинский П. П.* Значение для современного естествознания работ В. А. Фока по истолкованию квантовой механики // Философские вопросы физики. Вып. 2. Квантовая механика и теория относительности / под ред. П. П. Павинского и А. М. Мостепаненко. – Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1980. – С. 36–47.
97. *Павленко А. Н.* Философские проблемы космологии: Вселенная из «ничего» или Вселенная из «небытия»? / А. Н. Павленко. – Москва : Либроком, 2012. – 208 с.
98. *Панченко А. И.* Философия, физика, микромир / А. И. Панченко. – Москва : Наука, 1988. – 192 с.

99. *Петров Ю. И.* Некоторые фундаментальные представления физики: Критика и анализ / Ю. И. Петров. – Москва : Комкнига, 2006. – 168 с.
100. *Понтрягин Л. С.* О математике и качестве её преподавания / Л. С. Понтрягин // Коммунист. – 1980. – № 14. – С. 99–112.
101. *Попов Д. Е.* Актуальные проблемы активизации и оптимизации образовательного процесса по направлению «Физика» / Д. Е. Попов // Актуальные проблемы преподавания информационных и естественно-научных дисциплин : материалы VII Всерос. науч.-метод. конф. – Кострома : КГУ им. Н. А. Некрасова, 2013. – С. 48–53.
102. *Попов М. А.* В защиту квантового идеализма / М. А. Попов // Успехи физических наук. – 2003. – № 12. – С. 1382–1384.
103. *Поппер К. Р.* Квантовая теория и раскол в физике / К. Р. Поппер. – Москва : Логос, 1998. – 192 с.
104. *Поспелов Д. А.* Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов / Д. А. Поспелов. – Москва : Радио и связь, 1989. – 184 с.
105. *Прибытков В. Н.* Природа света и несостоятельность теории относительности / В. Н. Прибытков. – Москва : Луч, 1994. – 28 с.
106. *Пригожин И.* Время, хаос, квант: К решению парадокса времени / И. Пригожин, И. Стенгерс. – Москва : Прогресс, 1994. – 272 с.
107. Проблемы Гильберта : сб. статей / под ред. П. С. Александрова. – Челябинск : ИСФАРА, 2000. – 239 с.
108. *Пуанкаре А.* Наука и гипотеза / А. Пуанкаре. – Москва : Либроком, 2010. – 240 с.
109. *Пуанкаре А.* О науке / А. Пуанкаре. – Москва : Наука, 1983. – 560 с.
110. *Рассел Б.* Новейшие работы о началах математики / Б. Рассел // Новые идеи в математике / под ред. А. В. Васильева. – Сб. 1. – Санкт-Петербург : [Б. и.], 1913. – С. 84–105.
111. *Савин Д.* Физики отказались от материализма. Поэтому в науке полно проблем / Д. Савин // Осенило... : канал. – URL: <https://zen.yandex.ru/media/osenilo/fiziki-otkazalis-ot-materializma-poetomu-v-nauke-polno-problem-153-5d6c25beddfef600ade5ba70> (дата обращения: 16.03.2020).
112. *Салам А.* Фундаментальная теория материи (результаты и методы) / А. Салам // Успехи физических наук. – 1969. – № 12. – С. 571–611.
113. *Санюк В. И.* Дирак в физике XX века / В. И. Санюк, А. Д. Суханов // Успехи физических наук. – 2003. – № 9. – С. 965–984.
114. *Силин А. А.* „Homo Internetus“, какой он? / А. А. Силин // Сознание и физическая реальность. – 2002. – № 7(4). – С. 30–34.
115. *Симаков А. С.* Эфиродинамика / А. С. Симаков. – Санкт-Петербург : [Б. и.], 2001. – 84 с.
116. Скептики о теории суперструн // Новости и проблемы фундаментальной физики. – 2008. – № 1. – С. 29–40.
117. *Славин А. В.* Наглядный образ в структуре познания / А. В. Славин. – Москва : Политиздат, 1971. – 271 с.

118. *Словянских В. К.* Электрический заряд и магнитный момент элементарных частиц и атомных ядер / В. К. Словянских. – Москва : [Б. и.], 1998. – 19 с.
119. *Степанов Б. И.* Введение в современную оптику: Основные представления оптической науки на пороге XX века / Б. И. Степанов. – Минск : Наука и техника, 1989. – 359 с.
120. Съезд российских физиков-преподавателей «Физическое образование в XXI веке» : тез. докл. – Москва : Физический факультет МГУ, 2000. – 426 с.
121. *Тамм И. Е.* На пороге новых открытий / И. Е. Тамм // Наука и жизнь. – 1967. – № 1. – С. 7–15.
122. *Тамм И. Е.* Собрание научных трудов : в 2 т. Т. 2 / И. Е. Тамм. – Москва : Наука, 1975. – 488 с.
123. *Томилин К. А.* Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах / К. А. Томилин. – Москва : Физматлит, 2006. – 368 с.
124. Труды IX Международного семинара «Гравитационная энергия и гравитационные волны». Дубна, 8–12 декабря 1996 г. – Дубна : ОИЯИ, 1998. – 195 с.
125. *Успенский П. Д.* Новая модель вселенной / П. Д. Успенский. – Санкт-Петербург : Изд-во Чернышёва, 1993. – 560 с.
126. *Фейнман Р.* КЭД – странная теория света и вещества / Р. Фейнман. – Москва : Наука, 1988. – 144 с.
127. *Фейнман Р.* Характер физических законов / Р. Фейнман. – Москва : Наука, 1987. – 160 с.
128. *Хазен А. М.* Введение меры информации в аксиоматическую базу механики / А. М. Хазен. – Москва : Рауб, 1998. – 168 с.
129. *Хазен А. М.* О возможном и невозможном в науке, или Где границы моделирования интеллекта / А. М. Хазен. – Москва : Наука, 1988. – 384 с.
130. *Хокинг С.* Краткая история времени. От Большого взрыва до чёрных дыр / С. Хокинг. – Санкт-Петербург : Амфора, 2001. – 268 с.
131. *Хокинг С.* От большого взрыва до чёрных дыр: Краткая история времени / С. Хокинг. – Москва : Мир, 1990. – 168 с.
132. *Хорган Д.* Квантовая философия / Джон Хорган // В мире науки. – 1992. – № 9–10. – С. 70–80.
133. *Хоффман Д.* Эрвин Шрёдингер / Д. Хоффман. – Москва : Мир, 1987. – 96 с.
134. *Чикин П. С.* В интерференции парных фотонов пропало не время, а логика эксперимента / П. С. Чикин // Пространство, время, тяготение : материалы VIII Междунар. науч. конф. (16–20 августа 2004 г., Санкт-Петербург). – Санкт-Петербург : ТЕССА, 2005. – С. 329–340.
135. *Шаляпин А. Л.* Введение в классическую электродинамику и атомную физику / А. Л. Шаляпин, В. И. Стукалов. – Екатеринбург : УМЦ УПИ, 2006. – 490 с.

136. Шарыпов О. В. Понятие фундаментальной длины и методологические проблемы современной физики / О. В. Шарыпов. – Новосибирск : Изд-во НИИ МИОО НГУ, 1998. – 319 с.
137. Шахов В. О. Эфир – среда существования Вселенной / В. О. Шахов. – Москва : Компания Спутник+, 2003. – 148 с.
138. Шрёдингер Э. Избранные труды по квантовой механике / Э. Шрёдингер. – Москва : Наука, 1976. – 424 с.
139. Эйнштейн А. Собрание научных трудов : в 4 т. Т. 4 / А. Эйнштейн. – Москва : Наука, 1967. – 600 с.
140. Янг Ч. Эйнштейн и физика второй половины XX века / Ч. Янг // Успехи физических наук. – 1980. – № 9. – С. 169–175.
141. Ballentine L. E. The statistical interpretation of quantum mechanics / L. E. Ballentine // Reviews of modern physics. – 1970. – V. 42, N 4. – P. 358–381.
142. Galindo A. Intrinsic magnetic moment as a nonrelativistic phenomenon / A. Galindo, G. Sanchez del Rio // American Journal of Physics. – 1961. – V. 29. – P. 582–584.
143. Glashow S. Does Elementary Particle Physics Have a Future? / S. Glashow // The Lesson of Quantum Theory / de Boer J., Dal E. and Ulfbeck O. eds. – New York, Elsevier, 1986. – P. 143–153.
144. Mie G. Die Grundlagen der Quantentheorie / G. Mie. – Freiburg in Baden : Spreyer und Kaerner, 1925. – P. 38.

Глава 2

1. Ахиезер А. И. Квантовая электродинамика / А. И. Ахиезер, В. В. Берестецкий. – Москва : Наука, 1981. – 432 с.
2. Ацюковский В. А. Общая эфиродинамика. Моделирование структур вещества и полей на основе представлений о газоподобном эфире / В. А. Ацюковский. – Москва : Энергоатомиздат, 1990. – 280 с.
3. Базиев Д. Х. Заряд и масса фотона / Д. Х. Базиев. – Москва : Педагогика, 2002. – 75 с.
4. Базиев Д. Х. Основы единой теории физики / Д. Х. Базиев. – Москва : Педагогика, 1994. – 640 с.
5. Баллистический эксперимент с фотонами синхротронного излучения / П. И. Гладких, А. С. Мазманишвили, Л. В. Репринцев, П. И. Филиппов. – Харьков : ХФТИ, 1977. – 18 с.
6. Беклямишев В. О. Теория вакуума / В. О. Беклямишев. – Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 1998. – 104 с.
7. Болдырева Л. Б. Возможность построения теории света без специальной теории относительности / Л. Б. Болдырева, Н. Б. Сотина. – Москва : Логос, 1999. – 64 с.
8. Болховитинов В. Столетов / В. Болховитинов. – Москва : Мол. гвардия, 1965. – 512 с.

9. *Борн М.* Физика в жизни моего поколения / М. Борн. – Москва : Изд-во иностр. лит., 1963. – 536 с.
10. *Бриллюэн Л.* Новый взгляд на теорию относительности / Л. Бриллюэн. – Москва : Мир, 1972. – 144 с.
11. *Бройль Л. де.* Попытка построения теории световых квантов / Л. де Бройль // Успехи физических наук. – 1977. – № 8. – С. 562–571.
12. *Бураго С. Г.* Тайны межзвёздного эфира / С. Г. Бураго. – Москва : Изд-во МАИ, 1997. – 104 с.
13. *Вавилов С. И.* Собрание сочинений : в 3 т. Т. 2. – Москва : Изд-во АН СССР, 1952. – С. 218–237.
14. *Вавилов С. И.* Экспериментальные основания теории относительности / С. И. Вавилов. – Москва – Ленинград : Госиздат, 1928. – 168 с.
15. *Вайнберг С.* Свет как фундаментальная частица / С. Вайнберг // Успехи физических наук. – 1976. – № 12. – С. 677–689.
16. *Вильф Ф. Ж.* Ещё раз о спине точечной частицы, формуле Эйнштейна и релятивистском уравнении Дирака / Ф. Ж. Вильф. – Москва : УРСС, 2000. – 96 с.
17. *Гареев Ф. А.* Универсальность принципа синхронизации Гюйгенса и гармония в природе / Ф. А. Гареев // Поиск математических закономерностей мироздания: физические идеи, подходы, концепции : избр. тр. Второй Сибирской конф. по математическим проблемам физики пространства-времени сложных систем (ФПВ-98). Новосибирск, 19–21 июня 1998 г. – Новосибирск : Изд-во ин-та математики, 1999. – С. 92–110.
18. *Герловин И. Л.* Природа света и некоторых физических явлений / И. Л. Герловин. – Горький : ОГИЗ, 1945. – 110 с.
19. *Глаубер Р. Д.* Сто лет квантам света / Р. Дж. Глаубер // Успехи физических наук. – 2006. – № 12. – С. 1342–1352.
20. *Гулый А. М.* Теория относительности – реальность или выдумка при отсутствии логики / А. М. Гулый. – Сумы : МакДен, 2006. – 140 с.
21. *Гутнер Л. М.* Философские аспекты измерения в современном мире / Л. М. Гутнер. – Ленинград : ЛГУ, 1978. – 136 с.
22. *Дёмин В. Н.* Мироздание постигая: несколько диалогов между философом и естествоиспытателем о современной научной картине мира / В. Н. Дёмин, В. П. Селезнёв. – Москва : Мол. гвардия, 1989. – 267 с.
23. *Джеммер М.* Эволюция понятий квантовой механики / М. Джеммер. – Москва : Наука, 1985. – 384 с.
24. *Дирак П.* Электроны и вакуум / П. Дирак. – Москва : Знание, 1957. – 15 с.
25. *Дмитриевский И. М.* Механизм слабых воздействий – шаг к новой физической парадигме / И. М. Дмитриевский. – URL: <http://www.biophys.ru/archive/congress2009/pro-p127.htm> (дата обращения: 10.08.2010).
26. *Зельдович Я. Б.* Горячая модель Вселенной / Я. Б. Зельдович // Успехи физических наук. – 1966. – № 8. – С. 647–668.

27. *Ильин В. И.* Механика Ньютона – основа единой физики / В. И. Ильин. – Москва : Т-Око, 1992. – 94 с.
28. *Калинин Л. А.* Специальная теория относительности и реальность / Л. А. Калинин. – Москва : [Б. и.], 2001. – 131 с.
29. *Клайн М.* Математика. Поиск истины / М. Клайн. – Москва : Мир, 1988. – 295 с.
30. *Клайн М.* Математика. Утрата определённости / М. Клайн. – Москва : Мир, 1984. – 434 с.
31. *Клевцов М. И.* Раскрытие тайн мироустройства / М. И. Клевцов. – Москва : Петрол-М, 1995. – 168 с.
32. *Клышко Д. Н.* Фотоны и нелинейная оптика / Д. Н. Клышко. – Москва : Наука, 1980. – 256 с.
33. *Кобзарев И. Ю.* О массе фотона / И. Ю. Кобзарев, Л. Б. Окунь // Успехи физических наук. – 1968. – № 5. – С. 131–137.
34. *Королькевич Ф. И.* Начала субквантовой физики / Ф. И. Королькевич. – Москва : Ариэль-Леб, 1996. – 76 с.
35. *Королькевич Ф. И.* Свет и структура материи / Ф. И. Королькевич. – Москва : Компас интернэшнл, 1993. – 34 с.
36. *Королькевич Ф. И.* Этюды о свете / Ф. И. Королькевич. – Москва : Хроникёр, 2002. – 80 с.
37. *Максвелл Дж. К.* Трактат об электричестве и магнетизме. В 2 т. Т. 2 / Дж. К. Максвелл. – Москва : Наука, 1989. – 436 с.
38. *Мельников О. А.* Недоплеровские объяснения красного смещения в спектрах далеких галактик / О. А. Мельников, В. С. Попов // Некоторые вопросы физики космоса. – Москва : ВАГО, 1974. – С. 9–32.
39. *Моисеев Б. М.* Моделирование структуры фотона / Б. М. Моисеев. – Кострома : Изд-во КГУ им. Н. А. Некрасова, 2001. – 64 с.
40. *Моисеев Б. М.* Физическая модель светового кванта / Б. М. Моисеев. – Москва : Либроком, 2011. – 80 с.
41. *Мостепаненко А. М.* Проблема существования в физике и космологии / А. М. Мостепаненко. – Ленинград : ЛГУ, 1987. – 152 с.
42. *Науменко Ю. М.* Эфир и материя: Начала эфироквантовой теории материи / Ю. М. Науменко, Ю. А. Науменко, Ф. Г. Пилипенко. – Москва : Пресс Лтд, 1996. – 103 с.
43. Новости физики в сети Интернет // Успехи физических наук. – 1999. – № 5. – С. 584.
44. Новости физики в сети Интернет // Успехи физических наук. – 1999. – № 7. – С. 596.
45. Новости физики в сети Интернет // Успехи физических наук. – 1999. – № 11. – С. 1272.
46. Новости физики в сети Интернет // Успехи физических наук. – 1998. – № 4. – С. 470.
47. *Окунь Л. Б.* Понятие массы (масса, энергия, относительность) / Л. Б. Окунь // Успехи физических наук. – 1989. – № 7. – С. 511–529.

48. *Петров Ю. И.* Некоторые фундаментальные представления физики: Критика и анализ / Ю. И. Петров. – Москва : Комкнига, 2006. – 168 с.
49. *Петросян В. С.* Единая теория относительности / В. С. Петросян. – Москва : Гравитоника, 2000. – 39 с.
50. *Поппер К. Р.* Квантовая теория и раскол в физике / К. Р. Поппер. – Москва : Логос, 1998. – 192 с.
51. *Пуанкаре А.* Наука и гипотеза / А. Пуанкаре. – Москва : Либроком, 2010. – 240 с.
52. *Рубаков В. А.* Многомерные модели физики частиц / В. А. Рубаков // Успехи физических наук. – 2003. – № 2. – С. 219–226.
53. *Рыков А. В.* Дуализм волна-частица или Что это такое в действительности. – URL: physica.boom.ru/kva/art8.htm (дата обращения: 18.05.2011).
54. *Рыков А. В.* Закон Ньютона – Кулона / А. В. Рыков. – Москва : ОИФЗ РАН, 1999. – 27 с.
55. *Рыков А. В.* Основы теории эфира / А. В. Рыков. – Москва : ОИФЗ РАН, 2000. – 56 с.
56. *Савлук С. И.* Физика на рубеже столетий: иллюзии и реальность / С. И. Савлук. – Кемерово : Кузбассвузиздат, 1999. – 96 с.
57. *Санюк В. И.* Дирак в физике XX века / В. И. Санюк, А. Д. Суханов // Успехи физических наук. – 2003. – № 9. – С. 965–984.
58. *Секерин В. И.* Теория относительности – мистификация века / В. И. Секерин. – Новосибирск : [Б. и.], 1991. – 55 с.
59. *Сивухин Д. В.* Общий курс физики. В 5 т. Т. 5. Атомная и ядерная физика / Д. В. Сивухин. – Москва : Физматлит : Изд-во МФТИ, 2002. – 784 с.
60. *Симаков А. С.* Эфиродинамика / А. С. Симаков. – Санкт-Петербург, 2001. – 84 с.
61. *Синицын В. И.* Гравитация и свет. Электронно-позитронная модель / В. И. Синицын. – Озёрск : [Б. и.], 1998. – 20 с.
62. *Снопко В. Н.* Поляризационные характеристики оптического излучения и методы их измерения / В. Н. Снопко. – Минск : Навука і тэхніка, 1992. – 336 с.
63. *Спиридонов О. П.* Свет: физика, информация, жизнь / О. П. Спиридонов. – Москва : Просвещение, 1993. – 175 с.
64. *Степанов Б. И.* Введение в современную оптику: Поглощение и испускание света квантовыми системами / Б. И. Степанов. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 480 с.
65. *Степанов Б. И.* Введение в современную оптику: Основные представления оптической науки на пороге XX века / Б. И. Степанов. – Минск : Наука и техника, 1989. – 359 с.
66. *Сухоруков А. П.* Оптика сверхкоротких импульсов / А. П. Сухоруков // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 7. – С. 81–86.
67. *Тейлор Э. Ф.* Физика пространства и времени / Э. Ф. Тейлор, Дж. А. Уилер. – Москва : Мир, 1971. – 319 с.

68. *Терентьев М. В.* История эфира / М. В. Терентьев. – Москва : Фазис, 1999. – 176 с.
69. *Троицкий С. В.* Космические частицы с энергиями выше 10^{19} эВ: краткий обзор результатов / С. В. Троицкий // Успехи физических наук. – 2013. – № 3. – С. 323–330.
70. Физика. Большой энциклопедический словарь. – Москва : Большая Российская энциклопедия, 1999. – 944 с.
71. Физическая оптика. Терминология. – Москва : Наука, 1970. – 52 с.
72. *Филонович С. Р.* Самая большая скорость / С. Р. Филонович. – Москва : Наука, 1983. – 176 с.
73. *Фок В. А.* Теория пространства, времени и тяготения / В. А. Фок. – Москва : Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1961. – 564 с.
74. Фотоатомная эмиссия: неожиданное действие света на поверхность металла / А. М. Бонч-Бруевич, Т. А. Вартамян, С. Г. Пржибельский, В. В. Хромов // Природа. – 2000. – № 1. – С. 31–39.
75. *Френк А. М.* Теория излучения Эйнштейна / А. М. Френк // Эйнштейновский сборник, 1971 : сб. статей. – Москва : Наука, 1972. – С. 192–225.
76. *Чанкин В. В.* Теория познания в плену заблуждений / В. В. Чанкин. – Москва : Энергоатомиздат, 1990. – 80 с.
77. *Черепанов О. А.* Где начало того конца?.. Об альтернативах законам Ньютона и постулатам Эйнштейна / О. А. Черепанов. – Москва : Гончарь, 1994. – 184 с.
78. *Шарыпов О. В.* Проблема метризуемости и математической концепции пространства и времени / О. В. Шарыпов. – Новосибирск : ИФиПр СОАН РАН, 1996. – 19 с.
79. *Шепелев А. В.* Космический микроволновый фон и аристотелевы представления о движении / А. В. Шепелев // Успехи физических наук. – 2005. – № 1. – С. 105–106.
80. *Шульга В. П.* Кванты энергии и движение / В. П. Шульга. – Москва : Изд-во ВИНТИ, 2002. – 120 с.
81. *Шульга В. П.* Модель кванта с процессом поле-массовых превращений / В. П. Шульга. – Москва : Изд-во ВИНТИ, 1998. – 40 с.
82. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов : в 4 т. Т. 1. – Москва : Наука, 1965. – 700 с.
83. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов : в 4 т. Т. 3. – Москва : Наука, 1966. – 632 с.
84. *Bohm D.* Space, time and the quantum theory understood in terms of discrete structural process / D. Bohm // Proceedings of International Conference on Elementary Particles. – Kyoto, 1965. – P. 252–287.
85. *Ritz W.* Gesammelte Werke / W. Ritz. – Paris, Gauthier-Villars, 1911. – P. 541.
86. *Urbina V. M.* How does light work? / V. M. Urbina. – URL: <http://www.lighttheory.com> (дата обращения: 21.10.2002).

87. *Urbina V. M. Photon findings / V. M. Urbina.* – URL: <http://www.photonfindings.com> (дата обращения: 21.10.2002).

Глава 3

1. *Белокуров В. В.* Квантовая телепортация – обыкновенное чудо / В. В. Белокуров, О. Д. Тимофеевская, О. А. Хрусталёв. – Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2000. – 256 с.

2. *Бранский В. П.* Теория элементарных частиц как объект методологического исследования / В. П. Бранский. – Ленинград : Изд-во Ленингр. ун-та, 1989. – 257 с.

3. *Бройль Л. де.* Попытка построения теории световых квантов / Л. де Бройль // Успехи физических наук. – 1977. – № 8. – С. 562–571.

4. *Гареев Ф. А.* Универсальность принципа синхронизации Гюйгенса и гармония в природе / Ф. А. Гареев // Поиск математических закономерностей мироздания: физические идеи, подходы, концепции : избр. тр. Второй Сибир. конф. по математическим проблемам физики пространства-времени сложных систем (ФПВ-98) (Новосибирск, 19–21 июня 1998 г.). – Новосибирск : Изд-во ин-та математики, 1999. – С. 92–110.

5. *Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое / В. Гейзенберг. – Москва : Наука, 1989. – 400 с.

6. *Ельяшевич М. А.* От возникновения квантовых представлений до становления квантовой механики / М. А. Ельяшевич // Успехи физических наук. – 1977. – № 8. – С. 673–717.

7. *Каганов М. И.* Абстракция в математике и физике / М. И. Каганов, Г. Я. Любарская. – Москва : Физматлит, 2005. – 352 с.

8. *Клайн Б.* В поисках. Физики и квантовая теория / Б. Клайн. – Москва : Атомиздат, 1971. – 288 с.

9. *Клайн М.* Математика. Поиск истины / М. Клайн. – Москва : Мир, 1988. – 295 с.

10. *Клейн М. Д.* Эйнштейн и дуализм волны-частицы / М. Д. Клейн // Эйнштейновский сборник, 1966 : сб. статей. – Москва : Наука, 1966. – С. 212–258.

11. Новости физики в сети Интернет // Успехи физических наук. – 2012. – № 3. – С. 286.

12. Обсуждение докладов на Сольвеевском конгрессе 1911 г. / Эйнштейновский сборник, 1969–1970 : сб. статей. – Москва : Наука, 1970. – С. 331–370.

13. *Овчинников Н. Ф.* Поиски достоверности / Н. Ф. Овчинников // Философия науки. – Вып. 7: Формирование современной естественно-научной парадигмы. – Москва : ИФ РАН, 2001. – С. 75–91.

14. *Поппер К. Р.* Квантовая теория и раскол в физике / К. Р. Поппер. – Москва : Логос, 1998. – 192 с.

15. *Прибытков В. Н.* Природа света и несостоятельность теории относительности / В. Н. Прибытков. – Москва : Луч, 1994. – 28 с.
16. *Салам А.* Калибровочное объединение фундаментальных сил / А. Салам // Успехи физических наук. – 1980. – № 10. – С. 229–259.
17. *Санюк В. И.* Дирак в физике XX века / В. И. Санюк, А. Д. Суханов // Успехи физических наук. – 2003. – № 9. – С. 965–984.
18. *Сивухин Д. В.* Оптика / Д. В. Сивухин. – Москва : Наука, 1985. – 752 с.
19. *Смирнов В. А.* Фотон и общая теория относительности / В. А. Смирнов. – Москва : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2000. – 44 с.
20. *Собельман И. И.* Введение в теорию атомных спектров / И. И. Собельман. – Москва : Наука, 1977. – 319 с.
21. *Степанов Б. И.* Введение в современную оптику: Поглощение и испускание света квантовыми системами / Б. И. Степанов. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 480 с.
22. *Фок В. А.* Теория пространства, времени и тяготения / В. А. Фок. – Москва : Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1961. – 564 с.
23. *Царёва И. Б.* Неопознанное, отвергнутое или сокрытое? / И. Б. Царёва. – Москва : АСТ : Олимп, 2000. – 384 с.
24. *Шарыпов О. В.* Проблема метризуемости и математической концепции пространства и времени / О. В. Шарыпов. – Новосибирск : ИФиПр СОАН РАН, 1996. – 19 с.
25. *Шидловский А. И.* Атом водорода – самый простой из атомов. Продолжение теории Нильса Бора / А. И. Шидловский. – Минск : ВЭВЭР, 1997. – 128 с.
26. *Энгельс Ф.* Диалектика природы / Ф. Энгельс. – Москва : Госполитиздат, 1969. – 358 с.
27. *Яворский Б. М.* Курс физики : в 3 т. Т. 3 / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф. – Москва : Высш. шк., 1971. – 536 с.
28. *Bohm D.* Space, time and the quantum theory understood in terms of discrete structural process / D. Bohm // Proceedings of International Conference on Elementary Particles. – Kyoto, 1965. – P. 252–287.

Глава 4

1. *Аронов Р. А.* Физическая реальность и познание: Логико-гносеологические патологии познания. Теория относительности и квантовая механика. Наследие А. Эйнштейна, Н. Бора, А. Пуанкаре / Р. А. Аронов. – Москва : Красанд, 2011. – 528 с.
2. *Ахиезер А. И.* Квантовая электродинамика / А. И. Ахиезер, В. В. Берестецкий. – Москва : Наука, 1981. – 432 с.
3. *Ахманов С. А.* Физическая оптика / С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин. – Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 656 с.

4. *Белинский А. В.* Квантовая нелокальность и отсутствие априорных значений измеряемых величин в экспериментах с фотонами / А. В. Белинский // *Успехи физических наук.* – 2003. – № 8. – С. 905–909.
5. *Белокуров В. В.* Квантовая телепортация – обыкновенное чудо / В. В. Белокуров, О. Д. Тимофеевская, О. А. Хрусталева. – Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2000. – 256 с.
6. *Вавилов С. И.* Микроструктура света / С. И. Вавилов. – Москва : Изд-во АН СССР, 1950. – 198 с.
7. *Гареев Ф. А.* Универсальность принципа синхронизации Гюйгенса и гармония в природе / Ф. А. Гареев // *Поиск математических закономерностей мироздания: физические идеи, подходы, концепции : избр. тр. Второй Сиб. конф. по математическим проблемам физики пространства-времени сложных систем (ФПВ-98) (Новосибирск, 19–21 июня 1998 г.).* – Новосибирск : Изд-во ин-та математики, 1999. – С. 92–110.
8. *Герловин И. Л.* Природа света и некоторых физических явлений / И. Л. Герловин. – Горький : ОГИЗ, 1945. – 110 с.
9. *Гершензон Е. М.* Оптика и атомная физика / Е. М. Гершензон, Н. Н. Малов, А. Н. Мансуров. – Москва : Академия, 2000. – 408 с.
10. *Глаубер Р. Д.* Сто лет квантам света / Р. Дж. Глаубер // *Успехи физических наук.* – 2006. – № 12. – С. 1342–1352.
11. *Гутнер Л. М.* Философские аспекты измерения в современной физике / Л. М. Гутнер. – Ленинград : ЛГУ, 1978. – 136 с.
12. *Дёмин В. Н.* Мироздание постигая: несколько диалогов между философом и естествоиспытателем о современной научной картине мира / В. Н. Дёмин, В. П. Селезнёв. – Москва : Мол. гвардия, 1989. – 267 с.
13. *Джеммер М.* Эволюция понятий квантовой механики / М. Джеммер. – Москва : Наука, 1985. – 384 с.
14. *Клейн М. Д.* Первая работа Эйнштейна по квантам / М. Д. Клейн // *Эйнштейновский сборник, 1966 : сб. статей.* – Москва : Наука, 1966. – С. 259–283.
15. *Клышко Д. Н.* Квантовая оптика: квантовые, классические и метафизические аспекты / Д. Н. Клышко // *Успехи физических наук.* – 1994. – № 11. – С. 1187–1214.
16. *Королёв Ф. А.* Курс физики. Оптика, атомная и ядерная физика / Ф. А. Королёв. – Москва : Просвещение, 1974. – 608 с.
17. *Королёв Ф. А.* Теоретическая оптика / Ф. А. Королёв. – Москва : Высш. шк., 1966. – 556 с.
18. *Королькевич Ф. И.* Начала субквантовой физики / Ф. И. Королькевич. – Москва : Ариэль-ЛЕБ, 1996. – 76 с.
19. *Моисеев Б. М.* Контуры новой физики. В 2 ч. Ч. 2. Теория относительности – факты и размышления / Б. М. Моисеев. – Кострома : КГУ им. Н. А. Некрасова, 2006. – 132 с.
20. *Моисеев Б. М.* Теория относительности и физическая природа света / Б. М. Моисеев. – Москва : КомКнига, 2006. – 168 с.

21. *Моисеев Б. М.* Фундаментальная физика, её философия и здравый смысл: Анализ совместимости / Б. М. Моисеев. – Москва : Ленанд, 2017. – 432 с.
22. Новости физики в сети Интернет // Успехи физических наук. – 1999. – № 11. – С. 1272.
23. *Санюк В. И.* Дирак в физике XX века / В. И. Санюк, А. Д. Суханов // Успехи физических наук. – 2003. – № 9. – С. 965–984.
24. *Сивухин Д. В.* Атомная и ядерная физика : в 2 ч. Ч. 1. Атомная физика / Д. В. Сивухин. – Москва : Наука, 1986. – 416 с.
25. *Сивухин Д. В.* Оптика / Д. В. Сивухин. – Москва : Наука, 1985. – 752 с.
26. *Симаков А. С.* Эфиродинамика / А. С. Симаков. – Санкт-Петербург : [Б. и.], 2001. – 84 с.
27. *Смилга В. П.* Десять историй о математиках и физиках (с авторскими резюме) / В. П. Смилга // Природа. – 1998. – № 10. – С. 3–10.
28. *Собельман И. И.* Введение в теорию атомных спектров / И. И. Собельман. – Москва : Наука, 1977. – 319 с.
29. *Степанов Б. И.* Введение в современную оптику: Поглощение и испускание света квантовыми системами / Б. И. Степанов. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 480 с.
30. *Томилин К. А.* Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах / К. А. Томилин. – Москва : Физматлит, 2006. – 368 с.
31. Физический энциклопедический словарь : в 5 т. Т. 4. – Москва : Советская энциклопедия, 1965. – 592 с.
32. *Фоминский Л. П.* Начала теории движения во времени. Популярное изложение / Л. П. Фоминский. – Черкассы : Сіяч, 1995. – 92 с.
33. *Цехмистро И. З.* Импликативно-логическая природа квантовых корреляций / И. З. Цехмистро // Успехи физических наук. – 2001. – № 4. – С. 452–458.
34. *Шарыпов О. В.* Проблема метризуемости и математической концепции пространства и времени / О. В. Шарыпов. – Новосибирск : ИФиПр СОАН РАН, 1996. – 19 с.
35. *Шидловский А. И.* Атом водорода – самый простой из атомов / А. И. Шидловский. – Минск : ВЭВЭР, 1997. – 128 с.
36. *Шидловский А. И.* Атом водорода – самый простой из атомов: Продолжение теории Нильса Бора : в 5 ч. Ч. 5 / А. И. Шидловский. – Москва : Изд-во ЛКИ, 2007. – 144 с.
37. *Шпольский Э. В.* Атомная физика : в 2 т. Т. 1 / Э. В. Шпольский. – Москва : Наука, 1974. – 576 с.
38. *Шульга В. П.* Модель кванта с процессом поле-массовых превращений / В. П. Шульга. – Москва : Изд-во ВИНТИ, 1998. – 40 с.
39. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов : в 4 т. Т. 3 / А. Эйнштейн. – Москва : Наука, 1966. – 632 с.

40. *Pfleegor R.L. Further Experiments on Interference of Independent Photon Beams at Low Light Levels / R. L. Pfleegor, L. J. Mandel // Journal of the Optical Society of America. – 1968. – V. 58. – P. 946–950.*

Глава 5

1. *Блинников С. И. Скорости $c/\sqrt{3}$ и $c/\sqrt{2}$ в общей теории относительности / С. И. Блинников, М. И. Высоцкий, Л. Б. Окунь // Успехи физических наук. – 2003. – № 10. – С. 1131–1136.*

2. *Бриль В. Я. Кинетическая теория гравитации и основы единой теории материи / В. Я. Бриль. – Санкт-Петербург : Наука, 1995. – 436 с.*

3. *Бронштейн М. П. О возможности спонтанного расщепления фотонов / М. П. Бронштейн // Эйнштейновский сборник, 1980–1981 : сб. статей. – Москва : Наука, 1985. – С. 283–290.*

4. *Брянский Л. Н. О современном состоянии международной системы единиц измерений / Л. Н. Брянский, А. С. Дойников // Исследования в области общей и квантовой метрологии : сб. науч. тр. – Москва : ВНИИФТРИ, 1991. – С. 10–15.*

5. *Бугаенко Г. А. Курс теоретической физики / Г. А. Бугаенко, М. Е. Фонкич. – Киев : Радянська школа, 1965. – 419 с.*

6. *Бураго С. Г. Тайны межзвёздного эфира / С. Г. Бураго. – Москва : Изд-во МАИ, 1997. – 104 с.*

7. *Вавилов С. И. Экспериментальные основания теории относительности / С. И. Вавилов. – Москва – Ленинград : Госиздат, 1928. – 168 с.*

8. *Галиулин Р. В. Кристаллографическая картина мира / Р. В. Галиулин // Успехи физических наук. – 2002. – № 2. – С. 229–233.*

9. *Герловин И. Л. Природа света и некоторых физических явлений / И. Л. Герловин. – Горький : ОГИЗ, 1945. – 110 с.*

10. *Глинер Э. Б. Раздувающаяся вселенная и вакуумоподобное состояние вещества / Э. Б. Глинер // Успехи физических наук. – 2002. – № 2. – С. 221–227.*

11. *Гриб А. А. История развития концепции «Большого Взрыва» – Эйнштейн, Фридман, Леметр / А. А. Гриб, В. Я. Френкель // Труды IX Международ. семинара «Гравитационная энергия и гравитационные волны». – Дубна : ОИЯИ, 1998. – С. 161–173.*

12. *Дёмин В. Н. Мироздание постигая: несколько диалогов между философом и естествоиспытателем о современной научной картине мира / В. Н. Дёмин, В. П. Селезнёв. – Москва : Мол. гвардия, 1989. – 267 с.*

13. *Дирак П. А. М. Пути физики / П. А. М. Дирак. – Москва : Энергоатомиздат, 1983. – 88 с.*

14. *Иванченко Г. Е. Физика абсолютного пространства и абсолютного времени / Г. Е. Иванченко. – Москва : Аслан, 1995. – 159 с.*

15. *Кан Ш. У.* Скорость света в решении космологических вопросов / Ш. У. Кан // Вопросы механизации и автоматизации в горной промышленности. Вып. 5. – Москва : Госгортехиздат, 1960. – 331 с.
16. *Киппер А.* Старение и конечное время жизни фотона в космологическом пространстве / А. Киппер. – Таллинн : Вамус, 1981. – 59 с.
17. *Козырев В. С.* Свет – это поток электронов, а не электромагнитная абстракция / В. С. Козырев. – Санкт-Петербург, 2002. – 36 с.
18. *Корсунцев И. Г.* Легенда о большом взрыве Вселенной / И. Г. Корсунцев. – Москва : ИПК Госслужбы : Российское философское общество, 2002. – 80 с.
19. *Кругляков Э. П.* «Учёные» с большой дороги / Э. П. Кругляков. – Москва : Наука, 2001. – 320 с.
20. *Ландау Л. Д.* Теоретическая физика : в 10 т. Т. 1. Механика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – Москва : Наука, 1988. – 216 с.
21. *Лукаш В. Н.* Физическая космология / В. Н. Лукаш, Е. В. Михеева. – Москва : Физматлит, 2010. – 404 с.
22. *Мандель Л.* Оптическая когерентность и квантовая оптика / Л. Мандель, Э. Вольф. – Москва : Наука : Физматлит, 2000. – 896 с.
23. *Мехра Д.* Золотой век теоретической физики / Д. Мехра // Успехи физических наук. – 1987. – № 9. – С. 135–165.
24. *Моисеев Б. М.* Фундаментальная физика, её философия и здравый смысл: Анализ совместимости / Б. М. Моисеев. – Москва : Ленанд, 2017. – 432 с.
25. *Моисеев Б. М.* О втором постулате специальной теории относительности // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. – 2005. – № 5. – С. 4–7.
26. *Моисеев Б. М.* О полной энергии и массе тела в состоянии движения. – Деп. в ВИНТИ 12.05.98 г. № 1436-В98. – 10 с.
27. *Моисеев Б. М.* Совершенна ли современная метрология? / Б. М. Моисеев // Фундаментальные проблемы естествознания и техники : тр. Конгресса-2008. – Кн. 1 (А–М). – Санкт-Петербург : Невская жемчужина, 2008. – С. 388–392.
28. *Моисеев Б. М.* Теория относительности и физическая природа света / Б. М. Моисеев. – Москва : КомКнига, 2006. – 168 с.
29. Новости физики в сети Интернет // Успехи физических наук. – 2007. – № 2. – С. 230.
30. Новости физики в сети Интернет // Успехи физических наук. – 1998. – № 9. – С. 1036.
31. Новости физики в сети Интернет // Успехи физических наук. – 2006. – № 12. – С. 1341.
32. Новости физики в сети Интернет // Успехи физических наук. – 1999. – № 5. – С. 584.
33. Новости физики в сети Интернет // Успехи физических наук. – 2005. – № 3. – С. 3124.

34. *Окунь Л. Б.* Гравитация, фотоны, часы / Л. Б. Окунь, К. Г. Селиванов, В. Л. Телегди // *Успехи физических наук.* – 1999. – № 10. – С. 1141–1147.
35. *Окунь Л. Б.* Теория относительности и теорема Пифагора / Л. Б. Окунь // *Успехи физических наук.* – 2008. – № 6. – С. 653–663.
36. *Паркер Б.* Мечта Эйнштейна: В поисках единой теории строения Вселенной / Б. Паркер. – Санкт-Петербург : Амфора, 2001. – 333 с.
37. *Петросян В. С.* Единая теория относительности / В. С. Петросян. – Москва : Гравитоника, 2000. – 39 с.
38. *Победоносцев П. А.* Ещё раз об эффекте Доплера / П. А. Победоносцев // *Проблемы пространства, времени, тяготения : сб. науч. статей.* – Санкт-Петербург : Политехника, 1995. – С. 86–89.
39. *Рубаков В. А.* Тёмная энергия во Вселенной / В. А. Рубаков // *В мире науки.* – 2011. – № 3. – С. 64–75.
40. *Румер Ю. Б.* Теория относительности / Ю. Б. Румер, М. С. Рывкин. – Москва : Учпедгиз, 1960. – 212 с.
41. *Сажин М. В.* Анизотропия реликтового излучения. Российская наука: Выстоять и возродиться / М. В. Сажин ; Междунар. науч. фонд. Рос. фонд фундамент. исследований. – Москва : Наука : Физматлит, 1997. – 368 с.
42. *Сивухин Д. В.* Оптика / Д. В. Сивухин. – Москва : Наука, 1985. – 752 с.
43. Синхротронное излучение. Свойства и применение / под ред. К. Куна. – Москва : Мир, 1981. – 528 с.
44. *Смилга В. П.* Десять историй о математиках и физиках (с авторскими резюме) / В. П. Смилга // *Природа.* – 1998. – № 10. – С. 3–10.
45. *Спиридонов О. П.* Свет: физика, информация, жизнь / О. П. Спиридонов. – Москва : Просвещение, 1993. – 175 с.
46. *Сухоруков А. П.* Оптика сверхкоротких импульсов / А. П. Сухоруков // *Соросовский образовательный журнал.* – 1997. – № 7. – С. 81–86.
47. *Толчельникова-Мурри С. А.* Радарные наблюдения Венеры подтвердили классическое (галилеево) правило сложения скоростей / С. А. Толчельникова-Мурри // *Актуальные проблемы естествознания начала века : материалы Междунар. конф.* – Санкт-Петербург : Анатолия, 2001. – С. 367–383.
48. *Томилин К. А.* Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах / К. А. Томилин. – Москва : Физматлит, 2006. – 368 с.
49. *Тригг Дж.* Физика XX века: ключевые эксперименты / Дж. Тригг. – Москва : Мир, 1978. – 376 с.
50. *Троицкий С. В.* Космические частицы с энергиями выше 10^{19} эВ: краткий обзор результатов / С. В. Троицкий // *Успехи физических наук.* – 2013. – № 3. – С. 323–330.
51. *Тяпкин А. А.* Пуанкаре / А. А. Тяпкин, А. С. Шибанов. – Москва : Мол. гвардия, 1979. – 415 с.

52. Угаров В. А. Специальная теория относительности / В. А. Угаров. – Москва : Едиториал УРСС, 2005. – 384 с.

53. Франкфурт У. И. Специальная и общая теория относительности / У. И. Франкфурт. – Москва : Наука, 1968. – 332 с.

54. Чанкин В. В. Теория познания в плену заблуждений / В. В. Чанкин. – Москва : Энергоатомиздат, 1990. – 80 с.

55. Черепанов О. А. Где начало того конца?.. Об альтернативах законам Ньютона и постулатам Эйнштейна / О. А. Черепанов. – Москва : Гончарь, 1994. – 184 с.

56. Чернакова М. С. Сэр Джон Мэддокс. На подходе физика, которую не предсказать / М. С. Чернакова // Будущее фундаментальной науки: Концептуальные, философские и социальные аспекты проблемы. – Москва : Кранд, 2011. – С. 133–139.

57. Чернин А. Д. Как Гамов вычислил температуру реликтового излучения, или немного об искусстве теоретической физики / А. Д. Чернин // Успехи физических наук. – 1994. – № 8. – С. 889–896.

58. Чернин А. Д. Космический вакуум / А. Д. Чернин // Успехи физических наук. – 2001. – № 11. – С. 1153–1175.

59. Чернин А. Д. Тёмная энергия и всемирное антитяготение / А. Д. Чернин // Успехи физических наук. – 2008. – № 3. – С. 267–300.

60. Шпольский Э. В. Атомная физика : в 2 т. Т. 1 / Э. В. Шпольский. – Москва : Наука, 1974. – 576 с.

61. Indication, from Pioneer 10/11, Galileo, and Ulysses Data, of an Apparent Anomalous, Weak, Long-Range Acceleration / J. D. Anderson, P. A. Laing, E. L. Lau, A. S. Liu, M. M. Nieto, S. G. Turyshev // Eprint gr-qc/9808081 (1.10.1998). – URL: <http://arhiv.org> (дата обращения: 31.03.2020).

62. Foton findings by Victor M. Urbina. – URL: <http://www.fotonfindings.com>, <http://www.lighttheory.com> (дата обращения: 21.10.2002).

63. Wallace B. G. Radar Testing of the Relative Velocity of Light in Space / B. G. Wallace // Spectr. Lett. – 1969. – N 2(12). – P. 361–367.

Список публикаций автора о физической природе света

1. *Моисеев Б. М.* Структура фотона. – Деп. в ВИНТИ 12.02.1998 г., № 445-B98. – 12 с.
2. *Моисеев Б. М.* Масса и энергия в структурной модели фотона. – Деп. в ВИНТИ 01.04.98 г., № 964-B98. – 10 с.
3. *Моисеев Б. М.* Фотон в гравитационном поле. – Деп. в ВИНТИ 27.10.99 г. № 3171-B99. – 12 с.
4. *Моисеев Б. М.* Моделирование структуры фотона. – Кострома : Изд-во КГУ им. Н. А. Некрасова, 2001. – 64 с.
5. *Моисеев Б. М.* Контуры новой физики : в 2 ч. Ч. 1. Развитие представлений о физической природе света. – Кострома : КГУ им. Н. А. Некрасова, 2004. – 51 с.
6. *Моисеев Б. М.* Микроструктура фотона // Проблемы исследования Вселенной. Вып. 26. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУ, 2003. – С. 229–251.
7. *Моисеев Б. М.* Волновые и корпускулярные свойства света // Проблемы исследования Вселенной. Вып. 28. – Санкт-Петербург : Акционер и К°, 2004. – С. 279–289.
8. *Моисеев Б. М.* О физической природе техногенных излучений // Проблемы исследования Вселенной. Вып. 28. – Санкт-Петербург : Акционер и К°, 2004. – С. 290–293.
9. *Моисеев Б. М.* Решение парадокса «Пионеров» // Проблемы исследования Вселенной. Вып. 28. – Санкт-Петербург : Акционер и К°, 2004. – С. 294–296.
10. *Моисеев Б. М.* Проект эксперимента для подтверждения пространственной протяжённости фотона // Проблемы исследования Вселенной. Вып. 28. – Санкт-Петербург : Акционер и К°, 2004. – С. 297–299.
11. *Моисеев Б. М.* Структура фотона и физическая природа корпускулярно-волнового дуализма // Материалы VII Международной конференции «Пространство, время, тяготение». – Санкт-Петербург : ТЕССА, 2003. – С. 327–336.
12. *Моисеев Б. М.* Структура фотона и специальная теория относительности // Материалы VII Международной конференции «Пространство, время, тяготение». – Санкт-Петербург : ТЕССА, 2003. – С. 337–343.
13. *Моисеев Б. М.* Микроструктура фотона // Материалы VII Международной конференции «Пространство, время, тяготение». – Санкт-Петербург : ТЕССА, 2003. – С. 344–363.
14. *Моисеев Б. М.* О физической природе света и возможности экспериментальной проверки новой модели // Материалы VIII Международной кон-

ференции «Пространство, время, тяготение». – Санкт-Петербург : ТЕССА, 2005. – С. 188–197.

15. *Моисеев Б. М.* О физической природе радиоизлучения // Материалы VIII Международной конференции «Пространство, время, тяготение». – Санкт-Петербург : ТЕССА, 2005. – С. 198–199.

16. *Моисеев Б. М.* Излучение в гравитационном поле и объяснение парадокса «Пионеров» // Материалы VIII Международной конференции «Пространство, время, тяготение». – Санкт-Петербург : ТЕССА, 2005. – С. 200–201.

17. *Моисеев Б. М.* Подтверждает ли эксперимент Майкельсона специальную теорию относительности? // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. – 2005. – № 1. – С. 4–7.

18. *Моисеев Б. М.* О втором постулате специальной теории относительности // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. – 2005. – № 5. – С. 4–7.

19. *Моисеев Б. М.* Теория относительности и физическая природа света. – Москва : КомКнига, 2006. – 168 с.

20. *Моисеев Б. М.* Физическая природа света // Материалы IX Международной научной конференции «Пространство, время, тяготение». – Санкт-Петербург : ТЕССА, 2007. – С. 221–225.

21. *Моисеев Б. М.* Новые представления о физической природе света // Фундаментальные проблемы естествознания и техники : труды Конгресса-2006. – Санкт-Петербург : [Б. и.], 2007. – С. 224–230.

22. *Моисеев Б. М.* Об экспериментах для подтверждения или опровержения новых представлений о свете // Фундаментальные проблемы естествознания и техники : труды Конгресса-2006. – Санкт-Петербург : [Б. и.], 2007. – С. 231–234.

23. *Моисеев Б. М.* О физической природе электромагнитной волны // Фундаментальные проблемы естествознания и техники : труды Конгресса-2008. Кн. 1 (А–М). – Санкт-Петербург : Невская жемчужина, 2008. – С. 379–387.

24. *Моисеев Б. М.* Совершенна ли современная метрология? // Фундаментальные проблемы естествознания и техники : труды Конгресса-2008. Кн. 1 (А–М). – Санкт-Петербург : Невская жемчужина, 2008. – С. 388–392.

25. *Моисеев Б. М.* О поперечном эффекте Доплера // Фундаментальные проблемы естествознания и техники : труды Конгресса-2008. Кн. 1 (А–М). – Санкт-Петербург : Невская жемчужина, 2008. – С. 393–394.

26. *Моисеев Б. М.* Что мы знаем сегодня о физической природе света? // Фундаментальные проблемы естествознания и техники : труды Конгресса-2010. Ч. 2 (М–У). – Санкт-Петербург : СПб ГУГА, 2010. – С. 10–17.

27. *Моисеев Б. М.* Физическая модель светового кванта. – Москва : Либроком, 2011. – 80 с.

28. *Мoiseev B. M.* Физика и метафизика света // *Фундаментальные проблемы естествознания и техники : труды Конгресса-2014. Ч. 3 (Мар – С).* – Санкт-Петербург : СПб ГУГА, 2014. – С. 59–68.

29. *Мoiseev B. M.* Гипотеза о физической природе света // *Второй Междунар. ист.-науч. симпозиум по оптике: «История оптики в системе научных знаний».* – Санкт-Петербург : [Б. и.], 2014. – С. 77–78.

30. *Мoiseev B. M.* Скорость света в учебном процессе // *Актуальные проблемы преподавания информационных и естественно-научных дисциплин : материалы V Всерос. науч.-метод. конф.* – Кострома : КГУ им. Н. А. Некрасова, 2011. – С. 57–63.

31. *Мoiseev B. M.* Электромагнитная волна как объект изучения // *Актуальные проблемы преподавания информационных и естественно-научных дисциплин : материалы V Всерос. науч.-метод. конф.* – Кострома : КГУ им. Н. А. Некрасова, 2011. – С. 66–70.

32. *Мoiseev B. M.* О подтверждении второго постулата специальной теории относительности // *Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова.* – 2014. – № 6. – С. 14–18.

33. *Мoiseev B. M.* Фундаментальные парадоксы оптики: корпускулярно-волновой дуализм // *Актуальные проблемы преподавания информационных и естественно-научных дисциплин : материалы IX Всерос. науч.-метод. конф.* – Кострома : КГУ им. Н. А. Некрасова, 2015. – С. 36–39.

34. *Мoiseev B. M.* Фундаментальные парадоксы оптики: постулат постоянства скорости света // *Актуальные проблемы преподавания информационных и естественно-научных дисциплин : материалы IX Всерос. науч.-метод. конф.* – Кострома : КГУ им. Н. А. Некрасова, 2015. – С. 39–44.

35. *Мoiseev B. M.* Фундаментальные парадоксы оптики: нулевая масса фотона // *Актуальные проблемы преподавания информационных и естественно-научных дисциплин : материалы IX Всерос. науч.-метод. конф.* – Кострома : КГУ им. Н. А. Некрасова, 2015. – С. 45–48.

УКАЗАТЕЛЬ ИМЁН

- Абрагам А. 57
Агафонов К. П. 76
Андреев Г. 37, 62
Аристотель 49, 64
Арн Х. 175
Арнольд В. И. 53, 55
Аронов Р. А. 44, 45, 63
Артеха С. Н. 51
Ахиезер А. И. 141
Ахутин А. В. 41
Ацюковский В. А. 51, 88, 109
- Баженов Л. Б. 63
Базиев Д. Х. 89
Баксанский О. Е. 55
Баллентайн Л. 39
Бауров Ю. А. 109
Беклямишев В. О. 84
Белинский А. В. 151
Белл Дж. 19, 48, 50
Бентли С. 111
Берман В. Л. 44
Био Ж.-Б. 101
Блохинцев Д. И. 30
Богородский А. Ф. 179
Болдырева Л. Б. 92
Больцман Л. 50, 158
Бом Д. 50, 83, 84, 119
Бор Н. 15, 26–28, 30, 33, 34, 38, 39, 87, 100, 114–116, 118, 127
Борн М. 25, 30, 34, 37, 40, 47, 57, 94
Бранский В. П. 41, 65, 119
Браун В. фон 65
Бриллюэн Л. 86
Бриль В. Я. 174, 175
Бройль Л. де 17, 25, 31, 33, 35, 37, 39, 88, 90, 104, 116
Бруно Дж. 50
Бураго С. Г. 88, 89
Быкова В. А. 110
- Вавилов С. И. 84, 88, 105, 112, 137, 147, 158
Вайнберг С. 93
Варбург Э. 38
Вебер В. 136
- Вейль Г. 41
Веллер М. 80
Вентцель Е. С. 62
Вильсон Р. 32, 173
Вильф Ф. Ж. 85
Вин В. 57, 100, 130
Винер Н. 84
Витген Э. 65
Войт П. 63
Вольтер 33
Вольф Э. 178, 180
- Галилей Г. 29, 49, 53, 54
Галиулин Р. В. 181
Галлей Э. 176
Гальперн С. А. 179
Гамов Г. А. 173
Гареев Ф. А. 84, 136
Гегель Г. 52
Гейгер Х. 34
Гейзенберг В. 17, 18, 24, 25, 34, 37–39, 41, 46, 49, 57, 58, 64, 84, 114, 115, 137, 145
Гелл-Манн М. 85
Герке Э. 84, 137
Герловин И. Л. 85, 86, 176, 177, 179
Герц Г. 66, 100
Гёте И. В. 108
Гигеренцер Г. 49
Гильберт Д. 58, 70
Гинзбург В. Л. 8
Глаубер Р. Дж. 21, 143, 147, 171
Глинер Э. Б. 173
Глэшоу С. 60, 77
Готт В. С. 53, 55
Гриб А. А. 12, 13, 46, 47
Гроссетест Р. 113
Гулый А. М. 85
Гутнер Л. М. 85, 98, 144
- Дайсон Ф. 64, 74
Дарвин Ч. 67
Дебай П. 119
Декарт Р. 54
Детлаф А. А. 117
Джеммер М. 18, 31, 37, 84, 137

- Дирак П. А. М. 16, 17, 22, 23, 32, 34, 36, 39, 53, 58, 64, 67, 112, 116, 126, 147, 174, 188, 192
 Дмитриевский И. М. 109
 Дойч Д. 42
 Доплер Х. 87, 95, 117, 145, 155, 158, 165, 167, 173, 176, 178, 182
 Евдокс 53
 Ельяшевич М. А. 116
 Займан Дж. М. 35
 Заказчиков А. И. 109
 Зелевинский В. Г. 11
 Зельдович Я. Б. 109, 179
 Зоммерфельд А. 34, 57
 Иванченко Г. Е. 179
 Ильин В. И. 77, 98
 Йордан П. 88
 Кавендиш Г. 104
 Кадомцев Б. Б. 14–16, 39
 Каку М. 63
 Калинин Л. А. 110
 Кан Ш. У. 179
 Кант И. 69, 193
 Капра Ф. 24, 42
 Карнап Р. 25
 Кастанеда К. 9
 Кельвин (Томсон У.) 113
 Кеплер И. 89
 Киппер А. 179
 Клайн Б. 116
 Клайн М. 32, 47, 51, 53, 54, 58, 99, 105, 108
 Клевцов М. И. 90, 91, 102, 112
 Клейн О. 100
 Клышко Д. Н. 83, 151
 Кобзарев И. Ю. 103
 Ковалевская С. В. 61
 Кожевников А. Б. 17
 Комптон А. 29, 60, 79, 80, 84
 Коперник Н. 49, 135
 Королькевич Ф. И. 91, 153
 Корюкин В. М. 61
 Крамерс Х. 100
 Кругляков Э. П. 182
 Лаврентьев М. А. 110
 Ландау Л. Д. 60, 62
 Ланжевэн П. 37
 Лармор Дж. 155
 Лауэ М. 8, 25, 37
 Ле Юй-Коу 7
 Лебедев П. Н. 138
 Леверье У. 75
 Левкович-Маслюк Л. 65
 Лем С. 61
 Ли Ц. 61
 Лобановский М. Г. 55
 Лобачевский Н. И. 50, 61, 181
 Лоренц Г. А. 36, 52, 103, 107, 155
 Лукаш В. Н. 179
 Луммер О. 84, 137
 Лэйкс Р. 104
 Майер Р. 50
 Майкельсон А. 106, 147, 154, 155, 186, 187
 Максвелл Дж. К. 35, 66, 67, 99–101, 146
 Мальцев В. М. 44
 Мандель Л. 147, 178
 Мандельштам Л. И. 25
 Манин Ю. И. 58, 65, 67, 73
 Марков М. А. 14, 18, 22, 31, 39, 45, 46
 Матвеев А. Н. 58, 59
 Меськов В. С. 43
 Мехра Дж. 10, 17, 34, 57
 Минковский Г. 13, 61, 155, 187
 Михеева Е. В. 179
 Мостепаненко А. М. 55, 106
 Науменко Ю. А. 91
 Науменко Ю. М. 91
 Нахмансон Р. С. 14, 18, 19
 Нелин А. К. 55
 Нернст В. 38
 Нётер Э. 61
 Низовцев В. В. 51, 76
 Ньютон И. 49, 111, 188
 Окунь Л. Б. 103, 105, 107, 158, 159
 Ольберс Г. 176
 Омеляновский М. Э. 54
 Павинский П. П. 24
 Павленко А. Н. 74
 Панченко А. И. 23, 48
 Паули В. 17, 38, 40, 57, 116, 127
 Паунд Р. 158, 159, 163
 Пензиас А. 173
 Петров Ю. И. 59, 86
 Петросян В. С. 86, 168
 Пиблс Дж. 180, 181
 Пилипенко Ф. Г. 91
 Планк М. 8, 25, 31, 33, 36–38, 67, 96, 100, 115, 116, 120, 125, 127–129, 143–145, 151

- Подольский Б. 50
 Понтрягин Л. С. 62
 Попов Д. Е. 50
 Попов М. А. 47
 Поппер К. 33, 48, 52, 55, 82, 117
 Прибытков В. Н. 47, 119
 Птолемей 49, 64, 109, 135, 180
 Пуанкаре А. 54, 55, 63, 64, 110, 121, 155, 186
 Пфлигор Р. 147
- Райт У. В. и О. В. 50
 Рассел Б. 74
 Ребка Г. 159, 160, 163
 Риччи-Курбастро Г. 61
 Розен Н. 50
 Рубаков В. А. 85, 104, 178
 Рубенс Г. 38
 Рыков А. В. 86, 109
- Савлук С. И. 85
 Сакс Р. 180
 Салам А. 35, 113
 Силин А. А. 61
 Силк Дж. 180
 Симаков А. С. 136, 137
 Синицын В. И. 85
 Славин А. В. 25, 40
 Слифер В. 173, 175
 Словянских В. К. 76, 77
 Слэтер Дж. 100
 Смилга В. П. 167
 Смирнов В. А. 119
 Собельман И. И. 118
 Сотина Н. Б. 92
 Станюкович К. П. 133
 Степанов Б. И. 96, 97, 120, 137
 Столетов А. Г. 110
 Сухоруков А. П. 86
- Тамм И. Е. 35
 Тейлор Э. 110
 Терентьев М. В. 111
 Томилин К. А. 18, 136
 Томсон Дж. 36
 Тригг Дж. 175
 Троицкий С. В. 84, 85
- Угаров В. А. 187
 Уилер Дж. А. 13, 14, 61, 110
 Урбина В. М. 91, 92, 170
 Успенский П. Д. 63
- Фабрикант В. А. 55
 Фарадей М. 54, 129
- Фейнман Р. 11, 21, 22, 41, 48, 56, 65, 68
 Физо И. 154
 Финслер П. 61
 Фок В. А. 13, 23, 61, 105, 114
 Френк А. М. 100
 Френкель Я. И. 67
 Фридман А. А. 178
 Фуко Ж. 154
 Фултон Р. 50
- Хаббл Э. 174, 176, 177, 179, 180, 182
 Хазен А. М. 60, 79
 Хиггс П. 61
 Хлопин В. Д. 167
 Хокинг С. 38
 Хорган Дж. 43
 Хоффман Д. 61, 79
 Хуана Инес 41
 Хьюмасон М. 179
 Хэвисайд О. 155
- Цехмистро И. З. 147
 Циолковский К. Э. 50
- Чанкин В. В. 90, 91, 176
 Черепанов О. А. 106, 112, 183
 Чернин А. Д. 181
 Чикин П. С. 44
- Шарыпов О. В. 93
 Шахов О. В. 61
 Шварц Д. 55
 Шемякинский В. М. 63
 Шефер Б. 104
 Шидловский А. И. 118, 133, 153
 Шипов Г. И. 109
 Шпольский Э. В. 137
 Шрёдингер Э. 13, 24, 25, 31, 33, 34, 37, 39, 49, 58, 59, 61, 67, 79, 116, 118
 Шульга В. П. 89, 100, 104, 137
- Эверетт Х. 13, 30, 74
 Эдсер Э. 112
 Эйнштейн А. 17, 24–26, 30–39, 50, 52, 64, 79, 81, 86, 96, 100, 103, 107–109, 115, 125, 144, 151, 155, 177, 186, 187
 Энгельс Ф. 113
 Эренфест П. 34
- Юнг Т. 15
- Яворский Б. М. 117
 Янг Ч. 63, 77
 Яноши Л. 148, 149

Научное издание

Моисеев Борис Михайлович

ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА СВЕТА:
ПОСТКВАНТОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ

Монография

Редактор О. В. Тройченко
Корректор Е. В. Осминина
Вёрстка Б. М. Моисеева, Н. И. Поповой

Подписано в печать 25.06.2020. Формат 60×90/16
Печ. л. 13,88. Заказ 111. Тираж 500 (1 з. 25)

Издательско-полиграфический отдел
Костромского государственного университета
156005, Кострома, ул. Дзержинского, 17

ISBN 582851087-8

