

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ИННОВАЦИОННО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
И СОЦИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Ю.С.Владимиров

**ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ
ФИЗИКА,
ФИЛОСОФИЯ
И РЕЛИГИЯ**

**Кострома
1996**

Владимиров Ю.С.

В57 **Фундаментальная физика, философия и религия. – Кострома: Издательство МИИЦАОСТ, 1996. – 226 с., 21 рис.**

Сделан шаг в формировании фундаментальной теоретической физики как особого раздела физики, находящегося на стыке теоретической физики, математики, философии и религии. В связи с этим обсуждено соотношение фундаментальной физики, философии и религии. Сопоставлены классификации философских и религиозных систем, а также парадигм в современной теоретической физике. Исходя из анализа понимания религии и Бога видными естествоиспытателями и физиками-теоретиками, предложено обобщенное определение религии. Продемонстрированы общие черты философских, религиозных систем и физических теорий (программ). Показано, что в физических теориях имеются аналоги ключевых понятий и представлений религиозных систем. В частности, роль Бога в ряде физических парадигм выполняет пространство-время. Подробно проанализирована идеология существующих в современной теоретической физике десяти физических парадигм. Особое внимание уделено анализу идей и основных понятий бинарной геометрофизики – предложенной автором реляционной теории пространственно-временных отношений и физических взаимодействий, которая опирается на идеи теории прямого межчастичного взаимодействия Фоккера-Фейнмана, многомерных теорий Калуцы-Клейна и теории бинарных структур Кулакова.

Книга предназначена для широкого круга лиц, интересующихся как вопросами соотношения науки, философии и религии, так и современными представлениями о физической картине мира.

В 0301020000-001 без объявления
84С(03)-96

©Ю.С.Владимиров, 1996

ISBN 5-89265-001-4

©Международный инновационно-исследовательский центр альтернативных образовательных и социальных технологий, 1996

Оглавление

Предисловие	5
Введение	9
1 Соотношение науки, философии и религии	15
1.1 На краю таинственной бездны	15
1.2 Естествоиспытатели о религии	19
1.3 Бог	26
1.4 Что такое религия?	31
1.5 Классификация религий	36
1.6 Что такое философия?	40
1.7 Классификация философских систем	44
1.8 Соотношение трех форм познания	48
1.9 Фундаментальная теоретическая физика	54
2 Пространство-время в науке и в религии	57
2.1 Пространство и время в религии	57
2.2 Пространство-время в философии	62
2.3 Я.И.Френкель о мистике мирового эфира	65
2.4 Субстанциальная концепция пространства	70
2.5 Физический вакуум	74
2.6 Реляционная концепция пространства-времени	78
3 Категория материи и парадигмы	82
3.1 Классификация физических парадигм	82
3.2 Вторая парадигма	88
3.3 Пятая парадигма (ОТО)	92
3.4 Многомерные теории Калуцы-Клейна	101
3.5 Геометродинамика Уилера	108
3.6 Суперсимметричные теории	114

3.7	Теория супергравитации	118
3.8	Четвертая парадигма	122
3.9	Прямое межчастичное взаимодействие	127
4	Бинарная геометрофизика	136
4.1	Идейные предпосылки БГФ	136
4.2	Отношение как ключевое понятие	140
4.3	Геометрия в терминах отношений	144
4.4	Бинарные системы отношений	150
4.5	Физическая интерпретация БСКО	155
4.6	Понятия физики микромира	160
4.7	Переход к понятиям макромира	166
4.8	БГФ как физическое мировоззрение	171
4.9	Сравнение программ БГФ и ТФС	173
5	Некоторые общие черты учений	179
5.1	Единство мира	179
5.2	Принцип Маха	183
5.3	Принцип Маха и дальноедействие	188
5.4	Конфессии и формулировки теорий	194
5.5	Проблематика религиозных систем и физики	198
5.6	Проектирование учений на человека	203
5.7	Бесконечности в физике	207
	Вместо заключения	213
	Литература	218

Предисловие

“Неотъемлемой чертой ученого, равно как умного, честного писателя, как и умного представителя духовенства, должно быть стремление подвергнуть экспериментальной проверке еретические или запретные мнения, даже если в конечном итоге их придется опровергнуть... Это ответственное дело, и браться за него следует со всей серьезностью. Оно приобретает смысл только тогда, когда связано с реальным риском впасть в ересь; и если эта ересь влечет за собой риск духовного проклятия, то на этот риск нужно идти честно и смело! Говоря словами кальвиниста: “Готов ли ты быть проклятым ради вящей славы Господа?””

Норберт Винер “Творец и робот”

В книге изложен взгляд на соотношение фундаментальной физики, геометрии и религии с точки зрения профессионального физика-теоретика, человека, посвятившего жизнь изучению фундаментальных понятий и закономерностей физического мира, крещенного в детстве как православного христианина, но получившего атеистическое образование, автора ряда монографий по общей теории относительности и объединению теорий физических взаимодействий [20-23,26] и в то же время много размышлявшего о роли других форм восприятия мира.

Прежде всего следует отметить, что многолетний опыт работы автора в области теоретической физики позволяет утверждать, что современная теоретическая физика должна быть разделена на три части: фундаментальную теоретическую физику, собственно теоретическую физику и прикладную теоретическую физику. Фундаментальная теоретическая физика имеет дело с основными понятиями, принципами, концепциями и законами, лежащими в фундаменте физической картины мира. В ее рамках производит-

ся анализ соотношений между понятиями и принципами физики, изучаются возможности их изменений и обобщений. Собственно теоретическая физика опирается на установленный в данный момент фундамент физики. Ее задача – изучение следствий, вытекающих из принятых принципов и уравнений (Эйнштейна, Максвелла, Дирака и др.) и их анализ. Под прикладной теоретической физикой естественно понимать применение решений уравнений и известных физических закономерностей для решения конкретных технических проблем. Сразу же нужно подчеркнуть, что в этой книге речь будет идти именно о фундаментальной теоретической физике.

По мнению автора, в настоящий момент сложились все обстоятельства для выделения из теоретической физики и формирования специального раздела *фундаментальной теоретической физики*. Этот раздел лежит на грани собственно теоретической физики, математики, философии и религии. Относительно математики особых вопросов не возникает. Без математического аппарата в современной теоретической физике делать нечего. Более того, в настоящее время в повестку дня поставлена задача геометризации основных понятий физики, и особенно остро стоит проблема построения единой геометрической теории физических взаимодействий. Для решения этих задач широко используются методы дифференциальной геометрии, топологии, теории групп и других разделов современной математики.

Вряд ли имеются возражения против связи теоретической физики и философии. Об этом свидетельствуют труды Э.Маха, А.Эйнштейна¹, В.А.Фока и многих других физиков-теоретиков. Сложнее обстоит дело с осознанием связи фундаментальной теоретической физики и религии. По мнению многих лиц, религия и наука несовместимы. Во всяком случае, многие полагают, что современная теоретическая физика вполне может обойтись без религии. В связи с формированием фундаментальной теоретической физики возникла необходимость более подробно разобраться с вопросом о соотношении физики (науки), философии и религии.

Во-вторых, автор пришел к выводу, что в данный момент в фундаментальной теоретической физике имеется ряд принципиально различных способов выбора базисных положений физики. Каждый из них определяет свою физическую парадигму, как пра-

¹ Известно высказывание одного из современников Эйнштейна, который сказал: “У нас сейчас только один философ, да и тот работает на другом факультете”.

вило содержащую в себе несколько теорий, отличающихся некоторыми оттенками. Так, господствующая ныне теория поля [8,52] – далеко не единственная основа для построения физической картины мира. Имеется, например, теория прямого межчастичного взаимодействия [22,110], развивавшаяся в трудах Р.Фейнмана, А.Фоккера и других авторитетных авторов. Эта теория является альтернативной теории поля и в отличие от нее основана на концепции дальнего действия. В книге будут проанализированы и другие физические парадигмы. В результате обсуждения парадигм с коллегами у автора сложилось ощущение, что приверженцы различных парадигм ведут себя как представители различных религиозных конфессий. Принятые ими понятия и принципы сродни догматам религиозных учений, они пронизывают все мировоззрение исследователей, определяют постановку задач и стиль мышления. Бывает очень трудно убедить коллег в возможности посмотреть на проблему сквозь призму иной парадигмы. В истории физики много примеров, когда некоторые взгляды и парадигмы отмирали вместе со своими носителями. Автору представляется, что порой физические парадигмы можно уподобить своеобразным *физическим религиям*.

Но самое важное, что заставило автора взяться за написание этой книги – это то, что в процессе анализа фундаментальных понятий и принципов физики автору удалось заложить основы новой физической теории, названной *бинарной геометрофизикой*. Она не укладывается в рамки ранее существовавших парадигм и открывает новую физическую парадигму. Эта парадигма (теория) опирается на новый взгляд на сущность пространственно-временных отношений, на соотношения между частицами, пространством-временем и полями переносчиков взаимодействий, т.е. затрагивает самые глубокие вопросы мироздания. Более того, в процессе формирования принципов бинарной геометрофизики не последнюю роль сыграли идеи западных и восточных философских и религиозных систем. Сквозь призму бинарной геометрофизики легко просматриваются новые возможности трактовки соотношения материального и духовного начал, открываются новые пути сближения фундаментальной физики и духовной культуры.

Независимо от задачи формирования фундаментальной теоретической физики следует признать, что в самое последнее время в связи с преодолением догматов марксистско-ленинского диалектического материализма в нашей стране в широких кругах отечественных ученых значительно возрос интерес к духовной культуре, к вопросам соотношения науки и религии. Прививавшееся

ся десятилетиями противопоставление науки и религии ушло в прошлое. Возникла необходимость переосмыслить на современном уровне роль духовных ценностей в научном творчестве. Представители духовенства почувствовали интерес физиков и в самое последнее время провели несколько международных совещаний – семинаров по пограничным проблемам физики и теологии. Так, в 1991 году состоялся международный семинар “Проблемы креационизма в современной науке и в христианстве” на базе духовной семинарии адвентистов седьмого дня в Заокске. В том же году состоялся международный семинар “Проблема первоначала мира в науке и теологии” в С.-Петербургской православной духовной академии. Затем конференции и семинары по близкой тематике проводились в Объединенном Институте ядерных исследований в Дубне, в С.-Петербурге, в Москве и в других местах.

Автор этой книги принял участие в этих семинарах. Многочисленные дискуссии с участниками семинаров, как с физиками-теоретиками, так и теологами послужили непосредственным толчком для работы над книгой.¹ Наряду с этим автору помогла работа организованного им на физическом факультете Московского университета семинара “Фундаментальная физика и духовная культура”. Автор признателен всем участникам семинара за обсуждение многих вопросов, затронутых в этой книге.

¹Этой книге предшествовала книга “Фундаментальная физика и религия”, изданная автором в 1993 году [28]. За прошедшее время ее содержание было переработано более чем на 50 процентов. По-существу, это новая книга, включившая в себя фрагменты предыдущей.

Введение

Для теоретика, занимающегося фундаментальной физикой, вопросы мировоззрения, идеологии выступают на первый план. Можно сказать, что методологическая установка определяет весь характер деятельности такого ученого. Можно утверждать, что большинство фундаментальных результатов в физике было получено тогда, когда под определенную идеологическую установку или систему взглядов искались математические средства ее выражения. Многократно обращалось внимание на своеобразные тандемы в области фундаментальной теоретической физики. Эйнштейн в “Автобиографических заметках” отмечал: “удивительное внутреннее сходство между сочетанием Фарадей – Максвелл и сочетанием Галилей – Ньютон. Первый в каждой паре интуитивно схватывал соотношения, а второй их точно формулировал и применял количественно” [122, с.271]. К этому можно добавить другой пример: создание общей теории относительности вряд ли было возможно без предшествующей идейной разработки, произведенной В.Клиффордом и Э.Махом. Можно привести и другие примеры.

К работам по фундаментальной теоретической физике у нас было принято относиться как к деятельности в области философии естествознания, причем именно в рамках диалектического материализма. Однако такая философская деятельность превратилась отчасти в своеобразную теологию – хранилище чистоты идей марксизма-ленинизма, отчасти в популяризацию идей теоретической физики. Попытки более широкого и глубокого охвата идейного богатства, накопленного человечеством, привело к довольно парадоксальному для многих из нас открытию. Об этом, в частности, говорил физик-теоретик А.А.Гриб на 4-ом Международном семинаре по проблемам происхождения мира в науке и теологии в Санкт-Петербурге. Это выступление было проиллюстрировано картинкой, на которой изображены физики-

теоретики, карабкающиеся по крутым склонам горы. Добравшись до вершины, физики вдруг обнаружили там... теологов. Конечно, здесь имелись в виду физики, занимающиеся фундаментальной теоретической физикой. Оказалось, что многие вопросы, волнующие их, на качественно другом уровне уже давно разрабатываются теологами.

Последние примерно два столетия отмечены размежеванием и довольно острыми конфликтами между наукой и теологией. Сформировалось убеждение, что наука и религия взаимно исключают друг друга. Имеется множество примеров резко отрицательного отношения к религии и к ее роли в мировой культуре. Достаточно почитать высказывания классиков марксизма-ленинизма о религии.

“Бога нет!” – так начал дискуссию Остап Бендер в известном произведении В.Ильфа и Е.Петрова. Но прежде чем отвергать, нужно разобраться в этом понятии, осмыслить, что в него вкладывается. Почему вера в христианского Бога просуществовала два тысячелетия? Почему многие века устояли и продолжают жить другие религиозные учения? Имеются ли достаточные основания полагать, что все религии объясняются лишь невежеством? Чтобы ответить на эти вопросы нужно подняться до осмысления высот мировой культуры. А мировая культура содержит в себе и религию, и самую современную науку. И, оказывается, наука и религия связаны друг с другом множеством незримых нитей. Роль религии оказалась огромной в развитии науки, но и наука влияет на эволюцию религиозных представлений. Вряд ли кто сейчас будет оспаривать огромные достижения науки, ее гигантские возможности, разнообразие и богатство ее методов и приемов. Но нельзя отказаться и от мудрости человечества, заключенной в мировых религиях. Если преодолеть ряд укоренившихся предубеждений, то можно прийти к выводу, что религиозные системы представляют собой неиссякаемую сокровищницу идей, мыслей, образов и понятий, сформулированных особым образом – иносказательно, посредством притчей. Многие из них ныне получили четкое математическое выражение и широко используются в современной науке. Ряд же религиозных идей и образов еще ждет своего воплощения в науке.

Часто упоминается такой исторический пример. Лаплас преподнес Наполеону свой научный труд. Когда Наполеон спросил, почему в его *Méc. céleste* не упоминается имя Бога, Лаплас ответил: “Sire, je n'avais pas besoin de cette hypothèse”

(Государь, в этой гипотезе я не нуждался). (Цитируется по "Сочинениям" Б.Римана [81 с.465]).¹ В этой книге мы попытаемся показать, что Лаплас был одновременно и прав, и не прав. Современная физика формулируется без явного использования религиозных понятий и догматов. Однако, беремся утверждать, что в фундаментальной теоретической физике в неявном виде содержатся идеи и понятия, аналогичные тем, которые составляют суть религиозных учений. В физике даже можно указать непосредственные аналоги Бога и других религиозных понятий. Конечно же, были они и в теории Лапласа.

В данной книге религия определяется как часть человеческой культуры, которая позволяет ориентироваться в непознанной области мироздания и которая позволяет шагнуть из освещенной светом науки сферы в мир неизвестного. Под это определение подпадает ряд представлений (парадигм) фундаментальной теоретической физики.

В первой главе книги обсуждено соотношение между наукой, философией и религией, обосновано расширенное толкование религии. Приведена классификация религий в зависимости от роли в них двух основных религиозных категорий: 1) материальное начало (материя) и 2) духовное начало (дух или Бог). Выделены пять типов духовных религиозных систем. В этой же главе обсуждены имеющиеся точки зрения на суть философии и на место ее среди других форм общественного сознания. Рассмотрен вопрос о классификации философских систем. Из общей системы мировоззрения выделена физическая картина мира и в ее рамках проанализировано соотношение трех форм постижения мира. Обсуждены физические аналоги религии и философии и конкретизировано понимание фундаментальной теоретической физики.

Вторая глава книги посвящена обсуждению роли пространства-времени в физике и в религии. Геометрия пространства(-времени) играет огромную роль в понимании мироздания. Еще Пла-

¹Обсуждая эту реплику, Риман замечает: "Слово "гипотеза" имеет теперь несколько иной смысл, чем у Ньютона. Теперь называют гипотезой все, что мы прибавляем к наблюдениям после их обдумывания. Ньютон был далек от чуждой мысли, будто бы объяснение явлений может быть получено путем абстракции." Далее он приводит высказывание Ньютона: "О Боге я скажу следующее: о чем и как судить на основании опыта, это относится к экспериментальной философии. Но я еще не смог объяснить этих свойств тяготения на основании опыта, а гипотез я не создаю. Ибо все, что не выводится из опыта, должно быть названо гипотезой."

тон утверждал, что Бог был геометром. В этой книге проводится мысль, что в ряде физических парадигм *классическое пространство заменяет Бога*. Оно также является всеобъемлющим и всеопределяющим абсолютом. В ряде физических теорий (программ) вся материя, или ее часть, трактуется как геометрические образования, описываемые кривизной или топологическими особенностями пространства-времени. В некоторых других физических парадигмах роль Бога выполняет пространство-время в совокупности с полями – переносчиками физических взаимодействий, в частности, – с электромагнитным полем.

Аналогично тому, как классифицируются духовные религии, в третьей главе предложено классифицировать физические парадигмы, только для этого нужно использовать не две, а три ключевые физические категории: 1) пространство-время, 2) частицы (на квантовом уровне – фермионы), 3) поля переносчиков взаимодействия (бозонные поля). Показано, что в зависимости от характера первичности этих категорий следует различать десять физических парадигм. К первой парадигме относятся триалистические теории, в которых все три названные категории имеют самостоятельный первичный характер. Вторая, третья и четвертая парадигмы содержат дуалистические физические теории, в которых в качестве первичных рассматриваются пары из трех физических категорий. В частности, ко второй парадигме относятся физические теории, опирающиеся на представления частиц в виде солитонных решений полевых уравнений, к третьей парадигме принадлежат теории прямого межчастичного взаимодействия Фоккера-Фейнмана. Имеется ряд интересных замечаний о путях построения теории в рамках четвертой парадигмы.

Пятая, шестая и седьмая физические парадигмы также имеют дуалистический характер, однако в отнесенных к ним теориях используются некие обобщенные физические категории, сливающие воедино пары из трех физических категорий. Например, пятая парадигма содержит в себе как эйнштейновскую общую теорию относительности, так и многомерные физические модели типа теории Калуцы-Клейна. В них категории пространства-времени и полей объединяются в одну обобщенную категорию искривленного пространства-времени. Частицы же имеют самостоятельный характер и учитываются в правой части уравнений Эйнштейна. К седьмой дуалистической парадигме относятся суперсимметричные теории, опирающиеся на два начала: суперпространство и супермультиплет из бозонных и фермионных полей.

Последние: восьмая, девятая и десятая парадигмы, можно сказать, имеют монистический характер, — они опираются лишь на одну обобщенную физическую категорию. Так, к восьмой парадигме относится геометродинамика Дж. Уилера, где провозглашается программа построения “материи без материи”, “полей без полей” из единого искривленного пространственно-временного начала. К десятой парадигме предлагается отнести теории супергравитации и суперструн.

Все эти парадигмы охарактеризованы в третьей главе.

Четвертая глава посвящена обсуждению новой физической парадигмы, которую представляет предложенная автором бинарная геометрофизика. Она является объединенной реляционной теорией пространственно-временных отношений и физических взаимодействий и опирается, во-первых, на теорию прямого межчастичного взаимодействия Фоккера-Фейнмана, во-вторых, на идеи многомерных геометрических моделей типа теории Калуцы-Клейна и, в-третьих, на математический аппарат теории физических структур Кулакова. В основе бинарной геометрофизики лежит одна обобщенная категория бинарной системы комплексных отношений, содержащая в себе три неотделимые друг от друга начала: два множества элементов (начальных и конечных состояний элементов-частиц) и отношения между ними. Поскольку эта теория возникла совсем недавно, в четвертой главе дан развернутый качественный анализ оснований и ключевых положений бинарной геометрофизики. Показано, что в рамках бинарной геометрофизики естественным образом интерпретируются известные физические понятия и закономерности, обычно вводимые феноменологически.

Последняя, пятая глава посвящена сравнительному анализу описания ряда сторон мироздания в рамках различных физических парадигм и религиозных систем. В частности, выделен вопрос о том, как трактуется в разных парадигмах всеобщее единство мира. Этот вопрос ставится во главу угла в ряде восточных религий: в даосизме, буддизме. В физике это всеединство мира обычно связывают с принципом Маха. Охарактеризованы различные трактовки принципа Маха и то, насколько он осуществляется в различных теориях: в общей теории относительности, в теории прямого межчастичного взаимодействия, в бинарной геометрофизике. В этой же главе обсуждены такие вопросы как множественность формулировок физических теорий и существование ряда религиозных конфессий, проектирование выводов теорий и

религиозных систем на наблюдателя (человека), трактовка бесконечностей и некоторые другие.

Автор надеется, что книга может заинтересовать читателей с разным уровнем подготовки в области физики и математики — от выпускников средних школ до академиков. Наиболее трудные для восприятия места выделены в тексте, — при чтении их можно опустить без ущерба для понимания дальнейшего материала.

Глава 1

Соотношение науки, философии и религии

“Не говоря уже о неизбежном и постоянно наблюдаемом питании науки идеями и понятиями, возникшими как в области религии, так и в области философии, -- питании, требующем *одновременной* работы в этих различных областях сознания, необходимо обратить внимание еще на *обратный* процесс, проходящий через всю духовную историю человечества. Рост науки неизбежно вызывает, в свою очередь, необычайное расширение границ философского и религиозного сознания человеческого духа; религия и философия, восприняв достигнутые научным мировоззрением данные, все дальше и дальше расширяют глубокие тайники человеческого сознания.”

В.И.Вернадский

1.1 На краю таинственной бездны

Кто из читателей не всматривался в ночное небо. У кого не захватывало дух от созерцания несметного числа звезд, рассыпанных в бескрайней черной бездне? Тревожные чувства и мысли будит эта завораживающая громада окружающего мира. Наверное, каждый пытается и не может постичь, насколько огромен и загадочен этот мир, насколько малы и ничтожны мы вместе с нашей Землей по сравнению с гигантским величием Вселенной.

Но не следует забывать, что мы смотрим на эту величественную картину сквозь призму знаний об устройстве мира, о силах, движущих им, понимая, что звезды – подобия нашего Солнца; а некоторые даже вооружены знанием законов эво-

люции звезд. И несмотря на все это картина звездного неба завораживает и потрясает каждого. А каково было нашим далеким предкам? Посмотрите, какими сказочными образами заселена карта звездного неба! Сколько мистических легенд и сказаний о небе сложено нашими предками! Недаром во многих религиях мира небо было (и остается) местом обитания Бога.

Каких только сказочных картин устройства мира не рисовало воображение, потрясенное его величием! Упомянем представления о хрустальном небесном своде (или о нескольких сводах)... Напомним, что до средних веков продержались представления из учения Аристотеля, согласно которому небесные и земные тела имели принципиально различную природу. И только после трудов Коперника, Галилея, Ньютона было осознано, что небесные объекты движутся по тем же законам, что и земные, что природа всех тел одна и та же. Но это не сняло всех покровов таинственности, а лишь отодвинуло их вдаль...

Но таинственная бездна не только над головой. Она то и дело разверзается буквально под ногами каждого из нас. Обстоятельства подводят то одного, то другого к самому ее краю, ставя вопросы о сущности жизни, о причудах судьбы, о неминуемой смерти... И человек остается один на один перед пугающей бездной бесконечности. Словами Ф.И.Тютчева

“Небесный свод, горящий славой звездной
Таинственно глядит из глубины
И мы плывем, пылающею бездной
Со всех сторон окружены...”

Почему и зачем человек живет? Как постичь временность бытия личности? Как осознать переход через черту жизни и смерти? Разум требует ответа на эти и множество других вопросов. Он не может мириться с ощущением жизни на краю пугающей бездны. Трудно жить в доме с окном, распахнутым в черную зияющую бесконечность. Возникает неодолимое желание как-то отодвинуть от себя таинственное, по крайней мере, как-то прикрыть бездну, хотя бы как-то занавесить окно в черную неизвестность. Испокон веков проблемы такого рода решались в рамках религии. Она помогала держаться на почтительном расстоянии от опасной черты, давала приемы общения с пугающей бесконечностью. В разных религиях по-своему создавалась культура общения с неизвестным. Говорят, древние греки в разгар шумных застолий вносили гроб, — дабы не забывали о вечном...

Особо следует отметить чрезвычайно важную роль христианства в успокоение и в духовном раскрепощении человека. Н.А.Бердяев писал: "Как это ни парадоксально покажется, но нужно сказать, что именно христианство расчистило духовно почву для развития научного естествознания и техники. Христианство освободило языческий мир от демономании, изгнало демонов из природы, механизировало природу и тем открыло путь для подчинения природы. В древнем, дохристианском мире потому нельзя было овладеть природой, что она была наполнена духами, от которых человек зависел. Таинства древних религий были только природны, в них сказывалась зависимость человека от природы. Чтобы научно познать природу, овладеть ею и подчинить ее себе, человек должен был освободиться от духовной власти естества, от трепета перед демонами природы. Таинства языческих религий были таинствами зависимости человека от природы, таинства же христианской религии – таинства, освобождающие человека от власти естества. Это христианское освобождение человеческой личности от естества привело к временной смерти великого Пана, к механизации природы, к изгнанию пугающих духов природы" [2, с.62].

Когда наука достаточно развилась и окрепла, край бездны был существенно отодвинут от человека, от его повседневных забот, причем так, что у иных даже возникает ощущение всемогущества науки, вера в возможность науки ответить на все трудные вопросы. Может быть, не сразу, но не в отдаленном будущем, а это ведь и означает зашторивание бездны. Тем не менее она остается, и всегда находятся люди, которые отвергают соблазн спокойной "нормальной" жизни и идут к краю бездны, "идут на грозу".

Говоря о характере деятельности ученого в области фундаментальной теоретической физики, я часто привожу отрывок из письма **Фаркаша Бояи** (1775-1856) своему сыну **Яношу Бояи** (1802-1860). Известно, что **Фаркаш Бояи** посвятил свою жизнь попытке доказать 5-ый постулат Евклида. Когда он узнал, что сын унаследовал от него занятие этой проблемой, то пришел в ужас. В своем письме сыну он писал: "Ты не должен пытаться одолеть теорию параллельных линий; я знаю этот путь, я проделал его до конца, я прожил эту бесконечную ночь, и весь свет, всю радость моей жизни я там похоронил. Молю тебя, оставь в покое учение о параллельных линиях; ты должен страшиться его, как чувственных увлечений; оно лишит тебя здоровья, досуга, покоя, оно погубит счастье твоей жизни. Этот глубокий, бездонный мрак может поглотить тысячу таких гигантов, как **Ньютон**; никогда на земле не будет света, и никогда бедный род человеческий не до-

стигнет совершенной истины, не достигнет ее и в геометрии; это ужасная вечная рана в моей душе; да хранит тебя Бог от этого увлечения, которое так сильно овладело тобой. Оно лишит тебя радости не только в геометрии, но и во всей земной жизни. Я готов был сделаться мучеником этой истины, чтобы только подарить человечеству геометрию, очищенную от этого пятна; я проделал гигантскую тяжелейшую работу; я достиг гораздо большего, чем то, что было получено до меня, но совершенного удовлетворения я не получил.

Учись на моем примере: из-за того, что я хотел постичь теорию параллельных линий, я остался безвестным. Это отняло у меня всю мою кровь, все мое время. Здесь зарыт корень всех моих последующих ошибок. Если бы я мог открыть загадку параллельных линий, пусть об этом никто бы не узнал, я стал бы ангелом...

Непостижимо, что в геометрии существует эта непобежденная темнота, этот вечный мрак, туча, пятно на девственной, нетронутой истине... Дальше геркулесовы столпы; ни шагу дальше, или ты погибнешь!" (Цитируется по книге [61, с.20].)

Сын не внял мольбам отца, вслед за ним ступил на край "глубокого, бездонного мрака" и извлек из него решение проблемы параллельных линий, стоявшей перед человечеством более двух тысячелетий.¹ Воистину он стал мучеником добытой истины. В попытках убедить современников в своей правоте он надорвал психику. "Погребение его походило на ритуал забвения. Лишь три человека проводили останки к безымянной общей могиле, а к записи в реформаторской церкви кто-то приписал: "Его жизнь прошла безо всякой пользы"" [61, с.109].

А вот другой пример, уже из истории философии. С.Н.Булгаков (1871-1944) писал: "История философии есть трагедия. Это — повесть о повторяющихся падениях Икара и о новых его взлетах. Эту трагическую сторону философии, которая есть и удел каждого мыслителя, остро чувствовали некоторые умы, как Гераклит и Платон. Кант подошел к самому краю бездны в своем учении

¹Почти одновременно с ним ступили за "геркулесовы столпы" и увидели там решение проблемы параллельных линий Н.И.Лобачевский (1792-1856) и К.Гаусс (1777-1855). Не нашел понимания у современников Н.И.Лобачевский. Как досадное чуждество воспринимали его работы по неевклидовой геометрии. Так и не решился опубликовать свое открытие король математики того времени К.Гаусс. В письме Бесселю он писал: "Вероятно, я еще не скоро смогу обработать свои пространственные исследования по этому вопросу, чтобы их можно было опубликовать. Возможно даже, что я не решусь на это во всю свою жизнь, потому что боюсь крика беотийцев, который поднимется, когда я выскажу свои воззрения целиком" [61, с.64].

об антиномиях и остановился.”... “Настоящий мыслитель, так же как и настоящий поэт (что в конечном смысле одно и то же), никогда не врет, не сочиняет, он совершенно искренен и правдив, и, однако, удел его – падение. Ибо он *восхотел системы*: другими словами, он захотел создать (логический) мир из себя, из собственного принципа – “будет как боги” – но эта логическая дедукция мира невозможна для человека. И прежде всего по причинам, вне человеческой воли и способностей лежащим: мир неразумен в таком смысле, в каком хочет его постигать “дедуцирующая” философия” [12, с.314].

Можно привести и другие примеры из жизни Мопертюи, Ньютона и других великих естествоиспытателей, которые свидетельствуют, что исследование основ мироздания сопряжено с пребыванием ученого на краю бездонной пропасти таинственного. Благодариме подсказывает многим держаться на почтительном расстоянии от края таинственной бездны, ограничиваться решением посильных, не столь грандиозных проблем. Но тайна так притягательна! Мало кому дано вплотную приблизиться к бездне, заглянуть в нее и при этом не свалиться, а достать из глубины и донести до человечества неведомые доселе истины.

Таким образом, и в обыденной жизни, и в творчестве ученого имеется много общего, связанного с выходом к краю таинственной бездны. Что помогает удержаться на краю пропасти? Далеко не последнюю роль здесь играет накопленная человечеством мудрость в виде религиозных учений. Поскольку общение с таинственным – профессиональная деятельность ученых, занимающихся фундаментальной наукой, посмотрим, что они говорят о сущности религии, о соотношении науки и религии.

1.2 Естествоиспытатели и физики-теоретики о соотношении науки и религии

Нам довелось пережить период, когда труды ученых тщательно очищались от высказываний на религиозную тему, причем это делалось не только цензурой, но и самими нашими учеными, поскольку для отстаивания в стране достижений мировой науки необходимо было доказывать “материалистические позиции” виднейших зарубежных ученых и даже “стихийный материализм” мыслителей прошлого. Представляет интерес восполнить образовавшийся пробел. Приведем высказывания о религии виднейших

авторитетов как прошлых веков, так и физиков-теоретиков нашего века.

Прежде всего следует напомнить, что современная наука в основном является плодом европейской цивилизации, которая развивалась в рамках христианских традиций и мировоззрения. В прошлые века наука и религия были практически неразрывны. И.Ньютон (1642-1727), И.Кеплер (1571-1630), Р.Декарт (1596-1650), Г.Лейбниц (1646-1716) и многие другие ученые средневековья верили в Бога, и это не помешало их научному творчеству. Обратимся к тому, как мыслилось ученым соотношение науки и религии. Так, Г.Лейбниц в своей работе "Свидетельство природы против атеистов" писал: "Человек божественного ума Френсис Бэкон Веруламский справедливо заметил, что философия, если отведать ее слегка, уводит от Бога, если же глубоко зачерпнуть ее приводит к нему. Это мы видим в нынешний век, столь же обильный знанием, как и нечестием. Блестящие успехи математических наук и попытка проникнуть путем химии и анатомии в недра вещей показали, что весьма многие явления можно объяснить, так сказать, механически из фигуры и движения тела, между тем как древние прибегали в этом случае либо к создателю, либо к каким-то бестелесным формам. И вот некоторые проницательные люди стали делать попытки объяснить существование явлений природы, или феноменов, наблюдаемых в телах, без допущения Бога и не принимая его в расчет. (...) И прежде всего я охотно соглашаюсь с нынешними философами, воскресившими Демокрита и Эпикура (их Роберт Бойль весьма удачно называет корпускулярными философами), как-то: с Галилеем, Бэконом, Гассенди, Декартом, Гоббсом, Дигби – в том, что при объяснении телесных явлений не следует без нужды прибегать ни к Богу, ни к какой-либо другой бестелесной вещи, форме или свойству (не стоит впутывать Бога, если предмет его недостоин) и что все, насколько возможно, следует выводить из природы тела и его первичных свойств – величины, фигуры и движения. Но что, если я докажу, что в природе тела нельзя найти начала даже этих первичных свойств?" [55, с.78-78]. Взгляды Лейбница на природу в наиболее концентрированной форме изложены в его "Монадологии" [56]. Там он пишет: "Один только Бог есть первичное Единство, или изначальная простая субстанция" [56, с.421]. Подчеркнем мысль Лейбница, что религия начинается тогда, когда речь идет о самых началах знания, о самых первичных свойствах сущего. Фактически он понимал под Богом "первичное Единство".

Вполне сочеталась вера в Бога, как в Источник всего сущего, с научной деятельностью у основателя Московского университета М.В.Ломоносова (1711-1765). Достаточно вспомнить его “Утреннее” и “Вечернее размышление о Божием Величестве” [63, с.161-164]:

“Творец! Покрытому мне тьмою
Прости премудрости лучи
И что угодно пред Тобою
Всегда творити научи
И, на Твою взирая тварь,
Хвалить тебя, бессмертный Царь.”

Напомним взгляды Г.Гегеля (1770-1831), изложенные в его “Лекциях о философии религии”: “Нам следует начать с вопроса: как установить *начало*? Требование любой науки (во всяком случае требование формальное), и особенно философии, заключается в том, чтобы в ней не было ничего *недоказанного*. Доказывать - в поверхностном смысле этого слова - означает, что всякое содержание, положение, понятие должно вытекать из предшествующего. Однако, начиная, мы еще ничего не доказали, ибо нет еще ничего, вытекающего из предшествующего, опосредственного, положенного другим. В начале мы находимся в сфере непосредственного”... “Начало религии по своему всеобщему содержанию есть не что иное, как еще не раскрытое понятие самой религии, которое заключается в том, что Бог есть абсолютная истина, истина всего и что только религия есть абсолютно истинное знание. Поэтому мы начинаем наше изложение с Бога. Для нас, имеющих религию, Бог есть нечто знакомое содержание, которое количествует в субъективном сознании. Однако с научной точки зрения Бог - сначала лишь всеобщее абстрактное наименование, не получившее еще истинного содержания. Ибо философия религии и есть развитие, познание того, что есть Бог, и только с ее помощью можно научным путем познать, что есть Бог. Таким образом, Бог есть это хорошо известное, но научно еще не раскрытое, не познанное представление. Указывая на это оправдывающее самое себя в рамках нашей науки развитие, мы прежде всего исходим из убеждения, что результат философии состоит в том, что Бог есть абсолютно истинное, в себе и для себя всеобщее, всеохватывающее, всесодержащее и придающее всему устойчивость” [30, с.273].

Перейдем к взглядам ученых, творивших в нашем веке. В какой-то мере с позицией Гегеля пересекаются взгляды Германа Вейля (1885-1955), автора первой неримановой геометрии и созда-

теля одного из первых вариантов единой геометрической теории гравитации и электромагнетизма. Вейль изложил свои взгляды на соотношение математики и религии в своей книге "Открытый мир" [14], первая глава которой называется "Бог и Вселенная". Вейль считал, что *"мир не есть хаос, он есть космос, гармонически упорядоченный посредством нерушимых законов математики"*, а источником математической гармонии мира является Бог. По его мнению наука – особенно математика – открывает для мыслящего человека путь к Богу, т.к. она дает "видение той безупречной гармонии, которая согласуется с возвышенной причиной" [15, с.29].

Примечательна позиция в отношении религии одного из создателей квантовой механики **Макса Планка** (1858- 1947). Известно, что три поколения предков М.Планка были теологами. В его трудах немало высказываний о религии, причем к концу жизни на эту тему он высказывался еще чаще. У него сочеталось признание того, *"что внешний мир представляет собой нечто не зависимое от нас, абсолютное, чему противостоим мы"*, с убеждением о необходимости религии. При этом он придерживался тезиса: *"Естествознание нужно человеку для знания, религия нужна ему для действия"* [76, с.262]. Расшифровку последнего можно найти в ряде его высказываний. Так, он писал: *"Но не следует думать, что можно продвинуться вперед без всякого мирозерцания, т.е. без недоказуемых гипотез. Для физики также имеет силу изречение что нет спасения без веры, по крайней мере без веры в некоторую реальность. Только эта твердая вера и указывает путь творческому стремлению, только она дает точку опоры продвигающейся ошущью фантазии, только она в состоянии всякий раз ободрить мысль, уставшую от неудач, и снова воодушевить ее. Исследователь, который не руководится в своих работах какой-либо гипотезой, хотя бы осторожной и предварительной, тем самым заранее отказывается от более глубокого понимания своих собственных результатов"* [76, с.82].

Среди физиков широко распространено понятие "эйнштейновского Бога". Вот как сам **А.Эйнштейн** (1879-1955) характеризовал свои взгляды о Боге и религии: *"Моя религия состоит в чувстве огромного восхищения перед безграничной разумностью, проявляющей себя в мельчайших деталях этой картины мира, которую мы способны лишь частично охватить и познать нашим умом... Эта глубокая эмоциональная уверенность в высшей логической стройности устройства вселенной... и есть моя идея Бога..."* [64, с.234]. Или другое его высказывание: *"Знать, что на свете"*

есть вещи, непосредственно недоступные для нас, но которые реально существуют, которые познаются нами и скрывают в себе высшую мудрость и высшую красоту... знать и чувствовать это – есть источник истинной религиозности. В этом смысле, и только в этом смысле, я принадлежу к религиозным людям” [64, с.234].

Соотношение взглядов на религию М.Планка и А.Эйнштейна обсуждалось в книге В.Гейзенберга “Физика и философия. Часть и целое” [31]. В частности, был приведен разговор физиков-теоретиков во время Сольвеевского конгресса 1927 года: “Кто-то задал вопрос: Эйнштейн так много говорит о Господе Боге, что бы это могло значить? Ведь, собственно говоря, нельзя же представить, что такой ученый, как Эйнштейн, был так привязан к религиозной традиции. – Эйнштейн, пожалуй, нет, но вот Макс Планк, наверное, да, – ответили ему. Имеются высказывания Планка о соотношении религии и естествознания, в которых он стоит на той позиции, что между ними нет никакого противоречия, что религия и естествознание прекрасно согласуются друг с другом.” [31, с.208].

Сам Гейзенберг трактовал позицию Планка следующим образом: “Мне кажется, что для Планка религия соединима с естествознанием потому, что они, по его мнению, относятся к совершенно разным областям действительности. Естествознание имеет дело с объективным материальным миром. Оно ставит перед нами задачу сформулировать правильные высказывания об этой объективной действительности и понять существующие в ней связи. Религия же имеет дело с миром ценностей. Она говорит о том, что должно быть, что мы должны делать, а не о том, что есть.” [31, с.208].

Там же приведена позиция В.Паули (1900 1958): “...я не вижу большого смысла в философии Планка, даже если она логически выдержана и даже если я уважаю вытекающую из нее жизненную установку. Эйнштейновское мировоззрение мне ближе. Господь Бог, о котором он столь охотно вспоминает, имеет у него отношение к неизменным природным законам. У Эйнштейна есть чувство центрального порядка вещей. Он ощущает, что он сильно и непосредственно пережил эту простоту при открытии теории относительности. Конечно, отсюда еще далеко до догматов религии. Эйнштейн едва ли привязан к какой-либо религиозной традиции, и я считал бы, что представление о личностном Боге ему совершенно чуждо. Однако для него не существует разрыва между наукой и религией. Центральный порядок принадлежит для него как к субъективной, так и к объективной области, и это представляется мне наилучшим исходным пунктом” [31, с.208].

П.А.М.Дирак (1902-1990) придерживался резко иной точки зрения. Он говорил: “Я в принципе отвергаю религиозные мифы хотя бы уже потому, что мифы различных религий противоречат друг другу... Религия - это род опиума, который дают народу, чтобы убаюкать его сладкими фантазиями, утешив таким образом насчет гнетущих его несправедливостей...” [31, с.211].

Нильс Бор (1885-1962) не поддержал позицию Дирака. Он сказал: “И все же: так говорить о религии, конечно, нельзя. Правда, мне как и Дираку, чужда идея личностного Бога. Но прежде всего надо уяснить себе, что в религии язык используется совершенно иначе, чем в науке. Язык религии родственнее скорее языку поэзии, чем языку науки... Если религии всех эпох говорят образами, символами и парадоксами, то это, видимо, потому, что просто не существует никаких других возможностей охватить ту действительность, которая здесь имеется в виду. Но отсюда еще вовсе не следует, что она не подлинная действительность. И расщепляя эту действительность на объективную и субъективную стороны, мы вряд ли здесь далеко продвинемся. Поэтому я как раскрепощение нашего мышления ощущаю то, что развитие физики за последние десятилетия показало нам, насколько проблематичны понятия “объективности” и “субъективности”. Это обнаружила уже теория относительности... в квантовой механике отход от этого идеала произошел намного более радикально...”

В.Гейзенберг (1901-1976) связывал религию с вопросом о ценностях: “Вопрос о ценностях – это ведь вопрос о том, что мы делаем, к чему стремимся, как должны вести себя. Он поэтому ставится о человеке и для человека; это вопрос о компасе, которым мы должны руководствоваться, отыскивая свой путь в жизни. Этот компас в разных религиях и мировоззрениях получил разные названия: счастье, воля Божья, смысл и еще многое другое. Различие названий говорит об очень глубоких различиях в структуре сознания человеческих групп, назвавших свои компасы такими именами. Я никоим образом не хочу умалять этих различий. Однако у меня складывается впечатление, что во всех формулировках речь идет об отношении людей к центральному миропорядку.” [31, с.326].

В.Гейзенберг описал свой диалог с **В.Паули**, который его спросил:

- Веруешь ли ты в личностного Бога? Я, конечно, понимаю, что такому вопросу трудно придать ясный смысл, но направленность вопроса все же вполне понятна.

- А можно ли мне сформулировать этот вопрос иначе? - отвечал я. - Например так: можешь ли ты, или можно ли вообще относиться к центральному порядку вещей или событий так непосредственно, вступать с ним в такую глубокую связь, в какую можно вступать с душой другого человека? Я намеренно беру здесь это столь трудное для истолкования слово "душа", чтобы ты понял меня правильно. Если ты спросишь таким вот образом, то я отвечу "да".

Следует отметить также религиозные взгляды **А.Эддингтона** (1882-1944), **Д.Джинса** (1877-1946), **П.Иордана** (1902- 1980). Соотношение науки и религии обсуждали в самом позитивном духе **Ч.Таунс** (род. 1915) и **Э.Шредингер** (1887-1961).

Лауреат Нобелевской премии **И.Р.Пригожин** (род. в 1917) во время выступления в Московском государственном университете им. М.В.Ломоносова неоднократно поминал Бога. Когда его спросили: Верите ли Вы в Бога? - он сказал буквально следующее: "Я не могу ответить на этот вопрос. Я не знаю, что это такое. Есть Бог христианский, есть Бог иудейский... Я считаю, что природа бесконечна и чрезвычайно интересна. Чем больше мы ее понимаем, тем более интересно. Мы должны быть толерантны. Мы все удивлены: Что такое человек? Что такое природа? Каждый может и должен иметь свое мнение. Я не считаю, что должен иметь особое мнение о Боге".

По известным причинам трудно охарактеризовать взгляды на религию отечественных ученых после октября 1917 года. Выдающийся физиолог **И.П.Павлов** (1849-1936) был верующим человеком. Верующим христианином был также известный математик **В.И.Смирнов** - автор многотомного курса по высшей математике. Не принято было упоминать о религиозных взглядах **К.Э.Циолковского** (1857- 1935), а он писал: "То, что происходит и развивается, - ход этого развития - зависит от начальной Причины, вне природы находящейся. Значит, все зависит от Бога. (...) Бог есть причина всех явлений, причина вещества и всех его законов" [00, с.7,10].

Один из моих непосредственных учителей - физик-теоретик **В.И.Родичев** (1914-1984) верил, как мне он говорил, в "эйнштейновского Бога". Интересна позиция другого физика-теоретика, профессора **К.П.Станюковича** (1916-1989), с которым я много общался и чьи лекции я слушал, учась в университете. Незадолго до своей кончины он в разговоре со мной высказывался в духе приведенного выше соображения **Г.Лейбница**. Он мне говорил, что

обычно верующий – это недостаточно образованный человек. Когда человек не располагает знаниями, для него вера в Бога естественна. Когда же он находится в процессе освоения знаний, как правило, он становится атеистом. Он проникается убеждениями во всесильность науки и знаний. Для него Бог становится лишним. Но потом, когда он освоит накопленный человечеством объем знаний, он становится верующим, конечно не в примитивном смысле, не в старика на облаке, а в более абстрактном смысле. “И я, – говорил он мне: в этом смысле являюсь верующим”. В последний год жизни он мне несколько раз излагал свои религиозные взгляды. У него сложилась своеобразная религиозная система, содержащая ряд элементов из буддизма, в частности, веру в реинкарнацию.

Наконец, совсем свежие примеры: недавно скончавшегося академика **Н.Н.Боголюбова** (1909-1990), долгое время бывшего директором Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) в Дубне, отпевали в Новодевичьем монастыре. Скончавшегося в декабре 1994 года видного физика-теоретика, профессора МГУ **Д.Д.Иваненко** (1904-1994) отпевали в церкви Живоначальной Троицы в Москве на Воробьевых горах.

Таким образом, несмотря на наличие множества оттенков в понимании религии и веры, по мнению значительного числа ученых естествоиспытателей, как прошлого, так и настоящего, почва для религии есть. Имеет место религиозная форма познания реального мира.

1.3 Бог

По убеждению автора, в фундаментальной теоретической физике фактически присутствует некий аналог Бога. Прежде чем развивать это соображение, хотелось бы напомнить представления о Боге, определения Бога, дававшиеся в разные времена.

В “Законе Божьем” дается такое определение: “Бог есть Дух вечный, всеблагий, всеведущий, всеправедный, всемогущий, всеведущий, неизменяемый, вседовольный, всеблаженный. Он сотворил все видимое и невидимое, все содержит в своей власти и всем управляет... Бог есть един. Но будучи един по существу, Он, в то же время, троичен в лицах” [37, с.1-3].

В хореическом переизложении **В.К.Тредиakovским** (1703-1769) 143-го псалма это формулируется следующим образом:

“Крепкий, чудный, бесконечный,
 Полн хвалы, преславный весь,
 Боже! Ты един превечный,
 Сый Господь, вчера и днесь:
 Непостижный, неизменный,
 Совершенств пресовершенный,
 Неприступна окружен
 Сам величества лучами
 И огньпальных слуг зарями,
 О! Будь ввек Благословен” [63, с.307].

Еще одна стихотворная обработка определения Бога содержится в стихотворении Г.Р.Державина (1743-1816) “Бог”,

“О ты, пространством бесконечный,
 Живый в движеньи вещества,
 Теченьем времени превечный,
 Без лиц, в трех лицах божества!
 Дух всюду сущий и единый,
 Кому нет места и причины,
 Кого никто постичь не мог,
 Кто все собою наполняет,
 Объемлет, зиждет, сохраняет,
 Кого мы называем: Бог” [36, с.48].

Более рациональную характеристику Бога можно найти у И.Канта (1724-1804). В своей работе “Единственно возможное основание для доказательства бытия Бога” он писал: “Нечто существует безусловно необходимо. Это нечто единое в своем существе, просто в своей субстанции, дух по своей природе, вечно по длительности своего существования, неизменно по своему качеству, абсолютно самодовлеюще в отношении всего возможного и действительного. Оно - Бог. Я не даю здесь точного определения понятия Бога” [42, с.422]. В другом месте этой работы говорится: “Бог абсолютно самодовлеющ. Все, что есть, будь то возможное или действительное, есть нечто, лишь поскольку оно дано через него. На человеческом языке бесконечное могло бы сказать себе так: *я существую от вечности к вечности, помимо меня нет ничего, и все, что есть, только через меня есть нечто*” [42, с.494]. Любопытно сравнить это с ленинским определением материи...

Г.Лейбниц (1646-1716) следующим образом определял и доказывал существование Бога: “Бог есть первая причина вещей...

Следовательно, надо искать *причину существования мира*, являющегося совокупностью *случайных вещей*... в *субстанции*, имеющей в себе *основание своего бытия* и, следовательно, *необходимой* и *вечной*. Надо также, чтобы эта причина была *разумной*... Избрание же одного мира (из всех возможных мысленно, — Ю.С.В.) могло быть актом *действенной воли*. Только *могущество* этой субстанции дает воле осуществление. Могущество приводит к *бытию*, мудрость или разум к *истине*, а воля к *благу*. И эта разумная причина должна быть бесконечной во всех отношениях и абсолютно совершенной по могуществу, мудрости и благодати, потому что она обнимает все, что возможно. И так как все соединено одно с другим, то нет места для допущения другой разумной причины. Ее разум служит источником *сущностей*, а ее воля служит началом *существования*. Вот в немногих словах доказательство бытия единого Бога с его совершенствами, а равно и происхождения вещей через него" [58, с.134-135].

Г.Гегель (1770-1831) писал: "Бог есть абсолютно истинно вообще, из которого все исходит и к которому все возвращается, от которого все зависит и вне которого ничего не имеет абсолютной, истинной самостоятельности. Это и есть содержание начала" [30, с.273].

Ф.В.Шеллинг (1775-1854) в "Философии искусства" определял Бога в виде ряда тезисов. Приведем некоторые из них:

"1. Абсолютное, или Бог, есть то, в отношении чего бытие, или реальность, вытекают из его идеи *непосредственно*, т.е. в силу простого закона тождества, или Бог есть непосредственное утверждение самого себя".

"2. Бог как бесконечное утверждение самого себя *объемлет* себя самого как бесконечное утверждающее, как бесконечно утвержденное и как неразличимость того и другого, но сам он *не есть ничто* из этого в отдельности."

"3. Бог непосредственно в силу своей идеи составляет абсолютное *Все (das All)*."

"5. Абсолютное безусловно вечно."

"8. Бесконечная утвержденность Бога во всем или обличение его бесконечной *идеальности* в реальность, как таковую, есть вечная природа."

"16. Трем потенциям идеального и реального мира соответствуют три идеи (идея, как божественное, равным образом не принадлежит в отдельности ни реальному, ни идеальному миру) - истина, добро и красота."

“20. Красота и истина сами по себе, или согласно идее, едины.” [114, с.72-84].

Эти тезисы очень напоминают аксиоматику геометрии или физики.

В книге А.Меня приводится следующее довольно примечательное высказывание известного астронома Н.Морозова: “Когда современного умственно развитого человека спрашивают: верит ли он в Бога, то ему приходится отвечать: о каком Боге вы говорите? Если о библейском Боге в виде старика лет примерно восьмидесяти, с седой длинной бородой... сидящего на престоле на верху стеклянного колпака над нашей атмосферой, то, конечно, нет. Но если вы под этим словом подразумеваете единую и основную по учению современной науки – сущность всех творческих сил вселенной... то как я могу отвергнуть эту единую и всюду разлитую творческую сущность вселенной, не отвергая этим самым всего себя?.. Вся вселенная полна различных форм творческого сознания, и силы стихийной природы отличаются от наших организовавшихся психических сил только своей одеждой, а не сущностью. Таково научное представление о едином, вечном, вездесущем и все наполняющем творческом начале вселенной, то есть, выражаясь теологическим языком, о Боге-Отце, вечном Творце и Обновителе “неба и земли, всего видимого и невидимого”” [67, с.211].

Напомним, что важнейшим отличием христианского Бога от иудейского Бога или исламского Аллаха является его триединство. В христианстве заложено более сложное понятие Бога, нежели просто абсолют, охватывающий все сущее. Вот так трактовал это триединство В.С.Соловьев (1853-1900) в своих “Чтениях о Богочеловечестве”: “Мы видели, что, признавая вообще божественное начало как сущее с безусловным содержанием, необходимо признать в нем трех единосущных и нераздельных субъектов, из коих каждый по-своему относится к одной и той же безусловной сущности, по-своему обладает одним и тем же безусловным содержанием. Первый есть безусловное Первоначало, дух как самосущий, то есть непосредственно существующий как абсолютная субстанция; второе есть вечное адекватное проявление или выражение, существенное Слово первого, и третий есть Дух, возвращающийся к себе и тем замыкающий круг божественного бытия, Дух совершенный, или законченный, – Дух святой” [91, с.97].

Имеется ряд упрощенных вариантов толкований троицы. Некоторые аналоги трактовок в физических религиях будут даны ниже.

Противопоставим этим определениям Бога соображения, высказанные математиком **Норбертом Винером** (1895- 1964): "Суть вопроса в том, что понятия Всемогушества и Всеведения в действительности являются не превосходными степенями, а лишь неопределенными формами выражения очень большой власти и очень больших знаний. Они выражают чувства благоговения, но не представляют собой утверждения, которое можно было бы защищать с метафизических позиций. Если Бог превосходит человеческий разум и не может быть понят присущими человеку формами мышления – а это позиция, которую по крайней мере можно защищать, – то с точки зрения разума нечестно сводить на нет интеллектуальные силы человека, втискивая Бога в такие формы, которые должны иметь весьма определенное рациональное содержание" [17, с.21].

Примечательна точка зрения другого математика. В книге В.Я.Скоробогатко "Смотрю на мир как математик"[89] проводится мысль: "Бог проявляется как закон больших чисел в теории вероятности".

Сопоставляя друг с другом совокупность определений (или описаний) Бога, невольно приходишь к ощущению, что создав (или получив) столь экстремальное, превышающее все мыслимые рамки понятие, человеческий разум стремится всеми доступными ему средствами его охватить, тем самым его как-то локализовать, разработать методику оперирования с этим понятием. Невольно на ум приходят ассоциации с сингулярными функциями (например δ -функциями Дирака) в математике, которые в точке или в каких-то областях обращаются в бесконечность, но тем не менее имеются четкие правила работы с ними.

Или возникают другие ассоциации с примитивами – самыми первичными понятиями в любой аксиоматике, например, в аксиоматике всем известной геометрии. Такими примитивами, в частности, являются бесконечно длинные прямые линии, бесконечные плоскости или точки, бесконечно малых размеров. Такие понятия во всей полноте их сущности также не способен охватить разум, но тем не менее человечество научилось оперировать с ними. Оказывается, нет надобности их определять более, чем сформулировать аксиомы, которым эти понятия удовлетворяют. В итоге любой школьник решает задачи, доказывает теоремы, оперируя с прямыми линиями и бесконечными плоскостями.

Таким образом разум "штурмует небо", стремится возвыситься до Бога, и, как видно из этого, некоторыми возможностями он располагает...

Суммируя все приведенные высказывания о Боге, можно сделать вывод: *Бог – это олицетворение первоначал, высших тайн природы и тайнств духовной жизни человека.* Как бы это ни называлось: Богом, Аллахом, Природой, материей и т.д., первоначало и высшие тайны всегда достойны наивысшего уважения и самого почтительного к ним отношения.

Похоже, что и современные наиболее просвещенные теологи допускают возможность подобного понимания Бога. В подтверждение этого хотелось бы указать на характерную “неточность”, вкраившуюся в многотомный труд протоиерея Александра Меня. Причисляя А.Эйнштейна к верующим в Бога, он приводит пространную цитату из его лекции “От относительного к абсолютному”, где говорится о том, что наряду с относительными величинами должны существовать абсолютные [121, с.52]. Эйнштейн имел ввиду инварианты, т.е. величины, одинаковые во всех системах отсчета. А.Мень же понял их как первоначало и в цитате написал “Абсолютное” с большой буквы, как это принято для обозначения Бога.

Наконец, хотелось бы напомнить определения Бога в марксистско-ленинской литературе. Так в “**Философской энциклопедии**” сказано: “Бог - фантастический образ, лежащий в основе религиозных верований и выражающий представление о сверхъестественном существе, которому якобы свойственно особое могущество. Бог непознаваем, является предметом слепого почитания и веры. В иудаизме и исламе вера в единого и всемогущего Бога (монотеизм) – главный догмат религии. В христианстве образ Бога также занимает центральное место, но это образ сложный, триединый (Бог-Отец, Бог-Сын, Бог-Дух Святой - “Святая Троица”).”

Более семидесяти лет в сознание населения нашей страны внедрялось **ленинское определение** Бога: “Бог - есть (исторически и житейски) прежде всего комплекс идей, порожденных тупой придавленностью человека и внешней природой и классовым гнетом, идей, *закрепляющих* эту придавленность, *усыпляющих* классовую борьбу” [60, с.93].

1.4 Что такое религия?

Имеется множество пониманий религии. Приведем некоторые из них, а затем дадим определение, которого будем придерживаться в этой книге.

В **“Энциклопедическом словаре”** 1955 года [123] давалось следующее определение: “Религия, вера в существование сверхъестественного мира, в управление мира божественными силами: извращенное фантастическое отражение в сознании людей господствующих над ним природных и общественных сил. Всякая религия противоположна науке”. Из этого определения можно выделить три основных утверждения: во-первых, это утверждение о вере в существование “сверхъестественного мира”, отличающегося от “естественного мира”. Этот тезис противоречит приведенному выше пониманию религии Нильсом Бором. Во-вторых, в определении имеется в виду глобальный характер религии; она относится к восприятию человеком всего мира. В-третьих, в определении содержится резкое противопоставление науки и религии. В целом же это определение имеет воинственный характер по отношению к религии и верующим. Позволим спросить, что такое “извращенное” и “фантастическое”? Под эти эпитеты можно подвести многие научные а также марксистско-ленинские представления. Последние оставим в стороне, но спросим, а теплород, флогистон или физический эфир можно отнести к извращенным или фантастическим?

В **“Советском энциклопедическом словаре”** 1988 года дается уже более спокойное определение: “Религия – мировоззрение и мироощущение, а также соответствующее поведение и специфические действия (культ), основанные на вере в существование бога или богов, “священного”, т.е. той или иной разновидности сверхъестественного”. Далее же добавляются резко отрицательные высказывания Энгельса и Маркса о религии. В этом определении можно разглядеть новый аспект, – это “соответствующее поведение и специфические действия”.

Классики марксизма-ленинизма ставили на место религии философию, точнее, – марксистско-ленинский диалектический материализм. Для религии места не оставалось. Все глобальные вопросы мироздания относились к сфере философии как “науки о наиболее общих закономерностях мира”. **К.Маркс** (1818- 1883) и его последователи считали, что религия имеет временный характер, что “религия будет исчезать в той мере, в какой будет развиваться социализм. Ее исчезновение должно произойти в результате общественного развития, в котором крупная роль принадлежит воспитанию” [90]. Подобные же высказывания, только в еще более резкой форме, можно найти у **В.И.Ленина** (1870-1924). Позже **Н.С.Хрущев** (1894-1971) обещал к 80-му году показать народу последнего советского священника.

Не оставалось места для религии и во взглядах ряда великих ученых - физиков, например, у Дирака, как это видно из вышеприведенного его высказывания. Близкие соображения можно найти в "Последних мыслях" А.Пуанкаре (1854- 1912).

Однако имеются и иные понимания религии. В частности Г.Гегель, диалектика которого явилась составной частью диалектического материализма, считал религию тождественной философии. При этом он во главу угла ставил момент всеобщности религии: "Первое в понятии религии - снова само *всеобщее*, момент мышления в его совершенной всеобщности" [30, с.253].

О множестве определений религии писал А.Мень: "Что же такое сама религия, религиозная вера, и что ее порождает? Ответы на эти вопросы даются самые различные и порой противоречивые. Так, например, Кант связывал религию с чувством нравственного долга, немецкий богослов Шлейермахер - с чувством зависимости, французский историк Рейнак - с "совокупностью совестливых чувств", английский мыслитель Рассел определял ее как страх перед неведомым, немецкий философ Паульсен - как внутреннее настроение, заключающееся в "смирении и уповании". В настоящее время в литературе имеется более 70 различных определений религии и множество теорий ее возникновения" [67, с.28].

Определим религию исходя из следующих соображений. Общепринято, что наш мир неисчерпаем, что его явления, понятия и закономерности составляют как бы некое бесконечное множество. Естественно полагать, что базой науки является подмножество вскрытых и изученных закономерностей мира, тогда как базой, питающей средой религии является область непознанного. Очевидно, что по мере развития науки ее база расширяется. Отсюда некоторые делают вывод, что сфера религии быстро сужается и в скором будущем станет практически несущественной. Однако это пример некачественного моделирования рассуждений, основанного на интуитивном представлении о целом и его части. Давайте более аккуратно используем подходящую математическую модель. В математике хорошо разработана теория множеств. Когда говорится о неисчерпаемости мира (даже электрона), то несомненно имеется ввиду бесконечное множество. Не будем вдаваться в такие тонкости как то, что бесконечные множества бывают счетными и континуальными (непрерывными). Важно другое - какое подмножество в этой модели сопоставляется познанным закономерностям? Разумно допустить, что мы знаем о мире не так уж и много. Л.Н.Толстой говорил: "Несомненный признак истин-

ной науки – сознание ничтожности того, что знаешь, в сравнении с тем что раскрывается” [95, с.74]. Видимо, познанное должно моделироваться конечным подмножеством. Из математики известно, что если из бесконечного множества элементов вычесть конечное подмножество, то в итоге получается опять бесконечное множество. Даже в том случае, если настаивать, что наука в состоянии описывать вскрытыми ею принципами бесконечное число явлений, то все равно останется возможность таких математических моделей, когда из бесконечных множеств вычитаются бесконечные, и в итоге по-прежнему остаются бесконечные множества. Но тогда база для религии всегда остается бесконечной!

Определим религию как ту часть целостной системы представлений о сущности, о движущих началах и закономерностях всего мироздания, которая дополняет познанное человеком до целого и определяет его ориентацию и действие в непознанной совокупности мировых проблем и обстоятельств. Поясним сказанное с помощью рисунка 1.1.

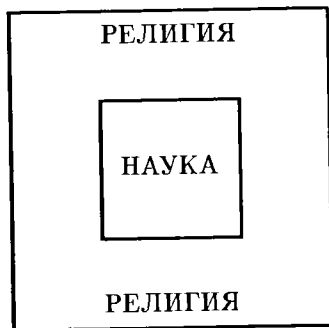


Рис. 1.1: Соотношение науки и религии.

На наш взгляд, это определение охватывает большинство известных пониманий религии, в том числе и марксистско-ленинское, если под последним подразумевать саму философию диалектического материализма. Сюда же попадает и эйнштейновское понимание религиозности. Значительный упор здесь сделан на функциональную сторону религии. Она одновременно создает человеку ощущение устойчивости существования в загадочном мире и служит компасом, позволяющим шагнуть от известного в сферу непознанного. Для нас самым существенным

ным является то, что под данное здесь определение религии подпадают и некоторые теоретические конструкции в физике.

Уместно напомнить высказывание Н.А.Бердяева: "По классическому и вечному определению веры, одинаково ценному и в религиозном, и в научном отношении, *вера есть обличение вещей невидимых*. В противоположность этому знание может быть определено как *обличение вещей видимых*" [2].

Известно, что наука интенсивно раздвигает сферу своего действия. Она захватывает области, которые долгие века, а может и тысячелетия, входили в сферу компетенции философии или религии. При этом зачастую оказывается, что укоренившиеся религиозные представления вступают в противоречие с научными выводами. Такие представления должны уступать место научным взглядам. Исходя из этого, ряд коллег задавались вопросом: Что же получается? Согласно данному выше определению религия обречена на положение вечно отступающей под напором науки стороны. Достойное ли место отведено религии подобным определением?

Как это ни парадоксально может показаться на первый взгляд, но религия от этого только выигрывает. Она обогащается, и религиозная картина начинает блистать новыми красками. Не следует забывать, что человеком воспринимаются, главным образом, области соприкосновения науки и религии, а по мере расширения сферы науки такая область делается значительно шире. А за спиной у религии бесконечность. В таких случаях принято говорить: "Чем дальше в лес, тем больше дров". Подобные мысли можно найти у В.И.Вернадского. Он писал: "Если же мы рассмотрим всю историю христианства в связи с вековым спором с наукой, мы увидим, что под влиянием этой последней понимание христианства начинает принимать новые формы, и религия поднимается в такие высоты и спускается в такие глубины человеческой души, куда наука не может за ней следовать. Вероятно, к тому же приведут и те настроения, какие наблюдаются в настоящее время в науке, когда наука начинает становиться по отношению к религиям в положение, какое долгое время по отношению к ней занимало христианство. Как христианство не одолело науки в ее области, но в этой борьбе глубже определило свою сущность, так и наука в чуждой ее области не сможет сломить христианскую или иную религию, но ближе определить и уяснить формы своего ведения" [16, с.186].

1.5 Классификация религий

Поскольку имеется множество религиозных учений и ряд физических парадигм, то для их сопоставления прежде всего следует классифицировать те и другие и лишь затем обсуждать их соответствие. Начнем с классификации духовных религий. Для этого выделим ключевые категории, на которые опираются религиозные учения, и будем различать религии по роли в них этих категорий. Точно таким же образом в дальнейшем будем классифицировать и физические парадигмы. *В духовных религиях следует выделить две ключевые категории: материальную сущность и духовное начало (Бог).* Для отечественного читателя хорошо известно, что согласно классикам марксизма-ленинизма отношение к этим двум категориям определяется решением так называемого “основного вопроса философии”. Те же классики постулировали, что возможно лишь два ответа на основной вопрос философии: “верный” – что первична материя, а дух вторичен, и “ошибочный”, идеалистический, который означает признание первичным духа. Утверждается, что третьего не дано. Эти два ответа расставляют всех по две стороны баррикады.

Отойдем от столь категоричной воинствующей точки зрения. Будем придерживаться более спокойного и широкого взгляда на множество имеющихся религиозных учений, относя сам марксизм-ленинизм к одной из их форм. Предлагается разделить религиозные учения на пять основных классов (парадигм), каждый из которых содержит совокупность близких по характеру религий. Эти религиозные парадигмы изображены в виде таблицы на рисунке 1.2. Кружочки с буквой М означают материальную сущность, а с буквой Д – духовное начало. Двойные кружочки обозначают, что в соответствующих религиозных системах эта категория выступает в качестве первичной, а одинарные – что эта категория рассматривается как вторичная. Как видно из рисунка, всего имеется пять возможных соотношений между этими двумя категориями. Чтобы сохранить бытовавший у нас взгляд на основной вопрос философии на рисунке все классы религий разделены на два столбца: на так называемые “идеалистические” и “материалистические” классы религии. Кроме того, произведено разделение религий по горизонтали: на дуалистические, на генерирующие, где одна категория подавляет другую, и на одинарные. Охарактеризуем более подробно каждую из парадигм.

1-я парадигма содержит дуалистические религиозные учения, где материальная сущность и духовное начало полагаются

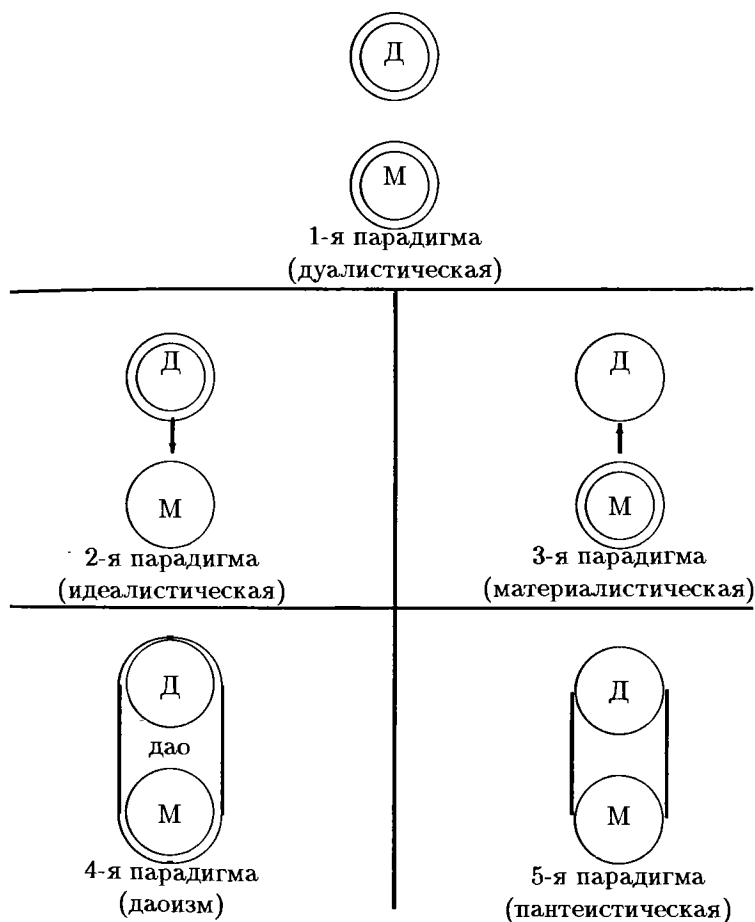


Рис. 1.2: Классификация религий (духовных парадигм).

в равной степени первичными. К этой парадигме следует отнести ряд, на первый взгляд, разнородных религиозных систем:

а) Прежде всего это язычество в большинстве своих форм. Для язычества характерно представление о самостоятельной сущности материального мира, космоса. Наряду с этим вводятся божественные начала, соответствующие абстракциям специфических человеческих, социальных и природных свойств и качеств. Поскольку таких качеств много, то и божественных начал, богов в языческих религиях было значительное количество. Часто язычество еще именуют политеизмом. Наиболее ярким примером является античная религия.

б) Другой пример дуалистической религии – это древнегреческое учение орфиков, разделявшее тело (материальное начало) и дух, духовное бессмертное начало. На этом учении затем была развита религиозная система Платона. Далее следует назвать учение гностиков (1-2 в.в. н.э.) и манихейцев. В основу гностицизма положено два начала: одно – духовное знание, достигаемое и проявляющееся в эманациях – зонах, и второе – материя, источником которого является Димиург.

в) К дуалистическим относятся также взгляды Декарта, который вводил субстанции двух родов: телесные и духовные. Духовная субстанция ответственна за мышление, а главный атрибут телесной (материальной) субстанции – протяжение. Заметим, что упоминание о материальных и нематериальных (духовных) субстанциях можно найти и в работах многих последующих мыслителей, включая Ньютона, Римана и других. В физике материальная субстанция затем породила понятие эфира.

2-я парадигма содержит наиболее распространенные религии мира: христианство, иудаизм, ислам. В основу этих религий положена идея о первичности единого Бога – создателя и вседержителя всего материального мира. Бог выступает как абсолют, как бесконечная божественная личность, трансцендентная миру, свободно творящая и управляющая всем миром. Христианство можно понимать как развитие иудаизма. Оба эти религиозные учения включают в себя ветхий завет.

Основное отличие христианства от других теистических религий (иудаизма и ислама) содержится в двух догматах: троичности Бога и боговоплощения. Догмат троичности утверждает, что единая божественная сущность проявляется в трех ипостасях: Боге Отце (безначальном первоначале), Боге-Сыне (Логосе, т.е. абсолютном смысле) и Святом Духе (жизнетворящем начале жизненной динамики). Догмат боговоплощения состоит в “очеловечении”

Бога, по которому Иисус Христос совмещает в личностном единстве всю полноту как человеческой, так и божественной природы.

Ислам, возникший в 7 веке н.э. в Аравии, заимствовал много сторон иудаизма. В этом учении Бог-Аллах также един. В отличие от христианства в исламе не допускается ни триединства, ни боговоплощения. Мусульманское богословие – коран декларирует чрезвычайно жесткие требования к верующим. В коране по отношению к религии не допускаются ни рассуждения, ни суждения по аналогии. Предписывается подчиняться признанным авторитетам, не задавать вопросов, не делать сравнений.

3-я парадигма представлена марксистско-ленинским диалектическим материализмом. На протяжении многих лет в сознание нашего общества внедрялось, что диалектический материализм отражает наиболее общие законы бытия и познания в системе категорий и составляет целостную систему философского знания – мировоззрение. Можно утверждать, что диалектический материализм удовлетворяет данному выше определению религии. В качестве первичного и единственного начала в диалектическом материализме берется материя. Ленин писал, что *“единственное “свойство” материи, с признанием которого связан философский материализм, есть свойство быть объективной реальностью, существовать вне нашего сознания”* [59, с. 247]. *“Материя есть философская категория для обозначения объективной реальности, которая дана человеку в ощущениях его, которая копируется, фотографируется, отображается нашими ощущениями, существуя независимо от них”* [59, с.117]. Нет нужды напоминать более подробно содержание этой религии.

Следующей назовем **5-ю парадигму**, под которой будем понимать некоторые из религиозных систем, обычно относимых к пантеизму. Однако, на наш взгляд, к пантеизму причисляют разные по своей сути религии. К пятой парадигме будем относить те религиозные системы, в которых категории материи и духа (Бога) отождествляются друг с другом. Идеологи марксизма-ленинизма усматривали в ряде таких учений ранние проявления стихийного домарковского материализма и причисляли их сторонников к *“правильному” материалистическому мировоззрению*. В частности, сюда относили взгляды Николая Кузанского, которого считали одним из первых пантеистов эпохи Возрождения. Он рассматривал Бога как *“бесконечный максимум”*, приближающийся к природе как к *“ограниченному максимуму”*, низводя бесконечность Бога в природу. В 16-17 веках к таким пантеистам относят также Кардано, Патрици, Кампанеллу, Бруно. Особенно вели-

ка роль в развитии этого учения была у Спинозы, построившего целостную религиозно-философскую систему, в которой понятие “Бог” и “природа” тождественны.

Наконец, 4-ю парадигму составляют пантеистические системы, в которых в качестве первичной выбирается некая более общая категория, из которой выделяются как вторичные, производные понятия общепринятые категории материи и духа. Это принципиально иной тип пантеизма. Идеи такого рода можно усмотреть в индуизме, даосизме и других религиозных и философских системах. В даосизме (китайской философии и религии 6-5 в.в. до н.э.) такой обобщенной категорией является дао. Это понятие трудно поддается определению. В некотором смысле под дао можно понимать “путь” природы, ее закономерность, первопричину всего сущего. Дао вечно и необъятно. В эту категорию заключено как материальное, так и духовное начала. С течением времени и в разных школах понятие дао изменялось, трактовалось по-разному. Нам представляется, что в этом древнем религиозном учении имеется множество идей, созвучных идеям современной теоретической физики.

1.6 Что такое философия?

Мы обсудили, что такое религия. Что такое наука, – известно. Тем не менее напомним официальное определение. “Наука – итог, совокупность знаний о природе, обществе и мышлении, накопленных в ходе общественно-исторической жизни. Цель науки – вскрывать объективные законы явлений, давать объяснения явлений”. А что такое философия? Оказывается, ответить на этот вопрос еще сложнее, чем на вопрос: что такое религия? Имеется очень широкий диапазон мнений по этой проблеме.

Известный русский философ С.Л.Франк (1877-1950), обсуждая в своей работе “Философия и религия” трактовку сущности философии некоторыми своими современниками, писал: “Этому хотя бы представлению следует прежде всего противопоставить гораздо более древнюю, универсальную и внутренне обоснованную традицию в понимании существа философии. Согласно этой традиции, по меньшей мере предмет философии и религии совпадает, ибо единственный предмет философии есть Бог. Философия по существу, по целостностной и универсальной своей задаче есть не логика, не теория познания, не постижение мира, а Богопознание. Таково господствующее понятие философии в античной

мысли, проходящее, начиная от Гераклита, через Платона и Аристотеля, стоицизм и неоплатонизм; таково же средневековое понимание философии” [107, с.321]. Аналогичным образом понимали философию Ф.В.Шеллинг, Г.Гегель и ряд других философов.

Мнение большинства, которому возражал С.Л.Франк, выразил другой русский философ Н.А.Бердяев (1874-1948): “Мечта новой философии – стать научной или наукообразной. Никто из официальных философов не сомневается серьезно в верности и законности этого стремления во что бы то ни стало превратить философию в научную дисциплину. На этом сходятся позитивисты и метафизики, материалисты и критицисты. Кант и Гегель, Конт и Спенсер, Коген и Риккерт, Вундт и Авенариус все хотят, чтобы философия была наукой или наукообразной. Философия вечно завидует науке. Наука – предмет вечного вожделения философов. Философы не смеют быть самими собою, они хотят во всем походить на ученых, во всем подражать ученым. Философы верят в науку больше, чем в философию, сомневаются в себе и в своем деле и сомнения эти возводят в принцип” [3, с.47].

И мы в течение долгих лет не сомневались, что философия – это одна из важнейших наук. Так, в “Философском словаре” издания 1988 года сказано: “**Философия** (греч. *phileo* – люблю и *sophia* – мудрость) – наука о всеобщих закономерностях, которым подчинены как бытие (т.е. природа и об-во), так и мышление человека, процесс познания. Ф. является одной из *форм общественного сознания*, определяется в конечном счете экономическими отношениями об-ва.” И далее говорится: “В то же время из-за недостаточности конкретных знаний Ф. пыталась заменить недостающие связи и закономерности мира вымышленными, превращаясь тем самым в особую, стоящую над всеми др. науками, “науку наук”. В отношении природы такая Ф. выступала как *натурфилософия*, в отношении истории – как *философия истории*. Последней системой такого рода была Ф. *Гегеля*. Однако по мере роста и дифференциации знаний исчезли всякие основания для существования Ф. как “науки наук”. Ясное понимание общественной потребности, которая рождает Ф. как особую науку, понимание ее места и роли в составе духовной культуры, а следовательно и круга ее проблем (ее предмета) было впервые достигнуто в марксизме-ленинизме (*Диалектический материализм, Исторический материализм.*”

Бердяев не согласен с пониманием философии как науки. Он пишет: “Философия ни в каком смысле не есть наука и ни в каком смысле не должна быть научной. Почти не понятно, почему

философия пожелала походить на науку, стать научной. Не должны быть научны искусство, мораль, религия. Почему философия должна быть научна?" [3, с.48-49]. И он дает свое определение философии: *"Философия есть искусство, а не наука. Философия особое искусство, принципиально отличное от поэзии, музыки или живописи, — искусство познания. Философия — искусство, потому что она — творчество. Философия — искусство, потому что оно предполагает дар свыше и призвание, потому что на ней запечатлевается личность творца не менее, чем на поэзии и живописи. Но философия творит бытийственные идеи, а не образы. Философия есть искусство познания в свободе через творчество идей, противящихся мировой данности и необходимости и проникающих в запредельную сущность мира"* [3, с.54].

Похоже, что сейчас наши отечественные философы качнулись в другую крайность. Спросите их: что такое философия? И многие из них ответят, что это, скорее, разновидность искусства.

Вот такой широкий диапазон мнений в гигантском треугольнике: религия — наука — искусство. Ученым, реально работающим в области фундаментальной науки, такой разноречивой не подходит. С такой неопределенностью в понимании предмета философии ею пользоваться, мягко выражаясь, затруднительно.

Посмотрим, как трактуют философию (точнее, философию естествознания или натурфилософию) физики-теоретики. Один из создателей (копенгагенской) интерпретации квантовой механики Макс Борн (1882-1970) в одном из своих докладов говорил: "Позвольте процитировать вам определения метафизики, взятые у двух современных философов. Согласно Вильяму Джемсу, "метафизика это необычайно упорное стремление мыслить ясным образом". Бертран Рассел пишет: "Метафизика, или попытка охватить мир как целое посредством мышления". Эти формулировки подчеркивают две главные стороны метафизики: одна — метод (обязательная ясность мышления), другая — предмет изучения (мир как целое)... Я предлагаю употребить слово "метафизика" в более скромном значении — как в отношении метода, так и предмета, — а именно как "исследование общих черт структуры мира и наших методов проникновения в эту структуру" [10, с.190]. После обсуждения достижений фундаментальной физики и их влияния на мировоззрение человечества он сказал: "Позвольте мне закончить лекцию одним замечанием по поводу определения метафизики, данного Расселом, с которого я начал: метафизика — попытка постичь мир как целое с помощью мысли. Имеет ли какое-нибудь значение для решения этой проблемы гносеологический"

урок, преподаанный нам физикой? Я думаю, что да, ибо он показывает, что даже в ограниченных областях описание всей системы в единственной картине невозможно. Существуют дополнительные образы, которые одновременно не могут применяться, но которые тем не менее друг другу не противоречат и которые только совместно исчерпывают целое. Это весьма плодотворное учение, и при правильном применении оно может сделать излишним многие острые споры не только в философии, но и во всех областях жизни" [10, с.208]. Нам представляется, что здесь под дополнительными образами понимаются религиозные, т.е. тогда религия и наука в образе философии дополняют друг друга в духе квантовомеханического принципа дополнительности. Такая точка зрения наиболее близка данному выше нашему определению религии.

Иначе трактовал философию физик-теоретик Э.Шредингер. "По мнению Шредингера, философия не является частью самого здания науки, но подобна строительным лесам, без которых нельзя обойтись при постройке здания. Однако после завершения строительства леса больше не нужны и должны быть убраны. Так метафизика превращается в процессе погружения в материал исследования и его завершения - в физику" [38, с.226].

Другой великий естествоиспытатель и физик-теоретик Эрнст Мах (1838-1916) действовал более радикально. В своей книге "Познание и заблуждение" он писал: "я не желаю также, разумеется, быть таким естествоиспытателем, который слепо доверяется руководству одного какого-нибудь философа, как это требовал, например, от своего пациента врач в комедии Мольера". Далее он определил свою задачу: "Прежде всего я поставил себе целью не ввести *новую философию* в естествознание, а удалить из него *старую отслужившую свою службу*, каковая задача, впрочем, весьма не понравилась и кое-кому из естествоиспытателей. Среди многих философских систем, появившихся на свет с течением времени, можно насчитать немало таких, которые самими философами признаны ложными, или, по крайней мере, так ясно изложены ими, что всякий непредубежденный человек легко может разглядеть их ошибочность. В естествознании, где они встречали менее внимательную критику, эти философские системы дольше сохранили свою живучесть: так, какая-нибудь разновидность животных, неспособная защищаться от своих врагов, может сохраниться на каком-нибудь заброшенном острове, неоткрытая своими врагами. Такие философские системы, не только бесполезные в естествознании, но и создающие вредные бесплодные мнимые проблемы, ничего лучшего не заслужили, как устранения" [66, с.4].

В итоге работ Маха и его последователей сложилось новое направление в философии, известное как позитивизм. Оно опиралось на достижения науки конца XIX века и сыграло немалую роль в развитии физики в начале XX века.

1.7 Классификация философских систем по С.Н.Булгакову

Известно множество философских систем. Согласно С.Н.Булгакову (1871-1944) все философские системы можно классифицировать по характеру трактовки в них трех ключевых начал. В своей книге "Трагедия философии" [12] он писал: "Есть три основных самоопределения мысли, образующих для неё исход и определяющих ее ориентацию, по этим трем рубежам разделяются все философские системы с их основными началами: 1) ипостась или личность; 2) идея ее или идеальный образ, логос, смысл; 3) субстанциальное бытие как единство всех моментов или положений бытия, как реализующееся все. *Я есмь Нечто* (потенциально все) – эта формула, выражающая суждение, содержит в себе в сокращенном виде не только схему сущего, но потому и схему истории философии. Эту трехчленную формулу, содержащую в себе логическое триединство и тройственность моментов связывающую в нераздельность и несекомость, непрестанно в разных направлениях рассекает философствующая и в произвольности этого рассечения и избрания отдельных начал еретическая мысль, и способом этого рассечения определяется стиль философствования" [12, с.317].

Булгаков считал, что истинной может быть лишь триединая философская система, в которой все три начала присутствуют на равной ноге, однако обычно философские системы следуют "основному стремлению разума – к логическому монизму, т.е. в логически связному и непрерывному истолкованию мира из одного начала." Так, он писал: "Философские системы, вместо того чтобы быть философской транскрипцией или, если угодно, схематической разработкой мотивов триединства, оказываются вариантами философии тождества, или, что то же, монизма, причем в качестве вторичной, добавочной характеристики значение получает и то, какой из моментов берется за исходный. Таким образом получается троякая возможность философствующей ереселогии монистического модализма, и, очевидно, системы философии могут естественно распределиться между тремя обширными группами".

пами: а) системы, исходящие из подлежащего или субъекта, Я, или системы *идеалистические*; б) системы, исходящие из сказуемого, *панлогистические*; в) системы, исходящие из связки, т.е. из безличного бытия, *реалистические*, причем реализм этот может иметь различный характер: мистико-созерцательный, эмпирический, материалистический”[12, с.329].

Булгаковскую классификацию философий проиллюстрируем графически в том же духе, что и классификацию религий. Для этого будем пометать три начала обведенными кружочками буквами: Я – первое, личностное начало, И – идеальный образ, М – субстанциальное (материальное) начало. Двойной кружочек будет означать, что соответствующее начало выбрано в качестве первичного, а одинарный, – что это начало имеет вторичный, производный характер. Классификация Булгакова изображена на рисунке 1.3.

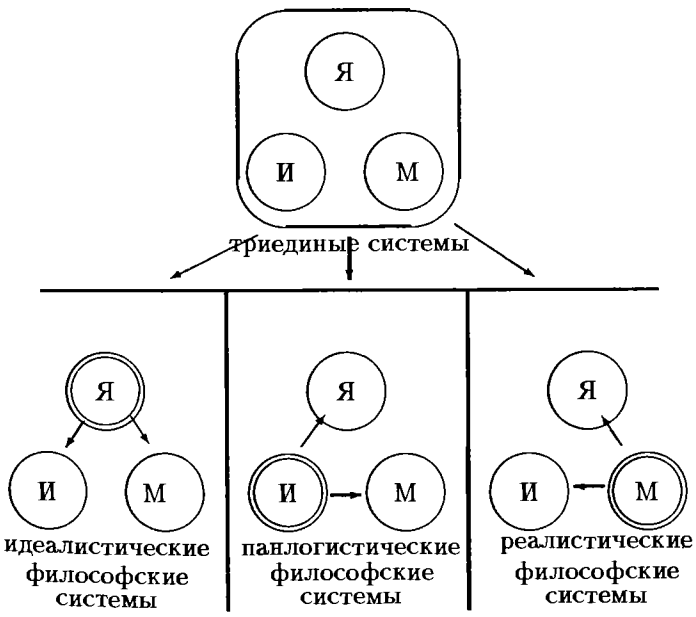


Рис. 1.3: Классификация философских систем по С.Н.Булгакову.

Булгаков дает следующие определения каждого из трех нижних классов философских систем:

А. Системы идеалистические: “Здесь философствующую мысль более всего поражает, “удивляет” философским удивлением то непререкаемое свидетельство нашего самосознания, что все сущее существует в Я, перед Я и для Я: мир есть зрелище для некого созерцателя, или представление некого субъекта. Мир субъективен, он есть субъективное представление, вне субъекта, без субъекта ничего не существует” [12, с.330].

В нашей литературе такое философское направление было принято называть субъективным идеализмом. Булгаков отмечает, что мотив “иллюзорности, призрачности, обманчивости” мира был широко распространен в индийской философии, затем проявлялся в Греции в скепсисе софистов. Значительно позднее он возродился в Англии в учениях Коллиера и Беркли. Это направление можно усмотреть в исходном пункте учения Декарта, но “истинным отцом философского идеализма” следует считать Канта.

В. Системы панлогистические: “Мир как представление, совокупность идей, организм идей. Эти идеи, умный мир, умопостигаемую, вечно сущую область чистого бытия, и рассматривает панлогизм как субстанцию: для него не только в *начале* было слово, — логос, но и *началом* было слово, и ВСЕ не только *ТЕМ* было, но и из того возникает, таков основной тезис панлогизма, главная его мысль” [12, с.355].

Иначе это философское направление называется объективный идеализм. Родоначальником таких философских систем следует считать Платона. К “радикальным панлогистам” Булгаков относит Гегеля.

С. Системы субстанциальности, — философия тождества, монизм: “Если в идеализме исчерпывающим и определяющим началом была ипостась, а в панлогизме мысль, то здесь таковым началом является субстанция как природа (внеипостасная, или безыпостасная, или доипостасная). Очевидно, философия этого типа всегда есть натурализм, но разных форм и оттенков, от самых грубых до самых утонченных. Системы натурализма являются чрезвычайно многочисленными и распространенными” [12, с.370].

В настоящее время такие философские системы принято называть материалистическими. К ним Булгаков отнес учения Парменида, Гераклита, Пифагора, Эмпедокла, древних атомистов, стоиков, Левкиппа, Демокрита. Из более близких к нам он назвал учение Спинозы, своеобразное учение о монадах Лейбница, натурфилософию

лософию Шеллинга и ряд других. Добавим к этому марксистско-ленинский диалектический материализм.

Сделаем несколько замечаний по данной классификации:

Во-первых, очевидно, что данная классификация частично пересекается с приведенной выше классификацией религий. Это еще раз подчеркивает близость как задач, так и предмета философских и религиозных систем. Напомним, что Булгаков так и трактовал философские системы как различные еретические усечения религии, опирающейся на неразрывное единство трех начал.

Во-вторых, отметим, что в классификации как религиозных, так и философских систем общими являются два начала: идеальное и материальное. Третье, личностное начало (Я) в философии выступает явно, тогда как в религиозных системах, где человек по определению поставлен в центр мироздания, оно присутствует неявным образом.

В-третьих, опыт классификации религиозных систем и затем физических парадигм свидетельствует о довольно грубом делении философских систем на три класса. Нам представляется, что из названных выше, а также из неназванных, можно выбрать дуалистические (двуединые) системы, опирающиеся на пару из указанных начал. Образец такого рода более тонких классификаций представлен в главе три.

Опираясь на мировой опыт построения философских систем, а также на опыт исследований в области фундаментальной теоретической физики, сформулируем свою позицию о характере необходимой философской системы. На наш взгляд, дискуссии о двух началах – идеальном и материальном – отражают суть нашего мира. Возникшие трудности в рамках философских систем, пытавшихся опереться на одно из них, свидетельствуют о неправомерности отделения этих двух начал друг от друга. Например, в рамках материалистической философии постулирование, что все объективно существующее является материей, а затем введение форм существования материи на самом деле означает использование в этой философской системе двух начал, слитых воедино. Аналогичное можно сказать и про идеалистические (в классификации Булгакова панлогистические) философские системы, в которых из идеального начала так или иначе возникает материя. Таким образом, с оговорками о характере первого (личностного) начала, наша позиция ближе всего стоит к точке зрения Булгакова.

1.8 Соотношение науки, философии и религии

Итак, перед нами три формы постижения мира: наука, философия и религия. Как видно из предыдущего, они тесно связаны друг с другом. Однако относительно характера этих связей имеется довольно широкий спектр мнений: от тождества отдельных форм до отрицания некоторых из них или связей между ними. Давайте опять используем метод классификации возможных суждений (систем мировоззрения) и тем самым сопоставим взгляды сторонников различных точек зрения. Проиллюстрируем различные подходы с помощью рисунка 1.4. Опять введем символы, со

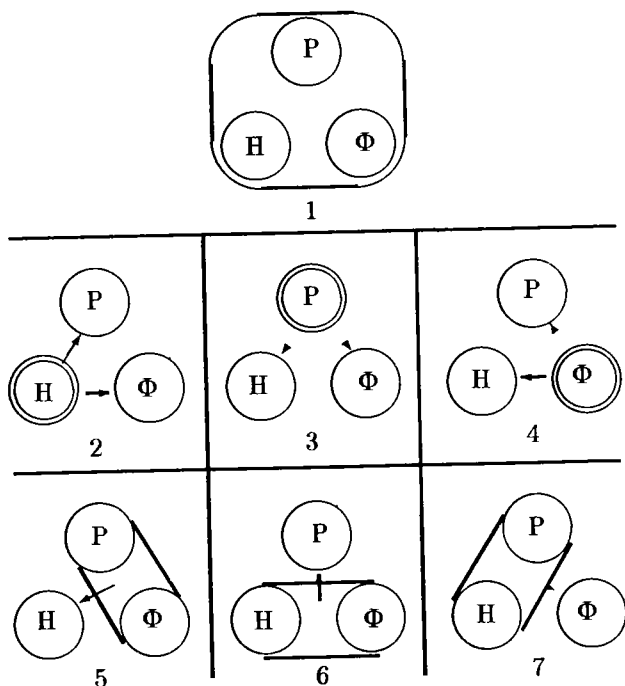


Рис. 1.4: Классификация различных подходов к соотношению трех форм постижения мира.

ответствующие трем формам постижения мира: Р – религия, Н – наука, Ф – философия. Опять двойными кружками будем отмечать первичные формы в системах мировоззрения, а одинарными кружками пометим производные, вторичные или вообще отсутствующие формы постижения мира. Сплошные овалы, охватывающие несколько форм, означают признание либо тождественности этих форм, либо их неразрывного единства. При этом будем придерживаться более тонкой классификации, чем у Булгакова, – на рисунке 1.4. изображены 7 систем мировоззрения: одна триединая, три монистические и три дуалистические.

Приведем высказывания сторонников различных систем мировоззрения:

Триединая (первая) система. К ее сторонникам следует отнести русского философа В.С.Соловьева (1853-1900), который считал, что истинное знание есть *сущее единство* всех трех форм. В своей книге “Критика отвлеченных начал”[91] он писал: “Таким образом, в основе истинного знания лежит мистическое, или религиозное, восприятие, от которого только наше логическое мышление получает свою *безусловную* разумность, а наш опыт – значение безусловной реальности. Будучи непосредственным предметом знания мистического, истина (всеединое сущее) становится предметом знания естественного, т.е. будучи сознательно усвояема человеческим разумом и человеческими чувствами, она вводится в формы логического мышления и реализуется в данных опыта. Этим образуется система истинного знания, или свободной теософии, основанной на мистическом знании вещей божественных, которого она посредством рационального мышления связывает с эмпирическим познанием вещей природных, представляя таким образом всесторонний синтез теологии, рациональной философии и положительной науки.

Этот великий синтез не есть чья-нибудь субъективная, личная потребность: недостаточность эмпирической науки и бесплодность отвлеченной философии, с одной стороны, а с другой стороны, невозможность возвратиться к теологической системе в ее прежней исключительности, необходимость развить и восполнить мистическое начало элементами рациональными и природными – реализовать его как всеединое – все это ясно осознано умом человечества как результат его отрицательного развития. Самое это развитие отвлеченных начал, совершенное западным человечеством, содержит в себе живую и реальную картину этих начал, их суд и осуждение; так, отвлеченный клерикализм уничтожен своим собственным последовательным развитием в папстве; отвлеченная

философия осуждена гегельянством, а отвлеченная наука подрывается современным позитивизмом; так что наша критика только выражает в общих формулах тот неизбежный вывод, к которому приводит реальный исторический процесс, пережитый умом человечества; этот вывод есть положительное всеединство"[91, с.590].

К этой же системе мировоззрения из неразрывно слитых различных форм постижения мира следует отнести и взгляды **В.И.Вернадского** (1863-1945). Он писал: "Отделение научного мировоззрения и науки от одновременно или ранее происходившей деятельности человека в области религии, философии, общественной жизни или искусстве невозможно. Все эти проявления человеческой жизни тесно сплетены между собой и могут быть разделены только в воображении"[16, с.185].

В приведенном выше высказывании В.С.Соловьева кроме разъяснения триединой системы мировоззрения содержатся информация и критические замечания о других трех системах. На рисунке 1.5 они проиллюстрированы второй строкой (под номерами 2, 3, 4). Эти взгляды до сих пор имеют ряд сторонников.

Ко второму виду мировоззрения можно отнести взгляды **А.Пуанкаре** (1854-1912), высказанные им в его "Последних мыслях": "Религии могут иметь большую власть над верующими душами, но не все верующие; вера имеет силу только над некоторыми, разум же над всеми. Именно к разуму и необходимо возвратиться, я не говорю к разуму метафизика, построения которого блестящи, но эфемерны, как мыльные пузыри, которыми один миг забавляются и которые лопаются. Одна наука стоит прочно; она построила астрономию и физику, она сейчас строит биологию, тем же способом завтра она построит мораль" [77, с.506].

К третьему виду мировоззрения следует отнести позицию философа **Н.А.Бердяева**. Хотя на словах он и признавал самостоятельность всех традиционных форм познания мира, но считал, что всем может быть только религия: "*Религия есть жизненная основа философии, религия питает философию реальным бытием*. Философия не может претендовать быть всем, не достигает всеединства, как утверждал Гегель, она всегда остается частной и органически (не механически) подчиненной сферой... Всем может быть только религия, а не философия, только религиозно достижим универсальный синтез и всеединство. Философия может быть лишь органической функцией религиозной жизни" [2, с.20].

Четвертый вид мировоззрения опирается на философские системы. Не случайно философские системы переплетаются, а порой даже совпадают с религиозными. Окидывая взглядом исто-

рию философии, можно прийти к выводу, что фактически шел процесс переработки, модернизации религиозных систем. Постоянно делались попытки заменить древние классические религии более рациональными (философскими) системами, отвечающими уровню общественного сознания соответствующего времени. Из-за того, что формулировки классических религиозных систем достаточно расплывчаты, большинство религиозных истин подано в иносказательной форме, в виде притчей, долгое время философские системы оказывались совместимыми с религиозными, даже имели характер их уточнения и пояснения. Именно этим объясняется такой значительный разброс мнений о соотношении религии и философии.

Как писал известный русский философ Л.И.Шестов (1866-1938): "Принципом философии на все последующие времена оказывается разум, черпающий из себя самого" [115, с.373]. Он утверждал: "Но идеалистическая, как и материалистическая, философия всегда старалась возвыситься над Богом. И даже, в конце концов, теология, которая, как мне уже приходилось однажды указывать, даже в средние века, в пору своего величайшего расцвета и торжества, была всегда прислужницей философии (*ancilla philosophiae*), – и она непременно хотела быть выше Бога, над Богом. Вся *potestas audendi* (сила смелости) философов и теологов выражалась главным образом в стремлении подчинить Бога человеку" [115, с.372].

Пятый вид мировоззрения опирается на религиозную и философскую формы восприятия мира. Они могут представляться слитыми. Варианты этого подхода представлены в работах В.Шеллинга и Г.Гегеля. Последний писал: "Здесь религия и философия совпадают. В самом деле и философия сама есть богослужение, религия, ибо она по существу не что иное как отказ от субъективных домислов и мнений в своем занятии Богом. Следовательно, философия тождественна с религией... Различие заключается в том, что философия совершает это собственным методом, который именуют религиозным как таковым. Их общее состоит в том, что обе они религии, различие заключается в характере и методе этой религии. Они отличаются друг от друга методами своего постижения Бога. В этом коренятся трудности, достигающие на первый взгляд таких размеров, что подчас представляется невозможным согласиться с этим отождествлением философии и религии" [30, с.220].

К шестому виду мировоззрения следует отнести долгое время господствовавший у нас марксистско-ленинский диалекти-

ческий материализм. В его рамках игнорировалась религия в ее традиционном понимании. Опора делалась на науку и на философию как на один из важнейших разделов науки. Нам представляется, что философия позитивизма соответствует этому подходу, несмотря на всю критику махизма со стороны апологетов марксистско-ленинского учения.

Видимо, можно найти примеры мировоззрения, соответствующего седьмому из изображенных на рисунке 1.5 подходов.

В принципе, данную схему возможных подходов к миропониманию можно продолжить, введя класс дуалистических систем, когда полная картина мира допускает параллельное существование религиозной и научной картин мира. Примером таких систем могут служить взгляды М.Планка. Напомним, он считал, что "естествознание нужно человеку для знания, но религия нужна ему для действия" [76, с.306]. Другой крупнейший теоретик В.Гейзенберг выступал за более тесное сближение. Он писал: "Обе сферы, объективная и субъективная стороны мира, у него (у М.Планка, – Ю.С.В.) разъединены – но я должен признаться, что мне такое разделение немного не по душе. Я сомневаюсь, что человеческие общества могут долгое время жить с таким резким отграничением знания и веры" [31, с.209].

Он же так охарактеризовал мнение своего коллеги В.Паули по этому вопросу: "Развитие естествознания в последние два столетия, несомненно, изменило человеческое мышление в целом и вывело его из круга представлений христианской культуры. Поэтому не так уж маловажно то, что думают физики. Ведь именно узость этого идеала, – идеала объективного мира, существующего в пространстве и времени по закону причинности, – вызвала конфликт с духовными формами различных религий. И если само естествознание ломает эти узкие рамки – как оно это сделало в теории относительности и в еще большей мере способно сделать в квантовой теории, о которой мы теперь с таким жаром спорим. – то соотношение между естествознанием и тем содержанием, которое хотят охватить своими духовными формами религии, начинает выглядеть опять-таки иначе... В будущем, думая о порядке мироздания, нам следовало бы придерживаться середины, как она очерчена, например, в принципе дополнительности Бора. Наука, построенная на таком образе мысли, будет не только терпимее к различным формам религии, но сможет, пожалуй, полнее рассматривая целое, обогатить и мир ценностей" [31, с.210].

Таким образом, в литературе имеется широкий спектр видов мировоззрения. Перед каждым исследователем открывается ши

рокий выбор. Опираясь на ряд уже высказанных соображений выберем с рядом оговорок первый вид мировоззрения. На наш взгляд, действительно плодотворное мировоззрение должно опираться на философскую систему, проистекающую из конкретных наук, обобщающую и экстраполирующую их выводы за пределы уже исследованного и тем самым выходящую в область религиозных систем. При этом роль философии оказывается промежуточной между наукой и религией. Поясним это с помощью рисунка 1.5.

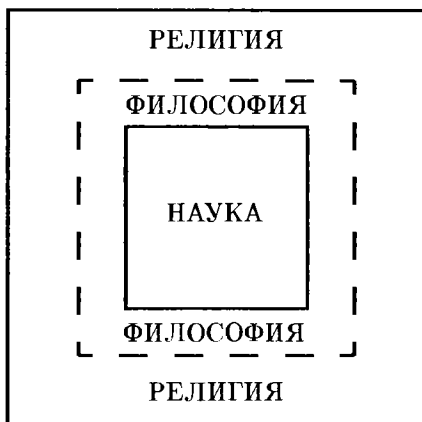


Рис. 1.5: Блок-схема соотношения науки, философии и религии.

Особо подчеркнем, что будем опираться на представления единого мира, созвучные взглядам Гейзенберга и Паули. Будем полагать, что три формы постижения имеют дело с одним и тем же миром, что отображено на рисунке 1.5. Этот взгляд резко отличается от миропонимания с несколькими мирами, например, с идеальным и материальным, между которыми предлагается устанавливать связи. Это также резко расходится с представлениями о ряде сфер из тонких и менее тонких идеальных начал, составляющих наш мир.

1.9 Фундаментальная теоретическая физика

Перейдем от глобальных представлений о мире к фундаментальной теоретической физике, которая представляет собой научную часть *физической картины мира*. Последняя повторяет в миниатюре уже рассмотренную полную картину мира, определяемую тремя формами постижения мира. Подчеркнем, что физическая картина мира существенно уже полной картины мира. Из нее исключены вопросы духовной и социальной жизни человека, исключены вопросы биологии, психологии и других разделов науки. Несмотря на то, что, по нашему убеждению, физическая картина мира лежит в основе всего миропонимания, в настоящий момент практически невозможно проследить все звенья цепи от физических закономерностей до, например, проблем психики человека или, скажем, до объяснения социальных явлений.

Принципиальная схема физической картины мира пояснена на рисунке 1.6, аналогичном рисунку 1.5. На этом рисунке в середи-

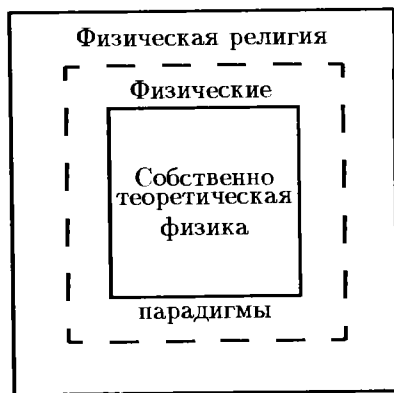


Рис. 1.6: Блок-схема физической картины мира.

не вместо всей науки помещена *собственно теоретическая физика*. Полагается, что она олицетворяет собой (впитала в себя) все достижения физики. В дальнейшем будет показано, что всякая система знаний, в том числе и по физике, всегда представлена в

какой-то парадигме. Поэтому будем считать, что собственно теоретическая физика сформулирована в общепринятой на сегодняшний день парадигме. Она будет более подробно охарактеризована в третьей главе. При этом следует подчеркнуть, что имеется ввиду лишь сумма твердо установленных фактов и закономерностей без их экстраполяции за пределы исследованной области. Например, исключается экстраполяция выводов общей теории относительности на всю Вселенную или распространение законов термодинамики на весь мир и т.д. Такие экстраполяции следует относить уже к другим формам познания мира. В связи с этим напомним слова Н.А.Бердяева: "Наука, – есть частная форма знания, не высшая и не окончательная, она всегда направлена на ограниченную область и, перейдя свои пределы, перестает быть наукой". (Напомним, что Бердяев не считал философию наукой.)

Область собственно теоретической физики на рисунке 1.6 охвачена более широкой областью физических парадигм, которые являются прямыми аналогами философских систем. Будем относить физические парадигмы к науке (физике), точнее, к ее разделу – фундаментальной теоретической физике. Под *парадигмой* мы понимаем *систему понятий, категорий и принципов, определяющих основу и характер теоретических построений*.¹ В ее рамках должны описываться закономерности из упомянутой выше области собственно теоретической физики, и в общем случае она содержит экстраполяцию этих закономерностей за пределы твердо установленных фактов. Другими словами, в рамках физических парадигм допустимы попытки строго логического объяснения всей физической картины мира. Как правило, каждая физическая парадигма содержит ряд однотипных теорий аналогично тому, как каждый вид философий (по Булгакову) состоит из ряда близких по духу философских систем.

Имеются ли, и если да, то каковы физические аналоги трех философских начал: личностного Я, идеи (духовного начала) и субстанции? Нам представляется, что в качестве двух таких начал выступают: физическое пространство-время – аналог духовного начала в философских системах и материальные образования (частицы, поля) – аналог субстанциального начала в системе

¹ В Советском энциклопедическом словаре 1988 года дано следующее определение: "Парадигма (от греч. *parádeigma* – пример, образец) (филос., социол.), 1) строго науч. теория, воплощенная в системе понятий, выражающих существ. черты действительности. 2) Исходная концептуальная схема, модель постановки проблем и их решения, методов исследования, господствующих в течение определ. ист. периода в науч. сообществе".

Булгакова. В третьей главе будет дана более тонкая классификация парадигм по трем физическим категориям (началам).

В физических парадигмах можно указать аналог личностного начала (Я) в классификации философий, однако он играет принципиально иную роль. Как уже отмечалось, от физической картины мира не прослеживается переход к духовной сфере человека. Однако в физических теориях, принадлежащих к любой из парадигм, должен присутствовать раздел теории (блок), описывающий переход от первичных понятий теории к экспериментально наблюдаемым величинам, т.е. связывающий понятия теории с непосредственными наблюдениями человека. Таким образом человек в таких теориях незримо присутствует. Напомним, что в работах Э.Маха и в связанном с его именем философском направлении позитивизма этой стороне теории уделялось большое внимание.

Нам представляется, что есть основания для введения понятия *физической религии*. На рисунке 1.6 ему соответствует область, более широкая, чем занятая физическими парадигмами. В согласии с данным выше определением религии как дополнения вскрытых наукой закономерностей до цельной картины мира, следует допустить, что физике далеко не все известно об окружающем мире. Неизвестное заполняется домыслами, можно сказать, имеющими характер физической религии. В общей картине мира, как уже отмечалось, порой философские и религиозные системы переходят друг в друга. Аналогичное следует допустить и в физической картине мира. Если выводы физической парадигмы распространяются далеко за пределы исследованной области и к этому относятся как к методу научного исследования, то это будет научная гипотеза в рамках данной парадигмы. Если же категорически объявляется, что должно быть только так, а не иначе, поскольку это следует из известных уравнений, то это уже вера, т.е. элементы физической религии.

Глава 2

Пространство-время в науке и в религии

“Все развитие, приведшее к перевороту в понимании геометрии, следует признать за *здоровое и сильное* движение. Подготавливаемое столетиями, значительно усилившееся в наши дни, оно никоим образом не может считаться уже законченным. Напротив, следует ожидать, что движение это принесет еще богатейшие плоды – и именно в смысле теории познания – не только для математики и геометрии, но и для других наук. Будучи обязано, правда, мощным толчкам некоторых отдельных выдающихся людей, оно, однако, возникло не из *индивидуальных*, но *общих потребностей*. Это видно уже из одного разнообразия профессий людей, которые приняли участие в движении. Не только математики, но и философы и дидактики внесли свою долю в эти исследования. И пути, проложенные различными исследователями, близко соприкасаются”.

Э.Мах “Познание и заблуждение”

2.1 Пространство и время в религии

Поскольку религией охватывается все мироздание, то в ней в какой-то форме трактуется и пространство, и время. Можно говорить о трех вариантах трактовки пространства и времени в религиозных учениях:

1) Пространство и время предполагаются априорно заданными, а Бог (или боги, если в религии таковые есть) и весь материальный мир мыслятся помещенными в уже готовое пространство и время.

2) Для Бога неприменимы представления о классическом пространстве и времени, последние вводятся Богом самым первым актом творения мира.

3) Бог (или самое первое сущее) сам представляет собой или включает в себя пространство и время.

Рассмотрим каждый из этих вариантов более подробно.

1. **Пространство и время априорно заданы.** Такие представления характерны для языческих верований, когда мышление человека еще не поднималось до таких высот абстракции, чтобы выделить понятия пространства и времени из системы мироздания. В религии древней Индии время и пространство понималось как самые первичные сущности. Эти представления нашли свое отражение в Архарваведе - литературном памятнике древней Индии:

“Время! Оно простирается во все существования.

Оно шествует, как первый Бог.

Полный сосуд поставлен на Время.

Мы видим Время, хоть оно пребывает разом

во множестве мест.

Оно - перед всеми этими существованиями.

Говорят, это Время - на высочайшем из небосводов.

Это оно стянуло вместе существования.

Это оно обошло вокруг существования.

Являясь отцом, оно стало их сыном.

Нет блеска превыше его блеска.

Время породило то небо,

Время породило эти земли.

Временем послано и существует

Все, что было и должно быть.

Во Времени - сознание, во Времени - дыхание,

Во Времени предречено имя.

Времени, которое пришло,

Радуется все сущее.

Во Времени - жар, во Времени наилучший

Брахма предречен, во Времени!

Потому что Время - повелитель всего,

Ведь оно было отцом Праджапати.

Им послано, им рождено

Это; все в нем покоится.

Потому что Время, став Брахмою,
Несет Самого Высшего.”¹

В этом отрывке из Гимна Времени можно усмотреть и мотивы, соответствующие третьему способу понимания времени.

Идея абсолютного пространства как вместилища не только материального мира, но и Бога обсуждалась и во все последующие века. Так, С.Кларк в переписке с Г.Лейбницем утверждал: “Во всяком пустом пространстве, несомненно, присутствует Бог и, может быть, еще много других субстанций, которые не являются ни осязаемыми, ни каким-нибудь другим образом чувственно-воспринимаемыми и которые, следовательно, нематериальны” [57, с.450]. На что Г.Лейбниц возражал следующим образом: “Пространство не является местом всех вещей, так как не является местом Бога, иначе существовала бы вещь, столь же вечная, как и Бог, и независимая от него, в то время как сам Бог был бы зависимым от нее, если бы он нуждался в месте” [57, с.489].

В связи с этой дискуссией следует отметить проблему выделенности именно того момента времени, в который Бог создал мир. Почему мир был создан ни раньше, ни позже? Уже сама постановка такого вопроса, как выражался Г.Лейбниц, “из времени делает абсолютную независимую от Бога вещь, тогда как время должно сосуществовать только вместе с творением и постигается лишь порядком и величиной их изменений” [57, с.484]. Заметим, что подобные вопросы возникают и в рамках современных физических теорий, опирающихся на представление о самостоятельном характере пространства-времени.

2. Понятия пространства и времени возникают в момент рождения мира. По-видимому, именно так следует трактовать позицию христианского учения, иудаизма и ислама. Так, в первых строках Библии говорится:

“1. В начале сотворил Бог небо и землю.

2. Земля же была безвидна и пуста, и тьма над бездною; и Дух Божеский носился над водою.

3. И сказал Бог: да будет свет. И стал свет.

4. И увидел Бог свет, что он хорош; и отделил Бог свет от тьмы.

5. И назвал Бог свет днем, а тьму ночью. И был вечер, и было утро: день один.

6. И сказал Бог: да будет твердь посреди воды, и да отделяет она воду от воды.

¹Цитируется по книге Руэна (Андрея Кирсанова) “Суонистика единая теория всего” (Диалектика абсолюта). М.: 1991, с.61. Издана частным образом.

7. И создал Бог твердь; и отделил воду, которая под твердью, от воды, которая над твердью. И стало так.

8. И назвал Бог твердь небом. И был вечер, и было утро: день второй.

9. И сказал Бог: да соберется вода, которая под небом, в одно место, и да явится суша. И стало так.

10. И назвал Бог сушу землею, а собрание вод назвал морями. И увидел Бог, что это хорошо" [2].

Видимо, в первых пяти стихах (день первый) в иносказательной форме отражается идея задания времени, а в последующих трех или пяти стихах можно понимать формирование пространства.

Как известно, Ветхий Завет Библии почти дословно повторяет иудейское Пятикнижие Моисеево [78], однако имеющийся у нас русский перевод содержит отдельные расхождения. Так, вышеприведенные шестой, седьмой и восьмой стихи в Пятикнижии гласят:

"6. И сказал Бог: да будет пространство посреди воды и отделяет оно воду от воды.

7. И создал Бог пространство, и разделил между водою, которая под пространством, и между водою, которая над пространством; и стало так.

8. И назвал Бог пространство небом. И был вечер и было утро: день второй".

Примечательно, что в этом тексте явно упоминается термин "пространство".

В исламском Коране [46], начальная часть которого перекликается с Ветхим заветом, очень кратко говорится о сотворении мира Аллахом:

"20 (22) который землю сделал для вас ковром, а небо зданием, и низвел с неба воду, и вывел ею плоды пропитанием для вас. Не придавайте же Аллаху равных, в то время как вы знаете!"...

"27(29) Он - тот, который сотворил вам все, что на земле, потом обратился к небу и устроил его из семи небес. Он о всякой вещи знающ!" [Коран. 2. Корова].

Поскольку все исламское миропонимание зиждется на идее творения (Khalg) мира, то в это понятие, видимо, заложено и творение пространства и времени.

Современные научные представления о пространстве и времени опираются на эйнштейновскую общую теорию относительности, в рамках которой находятся космологические модели. Экспериментальными данными выделяются модели, описывающие про

исхождение Вселенной из сингулярного начала (большой взрыв). Имеются различные точки зрения на трактовку начала мира и на возможность продления эволюции через сингулярность, однако многие теоретики придерживаются взгляда, что в окрестности сингулярности классические представления о пространстве и времени теряют смысл. Можно сказать, что определение пространства-времени становится содержательным лишь после момента взрыва. Тогда вопрос: что представлял собой мир до взрыва, – в принципе не поддается описанию имеющимися средствами.

3. Пространство-время является Богом или его атрибутом. Из переписки С.Кларка с Г.Лейбницем видно, что эта точка зрения серьезно обсуждалась. Так, в третьем письме к Кларку Лейбниц писал: “Эти господа, таким образом, утверждают, что пространство – реальное абсолютное существо, но это приводит их к большим трудностям. Ибо, кажется, что это существо должно быть вечным и бесконечным. Поэтому некоторые считают, что оно является самим Богом или по крайней мере его атрибутом, его неизмеримостью” [57, с.441]. В первом письме Лейбница мы находим слова: “Г-н Ньютон говорит, что пространство – это орган, которым Бог пользуется, чтобы воспринимать вещи” [57, с.431]. Как известно, Лейбниц резко выступал против представления об абсолютном пространстве и времени и, в частности, против понимания их как свойств Бога: “У меня имеются еще и другие доводы против странного представления, будто пространство является свойством Бога. Ибо если это так, то пространство входит в сущность Бога... Если бесконечное пространство – это неизмеримость Бога, то бесконечное время является его вечностью. Тогда следует сказать, что все то, что существует в пространстве, существует также в неизмеримости Бога и, следовательно, в его сущности, а также все то, что существует во времени, содержится в сущности Бога” [57, с.477].

Как это ни парадоксально может звучать, но ряд парадигм современной теоретической физики воплощает в себе именно такое понимание пространства-времени. В следующих разделах книги будут обсуждены субстанциальная и реляционная концепции пространства и времени. Все теории, развиваемые в рамках субстанциальной концепции, соответствуют толкованию пространства в виде своеобразного физического Бога, который “все собою наполняет, объемлет, зиждет, сохраняет”.

2.2 Пространство-время в философии естествознания

Следует напомнить, что пространство и время считаются *философскими категориями*. В любом курсе натурфилософии или философии естествознания обсуждение свойств категорий пространства и времени неизменно занимает одно из центральных мест. Обратим внимание, какие свойства пространства и времени обсуждаются в философии естествознания. Это субстанциальная и реляционная концепции пространства-времени, объективность и всеобщность пространства-времени, необратимость времени, трехмерность (размерность) пространства (и времени), однородность и изотропность пространства, однородность времени, проблема бесконечности пространства и времени. Как правило, присутствуют разделы, обсуждающие принципиальные следствия специальной и общей теории относительности. Особо выделяются проблемы современной космологии, конечно, ныне в рамках общей теории относительности.

Но это все вопросы фундаментальной теоретической физики. Прошли времена, когда какие-то из представлений о свойствах пространства и времени держались неизменными веками и могли относиться к сфере философии. Ныне все перечисленные свойства входят в сферу непосредственной деятельности физиков-теоретиков. Нельзя назвать ни одного из перечисленных свойств, которое бы не подверглось физическому анализу, обобщению или видоизменению с привлечением строгих математических методов. В данный момент серьезное обсуждение таких проблем может происходить лишь на профессиональном физико-теоретическом уровне. Передача этих вопросов в сферу философов естествознания, не являющихся физиками-теоретиками, неизбежно приводит к дилетантизму, в лучшем случае означает популяризацию выводов современной физики. С другой стороны, крупнейшие физики-теоретики оказывались и философами. Достаточно назвать труды Э.Маха, А.Пуанкаре, П.Эренфеста, А.Эйнштейна, А.Эддингтона, Н.Бора, В.А.Фока, Дж.Уилера и многих, многих других. Высказанные ими идеи неизменно затрагивали свойства пространства и времени.

Каждый новый шаг в понимании свойств пространства и времени всегда означал существенные изменения в картине мира, неизменно имел философское звучание. Достаточно напомнить труды средневековых астрономов и физиков, приведшие к пред-

ставлениям об однородном и изотропном 3-мерном физическом пространстве. Сколько нового для миропонимания дало открытие первых неевклидовых геометрий! Очень много можно сказать об изменениях представлений о мире, связанных с открытием специальной и общей теории относительности, с созданием квантовой теории.

Интересно также проследить соотношение философии естествознания и религии. Как уже отмечалось, религиозные представления о пространстве и времени настолько расплывчаты и неконкретны, что остается широкий простор для научной (философской) деятельности. В средние века важнейшие открытия, связанные со свойствами пространства и времени, были сделаны в рамках религиозных воззрений. Достаточно напомнить, что **Николай Кузанский** (1401-1464), уже высказывавший мысли о движении Земли, был немецким богословом, кардиналом, что **Николай Коперник** (1473-1543) был польским священником. **Джордано Бруно** (1548-1600) много лет провел в монастыре. **Галилео Галилей** (1564-1642) был близок к церковным кругам. Папа Урбан VIII высоко ценил Галилея и даже прославлял его в стихах. **И.Кеплер** (1571-1630), **Р.Декарт** (1596-1650), **И.Ньютон** (1643-1727) были одновременно и учеными, и богословами...

Но так случалось, что научные представления о мире, о пространстве и времени, оставаясь долгое время незыблемыми, входили в сознание как ученых, так и религиозных деятелей и незаметно смыкались с религиозными догмами. Философские системы, например, Аристотеля, по сути дела дополняющие религиозные взгляды, освящались именем религии и тем самым оказывались препятствием для перехода к более совершенным представлениям. В этих условиях отступления от освященных учений происходило далеко не гладко. Учение Коперника сначала не запрещалось, а допускалось как возможное для обсуждения. Некоторое время даже взгляды Галилея рассматривались в католических церковных кругах лишь как математические упражнения ума. Однако совокупность различных факторов все же привела к трагической истории с Джордано Бруно и к известному процессу Галилео Галилея. В конце концов произошел известный конфликт между наукой и религией, который в значительной степени обусловлен тем, что руководители церкви пытались утвердить свое влияние в чуждой для себя сфере деятельности. Как показало время, на самом деле не было противоречия между взглядами Н.Коперника, Дж.Бруно, Г.Галилея и религией. что в конце концов было признано католической церковью.

Но нельзя считать, что подобные конфликты, порой даже с трагическими исходами, были возможны лишь в средние века. Аналогичному мы были свидетелями в середине XX века. В нашей стране было провозглашено "единственно верное" марксистско-ленинское философское учение, которое по сути дела явилось разновидностью религиозного учения. Сфера его действия была распространена на все области деятельности, в том числе и на науку. Взгляды его создателей на естествознание, в том числе и на пространство и время, были освящены религией диалектического материализма и порой являлись препятствием для развития отечественных исследований в области фундаментальной теоретической физики. Известно, что в 30-х - 40-х годах объявлялись идеалистическими: общая теория относительности и квантовая теория. Известны обвинения физиков в махизме, если они осмеливались обсуждать проблемы размерности пространства-времени или подвергать сомнению незыблемость некоторых ньютоновских представлений о пространстве. На эту тему в последние годы уже написано много.

В 60-х - 80-х годах происходило отступление от освещенных марксизмом-ленинизмом догм в естествознании. Имеется много публикаций о том, как под напором современной науки у нас происходило постепенное признание общей теории относительности, космологии, квантовой теории... Напомним, как одном из лучших наших учебников по философии естествознания (1966 г.) по вопросу о размерности пространства-времени писалось: "На самом деле никакого четвертого, пятого и т.д. пространственного измерения, разумеется, нет; реальное пространство трехмерно, а понятие n - мерного пространства представляет собой типичный пример математического обобщения" [104, с.142]. В настоящее время большинство ученых уже так не считает.

Из изложенного на примере категорий пространства и времени видно, насколько тонки и сложны вопросы соотношения науки, философии и религии, насколько опасно бывает превращение каких-то научных представлений в догмы, вольно или невольно срастающиеся с религиозными представлениями. Вместе с тем лишне еще раз подчеркнуть, что проблемы пространства, времени и материи имеют определяющее значение для всего мировоззрения. В настоящее время они исследуются в рамках фундаментальной теоретической физики.

2.3 Я.И.Френкель о мистике мирового эфира

Интересны соображения выдающегося отечественного физика-теоретика **Я.И.Френкеля** (1894-1952) об эфире, пространстве-времени и их связи с понятием Бога в религии. Он много сделал для развития теории прямого межчастичного взаимодействия, о которой будет много сказано ниже.² В своей статье “Мистика мирового эфира” [108] 1925 года он писал: “Мистицизм, т.е. вера в сверхъестественное, наименее уместен, казалось бы, в естественных науках. В действительности, однако, не только биология, но и физика не вполне свободны от мистических элементов. В области физических наук очагом, или средоточием, мистицизма является, по нашему мнению, понятие мирового эфира. Это понятие до сих пор многими учеными рассматривается как основание физического строения мира. В этом смысле роль эфира вполне сравнима с ролью божества в религиозном понимании Вселенной. Можно без преувеличения сказать, что для физиков и натурфилософов старой школы эфир является тем же, чем божество для верующих. Сравнение развития эволюции этих понятий выявляет поразительное сходство между ними – сходство, доходящее порой до тождества” [108, с.136].

В своей работе Френкель напомнил, что с давних времен человеческому разуму было свойственно создавать абстракции из свойств природных явлений и отношений между людьми, отделять их от этих явлений и затем персонифицировать их в виде сверхъестественных существ. Именно так возникли представления о языческих богах. Если взять древнегреческую духовную культуру, то там боги соответствовали важнейшим сторонам жизни общества: бог войны – Марс, богиня мудрости, покровительница искусств и ремесел – Афина и т.д. Аналогичные примеры можно привести из славянской языческой религии. Действиями этих богов человек объяснял явления окружающего мира и общества. Это соответствовало определенному уровню интеллектуального развития общества. По мере дальнейше-

² На него ссылался американский физик-теоретик Р.Фейнман в своей Нобелевской лекции. В 40-х годах Я.И.Френкель подвергся острой грубой критике якобы за идеализм. При подготовке в Москве известного совещания 1949 года, на котором намечалось “гонение на ведьм” в физике наподобие разгрома биологии [92], Френкеля принудили “раскаиваться в своих идеологических ошибках”.

го развития человечества число богов уменьшалось. На определенном этапе языческая религия сменилась верой в единого Бога.

Оказывается, нечто аналогичное происходило и в физике. Френкель проследил аналогию между эволюцией религий и развитием представлений физиков об эфире – субстанции, которая ответственна за распространение различных видов взаимодействий. В прошлом в естествознании было несколько видов эфира. Одним эфиром объяснялось распространение световых волн (световой эфир), другим эфиром объяснялась передача электростатических взаимодействий между заряженными телами, третьим эфиром описывались магнитные взаимодействия... “Все эти особые вещества относились к обычным примерно так же, как первобытные боги к обыкновенным людям. Но, подобно тому, как по мере развития анимистического мировоззрения все эти боги были вынуждены уступать место единому Богу, поглотившему ил подчинившему их всех, точно так же, по мере развития физической концепции мира, различные “божественные вещества” были отчасти вытеснены, отчасти поглощены одним из них – световым эфиром Гюйгенса” [108, с.137].

Следует отметить, что представления Гюйгенса о световом эфире начала XVIII века до сих пор подаются во многих вузовских учебниках (общей) физики как одно из важнейших достижений в физике. Достаточно вспомнить, как излагаются законы отражения и преломления света или как объясняются законы дифракции и интерференции световых волн на решетках. Все это опирается на световой эфир Гюйгенса, основанный на аналогиях между световыми и звуковыми явлениями. “Новое божественное вещество, открытое или, вернее, изобретенное Гюйгенсом, отличалось от обыкновенных упругих тел лишь своей невидимостью и невесомостью, а также и более тонким строением, позволявшем частицам эфира внедряться в промежутки между частицами весомой материи” [108, с.138]. Большой вклад в развитие теории эфира Гюйгенса внес в первой четверти XIX века французский ученый Френель. Даже школьникам известны формулы Френеля и зоны Френеля.

“Однако развитие идеи эфира не остановилось на этом “световом” этапе. Из малого бога, светового Меркурия физического Олимпа, ему суждено было превратиться в великого и единого Бога, не только наполняющего, но и составляющего собой материальную Вселенную” [108, с.139]. Это произошло во второй половине XIX века главным образом благодаря работам Фарадея и Макс

велла. Физики отказались от таинственных флюидов Кулона, ответственных за передачу электрических взаимодействий, отказались также от божественной магнитной субстанции, передающей магнитное взаимодействие. Было установлено родство электрических и магнитных взаимодействий и далее единство электромагнитных и световых явлений. Фарадей пришел к выводу, что электромагнитные взаимодействия передаются через световой эфир. Это оказалось чрезвычайно плодотворным. Стало ясно, что свет представляет собой электромагнитные волны. Качественные соображения Фарадея были переработаны Максвеллом в стройную теорию электромагнитного поля.

По этому поводу Френкель писал: "Так или иначе, превратившись из передатчика световых явлений в средоточие явлений электромагнитных, поглотив электрические и магнитные субстанции, а вслед за ними и обыкновенную материю, эфир становится тем самым единственной материальной основой Вселенной. "Пространством бесконечный, течением времени предвечный" мировой эфир получил все атрибуты единого Бога, который "все собою заполняет, объемлет, зиждет, составляет" и которого, кстати сказать, "никто постичь не мог". Ибо, как мы сейчас увидим, новые свойства эфира, вытекающие из его электромагнитных функций, совершенно не поддавались последовательной механической интерпретации. Установив культ мирового эфира как материального вседержателя, физика превратилась в учение об эфире, в своего рода теологию, которая обратила все свои усилия к согласованию и взаимному примирению различных свойств этого особого божества" [108, с.141].

Далее Френкель обратил внимание на основное противоречие монотеистических учений, заключающееся, на его взгляд, в несовместимости божественного произвола и законов природы, вскрытых наукой. Одним из путей его разрешения, на котором настаивают "просвещенные религиозные мыслители", состоит в принятии "принципа невмешательства" Бога в земные дела. Этот принцип означает, что господь Бог, создавая мир, сформулировал определенный свод законов природы, т.е. дал некую конституцию, по которой миру предстояло развиваться уже самостоятельно. Сам же Бог после образования мира удалялся от всяческого вмешательства в его дела, превратясь лишь в стороннего наблюдателя. Очевидно, что принцип невмешательства в полном объеме соответствует некой крайней точке зрения и далеко не всеми разделяется. Тем не менее Френкель сравнивает дальнейшую эволюцию идеи эфира в физике именно с принципом невмешательства Бога.

Главным противоречием в теории эфира Фарадея-Максвелла являлась несовместимость его механических свойств с рядом требований, необходимых для описания электромагнитных явлений. Так, например, для описания поперечного характера электромагнитных волн эфир следовало наделить твердотельными свойствами. С другой стороны, для описания вихревых движений эфира, нужных для объяснения магнетизма, эфир следовало наделить свойствами жидкости. Имелись и другие трудности, все попытки преодоления которых потерпели неудачу. В конце прошлого века выход из этого противоречия представлялся в принятии новой теории — теории эфира Лоренца, в которой понятие эфира очищалось от лишних механических свойств. Фактически постулировался своеобразный “принцип невмешательства” механических свойств эфира в электромагнитные явления. На движение заряженных материальных объектов эфир никак не влиял. Он полагался неподвижным и выполнял лишь роль посредника в описании взаимодействий между заряженными частицами.

По этому поводу Я.И.Френкель писал: “И подобно просвещенным атеистам нашего времени, отвергнувшим живого бога своих предков и погруженным в мистическое созерцание нового “нейтрального” бога, которому до них нет никакого дела и до которого, в сущности говоря, им также нет никакого дела, современные физики заменили конкретный и вещественный эфир мифической туманностью, ничем по существу не отличающейся от *неподвижного пустого пространства, которым в свое время оперировал Ньютон* (курсив Ю.С.В.)” [108, с.144]. Обратим особое внимание на вывод, что эфир Лоренца — своеобразный Бог в физике — оказался тождественным с физической категорией (ньютоновского) пространства.

Но представления об эфире Лоренца недолго продержались в физике. Довольно быстро вскрылись противоречия между свойствами божественного эфира Лоренца и законами природы. Так, важнейшим свойством эфира Лоренца была его неподвижность. Из этого следовало, что измеряя скорость света, распространяющегося относительно эфира в различных направлениях, можно найти абсолютную скорость движения Земли относительно эфира. Однако поставленные с большой тщательностью опыты Майкельсона, а затем и другие эксперименты дали отрицательный результат. Свет распространяется по всем направлениям с одной и той же скоростью, то есть на наблюдаемую скорость не сказывается ни движение Земли вокруг Солнца, ни движение самого Солнца вместе с планетами в мировом пространстве. “При таких усло-

виях неподвижный эфир Лоренца совершенно утрачивает всякий физический смысл и вместе с тем всякое право на дальнейшее существование. Из “всего”, чем он представлялся в эпоху расцвета теории Максвелла, он катастрофическим образом и вместе с тем почти незаметно, благодаря неизменности своего названия, превратился в “ничто”, в *синоним пустого пространства* (курсив Ю.С.В.) [108, с.145]. Добавим, что теперь уже превратился в синоним не пустого ньютоновского пространства, а пространства-времени Минковского, которое описывается специальной теорией относительности.

Исходя из изложенного можно было бы сделать наиболее естественный вывод, что роль физического Бога теперь выполняет 4-мерное пространство-время! Однако Френкель делает иной вывод: “Эфир оказался не фундаментом величественного здания современного электромеханического мировоззрения, а теми “лесами”, которые были необходимы при его возведении и которые убираются долой по окончании постройки. Аналогичную роль в развитии сначала физических, а затем этических и социальных понятий человечества играло и продолжает играть понятие божества. Выполнив свою историческую миссию, оно точно так же, как и понятие эфира, должно сойти со сцены”. И в заключении своей статьи, говоря о попытках возродить понятие эфира, он написал: “Изложенного достаточно для доказательства того положения, что физики еще не вполне освободились от мистического тумана в области своей науки, и что неспособность значительной части просвещенного человечества перейти к атеизму, а значительной части современных физиков отказаться от эфириоскательства имеют один и тот же корень и кроются в традициях и инертности приемов человеческого мышления” [108, с.146].

В последнем высказывании легко усмотреть проявления взглядов и тенденций в отечественном обществе 20-х годов. Однако эволюция представлений об эфире и пространстве-времени на этом не закончилась. О победе атеизма в физике, а тем более в общественном сознании, говорить было рано. Развитие теории относительности в XX-ом веке позволяет взглянуть на эту проблему с других позиций.

2.4 Субстанциальная концепция пространства

Не успели физики окончательно отказаться от идеи божественной пространственной субстанции – лоренцевского эфира, как обнаружили, что из геометрических идей, сначала незамеченно, а затем все более зримо, уже давно поднимается и формируется новая волна обожествления пространства. Здесь имеется ввиду идея искривленности пространства-времени и выросшая из нее *субстанциальная концепция пространства*, порождающего все виды материи.

История возникновения этой идеи уходит корнями вглубь веков и даже тысячелетий. Можно сказать, что она имеет возраст, больший христианского учения, исходит от геометрии **Евклида** (III в. до н.э.). А.Эйнштейн писал об этой геометрии: “Мы почитаем древнюю Грецию как колыбель западной науки. Там была впервые создана геометрия Евклида – это чудо мысли, логическая система, выводы которой с такой точностью вытекают один из другого, что ни один из них не был подвергнут какому-либо сомнению. Это удивительнейшее произведение мысли дало человеческому разуму ту уверенность в себе, которая была необходима для его последующей деятельности. Тот не рожден для теоретических исследований, кто в молодости не восхищался этим творением” [121, с.62].

Все началось с отвлеченной, на первый взгляд не имеющей к религии никакого отношения, проблемы пятого постулата Евклида. Он был сформулирован Евклидом в числе других аксиом геометрии – геометрии окружающего нас пространства. Этот постулат утверждает, что в плоскости через точку вне заданной прямой, можно провести лишь одну прямую, параллельную заданной. Эйнштейн был не совсем прав, – этот постулат подвергался сомнению в течение всех последующих веков. Подозревалось, что его можно доказать как теорему, исходя из других аксиом Евклида. Из истории математики известно, что попытки доказать его предпринимались **Посидоном** (I в. до н.э.), **Птолемеем** (II в. н.э.), **Проклом** (410-485г.г.), **Насреддином** (1201-1274), **Валлисом** (1616-1703), **Ламбертом** (1728-1777), **Лежандром** (1752-1833), **Фаркашем Бояи** (1775-1856) и многими другими. Насколько драматичный характер порой принимали попытки решить эту проблему, можно судить по приведенному в разделе 1.1 письму **Фаркаша Бояи** своему сыну **Яношу Бояи**.

Загадку параллельных линий решили независимо **Н.И.Лобачевский** (1792-1856), **Янош Бояи** (1802-1860) и **К.Гаусс** (1777-1855) в первой половине XIX века. В итоге их работ возникла первая неевклидова геометрия, соответствующая, как потом оказалось, геометрии на специальном образом искривленной 3-мерной гиперповерхности. В ней роль прямых выполняют кривые линии – гиперболы. Через точку, лежащую вне заданной гиперболы, можно провести две, а значит и бесконечно много других гипербол, не пересекающихся с заданной.

В середине XIX века **Б.Риманом** (1826-1866) была открыта еще одна неевклидова геометрия, соответствующая геометрии на 3-мерной гипертсфере. В ней роль прямых выполняют дуги большого радиуса гипертсферы. В такой геометрии через точку, лежащую вне заданной дуги (например, вне экватора), вообще невозможно провести ни одной дуги большого радиуса, которая бы не пересекала заданную дугу. Затем Риманом были открыты еще более общие геометрии, соответствующие геометриям на произвольно искривленных гиперповерхностях. Как сейчас принято говорить, им были открыты 3-мерные римановы геометрии. Сразу же встал вопрос, какой геометрией описывается наш мир? Это пытались установить с помощью экспериментов и **Н.И.Лобачевский**, и **К. Гаусс**.

Четко поставил вопрос о возможности описания реального мира сферической геометрией Римана английский математик **В.Клиффорд** (1845-1879). Здесь мы имеем наглядный пример того, как математика открывает новые возможности для суждений об устройстве мира, которые ранее не обсуждались ни в естествознании, ни в философии ни в религии. Если ранее говорилось о Боге “пространством бесконечном”, то теперь появилась возможность говорить о “пространством безграничном”, но конечном Боге.

В книге **В.Клиффорда** “Здравый смысл точных наук”, вышедшей в год рождения **А.Эйнштейна**, обсуждено много любопытных свойств такого мира. Им была выдвинута новая концепция (парадигма) устройства физического мира, по сути дела являющаяся новой физической философской системой (религией), впоследствии привлечшей многих сторонников. В его статье “О пространственной теории материи” сформулирован своеобразный манифест. Он писал: “Я считаю:

1. Что малые участки пространства действительно аналогичны небольшим холмам на поверхности, которая в среднем явля-

ется плоской, а именно: там несправедливы обычные законы геометрии.

2. Что это свойство искривленности или деформации непрерывно переходит с одного участка пространства на другой наподобие волны.

3. Что такое изменение кривизны пространства и есть то, что реально происходит в явлении, которое мы называем *движением материи*, будь она весома или эфирная.

4. Что в физическом мире не происходит ничего, кроме таких изменений, подчиняющихся (возможно) закону непрерывности" [44, с.36].

Особо отметим, что в рамках такой идеологии уже отпадает необходимость божества в виде эфирной субстанции, о которой шла речь в теории Фарадея-Максвелла. Теперь роль божества берет на себя искривленное пространство. Возникает возможность трактовать известные виды материи как некие устойчивые бугры, впадины или какие-то иные особенности, перемещающиеся по плоскому в среднем пространству. И это все было провозглашено почти за сорок лет до создания Эйнштейном общей теории относительности! Можно сказать, что от Клиффорда берет начало *субстанциальная геометрическая концепция пространства*.

Как видно отсюда, Клиффорд был чрезвычайно близок к созданию общей теории относительности. Напомним, что В. Клиффорд скончался в 1879 году, именно в том году, когда родился А.Эйнштейн. Чего же не хватало Клиффорду для создания общей теории относительности? Оказывается, не хватало всего двух факторов. Во-первых, необходимо было объединить пространство и время в единое 4-мерное многообразие. Клиффорд говорил об искривлении только 3-мерного пространства. Единое 4-мерное пространство-время было введено в самом начале XX-го века с созданием специальной теории относительности – той самой, которая, по мнению Я.И.Френкеля, сбросила с пьедестала Бога – лоренцевский эфир и ознаменовала атеизм в физике. Но на теорию относительности можно смотреть и как на способствующую возведению на пьедестал нового Бога в виде искривленного пространства (и времени). Во-вторых для создания общей теории относительности нужно было связать искривленность пространства-времени с гравитацией. И это вскоре было сделано. В итоге в промежутке времени между 1913 и 1916 годами возникла общая теория относительности – одно из величайших достижений физики XX-го века, существенно изменившее характер физического философского мышления.

На основе общей теории относительности развил идеи Клиффорда американский физик-теоретик Дж. Уилер со своей школой. Субстанциальный подход к сущности пространства проходит красной нитью через все его творчество, отражено в его статьях и в многочисленных выступлениях. Так в статье Ч. Мизнера и Уилера "Классическая физика как геометрия" говорится: "Имеются две прямо противоположные точки зрения на сущность физики:

1) Пространственно-временной континуум служит лишь ареной проявления полей и частиц. Эти последние сущности чужды геометрии. Их следует добавить к геометрии для того, чтобы вообще можно было говорить о какой-либо физике.

2) В мире нет ничего, кроме пустого искривленного пространства. Материя, заряд, электромагнетизм и другие поля являются лишь проявлением искривленного пространства. *Физика есть геометрия.*" [68, с. 217].

Уилер настаивает на том, что физику следует рассматривать как геометрию, и он сам указывает на совпадение его взглядов с клиффордовскими. Эти воззрения были воплощены в конкретной теории, названной им *геометродинамикой*. В ней была сделана попытка трактовать известные виды материи через кривизну пространства и через его топологические особенности, т.е. в виде кривых ручек, как бы кротовых нор, соединяющих отверстия - частицы - в разных частях 3-мерного пространства.

Естественен вопрос, как соответствуют эти идеи присущей общей теории относительности 4-мерной пространственно-временной симметрии? Он решается с помощью специальной гамильтоновой формулировки общей теории относительности, основанной на 1+3-расщеплении 4-мерного многообразия на 3-мерное пространство и ортогональное ему 1-мерное время.

Уилер в своей книге "Гравитация, нейтрино и Вселенная" обращает внимание на то, что субстанциальный подход к природе пространства можно усмотреть в учениях глубокой древности. Так, в древнеиндийских ведах VII-го века до новой эры говорится о ключевой роли в описании мира понятия акаши (akasa), переводимого как "пространство" или "эфир". Акаша понимается как простейший элемент, из которого развиваются другие элементы: воздух, огонь, вода и земля. Подобные взгляды в конце XVI века высказывал Патрици: "Итак, пространство есть то, что было прежде мира и будет после него, что стоит во главе мира, из него исходит и, наконец, обращается в нечто... Разве оно тогда не является субстанцией? Если субстанция есть то, что лежит в основе, то пространство и есть скорее всего сущность (мира)" [97, с.231].

Упомянутые здесь древние и средневековые учения отличаются от геометродинамики Уилера, тем, что в последней качественные идеи воплощены в конкретную математическую форму. Одно дело говорить о творении мира “из ничего”, об образовании материи из акаши или пространства, а совершенно другой уровень рассуждений, когда задаются конкретные свойства эфира или пространства путем его искривления, и предлагается математическая модель описания материи через эти понятия. Если модель лоренцевского эфира отмерла в начале нашего века, то субстанциальная геометрическая концепция пространства продолжает привлекать многих физиков-теоретиков и в наши дни. Поистине “король умер, – да здравствует король!”

А.Эйнштейн прекрасно понимал, что с созданием теории относительности идея эфира окончательно не изжила себя. Она лишь приняла новые формы. Его роль взяло на себя пространство-время. В своей статье “Об эфире” (1924 г.) он писал, что “вместо слова “эфир” можно с таким же успехом говорить “физические свойства пространства”” [121, с.154]. Добавим к этому, что пространство-время всегда будет необходимо для мышления в рамках близкого действия. “Каждая же теория близкого действия предполагает наличие непрерывных полей, а следовательно, существование “эфира”” [121, с.160]. В трактовке самого А.Эйнштейна “Она (общая теория относительности – Ю.С.В.) придает эфиру переменную от точки к точке метрику и определяющие динамическое поведение материальных точек свойства, которые в свою очередь определяются физическими факторами, а именно, распределением масс или энергии. Таким образом, эфир общей теории относительности отличается от эфира классической механики или специальной теории относительности тем, что он не является “абсолютным”, но определяется в смысле своих переменных в пространстве свойств распределением весомого вещества” [121, с.158].

2.5 Физический вакуум

Случилось так, что во второй половине XX века произошло очередное изменение представлений о свойствах пустого пространства, но уже не по линии геометрии, а в связи с развитием идей квантовой теории поля. Оказалось, что квантовая теория поля (в ее нынешнем понимании) заставляет наделять пустоту неожиданными свойствами. Предоставим слово специалисту в этой области А.А.Грибу. В своей книге “Проблема неинвариантности вакуума

ма в квантовой теории поля” он пишет: “Проблема материи или “тверди”, на которой стоит мир, с древнего времени волновала человечество. Однако каково было бы удивление древних мыслителей, если бы они узнали, что согласно представлениям физиков XX века, такой основой мира является ... вакуум! В самом деле, возбуждениями именно вакуумного состояния являются все элементарные частицы, из которых, в свою очередь, сложен весь окружающий мир. Поэтому изучение вакуума и его свойств превращается в одну из наиболее фундаментальных задач теоретической физики. Постараемся пристальнее всмотреться в то, что же собой представляет вакуум. Прежде всего заметим, что от старой, вполне рационально формулируемой концепции “небытия” мало что осталось. Вакуум в физике элементарных частиц определяется как состояние без частиц. Однако некоммутативность оператора числа частиц с оператором квантованного поля ведет к тому, что это состояние не есть состояние без поля. Небытие как отсутствие и частиц, и поля невозможно. Всматриваясь в вакуум, мы видим не темноту, а отдельные мерцающие вспышки – флуктуации вакуума, или нулевое поле вакуума. (...) Тем самым в физике элементарных частиц возникает парадоксальная ситуация, когда в основе одной из наиболее рациональных областей знания – теоретической физики – лежит совершенно иррациональное представление. Можно было бы придумать множество поэтических названий для вакуума физики элементарных частиц – это и “мир” Гейзенберга, и “бездна”, и меон древних греков и т.п. Однако бесконечность плотности энергии и полной энергии вакуума – это еще не все его необычные свойства”[33, с.3].

Отметим, что это совершенно другой образ мысли, нежели гипотезы эфира XIX века или соображения Эйнштейна о геометрическом вакууме. Теперь требование о наделении пустоты (пространства) рядом материальных свойств (энергией вакуума и другими) исходит от второго “столпа” современной теоретической физики – от квантовой теории поля.

Заметим, что понятие физического вакуума можно трактовать более абстрактно, не привязывая его буквально к точкам классического пространства-времени. Строго говоря, в квантовой теории поля говорится о гильбертовом пространстве, которое представляет собой некую вспомогательную математическую конструкцию. Однако вознесение физического вакуума над физическим пространством-временем, как бы над миром, еще более сближает это понятие с божественной сущностью, ответственной за происхождение всего материального мира.

Современная квантовая теория построена таким образом, что априорное пространство-время заложено в ее основные понятия. Квантовые поля характеризуются амплитудой вероятности пребывания во всех точках пространства-времени, и таким образом понятие физического вакуума как наинизшего состояния квантованных полей оказывается связанным с пространством-временем. Это позволяет ставить такие принципиальные задачи философского звучания, как получение из вакуума различных физических полей, в том числе и ставить задачу обоснования искривленности пространства-времени флуктуациями вакуума.

В связи с этим следует упомянуть работы А.Д.Сахарова на эту тему. Комментируя свои результаты он писал: "Сформулирована гипотеза "нулевого лагранжиана" гравитационного поля. Введенное Эйнштейном и Гильбертом действие для искривленного пространства интерпретируется как изменение действия квантовых флуктуаций вакуума при искривлении пространства-времени (изменение, пропорциональное первой степени компонент тензора кривизны). (...) Не зависящая от кривизны часть лагранжевой функции (или тензора энергии- импульса) вакуума соответствует космологической постоянной, линейный член соответствует эйнштейновской теории гравитации, следующие члены разложения описывают нелинейные по R поправки к теории Эйнштейна. Аналогичную идею ранее высказал Паркер, предложивший источником гравитационного действия нелинейное не перенормируемое взаимодействие вакуумных полей (члены типа $(\bar{\Psi}\Psi)^2$). Впоследствии эти идеи развивал Х.Теразава. Интерпретация космологической постоянной как лагранжевой функции элементарных квантовых полей вакуума была предложена Зельдовичем. Гипотеза нулевого лагранжиана для электромагнитного поля ранее выдвигалась Ландау и Померанчуком и, независимо, Фрадкиным; для W -бозона — Стивеном Вейнбергом. Впоследствии гипотезу нулевого лагранжиана для электромагнитного поля и W -бозона рассматривал также Зельдович" [86, с.178].

Таким образом, в наше время мы находимся на чрезвычайно интересном, можно сказать, переломном этапе развития фундаментальной теоретической физики, когда сошлись две линии исследований: геометрическая, развивающая идеи общей теории относительности и теории Калуцы-Клейна, квантовой теории поля. В геометрических исследованиях ис

ходят из факта искривленности пространства-времени той или иной размерности, изучают его геометрические свойства без вскрытия “механизма” этой искривленности (того, что лежит еще глубже геометрических свойств). В рамках геометрического подхода ставится также задача геометризации не только гравитационного, но и других бозонных полей (см. раздел 3.4), а также придания геометрического облика ряду физических понятий. Бытует даже такое образное выражение: “Геометрия является консервантом скоропортящихся физических идей”.

В рамках квантовомеханических исследований вышли на рубеж вскрытия “механизма” образования различных свойств классического пространства-времени, т.е. формирования того, что лежит еще глубже классических геометрических представлений. Пока здесь упоминались соображения, формулируемые в рамках квантовой теории поля, т.е. в рамках концепции близкодействия. Но, оказывается, к аналогичной задаче обоснования геометрии можно прийти и в рамках концепции дальнодействия (см. раздел 3.9 и главу 4). Только в последнем случае уже нет надобности в наделении пространства физическими свойствами. Вся физика определяется отношениями между непосредственно взаимодействующими частицами.

Таким образом, из изложенных соображений о физическом вакууме следует выделить два аспекта: во-первых, выход на решение задачи физического обоснования геометрических свойств пространства-времени, что заслуживает самого серьезного отношения, и, во-вторых, наделение пространства физическими свойствами. Последнее не является обязательным, т.е. первый аспект не обязательно связан со вторым. Нам представляется, что рецидивы возрождения понятия эфира в различных формах всегда будут возникать пока имеется самостоятельная категория пространства-времени.

Идея нового эфира – физического вакуума – нашла благодатную почву во многих умах. Автору известны случаи, когда в научно-исследовательских институтах под программу исследования возможностей извлечения энергии из вакуума организовывались специальные отделы со значительными штатами. А это уже пример веры, стоящей немалых средств. Достаточно серьезных сведений о положительных результатах таких работ не поступало...

2.6 Реляционная концепция пространства-времени

Не менее богатую историю имеет альтернативная субстанциальной *реляционная концепция пространства и времени*. Согласно ей пространство и время описывают лишь отношения между материальными объектами (событиями) и не имеют права на самостоятельное существование в их отсутствии. Сторонников этого подхода можно найти уже среди мыслителей древнего мира. Напомним взгляды более поздних естествоиспытателей.

Наиболее ярким сторонником реляционной концепции был **Г.Лейбниц**. Его понимание сущности пространства и времени прекрасно выражено в дискуссии с С.Кларком. Так, в третьем письме Лейбница к Кларку он писал: "...ссылаются на пример, который встречается как раз в одном из моих доказательств против *реального абсолютного пространства*, этого идола некоторых современных англичан (здесь, в частности, подразумевался И.Ньютон – Ю.С.В.). Я говорю здесь об идоле не в богословском, а в философском смысле, как когда-то канцлер Бэкон говорил об *idola tribus, idola specus*... Я неоднократно подчеркивал, что считаю *пространство*, так же как и время, чем-то чисто относительным: пространство – *порядком сосуществования*, а время *порядком последовательностей*... Для опровержения мнения тех, которые считают пространство субстанцией или по крайней мере какой-то абсолютной сущностью, у меня имеется несколько доказательств" [57, с.441]. Не будем здесь останавливаться на лубопытных доводах Лейбница, которые несут на себе печать его времени.

Далее следует сказать о позиции **Э.Маха** (1838- 1916), долгое время у нас замалчиваемой по известным идеологическим, а не научным причинам. Взгляды Маха оказали огромное влияние на развитие физики на рубеже XIX и XX веков. Он оказался у колыбели двух ключевых разделов фундаментальной физики XX века: теории относительности и квантовой теории. Нелишним будет напомнить, что А.Эйнштейн, создавая общую теорию относительности, был уверен, что воплощает идеи Эрнста Маха.

Так вот, Мах писал: "Время и пространство существуют в определенных отношениях физических объектов, и эти отношения не только вносятся нами, а существуют в связи и во взаимной зависимости явлений" [65, с.71]. "Мы можем сказать, что во временной зависимости выражаются простейшие непосредственные

физические отношения” [66, с.437]. “В пространственных отношениях находит свое выражение непосредственная физическая зависимость” [66, с.438]. Как видно отсюда, Мах еще дальше развил взгляды Лейбница, очистил их от наслоений его века. Все это находится в резком противоречии с клиффордской субстанциальной концепцией пространства.

Как Лейбниц, так и Мах подчеркивали отличие своих позиций не только от субстанциальной концепции, но и от дуалистического ньютоновского понимания пространства. Лейбниц писал: “Г-н Ньютон кроме материи допускает пустое пространство, и, по его мнению, материя занимает лишь малую часть пространства. Однако Демокрит и Эпикур утверждали то же самое, немногим отличаясь при этом от г-на Ньютона, и, по их мнению, пожалуй, материи больше, чем по Ньютону” [56, с.434]. Мах, обсуждая понятия механики, писал, что Ньютоном была предпринята “рискованная попытка отнести всю динамику к *абсолютному пространству* и соответственно к *абсолютному времени*. На практике это предположение, кажущееся нам бессмысленным, ничего не изменило в признании неподвижных звезд за систему пространственных и временных координат: оно осталось поэтому безвредным и в течение долгого времени ускользало от серьезной критики. Можно, пожалуй, сказать, что главным образом именно со времени Ньютона время и пространство стали теми самостоятельными и однако бестелесными сущностями, которыми считаются по настоящее время” [66, с.440].

Таким образом можно выделить *три основные понимания сути пространства и времени*: 1) *дуалистическую* (ньютоновскую), когда пространство и время, с одной стороны, и материя, – с другой, составляют независимые категории; 2) *субстанциальную*, согласно, которой пространство образует первичную материальную субстанцию; 3) *реляционную*, когда пространство и время имеют смысл лишь отношений между материальными объектами и событиями. Эти три возможности пояснены на рисунке 2.1, где кружки с буквами П-В означают пространство-время, а с буквой М – материю. Двойные кружки означают первичный характер соответствующих понятий, а одинарные – вторичный характер. Еще раз подчеркнем, что в субстанциальном подходе подразумевается лишь пространство, а не пространство-время.

Обратим внимание на то, что изображенная на рисунке 2.1 схема очень напоминает схему соотношения религий, приведенную на рис.1.2. Здесь опять выступает пара ключевых категорий (поня-

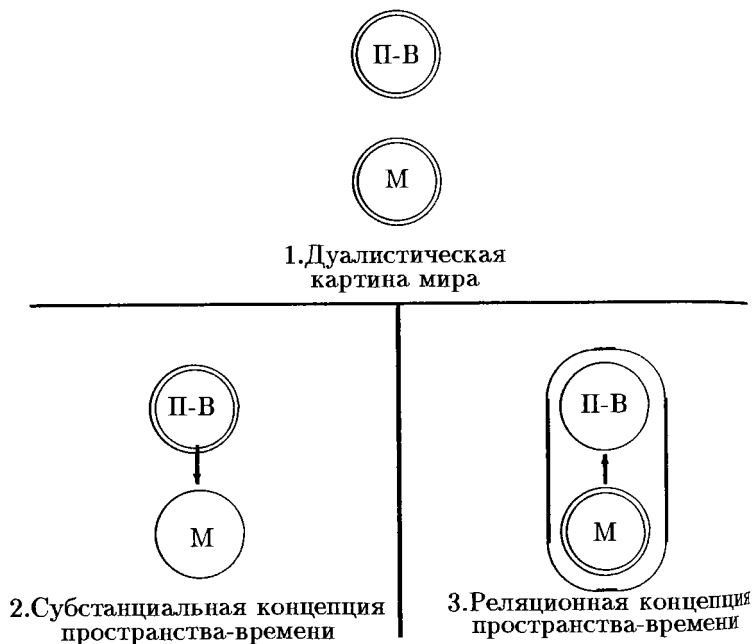


Рис. 2.1: Классификация точек зрения на сущность пространства-времени.

тий). В одном случае (на рис.1.2) это духовное (Бог) и материальное начало, а в другом это пространство-время (П-В) и материя (М). Это еще раз свидетельствует в пользу высказывавшегося соображения об отождествлении понятий Бога и пространства-времени.

Другой существенный фактор, присутствующий как на рисунке 1.2, так и на рисунке 2.1, состоит в своеобразной роли категории пространства-времени, которое выступает как свойства материальных объектов, как их "форма существования". Некоторая расплывчатость этого утверждения может восприниматься как слабая сторона данного подхода по сравнению с субстанциальной концепцией. Как уже было отмечено, субстанциальная геометрическая парадигма сейчас хорошо разработана, она опирается на методы дифференциальной геометрии. Сторонники субстанциальной концепции (Уилер и другие) могут также опереться на гамильтонову формулировку общей теории относительности, тогда как сторонники реляционной концепции пространства-времени до самого последнего времени могли противопоставить лишь философскую позицию и частично идеологию теории прямого межчастичного взаимодействия. Это явилось главной причиной того, что реляционная концепция пространства-времени была сравнительно слабо представлена в современной физике.

Забегая вперед отметим, что обсуждаемая в четвертой главе бинарная геометрофизика позволяет устранить указанный недостаток реляционной концепции, т.е. поставить ее на прочную математическую основу. Но прежде чем обсудить эту теорию, необходимо более детально разобраться в том, какие сущности в современной теории оказываются объединенными в рамках одной категории материи.

Глава 3

Категория материи и физические парадигмы

“Человек поверивший есть человек свободно дерзнувший, преодолевший соблазн гарантирующих доказательств. Требование от веры гарантий, даваемых знанием, представляется похожим на желание пойти ва-банк в азартной игре, предварительно подсмотрев карты. Вот это подсматривание карты, эта боязнь риска, эта неспособность к свободному дерзновению есть у всех подменяющих веру знанием, у всех согласных верить лишь с гарантией. Обеспечьте надежность результатов, гарантируйте, докажите, т.е. принудите нас, – тогда поверим! Но тогда поздно будет уже поверить, тогда не нужно уже будет веры, тогда будет знание. В акте веры есть подвиг отречения, которого нет в акте знания: акт веры есть акт свободной любви, не ведающей доказательств, гарантий, принуждений.”

Н.А.Бердяев “Философия свободы”

3.1 Категория материи в физике и классификация физических парадигм

В марксистско-ленинской философии можно встретить категорическое возражение против конкретизации определения материи, например, в виде: “материя есть все то, что обладает свойствами $P_1, P_2, \dots, P_n$, где n может быть велико, но обязательно конечно”. Отвергается точка зрения, что раскрытие этих $P_1, \dots, P_n$ должно явиться основной задачей естествознания [104, с.25]. Материя – это все, что есть, что открыто и что когда-либо будет

открыто с любыми свойствами. Такое определение настолько всеобъемлюще, что становится практически бесполезным. Для физика оно не дает ничего, кроме иллюзий о знании устройства мира. Чем оно лучше гегелевского определения Бога как “всеобщего, всеохватывающего, всесодержащего и придающего всему устойчивость” или чем лучше понятие акаши или дао в восточных религиях?

Для диалектического материализма безразлично, какую концепцию пространства-времени принять: субстанциальную или реляционную. Признание этого можно найти в одном из наших лучших учебников по диалектическому материализму: “Субстанциальная и реляционная концепции не связаны однозначно с материализмом и идеализмом. Здесь возможны любые сочетания. В частности, Лейбниц пытался использовать разработанную им реляционную концепцию для борьбы против выражавшей точку зрения метафизического материализма субстанциальной концепции Ньютона. Но это не должно приводить к оценке самой реляционной концепции как идеалистической” [104, с.139].

Под марксистско-ленинское определение материи подпадают самые различные представления о ее первичных видах: от учений о четырех типах элементов: огонь, вода, земля, воздух, – до современных представлений об элементарных частицах. Сюда можно отнести и различные формы эфира. Вот когда эфир отделяли от материи, тогда уже было плохо, – это уже классифицировалось как идеализм. Такое всеядное определение материи можно расценить как свидетельство его бесплодности для естествознания.

В этой главе *предлагается разделить физическую категорию материи на две физические категории* : на *частицы* и на *поля переносчиков взаимодействий*. Постараемся продемонстрировать, что это отражает суть физического мироздания и позволяет классифицировать парадигмы современной фундаментальной теоретической физики.

Но прежде напомним общепринятые в современной физике представления о самых элементарных “кирпичиках” мироздания. Под таковыми подразумеваются элементарные частицы. Полагается, что все элементарные частицы описываются в виде полей на фоне 4-мерного пространства-времени. Каждая частица обладает тем или иным спином: целым (включая нулевой) или полужелым. Напомним, что спин – это внутренний вращательный момент частицы. Значение спина однозначно связано с тем, какими волновыми функциями описываются частицы (поля): если *тензорными* (скалярными), то поля имеют целые спины, если *спинорными*

ми – то полуцелые. Так, фотоны, глюоны, хиггсовские бозоны и другие поля, переносящие известные физические взаимодействия, имеют спин, равный единице или нулю (являются бозонами). Гипотетические гравитоны обладают спином два. Электроны, протоны, нейтроны и другие частицы, составляющие вещество (атомы, молекулы и т.д.), имеют спин половина, т.е. описываются спинорными волновыми функциями и называются *фермионами*. Не будем углубляться в пояснения того, что такое тензоры. Это можно найти во всех книгах, где излагаются основы общей теории относительности (см., например, [20,79,87]). Во всяком случае, любому читателю известно, что такое скаляры (тензоры нулевого ранга) и векторы (тензоры первого ранга).

Понятие спинора для многих может оказаться менее привычным. Спиноры были открыты Э.Картаном в первой четверти нашего века. Спинор можно понимать как своеобразный квадратный корень из вектора [83]. Более того, спиноры можно определить как векторы в 2-мерном комплексном пространстве, в котором при линейных преобразованиях остаются инвариантными квадратичные антисимметричные формы – скалярные произведения 2-мерных векторов. Для более подготовленного читателя укажем, что сейчас принято говорить об еще более общем определении спиноров, обладающих 2^s компонентами, где s – целое число ($s = 1, 2, 3, \dots$). Обобщенные спиноры вводятся при помощи алгебр Клиффорда над полем вещественных или комплексных чисел (см. [23, с.195]). При этом число s и другие свойства спиноров тесно связаны с размерностью и сигнатурой вещественного пространства, которое ставится в соответствие спинорам. В физике спиноры стали широко использоваться после открытия уравнения Дирака, описывающего частицы с полуцелым спином.

В современной теории поля спинорные и бозонные поля выступают как самостоятельные элементарные сущности, вместе составляющие физическую категорию материи. В большинстве учебников теории этих полей излагаются единообразно. При этом делается упор на общие классические и квантовые аспекты полей произвольного спина, и лишь затем описываются особенности спинорных или бозонных полей.

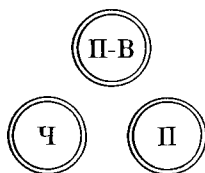
В последнее время принято рассматривать тензорные поля особым образом, в виде так называемых *калибровочных полей*. Сейчас в теории поля укоренилось представление, что каждый вид взаимодействий соответствует некой группе симметрий, а поля переносчиков взаимодействий связываются с нарушениями этих симметрий. В этом суть калибровочного подхода. Если для постро-

ения калибровочной теории гравитации можно выбрать группу симметрий 4-мерного пространства-времени (группу Лоренца или группу Пуанкаре), то для описания других взаимодействий вводят специфические, так называемые внутренние симметрии. Вся современная теория электрослабых и сильных взаимодействий опирается на идею калибровочных полей. Таким образом в калибровочном подходе бозонные поля оказались отделенными от фермионных полей. Их природа оказалась принципиально иной.

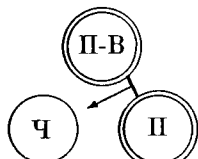
Особо подчеркнем, что в наиболее распространенной формулировке теории поля фермионные и бозонные поля вводятся параллельно. Допускается отдельное изучение свойств пространства-времени (без частиц и полей), отдельно можно изучать поведение свободных (невзаимодействующих) фермионных полей и также отдельно можно рассматривать поведение свободных бозонных полей. На некотором этапе производится "включение" тех или иных взаимодействий, – в итоге получается совместная теория всех полей и взаимодействий. Это соответствует традициям европейской культуры – расчленять общее на части, изучать их в отдельности и затем соединять вместе. Таким образом можно утверждать, что в общепринятой теории поля присутствуют три физические категории: 1) пространство-время, 2) частицы (фермионные поля), 3) поля переносчиков взаимодействий (бозонные поля) [19,51]. Опять мы пришли к вездесущей троице. Теории с этими тремя самостоятельными категориями отнесем к **первой физической парадигме**.

Если же ставится вопрос о том, можно ли опереться на меньшее число независимых категорий, то сразу же открываются новые перспективы, вырисовываются контуры иных физических программ. При ином понимании элементарности и соотношений между собой трех физических категорий (при иной системе ценностей) следует уже говорить о других физических парадигмах – своеобразных физических философиях (религиях).

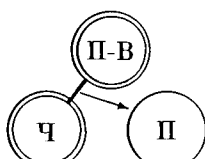
Предлагаем все имеющиеся физические теории и программы классифицировать по 10 физическим парадигмам. Все они представлены в виде таблицы на рисунке 3.1. Они различаются тем, какие из трех названных категорий и в каком сочетании выбираются в качестве первичных. Наряду с тройственной первой парадигмой (она изображена в первой строке) имеются еще девять более экономных – дуальных или даже одинарных физических парадигм. Они опираются на две, а то и на одну из названных или обобщенных категорий. Вторую строку составляет класс так называемых *генерирующих парадигм*. В них в качестве первичных



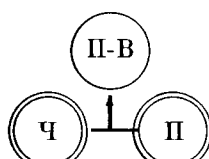
1-я парадигма



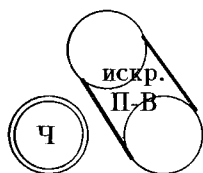
2-я парадигма



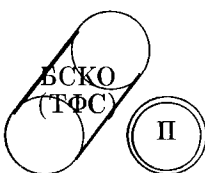
3-я парадигма



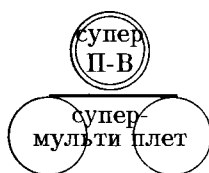
4-я парадигма



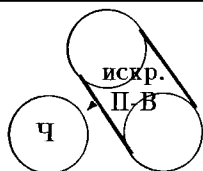
5-я парадигма



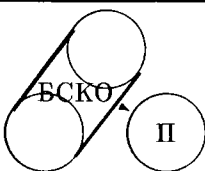
6-я парадигма



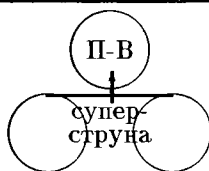
7-я парадигма



8-я парадигма



9-я парадигма



10-я парадигма

Рис. 3.1: Классификация физических парадигм.

выбираются пары из трех названных категорий, а третья, оставшаяся, полагается производной (вторичной) из двух других. Перебирая все возможности выделения пары категорий, получаем три различные парадигмы: вторую, третью и четвертую. Как и на рисунках 1.2 и 2.1 названные категории будем обозначать буквами, означающими: В – пространство-время, Ч – частицы, П – поля. При этом категории, выбираемые в качестве первичных, отмечены двойными кружками, а вторичные – одинарными. Примером 2-ой парадигмы являются теории, во главу угла которых ставится поиск частицеподобных (солитонных) решений систем уравнений полей в плоском пространстве-времени. Примером теории из третьей парадигмы является теория прямого межчастичного взаимодействия Фоккера-Фейнмана.

Есть ряд физических теорий, где поступают иным образом: две из трех названных категорий объединяют в одну обобщенную. Примером является общая теория относительности, где категории пространства-времени и гравитационного поля объединены в одну обобщенную категорию искривленного (риманова) пространства-времени. Категория же частиц (как и других полей) остается независимой, она учитывается в правой части уравнения Эйнштейна. Опять перебирая все возможности слияния пар категорий в одну обобщенную, получаем еще три физические парадигмы: пятую, шестую и седьмую, изображенные в третьем горизонтальном разделе рисунка 3.1. Здесь овалом обозначены обобщенные категории, образованные слиянием двух названных выше категорий. Примером физических теорий, относящихся к 7-ой парадигме, являются современные суперсимметричные теории.

Наконец, в четвертый, нижний горизонтальный раздел попадают парадигмы, опирающиеся лишь на одну обобщенную категорию. Оказывается, есть различия в ее выборе. Ситуация аналогична разным видам пантеистических религий на рисунке 1.2. Примером теории, относящейся к 8-ой парадигме, является уилеровская геометродинамика. Предложенная нами и изложенная в четвертой главе бинарная геометрофизика относится к девятой физической парадигме. В следующих разделах этой книги названные парадигмы охарактеризованы более подробно.

Из изложенного уже просматривается аналогия между религиозными, философскими и физическими категориями, а также между религиозными (духовными) и физическими парадигмами. Схемы на рисунках 1.2 и 3.1 составлены по одному и тому же принципу. Основная разница состоит в большем числе ключевых физических категорий, отсюда и большее число физических па-

радикал. Схему, изображенную на рисунке 2.1, следует понимать как предварительную, не учитывающую разделения материи на две сущности. Ниже будет более подробно обсуждено соответствие категорий в различных духовных и физических парадигмах, а также то, как это сказывается на восприятии мира и в проблематике современных физических программ.

3.2 Вторая парадигма. Частицеподобные решения полевых уравнений

Ко второй физической парадигме отнесем теории и программы, в которых физическая картина мира представляется из двух первичных начал: категории пространства-времени и категории полей. Понятие частиц исключается из числа первичных категорий. Во главу угла ставится задача получить частицы в виде неких полевых образований. В идеологически чистых, если можно так выразиться, вариантах подобных теорий пространство-время полагается плоским, а поля являются бозонными.

Теории второй парадигмы фактически возрождают идею эфира Фарадея-Максвелла прошлого века, только, конечно, на новой основе. Вместо электромагнитного эфира (в пространстве), по которому распространяются электромагнитные взаимодействия и из которого предполагалось строить все заряды и частицы, теперь выступают непосредственно электромагнитное, скалярное и другие поля. Предлагается конструировать частицы из полей.

Среди физиков-теоретиков нашего века можно назвать довольно много сторонников этой парадигмы. Примерно в 1912 году была создана теория Г.Ми. В ней предполагалось, что энергия вещества сами заряды и их свойства имеют электромагнитное происхождение. Для реализации этой программы использовалось нелинейное обобщение уравнений Максвелла. Несколько позднее, в 30-х годах М.Борном и Л.Инфельдом был предложен другой, более совершенный вариант нелинейной электродинамики. Эта работа имела много последователей. В литературе известен также ряд упрощенных идеализированных вариантов, когда вместо многокомпонентного электромагнитного поля рассматривалось нелинейное скалярное поле, т.е. нелинейное обобщенное уравнение Клейна-Фока. На эти теории можно смотреть как на предварительные, модельные, на которых отрабатываются некоторые принципиальные аспекты данной программы. В настоящее время эти исследования тесно связаны с поиском так называемых солитонных решений

По ним имеется обширная литература (см., например, [73]).

Теории (точнее, программы) второй парадигмы встретились с рядом существенных трудностей. Главная из них связана с неустойчивостью, т.е. с расплыванием во времени солитонных решений. Это означает нестабильность полевых сгустков, которыми предполагается моделировать элементарные частицы. Даже если бы удалось решить проблему устойчивости, возникает ряд трудностей при описании квантовых аспектов теории. Нелинейность существенно мешает квантованию таких теорий. Имеются также трудности в описании спинорных частиц, трудности с принципом причинности и т.д.

Тем не менее, сторонники этой парадигмы считают трудности временными и не теряют надежду, что их удастся преодолеть. Идея достаточно привлекательна, а возможности, заключенные в нелинейных уравнениях, воистину неисчерпаемы. Они во много раз возрастают, если брать не отдельные поля, а их самосогласованные системы, например, систему из нелинейных электромагнитного и скалярного полей. Можно добавить и другие поля.

В последнее время значительное внимание уделяется нелинейным скалярным и электромагнитным уравнениям в искривленном пространстве-времени. Расчет делается на то, что тогда к этим уравнениям добавляются уравнения Эйнштейна, которые сами являются нелинейными. Кроме того, исходные поля входят в уравнение Эйнштейна и тем самым еще более искривляют пространство-время.

Строго говоря, только что упомянутые работы не являются, если так можно выразиться, “идеологически чистыми”, ибо в них используются понятия из разных физических парадигм. Как уже отмечалось, понятие искривленного пространства-времени используется для геометризации одного из полей. В названной же программе мы видим эклектику, – часть полей берется геометризованными (пятая парадигма), а другая часть имеет другой характер. Впрочем, вряд ли стоит оспаривать правомерность использования тех или иных точных решений систем уравнений в качестве предварительных моделей.

В рамках данной парадигмы в настоящее время проводятся исследования в группах Я.П.Терлецкого, В.Н.Мельникова и других. Например, в работе Г.Н.Шикина следующим образом обосновывается данное направление исследований: “Актуальность нахождения и исследования свойств точных регулярных локализованных решений классических нелинейных полевых уравнений (частицеподобных и солитоноподобных решений) определя-

ется необходимостью описания элементарных частиц как протяженных объектов для создания свободной от расходимостей теории элементарных частиц, способной описывать их сложную пространственную структуру, наблюдаемую экспериментально. Нелинейное обобщение теории поля необходимо независимо от вопроса о расходимостях, так как учет взаимодействия полей с неизбежностью приводит к появлению в уравнениях поля нелинейных членов, что является отражением объективных свойств поля” [113, с.1].

Упомянем еще об одном варианте нелинейных теорий – нелинейных спинорных уравнениях Гейзенберга [72], привлечших всеобщее внимание в 50-х – 60-х годах. В частности, сторонником этого подхода был **Д.Д.Иваненко** [39]. Основная идея этого цикла работ та же самая – получить из нелинейных уравнений известные элементарные частицы. Своеобразие состоит в том, что здесь используется *спинорное* поле. По логике классификации парадигм такие работы следовало бы отнести к третьей парадигме. Однако суть такой программы соответствует именно второй парадигме. Бралось нелинейное обобщение уравнений Дирака, когда вместо массового слагаемого стоит некое кубичное выражение из спинорных функций. Суть рассуждений здесь следующая: если даже в рамках нелинейной теории бозонных полей рано или поздно удастся получить подходящие устойчивые частицеподобные решения, то мало надежд на то, что их можно будет сопоставить частицам полуцелого спина. Не ясно, как из бозонных полей получить поля полуцелого спина, тогда как наоборот сделать просто. Поэтому предлагалось из первичного спинорного поля получить частицы, а затем из пар спинорных полей можно построить бозонные поля. Была даже попытка развить соответствующую этой идее теорию слияния спинорных полей. Однако и этот бум постепенно сошел на нет, хотя вера в эту идею среди части физиков не умерла.

В формулировке данной программы можно найти отголоски идеологии первой физической парадигмы, где бозонные и фермионные поля рассматриваются на равной ноге, – если не удастся развить программу единой нелинейной теории на основе бозонных полей, то следует попробовать использовать спинорное поле. Такие соображения были естественны для 50-х – 60-х годов, когда еще не выдвинулся на первый план принципиально различный характер спинорных и бозонных (калибровочных) полей.

Исследования в рамках второй парадигмы пока еще очень далеки от заветной цели. К этому направлению, скорее всего, следует относиться как к одному из мыслимых путей в область непо-

знанного, как к разновидности физической философии, а то и как к своеобразной физической религии. Обращаясь к духовным религиям, перечисленным на рисунке 1.2, приходим к выводу, что вторую физическую парадигму нужно сопоставить дуалистическим духовным религиям. И в тех, и в других два начала. Вопрос состоит лишь в том, как естественнее отождествить два эти начала. С одной стороны, духовное начало можно сопоставить пространству-времени, а материальное начало в религии отождествить с физическими полями. Для этого есть основания. Мало кто будет возражать против понимания полей как материи. Не новой является также идея сближения понятий Бога и пространства-времени. Однако, на это можно посмотреть и с иной стороны. В предыдущей главе (см. раздел 2.1) упоминались религиозные учения, в которых пространство-время полагается априорно заданным, а Бог (или боги) мыслятся помещенными в пространство и время. Если придерживаться таких религиозных систем, то духовному началу следует сопоставить поля, пребывающие в априорно заданном пространстве-времени.

Аналогия поля с Богом еще более усиливается следующим обстоятельством. Для того, чтобы образовать частицы, уравнения полей обязательно должны быть нелинейными, т.е. содержать квадратичные или большей степени слагаемые из потенциалов полей. Напомним, что в общепринятой теории свободные поля описываются линейными уравнениями. Из них частицеподобные образования получить невозможно. Роль нелинейных слагаемых в уравнениях состоит в том, что ими описываются воздействия поля самого на себя. Оно получает возможность как бы держать самого себя в виде некоего полевого сгустка, что и предлагается трактовать как частицу. Именно нелинейности поля являются математическим выражением религиозной идеи, выраженной в словах Г.Р.Державина о Боге:

“Хаоса бытность довременну
Из бездн ты вечности воззвал,
А вечность, прежде век рожденну,
В себе самом ты основал:
Себя собою составляя,
Собою из себя сияя,
Ты свет, откуда свет истек”.

Идею нелинейности можно усмотреть и в гегелевском определении Бога как “абсолютно истинного вообще, из которого все исходит и к которому все возвращается”, и в словах В.Шеллинга о

том, что Бог “как бесконечное утверждение самого себя объемлет себя самого как бесконечно утверждающее”.

3.3 Пятая парадигма.

Общая теория относительности

Перейдем к следующей физической парадигме в первом (клиффордовском) столбце на рисунке 3.1 – к пятой. Для этого вернемся к материалу предыдущей главы, а именно к цепочке идей, приведших к общей теории относительности. Это уже круг других идей по сравнению с программами второй парадигмы. Здесь во главу угла ставится не генерация одной из физических категорий (частиц), а слияние двух физических категорий: (плоского) пространства-времени и поля (в общей теории относительности – только гравитационного) в одну новую обобщенную физическую категорию искривленного пространства-времени. Все физические теории такого типа, основанные на слиянии в одну двух указанных категорий при сохранении самостоятельности (первичности) категории частиц, будем причислять к **пятой парадигме**. Имеется довольно много разновидностей таких теорий. В них частично реализуется идея Клиффорда об описании кривизной каких-то видов материи (поэтому она отнесена к *клиффордовским*).

Поскольку теории пятой физической парадигмы дуалистические, их естественно соотнести с дуалистическими же духовными религиями. Тогда сама собой напрашивается идея сопоставить обобщенное (искривленное, многомерное и т.п.) пространство-время религиозному духовному началу, а частицы отождествить с материальной сущностью.

Напомним, что в разделе 2.4. была прослежена цепочка идей: попытки доказать пятый постулат Евклида, создание первой неевклидовой геометрии Лобачевского, создание второй неевклидовой геометрии Риманом, открытие Риманом произвольных искривленных 3-мерных геометрий, идеи Клиффорда об описании искривленными геометриями всех сущностей реального мира, создание специальной теории относительности и открытие 4-мерной пространственно-временной симметрии, идея Эйнштейна об искривленном характере 4-мерного пространства-времени и о проявлении искривления в виде гравитации. Так была создана общая теория относительности – первая теория пятой парадигмы.

Поясним эту цепочку простейшими формулами – без них нет настоящей теории.

1) Как это ни странно может показаться неискушенному читателю, но за основу рассуждений можно взять всем известную *теорему Пифагора*:

$$l^2 = (x^1)^2 + (x^2)^2, \quad (3.1)$$

где x^1 и x^2 – длины двух катетов или, что одно и то же – две декартовы координаты точки, отстоящей от начала координат на расстояние l .

2) В *3-мерном евклидовом пространстве* квадрат расстояния от начала координат до точки уже будет определяться тремя координатами:

$$l^2 = (x^1)^2 + (x^2)^2 + (x^3)^2,$$

а квадрат расстояния dl^2 между двумя близкими точками в декартовых координатах, как известно, записывается в виде

$$dl^2 = dx^{1^2} + dx^{2^2} + dx^{3^2} \quad (3.2)$$

где dx^i при $i = 1, 2, 3$ – разности декартовых координат двух близких точек.

3) В *3-мерной римановой геометрии* координаты с необходимостью становятся криволинейными, и квадрат длины (3.2) обобщается

$$dl^2 = g_{11}(x)dx^{1^2} + g_{22}(x)dx^{2^2} + 2g_{12}(x)dx^1dx^2 + \dots \equiv g_{ik}(x)dx^idx^k, \quad (3.3)$$

где $g_{ik}(x)$ – некоторые коэффициенты, зависящие от координат. справа подразумевается суммирование по индексам $i, k = 1, 2, 3$.

4) В *специальной теории относительности* было показано, что пространство и время образуют единое 4-мерное многообразие. Вместо того, чтобы отдельно рассматривать длины dl и время $c dt = dx^0$, нужно перейти к 4-мерному квадрату интервала

$$ds^2 = dx^{0^2} - dx^{1^2} - dx^{2^2} - dx^{3^2} = c^2 dt^2 - dl^2. \quad (3.4)$$

эта формула обобщает (3.2).

5) В *эйнштейновской общей теории относительности* формула (3.4) обобщается так же, как в 3-мерной геометрии Римана

формула (3.2) обобщается до (3.3). Тогда получаем для квадрата интервала

$$-ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu, \quad (3.5)$$

где $g_{\mu\nu}$ — зависящие от x коэффициенты перед дифференциалами криволинейных координат. Индексы μ, ν пробегает значения: 0, 1, 2, 3. По ним подразумевается суммирование.

В дифференциальной геометрии коэффициенты $g_{\mu\nu}$ называются компонентами метрического тензора. В 4-мерном пространстве-времени общей теории относительности таких компонент 16. Запишем их в виде матрицы,

$$g_{\mu\nu} = \begin{pmatrix} g_{00} & g_{01} & g_{02} & g_{03} \\ g_{10} & g_{11} & g_{12} & g_{13} \\ g_{20} & g_{21} & g_{22} & g_{23} \\ g_{30} & g_{31} & g_{32} & g_{33} \end{pmatrix} \quad (3.6)$$

Поскольку индексы μ и ν в (3.6) входят симметрично, то $g_{\mu\nu} = g_{\nu\mu}$, и в самом общем случае имеется всего 10 различных компонент $g_{\mu\nu}$. Вторая часть идеи Эйнштейна состояла в том, что эти 10 компонент соответствуют потенциалам гравитационного поля, т.е. они заменяют один скалярный потенциал φ ньютоновского гравитационного поля (точнее, потенциалу φ напрямую соответствует компонента g_{00}). Эта идея была высказана Эйнштейном в 1913 году в его совместной статье с математиком М. Гроссманом (физическая часть была написана Эйнштейном).

Следует упомянуть, что возникновению этих идей помогли, как минимум, два обстоятельства. Первое — это принцип эквивалентности, который берет свое начало еще с наблюдений Галилея за падением тел с Пизанской башни в конце XVI века. Уже тогда было установлено, что все тела падают одинаково, т.е. их ускорение одно и то же, не зависит от самих тел. Тогда спрашивается, отчего же оно зависит? Напрашивается ответ: от того места, где они находятся. Но в плоском пространстве эту идею нельзя реализовать, — оно однородно, т.е. все точки равноправны. В случае же искривленного пространства-времени согласно (3.5) возникают характеристики точек в виде компонент $g_{\mu\nu}$, — на них то и можно “навесить” функцию характеризовать приобретаемые телами ускорения в этих точках. Вторая же идея, — кстати, давшая название теории — общая теория относительности, — связана с переходом от линейных преобразований Лоренца в специальной теории относительности к общим координатным преобразованиям.

ям. Это связывалось Эйнштейном с переходами от инерциальных систем отсчета к произвольным неинерциальным.

В.А.Фок отмечал эвристический, вспомогательный характер общей ковариантности и принципа эквивалентности в создании общей теории относительности, сравнивал их со строительными тесами при возведении здания теории, которые по завершению убираются. Следует согласиться с Фоком, что “истинной логической основой теории тяготения Эйнштейна являются не идея общей относительности и не принцип эквивалентности, а другие две идеи, именно: идея объединения пространства и времени в единое 4-мерное хроногеометрическое многообразие с индефинитной метрикой (в формуле (3.4) стоит один плюс и три минуса – Ю.С.В.) и отказ от “жесткости” метрики, позволивший связать ее с явлением тяготения, а тем самым и с весомой материей (уравнения тяготения Эйнштейна)” [105, с.7].

В искривленном пространстве-времени общей теории относительности все тела движутся уже не по прямым (последние теряют смысл), а по экстремальным линиям, называемым геодезическими линиями. Не вникая в их вывод, приведем их вид

$$\frac{d^2 x^\alpha}{ds^2} = -\Gamma_{\mu\nu}^\alpha \frac{dx^\mu}{ds} \frac{dx^\nu}{ds}, \quad (3.7)$$

где слева стоит релятивистское ускорение, а справа содержится величина $\Gamma_{\mu\nu}^\alpha$ – символы Кристоффеля. Они являются комбинацией из первых производных от метрического тензора $\partial g_{\mu\nu} / \partial x^\alpha$, т.е. выполняют роль своеобразной напряженности гравитационного поля. Сравнивая это выражение со 2-м законом Ньютона в центральном ньютоновском гравитационном поле

$$\frac{dr}{dt^2} = -\frac{kM}{r^2}, \quad (3.8)$$

видим, что в (3.8) отсутствует масса рассматриваемой частицы, что как раз соответствует принципу эквивалентности, все тела движутся в гравитационном поле (искривленном пространстве-времени) одинаковым образом. В формуле (3.8) k – ньютоновская гравитационная постоянная, M – масса центрального источника.

Почти три года понадобилось Эйнштейну, чтобы от ключевой идеи 1913 г. дойти до написания основного уравнения общей тео-

формула (3.2) обобщается до (3.3). Тогда получаем для квадрата интервала

$$-ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu, \quad (3.5)$$

где $g_{\mu\nu}$ — зависящие от x коэффициенты перед дифференциалами криволинейных координат. Индексы μ, ν пробегает значения: 0, 1, 2, 3. По ним подразумевается суммирование.

В дифференциальной геометрии коэффициенты $g_{\mu\nu}$ называются компонентами метрического тензора. В 4-мерном пространстве-времени общей теории относительности таких компонент 16. Запишем их в виде матрицы,

$$g_{\mu\nu} = \begin{pmatrix} g_{00} & g_{01} & g_{02} & g_{03} \\ g_{10} & g_{11} & g_{12} & g_{13} \\ g_{20} & g_{21} & g_{22} & g_{23} \\ g_{30} & g_{31} & g_{32} & g_{33} \end{pmatrix} \quad (3.6)$$

Поскольку индексы μ и ν в (3.6) входят симметрично, то $g_{\mu\nu} = g_{\nu\mu}$, и в самом общем случае имеется всего 10 различных компонент $g_{\mu\nu}$. Вторая часть идеи Эйнштейна состояла в том, что эти 10 компонент соответствуют потенциалам гравитационного поля, т.е. они заменяют один скалярный потенциал φ ньютоновского гравитационного поля (точнее, потенциалу φ напрямую соответствует компонента g_{00}). Эта идея была высказана Эйнштейном в 1913 году в его совместной статье с математиком М.Гроссманом (физическая часть была написана Эйнштейном).

Следует упомянуть, что возникновению этих идей помогли, как минимум, два обстоятельства. Первое — это принцип эквивалентности, который берет свое начало еще с наблюдений Галилея за падением тел с Пизанской башни в конце XVI века. Уже тогда было установлено, что все тела падают одинаково, т.е. их ускорение одно и то же, не зависит от самих тел. Тогда спрашивается, отчего же оно зависит? Напрашивается ответ: от того места, где они находятся. Но в плоском пространстве эту идею нельзя реализовать, — оно однородно, т.е. все точки равноправны. В случае же искривленного пространства-времени согласно (3.5) возникают характеристики точек в виде компонент $g_{\mu\nu}$, — на них то и можно “навесить” функцию характеризовать приобретаемые телами ускорения в этих точках. Вторая же идея, — кстати, давшая название теории — общая теория относительности, — связана с переходом от линейных преобразований Лоренца в специальной теории относительности к общим координатным преобразованиям.

ям. Это связывалось Эйнштейном с переходами от инерциальных систем отсчета к произвольным неинерциальным.

В.А.Фок отмечал эвристический, вспомогательный характер общей ковариантности и принципа эквивалентности в создании общей теории относительности, сравнивал их со строительными лесами при возведении здания теории, которые по завершению убираются. Следует согласиться с Фоком, что “истинной логической основой теории тяготения Эйнштейна являются не идея общей относительности и не принцип эквивалентности, а другие две идеи, именно: идея объединения пространства и времени в единое 4-мерное хроногеометрическое многообразие с индефинитной метрикой (в формуле (3.4) стоит один плюс и три минуса – Ю.С.В.) и отказ от “жесткости” метрики, позволивший связать ее с явлением тяготения, а тем самым и с весомой материей (уравнения тяготения Эйнштейна)” [105, с.7].

В искривленном пространстве-времени общей теории относительности все тела движутся уже не по прямым (последние теряют смысл), а по экстремальным линиям, называемым геодезическими линиями. Не вникая в их вывод, приведем их вид

$$\frac{d^2 x^\alpha}{ds^2} = -\Gamma_{\mu\nu}^\alpha \frac{dx^\mu}{ds} \frac{dx^\nu}{ds}, \quad (3.7)$$

где слева стоит релятивистское ускорение, а справа содержится величина $\Gamma_{\mu\nu}^\alpha$ – символы Кристоффеля. Они являются комбинацией из первых производных от метрического тензора $\partial g_{\mu\nu}/\partial x^\alpha$, т.е. выполняют роль своеобразной напряженности гравитационного поля. Сравнивая это выражение со 2-м законом Ньютона в центральном ньютоновском гравитационном поле

$$\frac{dr}{dt^2} = -\frac{kM}{r^2}, \quad (3.8)$$

видим, что в (3.8) отсутствует масса рассматриваемой частицы, что как раз соответствует принципу эквивалентности, все тела движутся в гравитационном поле (искривленном пространстве-времени) одинаковым образом. В формуле (3.8) k – ньютоновская гравитационная постоянная, M – масса центрального источника.

Почти три года понадобилось Эйнштейну, чтобы от ключевой идеи 1913 г. дойти до написания основного уравнения общей те-

рии относительности – уравнения Эйнштейна. Приведем их вид

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R = \kappa T_{\mu\nu}, \quad (3.9)$$

где $\kappa = 8\pi k/c^4$ – эйнштейновская гравитационная постоянная, $R_{\mu\nu}$ и R – тензоры кривизны, $T_{\mu\nu}$ – тензор энергии-импульса материи. Тензор кривизны R строится из вторых и первых производных от метрического тензора $g_{\mu\nu}$, т.е. это уравнение имеет тот же характер – является дифференциальным уравнением второго порядка, – что и большинство других уравнений физики, в частности, как и (3.7), (3.8). В уравнениях Эйнштейна заключен глубокий физический смысл. В нем левая часть описывает геометрические свойства искривленного пространства-времени, а правая часть – свойства находящейся в пространстве-времени материи. Получилось так, что уравнения Эйнштейна выражают свойства геометрии через свойства материи.

Хотелось бы верить, что читатель, даже не искушенный в тонкостях теоретической физики, хоть в какой-то степени почувствовал красоту и глубокую содержательность основополагающих принципов и строения общей теории относительности, которые заставили признать ее как одну из вершин мысли XX-го века.

Дальнейшее содержание общей теории относительности – это уже, можно сказать, дело техники, т.е. это математическая работа по решению довольно сложных уравнений Эйнштейна, нахождение метрического тензора $g_{\mu\nu}$ для различных частных случаев запись и решение в них уравнений геодезических линий, анализ конкретных эффектов общей теории относительности. Все это осуществляется по строгим логическим законам математики и теоретической физики, – это уже следствия принципов. Вся же основная, можно сказать, философская суть теории (и с ней всей парадигмы) содержится в только что изложенном.

Нельзя не упомянуть такое важное свойство общей теории относительности: в ее рамках можно ставить и решать вопрос об эволюции всего мира, о существовании “начальной” и “конечной” стадии его развития. В этом пункте теория Эйнштейна поднимается до уровня тех проблем, на решение которых претендуют философские и религиозные системы, в том числе и христианское учение. Оказалось, что использование столь мощного математического аппарата дифференциальной геометрии позволило в рамках общей теории относительности показать, что имеется ряд сценариев (моделей) развития Вселенной. Среди них, в частности, имеется

такой, который можно сопоставить христианским представлениям о начале и конце мира. Вопрос о сопоставлении космологических моделей (Фридмана) общей теории относительности с догматами религиозных учений постоянно находится в центре внимания международных и отечественных конференций с совместным участием физиков, философов и теологов.

Особо следует сказать о том, что общая теория относительности позволила геометризовать лишь одно гравитационное поле, т.е. задача объединения двух физических категорий в одну решена лишь частично. Все другие поля: электромагнитное, скалярное, глюонные и др. должны вводиться отдельно, входить в $T_{\mu\nu}$ — в негеометрическую правую часть уравнений Эйнштейна наравне с частицами. Это обстоятельство угнетало даже самого Эйнштейна. Он хотел от теории значительно большего. Он сравнивал свои уравнения с монолитом, стоящим на двух ногах: прочной левой и “глиняной” правой. Если проанализировать его работы, то видно, что он всячески избегал, где это только можно было, писать правую часть своих уравнений. Как свидетельствуют его биографы, Эйнштейн был знаком с работами В.Клиффорда, пытался реализовать его программу, т.е. фактически он стремился выйти из пятой парадигмы в восьмую. Как минимум, он пытался геометризовать наряду с гравитацией хотя бы электромагнитное поле. Известно, что последние 30 лет своей жизни Эйнштейн посвятил поиску единой геометрической теории гравитации и электромагнетизма. При этом он опробовал ряд вариантов.

В этом месте мы опять прикасаемся к вопросам физической религиозности. Опять ставится вопрос о поиске более глубоких основ физического мироздания, путей выхода за пределы круга явлений, очерченного светом науки. Для этого нужно руководствоваться какой-то системой ориентиров, составляющих в конце концов физическую веру или религию. Для Эйнштейна это была вера в существование некой обобщенной геометрии, включающей в себя как гравитацию, так и электромагнетизм. Только твердая вера могла заставить положить на это 30 лет жизни. Следует отметить, что эта вера разделялась рядом современников и коллег Эйнштейна. На решение этой проблемы были затрачены огромные интеллектуальные усилия, с которыми могут сравниться, разве что, поиски философского камня или вечного двигателя. Да и сейчас многие физики-теоретики заняты поиском единых геометрических теорий.

Нельзя сказать, что затраченные усилия были напрасными. В итоге таких исследований сейчас мы знаем много больше о гео-

метрии и ее возможностях. Так, оказывается, дифференциальная геометрия покоится на трех началах (и пять вездесущая христианская троица): метрике, связности и топологии. Были предприняты попытки обобщить эйнштейновскую теорию гравитации по всем этим трем началам. Обсуждению этих исследований, многие из которых чрезвычайно остроумны, можно было бы посвятить отдельную книгу. Здесь же ограничимся перечислением только некоторых из теорий, входящих в пятую физическую парадигму.

1. Прежде всего следует назвать теорию Вейля, который, исследуя возможности геометризовать электромагнетизм, открыл новый вид геометрии. В ней обобщена риманова связность. В литературе она называется *геометрией Вейля*, геометрией с неметричностью или геометрией с сегментарной кривизной. Она явилась первым обобщением римановой геометрии аналогично тому, как геометрия Лобачевского была первой неевклидовой геометрией. Основная идея геометрии Вейля состоит в том, что при переходе от одной точки пространства-времени к другой длины векторов или тензоров могут изменяться. (В римановой геометрии длины при переносе неизменны.) Вейль предложил трактовать изменение длин обусловленным наличием электромагнитного поля. Теория Вейля затем была еще более обобщена А.Эддингтоном.

2. Принципиально другим видом обобщения римановой геометрии явилась открытая Э.Картаном *геометрия с кручением* (другое обобщение связности). Суть этой геометрии состоит в нарушении хорошо известного всем со школьной скамьи правила параллелограмма при сложении векторов. Это нарушение характеризуется неким тензором кручения. Заметим, что сам Э.Картан, открывая эту геометрию, не руководствовался идеей геометризации электромагнетизма. Ряд физиков-теоретиков применяли эту геометрию для обобщения теории спинорных частиц (теория Эйнштейна-Картана). В работах В.И.Родичева кручение применялось для описания электромагнетизма, а в работах Д.ДеСаббата с сотрудниками и автора этой книги — для описания электрослабых взаимодействий.

3. Сам Эйнштейн в последние годы жизни в целях геометризации электромагнетизма пытался развить *геометрию с несимметричным метрическим тензором*. Это означает представление обобщенного метрического тензора $\tilde{g}$ в виде суммы симметричного $\tilde{g}_{\mu\nu}$ и антисимметричного $\hat{g}_{\mu\nu}$ тензоров

$$g_{\mu\nu} = \tilde{g}_{\mu\nu} + \hat{g}_{\mu\nu},$$

где $\tilde{g}_{\mu\nu} = \tilde{g}_{\nu\mu}$ отождествлялось с обычным римановым метрическим тензором, а $\hat{g}_{\mu\nu} = -\hat{g}_{\nu\mu}$ — с тензором напряженности электромагнитного поля $F_{\mu\nu}$. По-видимому, такая геометрия может быть интерпретирована как специальный случай геометрии с кручением.

4. С работ самого Б.Римана, а затем Финслера (1918 г.) берут начало так называемые *финслеровы геометрии*. В них интервал ds между

близкими событиями (метрика) определяется более сложным образом, нежели в (3.5). Финслеровы геометрии применялись для разных целей, в том числе и для описания анизотропии (различия свойств по разным направлениям) пространства-времени.

5. Время от времени наблюдаются всплески интереса к *биметрическим теориям гравитации*, основанным на двух метриках в 4-мерном пространстве-времени. Эта разновидность геометрий была предложена Н. Розеном, одним из сотрудников А. Эйнштейна.

6. В 70-х годах во всем мире наблюдался бум исследований так называемых *скалярно-тензорных теорий гравитации* или теории Йордана-Бранса-Дикке. В ней геометрия пространства-времени определяется кроме как 10 компонентами метрического тензора $g_{\mu\nu}$ еще одной, скалярной величиной φ . Фактически, таким образом постулировалось еще одно геометрическое поле, ответственное за возможные изменения ряда физических констант.

7. Назовем еще теории с *квадратичными по тензору кривизны лагранжианами*. Они приводят к более сложным уравнениям гравитации, нежели уравнения Эйнштейна (3.9). Из соображений, навеянных, в частности, проблемами квантования гравитации, такими теориями интересовался А. Д. Сахаров.

8. *Многомерные единые теории гравитации и других взаимодействий*. О них будет идти речь в следующем разделе.

Можно назвать и другие виды обобщенных геометрических теорий. В каждом из названных видов геометрий имеется множество вариантов. Кроме того, есть большое количество теорий, где различные обобщения используются совместно, например, теории с кручением и с квадратичными лагранжианами, финслеровы геометрии и теория Вейля и т.д. Однако следует подчеркнуть самое главное: *все эти теории содержат в себе эйнштейновскую общую теорию относительности*, т.е. кроме нее в них содержатся еще какие-то дополнительные факторы. Во всех этих теориях речь идет не об опровержении общей теории относительности, а об ее расширении.

Отметим, что даже на Западе не всегда было почетно заниматься поиском единых геометрических теорий. Бывали периоды, когда подобные занятия считались признаком дурного тона или даже ненормальности. Ученым нужно было обладать незаурядным мужеством, чтобы отстаивать свое право на такие исследования, право на свою веру. В нашей стране все было во сто крат сложнее. Известно, что у нас долгое время теория относительности официально трактовалась идеалистической наукой со всеми вытекающими последствиями для ее сторонников.

Во все времена любое учение всегда кем-то оспаривалось, всегда были несогласные, придерживавшиеся других учений и вероисповеданий. Так обстояло (и обстоит) дело и с общей теорией относительности. Физики-гравитационисты и довольно широкие круги общественности нашей страны в течение более десятилетия были свидетелями любопытной и, можно даже сказать, поучительной истории. Имеется в виду появление и пропагандирование так называемой *релятивистской теории гравитации* (РТГ) А.А.Логунова [62]. Со взглядами ее создателя читатели могли ознакомиться по многочисленным публикациям в книгах, журналах и даже в газетах. С критикой этой теории ознакомиться было труднее. Теория Логунова критиковалась по ряду научных позиций. В частности, отмечались трудности с наличием двух световых конусов, неизбежно приводящим к нарушению причинности, критиковался выбор координатных карт, использованных для описания пространства-времени, делались утверждения о тождественности уравнений Логунова уравнениям Эйнштейна и т.д. Все эти тонкости можно было конструктивно обсуждать. Критические замечания не были смертельными для данной программы. У ее автора и его сотрудников оставалось достаточно много возможностей для маневра. Однако из дискуссии выпало главное, — на самом деле нужно было говорить о разных физических парадигмах, о разных научных верах. Релятивистская теория гравитации является типичным представителем теории первой парадигмы. В ней с самого начала *постулируется плоское пространство-время* (Минковского), а в нем вводится тензорное поле второго ранга, а также поля других как спинорных, так и тензорных частиц. Далее из дополнительных соображений подбирается лагранжиан, приводящий к уравнениям, соответствующим уравнениям Эйнштейна. Основной козырь такой теории состоит в том, что из метрического тензора пространства-времени Минковского и тензорного поля второго ранга можно построить тензорную величину, играющую роль эффективной римановой метрики $g_{\mu\nu}$. Но искривленное пространство-время там вторичная категория. В основе всей же теории по-прежнему лежат все три ключевые физические категории: пространство-время (плоское), гравитационное поле (и иные бозонные поля) и частицы.

Таким образом, истинный характер дискуссии должен был иметь, философский, даже можно сказать, (физический) религиозный смысл: какая научная религия лучше? В такой ситуации самое разумное — признать свободу совести человека, в том числе и ученого. Теорию следует обсуждать в рамках той парадигмы. В

какой она сформулирована. В данном же случае дискуссия походила на спор представителей разных религиозных конфессий.

3.4 Философия многомерия: теории Калуцы-Клейна

Особое место среди теорий пятой парадигмы занимают многомерные геометрические модели физических взаимодействий, обычно в литературе называемые *теориями Калуцы-Клейна*. Эти модели (теории) основаны на идеях общей теории относительности, т.е. строятся в рамках искривленного (риманова) пространства-времени, однако полагается, что его размерность больше четырех. Создатели этой теории посягнули на такие, казалось бы незыблемые, свойства бытия, как размерность пространства-времени. Это представлялось “ересью” даже в религии марксизма-ленинизма.

Весь опыт развития теоретической физики двух последних столетий показал, что разум не может примириться с априорным характером свойств классического пространства и времени. Так, открытие фундаментальности (постоянства) скорости света привело к объединению пространств и времени, что было отражено в специальной теории относительности. С созданием общей теории относительности стало ясно, что метрические свойства 4-мерного пространства-времени зависят от распределения материи. Многое дала квантовая теория. Так почему же свойство 3-мерности пространства (или 4-мерности пространства-времени) считать божественным постулатом? Да и какие могут быть основания утверждать подобное от имени Бога?

Исследования проблемы размерности пространства-времени пошли по нескольким направлениям. Один ход мысли состоял в том, чтобы, опираясь на какие-либо физические закономерности, обосновать геометрический постулат размерности. Напомним, что уже Эрнст Мах в своей книге “Познание и заблуждение” поставил вопрос “Почему пространство трехмерно?” [66]. В таких исследованиях принимали участие А.Эддингтон, П.Эренфест, А.Эйнштейн и другие мыслители. Практически задача понималась следующим образом: выбирался тот или иной физический фактор (или закон), который по мнению исследователей мог претендовать на фундаментальность, и выяснялось, зависит ли этот фактор от размерности пространства-времени. Так был выявлен ряд факторов (законов), которые имеют место лишь в

пространстве-времени четырех измерений, или, по крайней мере, четыре – граничная размерность, начиная или кончая которой эти понятия (законы) справедливы. Отсылая читателей к подробным обзорам по этому вопросу [26,32,70], здесь лишь отметим, что в упомянутом цикле работ не удалось указать фактор, который бы заставил согласиться с его большей фундаментальностью, нежели геометрический постулат $n = 4$.

Другой ход мысли состоял в том, чтобы допустить, что реальное пространство-время имеет большее число измерений. Если в пятой парадигме искривленное пространство-время уподоблялось Богу, то почему бы не признать за ним качеств, столь сильно отличающихся от привычных для простого смертного человека? Ведь утверждается, что простым разумом Бога не постичь. Резонно положить, что по каким-то причинам мы замечаем только часть размерностей пространства-времени, тогда как имеются дополнительные размерности, скрытые от нас. Довольно отчетливо идеи многомерности были сформулированы в работах математиков Германа Грассмана (1809-1877), Артура Кэли (1821- 1885). Глубокие соображения о размерности физического пространства можно найти в уже упоминавшемся мемуаре Б.Римана. Он ввел понятие “многократно протяженной величины” и считал, что наше “пространство есть не что иное, как частный случай трижды протяженной величины”.

Особо следует остановиться на позиции Э.Маха. В книге “Познание и заблуждение” (1905 г.), обсуждая работы Гербарта, Мах писал: “Ограничение у него конструкции пространства тремя измерениями совершенно лишено основания, и именно на этот пункт следовало бы обратить преимущественное внимание. По истечении целого столетия именно такие вопросы могли бы получить совершенно новую физиономию.” [66, с.446]. Это весьма примечательное высказывание, если иметь ввиду современные исследования по многомерным единым теориям физических взаимодействий.

Интересны также соображения Маха о том, где могут встретиться проявления иных размерностей. Он писал: “Наша геометрия относится всегда к объектам чувственного опыта. Но если мы оперируем с абстрактными вещами, как то атомами и молекулами, которые по самой природе своей не могут быть даны нашим чувствам, мы не имеем никакого права обязательно мыслить эти вещи в отношениях, в относительных положениях, соответствующих Евклидову трехмерному пространству нашего чувственного опыта” [66, с.417]. В этом месте делалось подстрочное примечание

«Находясь еще под влиянием атомистической теории, я попытался однажды объяснить спектральные линии газов колебаниями друг относительно друга атомов, входящих в состав молекулы. Затруднения, на которые я натолкнулся при этом, навели меня в 1863 году на мысль, что *нечувствительные* вещи не должны быть обязательно представляемы в нашем *чувственном* пространстве трех измерений. Таким путем я пришел к мысли об аналогах пространства различного числа измерений».

Можно привести ряд высказываний Ульянова-Ленина против этих взглядов Маха, которые он квалифицировал как «идеализм», как «поповщину». Так что же, получается, что Ленин тем самым признавал, что христианство допускало большую свободу для полета мысли, нежели «самая передовая» религия – диалектический материализм? Добавим к этому, что Ленин бичевал Маха в резкой, крайне грубой форме, сродни порой встречавшейся в истории религиозной нетерпимости.

Начало современных исследований по многомерию, – как бы рождение физической религии многомерия, – обычно датируется выходом в свет в 1921 году работы Т.Калуцы [41], в которой был предложен конкретный вариант 5-мерной объединенной теории гравитации и электромагнетизма. Основная идея состояла в переходе от 4-мерной римановой геометрии к 5-мерной, когда квадрат интервала представляется в виде

$$ds^2 \rightarrow dI^2 = G_{AB} dx^A dx^B \quad (A, B = 0, 1, 2, 3, 5), \quad (3.10)$$

где G_{AB} – 5-мерный метрический тензор, имеющий теперь уже 15 компонент. Четыре из дополнительных компонент $G_{5\alpha}$ (где $\alpha = 0, 1, 2, 3$) Калуца предложил отождествлять с компонентами электромагнитного векторного потенциала

$$A_\alpha = \frac{c^2}{2\sqrt{k}} G_{5\alpha}. \quad (3.11)$$

Здесь c – скорость света, k – ньютоновская гравитационная постоянная. Таким образом одной и той же тензорной величиной G_{AB} описывалось как эйнштейновское гравитационное поле, так и максвелловское электромагнитное поле, т.е. полагалось

$$G_{AB} = \left(\begin{array}{cccc|c} G_{00} & G_{01} & G_{02} & G_{03} & G_{05} \\ G_{10} & G_{11} & G_{12} & G_{13} & G_{15} \\ G_{20} & G_{21} & G_{22} & G_{23} & G_{25} \\ G_{30} & G_{31} & G_{32} & G_{33} & G_{35} \\ \hline G_{50} & G_{51} & G_{52} & G_{53} & G_{55} \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{c|c} g_{\alpha\beta} & A_\alpha \\ \hline A_\beta & G_{55} \end{array} \right). \quad (3.12)$$

Еще одна, 15-ая компонента $G_{55} = -\varphi^2$ может быть сопоставлена дополнительному геометрическому скалярному полю.

При условии цилиндричности метрики по x^5 (т.е. независимо-сти G_{AB} от пятой координаты) были получены чрезвычайно красивые результаты, которые в литературе часто именуют “чудом Калуцы”:

1) Оказалось, что если по образу и подобию общей теории относительности записать 5-мерные уравнения Эйнштейна, то они распадаются на десять обычных 4-мерных уравнений Эйнштейна, на четыре уравнения Максвелла, и остается еще одно (“лишнее”) уравнение для скалярного поля.

2) В 4-х мерных уравнениях Эйнштейна, записанных для 5-мерного вакуума (электровакуума), автоматически возникает тензор энергии – импульса электромагнитного поля, который в теории Эйнштейна приходилось вводить волевым образом. Координата x^5 обязательно должна быть пространственно-подобной, иначе получится неверный знак перед тензором энергии-импульса электромагнитного поля.

3) Четыре из пяти 5-мерных уравнений геодезической (экстремальной) линии совпадают с известными 4-мерными уравнениями движения заряженной частицы в гравитационном и электромагнитном полях, если предположить что пятая компонента 5-мерной скорости имеет смысл отношения электрического заряда q частицы к ее массе m

$$\frac{dx^5}{ds} = -\frac{2}{\sqrt{k}} \frac{q}{m}. \quad (3.13)$$

Пятое уравнение геодезической линии тогда означает постоянство отношения q/m .

4) Известное в электродинамике калибровочное преобразование электромагнитного потенциала

$$A'_\alpha \rightarrow A_\alpha + \frac{\partial f}{\partial x^\alpha}$$

оказывается обусловленным допустимыми преобразованиями пятой координаты:

$$x'^5 = x^5 + f(x^0, x^1, x^2, x^3). \quad (3.14)$$

Несмотря на столь привлекательные результаты 5-мерная теория Калуцы в 30-х - 70-х годах не была рабочим инструментом физиков. На это были довольно серьезные основания. Пожалуй.

более всего препятствовала принятию теории Калуцы неясность физического смысла пятой координаты. В первую очередь пытались уяснить смысл дополнительной координаты аналогично тому, как он понимается у классических координат. Кстати, так пробовал их себе представить и Мах, полагая, что они напрямую соответствуют, например, значениям потенциалов полей, высоте звуковых тонов или интенсивности цветовых ощущений. Однако ситуация оказалось совершенно иной. К осмыслению дополнительной размерности физики подошли с совершенно противоположной стороны. Сначала выяснилось, что электромагнитные потенциалы можно трактовать как смешанные компоненты $G_{5\alpha}$ 5-мерной метрики, обусловленные наличием какой-то новой координаты с неизвестным физическим смыслом. Затем был установлен смысл не самой координаты, а сопряженного ей импульса

$$p^5 = m \frac{dx^5}{ds} = -\frac{2}{\sqrt{k}} q$$

(см. (3.13)). Это оказалась величина, пропорциональная электрическому заряду.

Дальнейший анализ показал, что пятое измерение резко отличается от четырех классических. Мир нужно считать замкнутым (компактифицированным) по пятой координате. Все физические поля Ψ , описывающие заряженные частицы, должны зависеть от x^5 циклически, т.е. в виде

$$\Psi \sim \exp\left[\frac{i}{\hbar} \frac{ec}{2\sqrt{k}} \varepsilon_5 x^5\right], \quad (3.15)$$

где e — электрический заряд электрона, $\hbar$ — постоянная Планка, ε_5 — целочисленная гармоника, определяющая заряд частицы q в единицах e : $q = \varepsilon_5 e$. При этом период зависимости от x^5 чрезвычайно мал

$$T = 4\pi \sqrt{\frac{\hbar k}{c^3}} \sqrt{\frac{\hbar c}{e^2}} \approx 10^{-31} \text{ см}. \quad (3.16)$$

лишь на порядок (на множитель — корень из постоянной тонкой структуры) отличается от планковской длины $l_{pl} = \sqrt{\hbar k}/c$. По этой причине во всех известных уравнениях не проявляется зависимость от пятой координаты, — по ней происходит усреднение.

Но это стало понятно уже значительно позднее, а в 30-х годах кроме неясности физического смысла x^5 было множество других

претензий к 5-мерной теории. Так, вызывало недоумение условие цилиндричности, т.е. независимости метрики G_{AB} от пятой координаты. Не ясно было, что делать с дополнительной, 15-ой компонентой метрики G_{55} , особенно как трактовать 15-е уравнение Эйнштейна. Ожидали увидеть связь с интенсивно развивавшейся тогда квантовой теорией. Были альтернативные варианты единых теорий. Не ясно было, какой из них предпочесть. Но самым удручающим было то, что в теории Калуца-Клейна получались лишь те результаты, которые были известны в теории гравитации и электромагнетизма и без 5-мерия. Не было ничего принципиально нового. Затем были открыты новые виды взаимодействия, а 5-мерие затрагивало только электромагнетизм и гравитацию...

В этих условиях (отсутствие новых экспериментальных предсказаний), причем когда рядом развивалась квантовая теория, ядерная физика, трудно было защищать теорию 5-мерия. Немногочисленные сторонники теории Калуцы-Клейна выглядели порой воистину как мученики веры. Так было на Западе, но особенно трудно было в нашей стране. "Пятой ногой" обзывали одного из первых отечественных энтузиастов 5-мерия Г.Манделя. Много непонимания и насмешек перенес самый стойкий в нашей стране сторонник 5-мерия Ю.Б.Румер. По свидетельству его коллег именно вера в 5-мерие помогла ему пройти через сталинские лагеря и шарашки. Другому отечественному физик-теоретику В.И.Родичеву идеи многомерия помогли пережить фашистские концлагеря. Автору этих строк пришлось почувствовать, как трудно было публиковать работы по 5-мерию в 60-х-70-х годах. Даже в конце 70-х годов, когда готовилось издание юбилейного сборника, посвященного 100-летию со дня рождения А.Эйнштейна, были резкие возражения против включения в сборник перевода статьи Т.Калуцы по 5-мерию.¹

Статья Калуцы была включена в сборник, вышедший в 1979 году [41]. А в самом начале 80-х годов и до нашей страны докатился бум мировых исследований по многомерию. Журналы запестрели работами по теории Калуцы-Клейна. Это было связано, в основном с тем, что удалось преодолеть один из существенных доводов против многомерия. Напомним, что к недостаткам 5-мерия относили то, что оно объединяет лишь гравитацию и электромагнетизм, тогда как известны еще слабые и сильные взаимодействия. Слабые взаимодействия не вписывались в идеологию Калуцы по

¹Автор этой книги был редактором-составителем юбилейного сборника "Альберт Эйнштейн и теория гравитации". М.: Мир. 1979 г.

той причине, что, как считалось, они имеют контактный характер, т.е. для них не допускали переносчиков взаимодействия. Для сильных же взаимодействий переносчиками полагались юкавские скалярные мезоны.

Ситуация резко изменилась в 70-х годах, когда были получены новые данные о слабых и сильных взаимодействиях. Оказалось, что эти взаимодействия не являются контактными, а переносятся промежуточными *векторными бозонами*. Это сделало их аналогичными электромагнитному взаимодействию, а, следовательно, навело на мысль применить для их описания многомерный подход Калуцы. Только теперь нужно использовать пространство-время еще большей размерности. Тогда многомерный метрический тензор G_{MN} , будет иметь большее число компонент, часть из которых по аналогии с (3.12) можно сопоставить векторным потенциалам новых бозонов - переносчиков соответствующих взаимодействий $\lambda_\alpha, \sigma_\alpha, \dots$:

$$G_{MN} = \left(\begin{array}{c|c|c|c} G_{\alpha\beta} & G_{\alpha 5} & G_{\alpha 6} & \dots \\ \hline G_{5\beta} & G_{55} & G_{56} & \dots \\ \hline G_{6\beta} & G_{65} & G_{66} & \dots \\ \hline \dots & \dots & \dots & \dots \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{c|c|c|c} g_{\alpha\beta} & \lambda_\alpha & \sigma_\alpha & \dots \\ \hline \lambda_\beta & G_{55} & G_{56} & \dots \\ \hline \sigma_\beta & G_{65} & G_{66} & \dots \\ \hline \dots & \dots & \dots & \dots \end{array} \right) \tag{3.17}$$

Это основная идея многомерных геометрических моделей физических взаимодействий типа теории Калуцы-Клейна. Однако выяснилось, что имеется ряд возможностей практической реализации этой идеи. Выбор разных путей развития теории зависит от физического мировоззрения исследователей, от поставленных ими целей. Об этом можно прочитать в ряде обзоров по многомерию, в частности в [27]. Автор принял участие в развитии одного из направлений многомерия. В книгах [23,26] описаны полученные результаты. Так, было показано что в рамках 6-мерного варианта многомерия (в топологии тора по дополнительным размерностям) удастся построить единую теорию эйнштейновской гравитации и модели электрослабых взаимодействий Вайнберга-Салама. В рамках специфического 7-мерия можно объединить теории гравитации и хромодинамику - теорию сильных взаимодействий. Геометрическую модель гравитационных, электрослабых (с тремя поколениями частиц) и сильных взаимодействий удастся построить в рамках 10-мерного пространственно-временного многообразия. Однако, этими моделями не исчерпывается множество исследованных вариантов многомерия. Есть теории 11-, 24-, 32- и т.д. измерений. Они отличаются не только количеством размерностей,

но и способами построения теории, в частности, видами замыкания (компактификации) дополнительных размерностей пространства. Имеются также варианты теорий с несколькими временами. Словом, можно назвать ряд конфессий физической религии многомерия.

Для дальнейшего развития многомерия необходимо привлечь новые идеи или соединить это направление с другими исследованиями. Сейчас это делается в виде объединения многомерия с суперсимметричными теориями, – так возникла многомерная теория супергравитации. В четвертой главе этой книги рассматривается предложенная автором бинарная геометрофизика, включившая в себя идеи многомерия, однако на качественно ином уровне.

Хотелось бы закончить этот раздел заключительными словами из статьи Т.Калуцы: “Полностью учитывая все физические и теоретико-познавательные трудности, громоздящиеся на нашем пути при изложенном подходе, все же нелегко примириться с мыслью, что все эти соотношения, которые вряд ли можно превзойти по достигнутой в них *степени формального единства*, – всего лишь капризная игра обманчивой случайности. Но если удастся показать, что за предполагаемыми взаимосвязями стоит нечто большее, нежели пустой формализм, то это будет новым триумфом *общей теории относительности Эйнштейна*, о логическом применении которой к случаю *пятимерного мира* здесь шла речь” [41, с.534].

3.5 Восьмая парадигма. Геометродинамика Уилера

Самая нижняя в первом столбце рисунка 3.1 – восьмая парадигма соответствует экстремальным взглядам В.Клиффорда, что вся материя может быть проинтерпретирована через свойства искривленного пространства. В своей книге “Здравый смысл точных наук” он писал: “...спросим же себя, не можем ли и мы (подобным же образом) рассматривать как изменения физического характера те действия, которые на самом деле обязаны своим происхождением изменениям кривизны нашего пространства” [45, с.46].

Восьмая парадигма представляет собой физическую философию (религию) с одним первичным началом. Она соответствует монотеистическим духовным религиям, при этом не так важно, как назвать это первичное начало: Богом, дао, акашей или как либо иначе. Роль первичного начала в этой физической религии

играет обобщенное (искривленное, закрученное, многосвязное и т.д.) пространство(-время).

Суть восьмой парадигмы поясним наглядно, сравнивая рисунки 3.2-3.5, иллюстрирующие характер обсужденных выше первой, второй, пятой и данной восьмой физических парадигм. Так, на

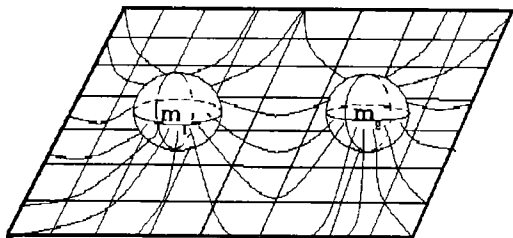


Рис. 3.2: 1-ая парадигма (триалистическая).

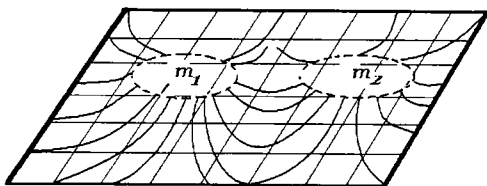


Рис. 3.3: 2-ая парадигма (дуалистическая).

рисунке 3.2 проиллюстрирована первая, тройственная парадигма. В ней на фоне неизменного плоского пространства(-времени) изображена в виде шариков категория частиц, а в виде кривой пленки – различные бозонные поля. Рисунок 3.3 соответствует второй, дуалистической парадигме, где частицы описываются полевыми сгустками на фоне неизменного плоского пространства(-времени). На рисунке 3.4 поясняется суть теории пятой парадигмы, где полностью или частично исключены поля, трактуемые как искривленность (закрученность, ...) пространства-времени, создаваемая находящимися в нем частицами. Наконец, в экстремальной, восьмой клиффордовской парадигме (см. рис.3.5) исключены как самостоятельные категории и частицы, и поля. Осталось

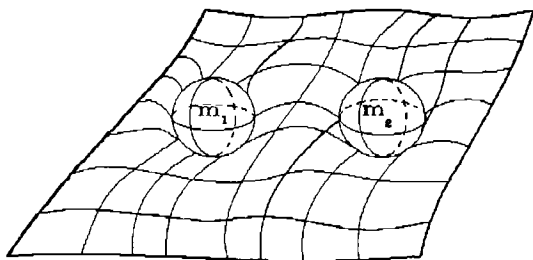


Рис. 3.4: 5-ая парадигма (общая теория относительности).

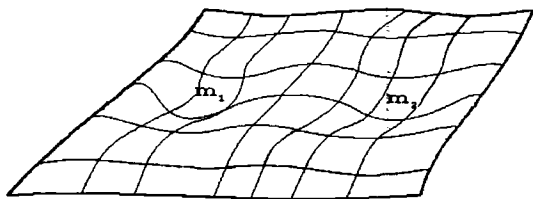


Рис. 3.5: 8-ая парадигма (клиффордовская).

единое обобщенное (искривленное, закрученное, многосвязное...) пространство-время, через свойства (особенности) которого предлагается интерпретировать частицы и поля.

Эта идея оказалась чрезвычайно привлекательной для многих физиков. Уже упоминалось, что осуществление программы Клиффорда являлось хрустальной мечтой Эйнштейна. Самым видным и последовательным сторонником экстремальной клиффордовской парадигмы являлся Дж. Уилер. В его совместной статье с Ч. Мизнером "Классическая физика как геометрия" наиболее четко сформулированы взгляды его школы: "Классическая физика как совокупность теории гравитации, электромагнетизма, некантованного заряда и массы. Все эти четыре понятия описываются с помощью пустого искривленного пространства без каких-либо добавлений к принятой теории" [68, с.218]. Основные черты этой теории Уилером характеризуются следующим образом: "1) Пространство-время не есть *арена* для физики, это *вся классическая физика*. 2) Не существует нуждающихся в объяснении "мировых констант": ни c , ни k ... 3) Не существует "констант связи" как нет и независимо существующих полей, взаимодействующих

друг с другом. Электромагнитное поле не является особым объектом" [68, с.334]. "Настоящая хорошо установленная исконно единая классическая теория (геометродинамика – Ю.С.В.) позволяет описывать с помощью пустого искривленного пространства

- 1) гравитацию без гравитации,
- 2) электромагнетизм без электромагнетизма,
- 3) заряд без заряда,
- 4) массу без массы" [68, с.229].

Постараемся кратко пояснить, каким образом Уилеру удалось это сделать. Что касается гравитации, то здесь все ясно, т.к. фундамент его теории составляет эйнштейновское искривленное пространство-время. Как известно, уравнения Эйнштейна допускают решения и в отсутствие правой части, т.е. без материи.

Для описания "электромагнетизма без электромагнетизма" были привлечены результаты Г.Райнича, полученные еще в 20-х годах. Райнич заметил, что из уравнений Эйнштейна в электровакууме

$$R_{\mu\nu} = \frac{2k}{c^4}(F_{\mu\alpha}F_{\nu}^{\alpha} - \frac{1}{4}g_{\mu\nu}F_{\alpha\beta}F^{\alpha\beta}) \quad (3.18)$$

можно алгебраически выразить компоненты тензора электромагнитного поля $F_{\alpha\beta}$ через компоненты тензора Риччи (кривизны $R_{\mu\nu}$). В интерпретации Уилера это означает возможность понимать электромагнитное поле как специальный тип искривления пространства-времени, как своеобразные электромагнитные "следы" на кривом пространстве.

"Массу без массы" Уилер предлагает получать, используя более сложную топологию пространства-времени. Позволим себе напомнить, что топология изучает общие геометрические свойства, не зависящие от их метрических свойств. В данном случае речь идет о таких свойствах поверхностей (гиперповерхностей), которые отличают, допустим, плоскость от сферы. Так, однополостный гиперболоид имеет одинаковую топологию с плоскостью, тогда как топология сферы иная. Можно указать иные топологии, например, у тора. Уилер использовал топологию, которую можно уподобить ручкам на поверхности (см. рис. 3.6). Никакими деформациями поверхности (изменениями ее метрики) невозможно избавиться от ручек, не разрывая и не склеивая точек поверхности. В геометродинамике частицы предложено трактовать как устья этих ручек, т.е. как входы и выходы своеобразных "кратовых нор". Частиц много, отсюда следует, что в геометродинамике

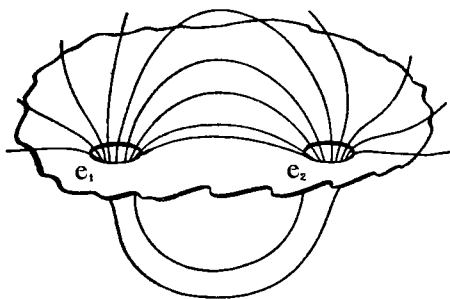


Рис. 3.6: Заряды в геометродинамике Уилера.

реальный мир должен рассматриваться как многосвязный с большим количеством ручек.

“Заряды без зарядов” предлагается описывать введением в геометрию электромагнитных силовых линий, которые пронизывают ручки. Тогда устье, куда входят силовые линии, можно трактовать как заряженные частицы одного типа заряда (отрицательного), а устья, откуда выходят линии, – как заряды другого знака (положительного). В теории Уилера имеется много любопытных соображений о метрических и топологических свойствах пространства-времени и об их интерпретации. Его теория нашла много сторонников как за рубежом, так и у нас в стране. Замечу, что ряд авторов развивали дираковский канонический формализм (1+3-мерную формулировку) общей теории относительности в связи с развитием идей геометродинамики. В частности, сам Дж. Уилер был горячим сторонником этого формализма.

Исходя из изложенного видно, что геометродинамику можно рассматривать как попытку христианина Уилера реализовать близкие по духу взгляды в физике, т.е. в виде монотеистической физической программы с единым Богом – искривленным пространством. В статьях Уилера проскальзывают наводящие на эту мысль высказывания, например: “Может ли пространство рассматриваться как изумительное творение, заключающее в себе все свойства? Попытаемся проанализировать эту идею независимо от ее истоков, как древних так и современных” [97, с.232].

В одном из интервью другой крупнейший физик-теоретик С. Хокинг сказал, что для описания материи во Вселенной “исходного материала тоже не требуется. Сильные гравитационные

поля могут создавать материю"[111, с.26]. Уточним, что под сильными гравитационными полями Хокинг, конечно, подразумевал сильно искривленное пространство-время. Далее он в интервью сказал: "Просто мы отказались от слова "Бог"". Действительно, от слова "Бог" он и другие отказались, но на его место оказалось поставленным искривленное пространство-время.

Нужно отметить, что уже на классическом уровне геометродинамика Уилера натолкнулась на существенные трудности. Это заставило его и его сотрудников фактически согласиться с замечанием Эйнштейна о "преждевременном" характере такой всеобъемлющей программы. В качестве промежуточного этапа ищались частицеподобные решения совместной системы уравнений Эйнштейна, Максвелла и других полей, о чем говорилось в разделе 3.2.

Из наиболее серьезных трудностей Дж.Уилер сам называет следующие: "Она *ничего* непосредственно не дает нам для понимания спина без спина, элементарных частиц без элементарных частиц и каких-либо других явлений квантовой физики" [97, с.229]. Из этих трудностей, на наш взгляд, наиболее принципиальный характер имеет вопрос об описании спинорных частиц. Здесь фактически речь идет о возможности получения категории частиц (фермионов). Сам Уилер прекрасно понимает важность этого вопроса. По этому поводу он писал: "Затронув вопросы о порядках величин масс частиц и о ядерных силах, мы приходим к последнему и решающему вопросу — к проблеме спина. Каким образом классическая теория, рассматривающая поля с целыми значениями спина, способна после квантования привести к спину $1/2$, как это требуется для объяснения свойств нейтрино, электрона и других фермионов? (...) Если это не будет иметь места, то *чистая квантовая геометродинамика должна рассматриваться как схема, недостаточная для построения основы физики элементарных частиц*. Поэтому вопрос о происхождении спина является решающим при оценке возможностей квантовой геометродинамики"[97, с.347].

Геометродинамика Уилера так и не смогла решить эту проблему, что послужило одним из оснований для перехода к суперсимметричным теориям.

3.6 Седьмая парадигма. Суперсимметричные теории

Перейдем к третьей колонке парадигм на рисунке 3.1. Они названы *парадигмами Грассмана-Картана* чтобы подчеркнуть, что в исходные принципы соответствующих им теорий с самого начала заложены *спинорные свойства частиц*. Как уже отмечалось, спиноры были открыты математиком Э.Картаном. Алгебры Грассмана играют важную роль в математической формулировке теорий этих парадигм. Начнем со средней в третьей колонке, т.е. с седьмой парадигмы. Это объединительная парадигма, т.е. в ней используется обобщенная категория, объединяющая спинорные частицы и бозонные переносчики взаимодействий. Ввести такую категорию – супермультиплет позволило открытие закона совместного преобразования фермионных и бозонных величин. Симметрия относительно таких преобразований была названа суперсимметрией. Второй физической категорией выступает пространство-время, точнее, специфическое обобщение классического пространства-времени до так называемого суперпространства. Его можно понимать как своеобразное многомерное пространство-время, однако, если в теориях Калуцы-Клейна оно вводилось для геометрического описания бозонных полей, то в суперсимметричных теориях оно предназначено для описания спинорных полей.

Уже в теориях Калуцы-Клейна дополнительные размерности (координаты) имели существенно иной характер по сравнению с классическими, – они компактифицированы. Для описания заряженных частиц использовалась циклическая зависимость соответствующих функций от пятой, шестой и т.д. координат.

При определении суперпространства отходят еще дальше от привычного понимания координаты как вещественного числа. Дополнительные орты описываются элементами алгебры Грассмана.

Напомним, что понятие вещественного числа многократно обобщалось, причем по разным направлениям. Отдельные вещественные числа – скаляры были обобщены до векторных и далее тензорных величин. По другому признаку было обобщение в сторону комплексных чисел. Были введены спиноры различного ранга, биспиноры. В математике широко представлены и другие величины, например, известны арифметики с конечным числом элементов и т.д.

Другое обобщение понятия числа связано с отказом от известного правила: от перемены мест сомножителей (слагаемых) произведение не меняется. Оно может измениться. Это реализуется в различных алгебрах. Таковыми являются алгебры Клиффорда, Грассмана и другие. Названные алгебры характеризуются конечным числом образующих, для которых выполняются определенные правила умножения. Так, описание частиц спинорными величинами заставило использовать γ -матрицы Дирака, которые являются образующими алгебры Клиффорда. Для них имеют место соотношения:

$$\gamma_\mu \gamma_\nu + \gamma_\nu \gamma_\mu = I_4 g_{\mu\nu}, \quad (3.19)$$

где I_4 — единичная 4×4 -матрица.

В алгебре Грассмана с четырьмя образующими θ_α ($\alpha = 1, 2, 3, 4$) имеют место правила (антикоммутации)

$$\theta_\alpha \theta_\beta + \theta_\beta \theta_\alpha = 0 \quad (3.20)$$

для любых значений α и β .

В простом суперпространстве точки характеризуются восьмью обобщенными координатами: четырьмя классическими x^μ и четырьмя новыми, соответствующими образующим алгебры Грассмана. Как известно, в пространстве-времени Минковского имеется 10-параметрическая группа координатных преобразований Пуанкаре

$$x'^\mu = L^\mu_\nu x^\nu; \quad x'^\mu = x^\mu + a^\mu, \quad (3.21)$$

где L^μ_ν — 6 параметров, характеризующих преобразования Лоренца, и a^μ — четыре параметра, определяющие трансляции — сдвиги. В простом суперпространстве аналогичным образом определяется расширенная, 14-параметрическая группа Пуанкаре, в которой аналогично (3.21) выступают супертрансляции и повороты. Супертрансляции перепутывают классические координаты и грассмановы переменные. При обычных преобразованиях Лоренца грассмановы переменные преобразуются как компоненты спинора.

Четверка дополнительных антикоммутирующих величин θ_α характеризует минимальное обобщение классического пространства-времени, т.е. определяет простое суперпространство, соответствующее как бы 5-мерной теории Калуцы-Клейна. Аналогично переходу к 6-, 7- и большему числу измерений в теориях Калуцы-Клейна, в суперсимметричных теориях можно брать несколько четверок антикоммутирующих величин θ_{ab} , снабдив их индексом

b , где $b = 1, 2, \dots, N$. В зависимости от числа N говорят о расширенной N -суперсимметрии.

Трудно объяснить неискушенному в тонкостях теоретической физики читателю суть суперсимметричных теорий. Попробуем это сделать для более подготовленного читателя. В такой теории на фоне суперпространства определяются обобщенные поля — так называемые суперполя $\Phi(x, \theta)$, зависящие от 8 обобщенных координат в случае простой суперсимметрии или от $4 + 4N$ координат в случае N -расширенной суперсимметрии. Далее предполагается, что суперфункции $\Phi(x, \theta)$ можно раскладывать в ряды по переменным θ_{ab} . Здесь возникает чрезвычайно любопытная ситуация, принципиально отличающаяся от имеющейся в теории функций обычных переменных. Вместо бесконечного ряда получается конечное число членов разложения. Это связано со свойством алгебры Грассмана, в которой можно строить произведения из числа слагаемых, не превышающего число образующих алгебры. Как только появятся две одинаковые образующие, путем антикоммутационных соотношений (3.20) их можно поставить рядом, а их квадрат равен нулю. В общем случае при каждом слагаемом разложения по степеням θ будет стоять некоторая тензорная или спинорная функция в зависимости от того, при четной или нечетной степени θ она стоит. Следовательно, суперполе $\Phi(x, \theta)$ характеризуется набором функций-коэффициентов разложения (супермультиплетом), где спинорные и тензорные величины входят симметричным образом.

Лагранжиан суперсимметричной теории, как обычно, строится из инвариантных выражений из суперполя и первых производных от него по координатам, как классическим, так и θ_{ab} . Разработана теория, соответствующая интегральному и дифференциальному исчислению с величинами из алгебры Грассмана. Она имеет много необычного по сравнению с привычным математическим анализом, однако в ней все операции четко определены и, если в них разобраться, довольно просты. Супердействие в суперсимметричной теории определяется, как обычно, в виде интеграла от лагранжиана по всем переменным. После интегрирования по грассмановым переменным получается 4-мерное действие, выражающееся только через 4-мерные спинорные и бозонные функции (ранее упомянутые коэффициенты разложения) в 4-мерном пространстве-времени.

Грассмановы переменные в итоговых выражениях не встречаются. Они выполнили свою роль, определив окончательные комбинации из фермионных и бозонных полей. Здесь можно усмотреть аналогию с экспоненциальной зависимостью геометрических и фермионных полей от дополнительных координат $x^5, x^6, x^7, \dots$ в исходном многомерном действии теорий Калуцы-Клейна. В них также после интегрирований по дополнительным координатам (усреднений по ним) все экспоненциальные вклады сокращаются, и в итоге остаются лишь необходимые комбинации взаимодействующих 4-мерных полей. Из гармоник циклически

зависимостей получаются заряды физических полей. Как в многомерии имела симметрия в исходных выражениях (в многомерной скалярной кривизне) между классическими координатами x^μ и дополнительными компактифицированными координатами $x^5, \dots$, так и в суперсимметричной теории выступает симметрия между классическими и грассмановыми переменными.

В суперсимметричных теориях достигается значительно большая симметрия, нежели только симметрия по всем координатам в многомерных теориях Калуцы-Клейна. Возникает симметрия между определенными совокупностями фермионных и бозонных полей. Однако сразу же возникает вопрос: отражает ли эта симметрия фундаментальные свойства природы? Пока ответа на этот вопрос нет, имеется лишь вера некоторого сообщества исследователей в то, что это так. Но фанатиков не так много. Большинство обычно настроено прагматично. Имеется ряд ожиданий на решение с помощью суперсимметричных теорий некоторых конкретных проблем.

Во-первых, ожидается, что удастся построить квантовую теорию поля, свободную от расходимостей. Известно, что в квантовой теории поля появляются бесконечно большие величины. Их приходится тем или иным образом устранять, т.е. перенормировать теорию. Анализ показывает, что одни расходимости соответствуют бозонным полям, другие — фермионным, причем в ряде случаев такие расходимости выступают с разными знаками. При наличии симметрии между теми и другими полями расходимости в некоторых случаях удастся взаимно погасить. Так в рамках суперсимметричных теорий появились модели без расходимостей.

Во-вторых, физики ожидали, что суперсимметричные теории приведут к некому фундаментальному набору из бозонных и фермионных полей. Это бы означало обоснование наблюдаемого на опыте набора частиц и полей, а главное позволило бы предсказать с помощью суперсимметрии ряд новых частиц. Но это ожидание не оправдалось. С ростом N число полей быстро увеличивается, и как ими распорядиться, пока неизвестно.

В-третьих, предполагалось скомбинировать из множества получающихся полей одного супермультиплета комбинации, соответствующие объединенной теории электрослабых и сильных взаимодействий. Другими словами, надеялись с помощью этой теории построить теорию великого объединения, однако пока и эти надежды не оправдались.

Суперсимметричные теории являются типичными теориями поля. Они имеют дуалистический характер. Следует констатировать, что в таких теориях размерность и сигнатура классического пространства-времени входят в число основных постулатов. Отсюда вытекает ряд других свойств теории. Хотелось бы от фундаментальной теории более глубокого проникновения в сущность классического пространства-времени.

Тем не менее теория суперсимметрии в 80-х годах обладала настолько большой притягательной силой, что даже отсутствие экспериментальных подтверждений не очень смущало ее сторонников. Многие из них верили (и продолжают верить), что заложенные в основу теории принципы настолько “красивы”, что не могут не реализовываться в природе. Вспомним слова Шеллинга из его “философии искусства” о единстве истины, добра и красоты...

3.7 Десятая парадигма. Теория супергравитации

Следующей рассмотрим в третьем столбце на рисунке 3.1 наиболее экономную по числу используемых фундаментальных категорий – одинарную – десятую парадигму. В современной теоретической физике ее представляет так называемая *теория супергравитации* (см., например, [81]). В отличие от теорий седьмой парадигмы в ней предлагается ограничиться одной обобщенной категорией “искривленного” суперпространства. Эта теория возникла в середине 70-х годов в работах П. ван Н്യуенхейзена, С. Феррары, Д. Фридмана, а также С. Дезера и В. Зумино. Много сделали для развития этой программы В. И. Огиевецкий, М. Дафф, Р. Е. Каллош и другие авторы. Примечательным является энтузиазм, с которым теоретики работали над этой программой. Они были глубоко убеждены в том, что осуществляют давнюю мечту об истинном объединении гравитации и материи. И это несмотря на отсутствие непосредственных экспериментальных данных, побуждающих такие исследования!

По своей сути в этом направлении исследований были возрождены идеи Клиффорда и Уилера об описании искривленным пространством всех видов материи. Только теперь во главу угла ставилось введение именно спинорных частиц. Приведем высказывания о сути этой программы ведущих теоретиков в этой области.

Дж. Салам (1981 г.): “Построение расширенных теорий супергравитации ($N = 2, 3, \dots, 8$), породило надежду на то, что частицы

со спином 1 и 2, посредники всех четырех фундаментальных взаимодействий (в том числе и гравитации), плюс хиггсовы частицы, а также материальные “источники” (частицы с полужелтыми спинами) удастся объединить в один супермультиплет расширенной теории супергравитации, объединив тем самым “мрамор” гравитации с “каркасом” материи – как мечтал Эйнштейн” [85, с.16].

Р.Э.Каллош (1985 г.): “Почему же теории суперсимметрии и супергравитации исследуются столь интенсивно уже второе десятилетие, хотя до сих пор нет экспериментальных подтверждений того, что эти теории правильно описывают природу? По-видимому, успехи единой теории слабых, электромагнитных и сильных взаимодействий возродили надежду построить единую теорию всех фундаментальных взаимодействий, включая гравитационные” [40, с.6].

Попытаемся кратко пояснить суть математического аппарата теории супергравитации. Известно, что понятие спинора имеет смысл в плоском пространстве-времени, да и вся идеология суперсимметрии опирается на преобразования в плоском многообразии, поэтому для данной цели пришлось использовать обобщение калибровочной формулировки гравитации. Она уже упоминалась в разделе 3.1. Напомним, она основана на том, что параметры группы (Пуанкаре) преобразований пространства-времени Минковского полагаются переменными из-за искривленности пространства-времени, т.е. в разных точках они становятся различными. Для восстановления инвариантности относительно таких обобщенных преобразований приходится вводить компенсирующие добавки в определение производных. Они трактуются как характеристики гравитационного поля, эквивалентные геометрическим связностям (символам Кристоффеля). В теории супергравитации использован тот же самый математический прием, только теперь нужно брать 14 – параметрическую обобщенную группу Пуанкаре, включающую четыре фермионных параметра. Таким образом, теория супергравитации возникает в результате слияния двух типов идей: 1) суперсимметрии и 2) калибровочного подхода к описанию полей.

Следует различать варианты теории супергравитации с различными N (как и всякой суперсимметричной теории). При $N = 1$ имеем простую супергравитацию. В ней в единый мультиплет попадает поле спина 2 (гравитон) с одним майорановским спинором – частицей спина $3/2$, названной гравитино. Эта теория имеет лишь академический интерес и не может претендовать на реалистическую модель, объединяющую гра-

витаацию с известной материей. Более богатые возможности имеются в расширенных теориях супергравитации с $N > 1$. В таких теориях партнерами гравитона выступают N гравитино, $(1/2)N(N - 1)$ векторных полей, $(1/6)N(N - 1)(N - 2)$ полей спина $1/2$ и ряд скалярных полей.

Условие отсутствия более одного поля спина 2 диктует, что N не может быть больше восьми. Максимально расширенная $N = 8$ теория супергравитации в одном супермультиплете объединяет одно поле спина 2, восемь полей со спином $3/2$, 28 полей со спином 1, 56 полей со спином $1/2$ и 70 скалярных полей (со спином 0). Этот вариант представляется наиболее перспективным для объединения всех известных бозонных и фермионных полей. Однако возникли трудности с отождествлением множества возможных полей с известными физическими полями. Были выдвинуты различные предположения о характере возникающих полей, в частности, предлагалось их трактовать как некие преполя или пречастичицы (преоны), из которых предстоит в виде каких-то связанных комбинаций образовать известные нам лептоны, кварки и другие частицы. Насколько плодотворна эта идея – еще предстоит выяснить.

Расширенные теории супергравитации казались чрезвычайно привлекательны для построения квантовой теории поля, в частности квантовой теории гравитации, свободной от уже упоминавшихся расходимостей. В так называемом однопетлевом приближении теории в расширенной $N > 4$ супергравитации спектр частиц в мультиплете устроен так, что расходимости, обязанные бозонам и фермионам, взаимно сокращаются, причем ситуация улучшается с ростом N .

Отметим, что сейчас в литературе довольно широко представлено еще одно направление исследования супергравитации, более близко соответствующее духу многомерных геометрических моделей типа теории Калуцы-Клейна. Это теория супергравитации в пространстве-времени $n > 4$ измерений, т.е. когда суперпространство определяется обычными координатами и фермионными координатами из соответствующей взятой размерности n алгебры Грассмана. Такие теории получили название *теории супергравитации Калуцы-Клейна*.

В 1978 году было установлено, что структура суперсимметричных алгебр вместе с ограничениями на спины получающихся полей устанавливает верхний предел для размерности n пространства-времени, в котором формулируется теория супергравитации. Оказалось, что размерность n не может превышать одиннадцати.

Особый интерес представляет простая супергравитация ($N = 1$) в одиннадцати измерениях. В числе основных доводов в пользу именно такого варианта супергравитации Калуцы-Клейна обычно называют

3.7. Теория супергравитации

следующие. Во-первых, как показал Е. Виттен, одиннадцать – это минимальное число измерений, необходимое для введения калибровочной группы $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$. Во-вторых, это максимальное число измерений, совместимое с отмеченными выше условиями построения суперсимметричной теории.

Все максимальные теории супергравитации с меньшим числом измерений ($n < 11$) могут быть получены из теории супергравитации с $n = 11$ и $N = 1$ с помощью процедуры размерной редукции, т.е. методом понижения размерности до нужной, как это делается в обычной теории Калуцы-Клейна.

11-мерная теория супергравитации исследовалась в работах Т. Крэммера, Дж. Шерка и других авторов. Естественно, все дополнительные координаты выбирались пространственно-подобными. Такая теория оказывается довольно жесткой, если, конечно, потребовать, чтобы уравнения были второго порядка, и чтобы она содержала только один свободный параметр – гравитационную постоянную. Все попытки как-либо модифицировать теорию окончились неудачей. Более того, в ней условиями суперсимметрии запрещено взаимодействие с внешней материей (не входящей в супермультиплет полей, полученный калибровочным образом). Такие образом, эта теория не терпит половинчатости: либо это теория всего, либо она неверна. Однако имеются и другие варианты теории супергравитации...

Со временем оценки перспектив теории супергравитации стали более осторожными. Так П. Уэст, автор книги “Введение в суперсимметрию и супергравитацию” (1989 г.) писал: “Можно надеяться, что на некотором масштабе энергий суперсимметричные теории должны обеспечить согласованное квантование гравитации и в то же время объединить тяготение со всеми другими силами природы. Наиболее обещающие кандидаты для достижения этого долгожданного результата – теории суперструн. Но в этой связи следует напомнить, что гравитация может оказаться не фундаментальной силой, а быть обусловленной динамическим механизмом” [99, с. 14]. В этом высказывании имеется несколько новых моментов. Во-первых, проявляется осторожность относительно понимания природы гравитации, а, во-вторых, указано на обобщение теории в виде теории суперструн.

К концу 80-х годов центр тяжести работ по объединению фундаментальных взаимодействий переместился в сторону исследования теории суперструн. Эта теория опирается на три сорта идей:

1) на идею о нелокальности (неточечности) физических объектов,

2) соображения о суперсимметрии между бозонами и фермионами,

3) на идеи Калуцы о многомерии физического пространства-времени.

Суперструны понимаются как релятивистские одномерные объекты (1-мерные в пространственном смысле, с учетом времени они 2-мерные) с характерной длиной порядка планковской длины ($l \approx 10^{-33}$ см.). Чаще всего рассматриваются суперструны 10-мерном пространственно-временном многообразии, когда шесть дополнительных размерностей компактифицированы. Массы частиц предлагается определять натяжением T струны. Не будем останавливаться на таких деталях, как особые свойства открытых и закрытых струн. В принципиальном плане этой теории аналогична теория супермембран, где 1-мерные объекты заменяются на многомерные – на мембраны. Теория суперструн (супермембран) в настоящий момент является наиболее популярной. Энтузиасты этой теории трактуют ее как “теорию всего”. Ожидается, что ее идеальный вариант должен описать все частицы и взаимодействия и содержать только два фундаментальных параметра: натяжение струны T и одну из констант электрослабого или гравитационного взаимодействия. Однако пока такая теория далека от завершения. Остается открытым прежний вопрос: отражает ли суперсимметрия фундаментальные свойства природы?

3.8 Проблема построения теории в рамках четвертой парадигмы

Завершает первую строку парадигм на рисунке 3.1 четвертая парадигма. Согласно логике рассуждений к ней должны относиться программы (теории), в которых классическое пространство-время исключается из числа первичных физических категорий и во главу угла ставится задача получения пространства-времени как вторичного понятия, вытекающего из так или иначе заданных категорий частиц и переносчиков взаимодействий. Это, пожалуй, наиболее необычная из всех перечисленных выше физических парадигм. Во всех рассмотренных теориях пространственно-временной континуум служил базой или ареной для всей физики. Здесь же предлагается отказаться с самого начала от столь привычного основания и как бы “зависнуть в воздухе”. На это решиться очень трудно. Тем не менее такая возможность уже давно обсуждалась рядом авторов. Приведем несколько высказываний

виднейших физиков-теоретиков и математиков по этой проблеме.

Б.Риман в своем знаменитом мемуаре "О гипотезах, лежащих в основании геометрии" обсуждал происхождение метрических свойств пространства: "Вопрос о том, справедливы ли допущения геометрии в бесконечно малом, тесно связан с вопросом о внутренней причине возникновения метрических отношений в пространстве". Он пришел к выводу, "что или то реальное, что создает идею пространства, образует дискретное многообразие, или же нужно пытаться объяснить возникновение метрических отношений чем-то внешним – силами связи, действующими на это реальное". И обрывает Риман свои размышления замечанием: "Здесь мы стоим на пороге области, принадлежащей другой науке – физике, и переступить его не дает нам повода сегодняшний день". Напомним, что этот мемуар был написан в 1854 году. Примечательно, что у Римана уже широко используется термин "метрические отношения" – ключевое понятие для материала всей следующей главы. Здесь же мы находим слова о "реальном", образующем "идею пространства". Имеются также упоминания и о "силах связи, действующих на это реальное". Вполне можно допустить, что они соответствуют современному пониманию взаимодействий (переносчикам взаимодействий).

А.Эйнштейн допускал, что "человеческая изобретательность в конце концов найдет методы, которые позволят следовать этому пути" (отказа от пространственно-временного континуума – Ю.С.В.). При этом он добавлял: "Но в настоящее время такая программа смахивает на попытку дышать в безвоздушном пространстве" (1936 г.) [121, с.56].

Аналогично высказывался один из творцов квантовой механики **Луи де Бройль**: "Действительно, понятие пространства и времени взяты из нашего повседневного опыта и справедливы лишь для явлений большого масштаба. Нужно было бы заменить их другими понятиями, играющими фундаментальную роль в микропроцессах, которые бы асимптотически переходили при переходе от элементарных процессов к наблюдаемым явлениям обычного масштаба в привычные понятия пространства и времени. Стоит ли говорить, что это трудная задача? Было бы удивительно, если бы оказалось возможным когда-нибудь исключить из физической теории понятия, представляющие самую основу нашей повседневной жизни. Правда, история науки показывает удивительную плодотворность человеческой мысли и не стоит терять надежды. Однако пока мы не добились успеха в распространении наших представлений в указанном направлении, мы должны ста-

ратся с большими или меньшими трудностями втиснуть микроскопические явления в рамки понятий пространства и времени хотя нас все время будет беспокоить чувство, что мы пытаемся втиснуть алмаз в оправу, которая ему не подходит" (1936 г.) [11. с.187].

Более определенные соображения о возможном характере решения проблемы можно найти у известного физика-теоретика **Д. ван Данцига**: "С давних времен предполагалось, что понятия и теоремы геометрии являются предпосылкой для использования в математических моделях других частей физики. Однако, кажется, что причина такого приоритета имеет скорее историческую и традиционную нежели логическую природу. Это справедливо как для евклидовой и римановой геометрии, введенной Эйнштейном в качестве модели гравитации, так и для последних пятимерных и проективных обобщений, а также для совсем недавних общих линейных связностей, используемых Эйнштейном и Шредингером. Не совсем ясно, какое логическое или эпистемологическое преимущество содержится в интерпретировании части геометрического объекта как электромагнитное поле, а не наоборот" (1955 г.) [35]. Здесь мы видим рядом понятия "геометрические объекты" и электромагнитное поле. Ставится вопрос о том, что из них является более первичным.

Еще более конкретно проступает постановка задачи в работе **Е.Циммермана** "Макроскопическая природа пространства-времени": "Пространство и время не являются такими понятиями, которые имеют смысл для отдельных микросистем. Эти микросистемы описываются абстрактными понятиями (заряд, спин, масса, странность, квантовые числа), не имеющими отношения к пространству и времени. Их взаимодействия также должны описываться абстрактно, т.е. безотносительно к пространству и времени. Наиболее фундаментальным следствием взаимодействия огромного числа таких микросистем является образование пространственно-временной решетки, которая приводит к справедливости классических понятий пространства и времени, но только в макроскопической области" (1962 г.) [112].

Хотелось бы также процитировать нашего соотечественника известного геометра **П.К.Рашевского**: "Между тем трудно сомневаться в том, что макроскопические понятия, в том числе и наши пространственно-временные представления, на самом деле уходят своими корнями в микромир. Когда-нибудь они должны быть раскрыты как некоторый статистический итог, вытекающий из закономерностей этого мира — далеко еще не разгаданных — при

суммарном наблюдении огромного числа микроявлений" (1967 г.) [79, с.258].

Можно было бы продолжить цитирование различных авторов, высказывавшихся в этом же духе, в частности, **А.Эддингтона**, **Ф.Хойла**, **А.Траутмана** и других. В большинстве случаев авторы ограничивались лишь отдельными замечаниями по этой проблеме, подчеркивали ее фундаментальность и большие трудности в ее реализации. Лишь немногие пытались построить конкретную теорию в рамках этой парадигмы. В качестве такой предварительной пробы можно назвать "Фундаментальную теорию" **А.Эддингтона** [118].

Сравнительно недавно, примерно на рубеже 60-х и 70-х годов появилась так называемая *теория твисторов* **Р.Пенроуза**, которая представляет собой серьезную научную программу подхода к теории пространства-времени на основе неких более первичных понятий (твисторов), непосредственно характеризующих свойства элементарных частиц. Побудительными мотивами для этой программы послужили соображения различного характера. Одним из них была убежденность Пенроуза в том, что квантовая теория и теория относительности тесно связаны между собой и должны описываться математическими величинами одной природы – комплексными величинами (комплексными спинорами, твисторами). Кроме того им назывались и другие мотивы: желание заменить кладущиеся в основу физики дифференциальные уравнения на некие алгебраические соотношения, попытка построения квантовой теории гравитации, желание избежать расходимостей, возникающих в квантовой теории поля и т.д.

Приведем характерное высказывание на этот счет самого **Р.Пенроуза** с сотрудниками: "В предшествующих работах (**Р.Пенроуза** – **Ю.С.В.**) было показано, что можно ввести понятие евклидова пространства, исходя из предела вероятности взаимодействия большой сети частиц, квазистатически обменивающихся спинами. При таком подходе евклидова структура возникает из комбинаторных правил, которым удовлетворяет полный угловой момент в нерелятивистской квантовой механике... Мы надеемся, что развитие твисторной теории приведет в конечном счете к построению лоренцевых многообразий, которые будут служить моделями пространства-времени" [94, с.132]. Далее эта мысль разъясняется: "Твистор (простейшего типа), по-существу, можно представить себе "классически" как безмассовую частицу в свободном состоянии; при этом частица может обладать внутренним спином, а также "фазой", которая может быть реализована как

своего рода плоскость поляризации. Такие твисторы образуют 8-мерное вещественное многообразие, которое обладает естественной структурой 4-мерного комплексного пространства. Это векторное пространство (твисторное пространство) в действительности заменяет пространство-время в качестве основы описания физических явлений. Точки пространства-времени восстанавливаются при этом по твисторному пространству (они отвечают определенным линейным пространствам), но являются вторичным понятием (курсив Ю.С.В.) по отношению к твисторам" [94, с.133].

Не будем погружаться в математические тонкости реализации данной программы. Отметим лишь, что в настоящий момент на этом пути получен ряд интересных результатов. Они изложены во множестве статей и ряде книг, четыре из которых переведены на русский язык [74,75,94]. Однако, на наш взгляд, эта программа имеет предварительный характер. Большой оптимизм ее авторов на ранних стадиях исследований сменился более осторожными прогнозами. Работы в этой области продолжаются. Круг идей твисторной программы характеризует видение физического мира Пенроузом и его коллегами. В этом смысле можно говорить об еще одном примере физической философии (религии). Однако эта религия своеобразная. Если в ряде вышеперечисленных физических парадигм роль Бога играло пространство-время, то в этой парадигме оно исключается из числа первичных категорий.

Нам представляется, что Пенроуз в своей твисторной программе очень близко подошел к понятиям, более элементарным и первичным, нежели координаты пространства-времени, однако, на наш взгляд, в основе этой программы имеется ряд изъянов. Назовем некоторые из них.

Прежде всего, как нам представляется, основные посылки теории, претендующей на решение столь фундаментальной проблемы, должны иметь более глубокий смысл. Волевое задание твисторов вызывает множество вопросов, создает ощущение, что за ними лежат какие-то более глубокие принципы и понятия, пока еще не осознанные ее автором. Забегая вперед, отметим, что в предложенной нами бинарной геометрофизике также возникают конструкции, аналогичные твисторам, однако они следуют из более глубоких и достаточно абстрактных принципов теории бинарных физических структур (систем отношений).

Во-вторых, при решении данной фундаментальной проблемы можно было бы ожидать продвижения в обосновании свойств размерности классического пространства-времени. В современном же состоянии этой теории мы находим лишь некое переопределение,

— свойства размерности пространства-времени перенесены на вид спиноров. Заранее известно, что сигнатура и размерность пространства жестко связаны с видом соответствующих ему спиноров.

В-третьих, нам представляется, что имеется другая, более естественная интерпретация основного уравнения теории твисторов. В бинарной геометрофизике это соотношение соответствует общеизвестным уравнениям Дирака в импульсном пространстве.

В-четвертых, нас не удовлетворяет характер описания взаимодействий (введения полей). В твисторной программе Пенроуза взаимодействие вводится аналогично калибровочному подходу в теории поля.

Имеются и другие замечания. Предпринимались попытки построения и других вариантов теории в рамках четвертой парадигмы. Такие исследования предпринимались и автором этой книги [18,22], однако они в совокупности с выводами из других работ вывели автора на другую, на наш взгляд, более содержательную, девятую парадигму, изложению которой посвящена вся следующая глава.

3.9 Парадигма прямого межчастичного взаимодействия

Все рассмотренные до сих пор физические программы и теории, за исключением, может быть, относящихся к четвертой парадигме, опирались на концепцию близкодействия. Во всех них предполагалось плоское или искривленное пространство-время, исполняющее в конце концов роль эфира. Обычно полагается, что воздействие одного объекта на другой передается неким посредником непрерывно через все промежуточные точки пространства между этими объектами. Такой характер мышления прочно укоренился в сознании. Но есть и другой образ мысли, основанный на концепции дальнодействия. Согласно этой концепции для описания взаимодействия между телами нет нужды в промежуточных агентах, посредниках, оно осуществляется непосредственно, прямым воздействием одного тела на другое.

Сразу же нужно оговориться, что в литературе термином дальнодействие обозначают разные понятия. Во-первых, это может означать взаимодействие без посредника, во-вторых, дальнодействиями называются медленно убывающие взаимодействия (например, электромагнитные и гравитационные взаимодействия).

считаются дальнедействующими, в отличие от слабых или сильных взаимодействий), и, в-третьих, часто дальнее действие ассоциируют с мгновенной передачей взаимодействия. Здесь дальнее действие будет пониматься только в первом смысле, более того, оно будет запаздывающим (или опережающим).

Иногда можно встретить утверждения, что концепция дальнего действия изжила себя, что работы Максвелла-Фарадея по теории электромагнитного поля и все последующее развитие физики показали ошибочность концепции дальнего действия. Это далеко не так. Беремся утверждать, что создание теории относительности больше свидетельствует в пользу концепции дальнего действия, нежели концепции ближнего действия. Действительно, ближнее действие исходит из понятия контакта, соприкосновения взаимодействующих тел. Отсюда и трактовка распространения взаимодействий через последовательность контактных воздействий между всеми промежуточными точками между телами. Но такое понимание контакта означает стремящееся к нулю *расстояние* между телами, т.е. $dl_{ij} = 0$, где i и j обозначают два взаимодействующих объекта. В теории относительности пространство и время объединены в единое многообразие. Это означает, что инвариантным являются не в отдельности расстояния или промежутки времени, а квадрат интервала между двумя событиями

$$s_{ij}^2 = c^2 t_{ij}^2 - l_{ij}^2 = (ct_{ij} - l_{ij})(ct_{ij} + l_{ij}). \quad (3.22)$$

Следовательно, в релятивистском смысле частицы находятся в "контакте" тогда, когда $ds_{ij} = 0$, т.е. когда оказываются на световом конусе друг друга (см. рисунок 3.7). А это означает, что релятивистский контакт осуществляется и на больших расстояниях l_{ij} частиц друг от друга.

В настоящее время имеется достаточно обширная литература по теориям, развиваемым в рамках концепции дальнего действия [22,110]. По приведенной выше классификации они относятся к третьей физической парадигме. В литературе их принято называть *теориями прямого межчастичного взаимодействия*. Имеется ряд разновидностей таких теорий. Сосредоточимся на конкретном варианте теории, называемом теорией прямого межчастичного взаимодействия *фоккеровского типа* или *теорией Фоккера-Фейнмана*.

В такой теории среди первичных понятий отсутствуют поля переносчиков взаимодействий (бозонов). Тела взаимодействуют непосредственно друг с другом "на расстоянии". Технически это

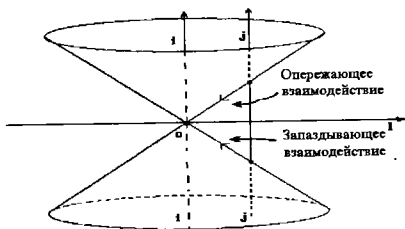


Рис. 3.7: Запаздывающие и опережающие взаимодействия в теории прямого межчастичного взаимодействия.

означает, что между любыми двумя частицами определяется некое *парное отношение*, характеризующее их взаимодействие. Оно имеет вполне определенный физический смысл – это вклад в действие $S(i; j)$ одной частицы (обозначим ее через i) со стороны другой частицы (пусть это будет частица j), обусловленный их взаимодействием. Например, для случая электромагнитного взаимодействия парное отношение имеет вид

$$S(i, j)_{e.m.} = \iint j_{(i)}^{\alpha} j_{(j)\alpha} \delta(s^2(i, j)) ds_i ds_j, \quad (3.23)$$

где $j_{(i)}^{\alpha} = e_i dx_i^{\alpha} / ds_i$ – 4-мерный вектор тока частицы i ; e_i , ds_i – соответственно электрический заряд частицы i и смещение вдоль ее траектории; $s^2(i, j)$ – квадрат 4-мерного интервала между событиями на траекториях двух частиц; $\delta(s^2)$ – δ -функция от квадрата интервала.

Парное отношение – вклад в действие (3.23) имеет ключевой характер в теории прямого межчастичного взаимодействия фокеровского типа. Из него получается все остальное. Можно утверждать, что данная идеология диктует формулировку теории, исходя из классического действия. Особо следует подчеркнуть, что в теории прямого межчастичного взаимодействия фактически рассматривается два типа отношений: одно – само парное отношение типа (3.23), характеризующее взаимодействия, а второе внутри его – пространственно-временное отношение, соответствующее $s^2(i, j)$ в (3.23). Последнее фактически означает использование готового 4-мерного пространства-времени.

В формуле (3.23) релятивистский “контакт” взаимодействующих частиц отображается δ -функцией, которую можно представить в виде

$$\delta(s^2(i, j)) = \delta(c^2 t_{ij}^2 - l_{ij}^2) = \frac{1}{2|l_{ij}|} [\delta(ct_{ij} - l_{ij}) + \delta(ct_{ij} + l_{ij})], \quad (3.24)$$

т.е. для каждого фиксированного значения t_0 на траектории избранной частицы i имеет место ее взаимодействие с другой частицей j , когда она окажется на конусе прошлого и будущего. Эти взаимодействия называются соответственно запаздывающими и опережающими. Они присутствуют в (3.23) с одинаковыми весовыми вкладами.

В случае произвольного числа частиц следует взять сумму из всех парных отношений вида (3.23) и добавить действие для свободных частиц. В итоге получается стандартное действие для системы взаимодействующих заряженных частиц. Известным образом от него можно прийти к стандартным понятиям и соотношениям электродинамики. Так, аналог электромагнитного векторного потенциала $A(i)_\alpha$ водится как сумма парных вкладов в действие частицы i со стороны всех других электрически заряженных частиц

$$A(i)_\alpha = \sum_{k \neq i} \int \delta(s^2(i, k)) j_{(k)\alpha} ds_k. \quad (3.25)$$

Однако имеется и ряд существенных особенностей. В отличие от теории поля теперь *векторный потенциал $A(i)_\alpha$ имеет смысл лишь в тех местах, где находятся реальные заряды, т.е. это понятие бессмысленно в промежутках между зарядами.* Легко показать, что из общего действия следуют известные уравнения движения заряженных частиц. Из векторных потенциалов $A(i)_\alpha$ можно образовать компоненты напряженности $F(i)_{\alpha\beta}$. Для них уравнения Максвелла выполняются торжественно.

В теории Фоккера-Фейнмана проявляется своеобразное отношение к пространству-времени. Формально оно полагается заданным и используется для формулировки этой теории, однако оно трактуется в реляционном духе, т.е. сторонники данной парадигмы декларируют, что пространство и время имеют характер отношений между частицами (материальными объектами) и теряют всякий смысл в их отсутствии (см. реляционный подход к пространству-времени в разделе 2.6). Можно сказать, что в этой “физической религии” отвергается божественная роль

пространства-времени. Кстати, это типично для всех физических парадигм второго столбца (для маховских парадигм).

Трудно сказать, кто именно положил начало подобной теории прямого межчастичного взаимодействия. Известно лишь, что в 1845 году Гаусс в письме к В.Веберу уже упоминал концепцию действия на расстоянии, когда воздействие одного заряда на другой передается с конечной скоростью. Он писал: "Я бы, без сомнения, давно опубликовал результаты моих исследований, если бы в то время не забросил их, поскольку мне не удалось найти то, что я считал краеугольным камнем: *Nil actum reputans si quid superesset agendum*. [Пока не все сделано, считай, что ничего не сделано (лат.)], а именно вывод добавочных сил – дополняющих взаимодействия покоящихся электрических зарядов, когда они оба находятся в движении, – из действия, которое распространяется не мгновенно, но с течением времени, как в случае света" [71, с.506]. Сейчас, спустя много лет, понятно, чего не хватало Гауссу – добавочных сил Лоренца, которые были позже найдены в рамках максвелловской теории электромагнитного поля.

Оказывается, в третьей четверти XIX века в Европе, главным образом в Германии, было много сторонников теории запаздывающего дальнего действия [103]. В этой области работали В.Вебер, Франц и Карл Нейманы, Г.Киргоф, К.Цельнер и многие другие. Ими в рамках концепции дальнего действия было получено много интересных результатов и высказан ряд соображений, к которым пришли физики-теоретики, уже независимо от них, спустя сто с лишним лет. Особо следует отметить работы В.Вебера и К.Цельнера. В наиболее полном виде взгляды К.Цельнера были изложены в его книге "Электродинамическая теория материи", вышедшей в 1878 году. В основу были положены два главных тезиса: гипотеза об атомарном строении вещества и концепция дальнего действия, передающегося с конечной скоростью. В этом сочинении имеются любопытные соображения о 4-мерном характере нашего мира, о гравитационных взаимодействиях и даже о работах Б.Римана, Н.И.Лобачевского, Я.Бояи по неевклидовой геометрии (см. [103]).

Этому направлению исследований крупно не повезло. После работ М.Фарадея (1791-1867), Д.Максвелла (1831-1879) и других авторов по теории электромагнитного поля (в рамках концепции ближнего действия) эти исследования по прямому взаимодействию были оттеснены на второй план, а затем и вовсе забыты. Английская физическая школа подавила континентальную европейскую. Почему это произошло? Кроме известных достоинств те-

ории Максвелла здесь оказались существенными и другие факторы. Сейчас хорошо видно, что сторонникам дальнего действия в то время пришлось столкнуться с большим комплексом тесно связанных друг с другом проблем. Наряду с концепцией дальнего действия необходимо было отстаивать идеи об атомарном строении вещества, об элементарных электрических зарядах, решать вопросы о скорости передачи взаимодействий и множество других проблем, для решения которых тогда еще не было должных предпосылок. А теория Максвелла развязывала этот клубок проблем и в этом отношении обладала неоспоримыми преимуществами.

Идея прямого межчастичного взаимодействия была возрождена пол века спустя в работах К.Шварцшильда, Г.Тетроде, А.Фоккера и других авторов. Эта концепция получила четкую математическую формулировку. Было показано, что теория электромагнетизма, построенная на ее основе, согласуется с теорией Максвелла и опытом для статических и стационарных электромагнитных явлений. Тогда же были выявлены и основные трудности этой теории. Главным препятствием являлось то, что взаимодействия между зарядами в ней осуществлялись наполовину опережающим, наполовину запаздывающим образом, тогда как на практике наблюдается лишь запаздывающее взаимодействие. Не ясно было также, как в этой теории объяснить силу радиационного трения.

Эти трудности были преодолены Р.Фейнманом и Дж.Уилером [96] в 1945 году. Они показали, что все неприятности в такой теории обусловлены тем, что не были корректно учтены вклады во взаимодействия (парные отношения) между парой любых зарядов со стороны всех других зарядов Вселенной, т.е. в духе принципа Маха. А к этой идее были очень близки немецкие физики середины XIX века. Видимо, в этом корень взглядов Маха! Расчет "отклика Вселенной" на процессы взаимодействия составил важнейшую часть этой теории, названной Фейнманом и Уилером "поглотительной теорией излучения". Было показано, что опережающие вклады от окружающих зарядов в точности компенсируют опережающую часть парного взаимодействия между любыми двумя частицами, а запаздывающие вклады удваивают парное запаздывающее взаимодействие. Этой же "поглотительной теорией излучения" прекрасно объяснялась и сила радиационного трения.

Дальнейшими исследованиями Р.Фейнмана, Дж.Уилера, Ф.Хойла, Дж.Нарликара, П.Дэвиса и других авторов было

показано, что такая классическая теория прямого электромагнитного взаимодействия объясняет все электромагнитные явления не хуже, чем максвелловская теория поля [22,110]. Особо следует отметить труды в этой области **Я.И.Френкеля**, который в нашей стране практически в одиночестве активно отстаивал идеи теории прямого межчастичного взаимодействия.

Затем возникла проблема построения квантовой версии теории прямого межчастичного взаимодействия. Здесь возникли новые трудности. Но и эта проблема была решена **Р.Фейнманом**, разработавшим специально для этой цели новую формулировку квантовой механики. В своей основополагающей работе на эту тему Фейнман писал: "Теорию электромагнетизма, развитую Уилером и Фейнманом,... можно формулировать в виде принципа наименьшего действия, содержащего только координаты частиц. Именно попытка проквантовать эту теорию, не обращаясь к представлению о поле, и привела автора к изложенной здесь формулировке квантовой механики" [100, с.202]. Фейнмановская формулировка квантовой механики является третьей после шредингеровской и гейзенберговской. Она эквивалентна им по всем своим следствиям в нерелятивистской области. О значении идей дальнего действия для развития квантовой электродинамики Фейнман подробно рассказал в своей Нобелевской лекции [83]. В дальнейшем многие забыли исходные мотивы этой формулировки. Сейчас она известна как *фейнмановский метод континуального интегрирования*, или *интегрирования по траекториям*, и широко применяется для решения многих задач безотносительно к теории прямого взаимодействия. А тогда... Вот как он об этом говорил в Нобелевской лекции: "Моя идея казалась мне настолько логичной и настолько изящной, что я влюбился в нее без памяти. А ведь влюбиться без памяти в женщину можно только тогда, когда ты ее еще мало знаешь, а потому не видишь всех ее недостатков. Недостатки ты увидишь позже, но любовь уже достаточно сильна, чтобы удержать тебя. Так и я, благодаря своему юношескому энтузиазму, невзирая ни на какие трудности, оставался верен моей теории" [101, с.196].

В настоящее время в русле идей теории прямого межчастичного взаимодействия работает **Г.В.Рязанов** [84]. В его работах предлагается более детальное рассмотрение опережающих и запаздывающих взаимодействий, фактически удваивающее число возможностей (два вида взаимодействий вдоль конуса будущего и два вида взаимодействий вдоль кону-

са прошлого). Теория Фейнмана-Фоккера получается как некий частный случай. По мнению Г.В.Рязанова, такой подход оказывается настолько содержательным, что с его помощью можно, отталкиваясь от классической электродинамики, развернуть всю физику, включая квантовую теорию, космологию и получение значений фундаментальных физических констант.

Несколько позже теория прямого межчастичного взаимодействия была распространена на случай гравитационного взаимодействия. Здесь следует назвать исследования Я.И.Грановского и А.А.Пантюшина (1965-1969 г.г.), Е.Б.Парушина (1974 г.), К.А.Пирагаса и В.И.Жданова (1972-1981 г.г.) и других. Теория довольно легко обобщается на случай линейаризованных гравитационных взаимодействий. Парное отношение для двух частиц – вклад в действие записывается в виде

$$S(i, j)_{grav.} = 2pk \iint T_{(i)}^{\alpha\beta} G_{\alpha\beta\mu\nu}(i, j) T_{(j)}^{\mu\nu} ds_i ds_j, \quad (3.26)$$

где $T_{(i)}^{\alpha\beta}$ – тензор энергии-импульса частицы i ;

$$G_{\alpha\beta\mu\nu}(i, j) = \frac{1}{4\pi} (g_{\alpha\mu}g_{\beta\nu} + g_{\alpha\nu}g_{\beta\mu} - g_{\alpha\beta}g_{\mu\nu}) \delta(s^2(i, j)), \quad (3.27)$$

k – ньютоновская гравитационная постоянная, $g_{\alpha\beta}$ – метрический тензор пространства-времени Минковского. Как отсюда видно, принцип Фоккера для линейаризованной теории гравитации отличается от случая электромагнитного взаимодействия (3.23) заменой векторов тока на тензоры энергии-импульса взаимодействующих частиц. Более сложно оказалось построить теорию прямого межчастичного гравитационного взаимодействия, эквивалентную эйнштейновской общей теории относительности. Эта задача была решена в нашей книге [22].

В последнее время исследования в рамках третьей парадигмы замедлились. На наш взгляд, это свидетельствует о том, что развитие этого направления нуждается в привлечении новых идей. Предлагается это сделать в рамках бинарной геометрофизики. Унаследовавшей ряд черт теории Фоккера-Фейнмана и представляющей собой новую, девятую физическую парадигму. Подробно эта теория обсуждена в следующей главе.

Завершая эту главу, хотелось бы вернуться к высказыванию Н.А.Бердяева, приведенного в виде эпиграфа к этой главе. Он говорил о вере ученого, что “в акте веры есть подвиг отречения, которого нет в акте знания”. Подавляющее большинство обсужденных парадигм свидетельствует именно о научной вере своих создателей и продолжателей их идей. Ведь сторонниками большинства парадигм пока не представлены неоспоримые доказательства их справедливости. Гарантій нет, но исследователи напряженно работают, посвящая поиску многие годы, а то и всю жизнь.

Глава 4

Бинарная геометрофизика как физическая парадигма

“Необходимо отметить, конечно, что введение пространственно-временного континуума может считаться противостественным, если иметь ввиду молекулярную структуру всего происходящего в микромире. Утверждают, что успех метода Гейзенберга может быть приведен к чисто алгебраическому методу описания природы, т.е. исключению из физики непрерывных функций. Но тогда нужно будет в принципе отказаться от пространственно-временного континуума. Можно думать, что человеческая изобретательность в конце концов найдет методы, которые позволят следовать этому пути. Но в настоящее время такая программа смахивает на попытку дышать в безвоздушном пространстве.”

А.Эйнштейн “Физика и реальность”

4.1 Идейные предпосылки бинарной геометрофизики

В новой, девятой физической парадигме, названной автором бинарной геометрофизикой, производится отказ от априорно заданного пространственно-временного континуума и вместо него используется “чисто алгебраический метод описания природы”, и тем не менее это нисколько не смахивает “на попытку дышать в безвоздушном пространстве”.

Прежде чем приступить к изложению сути бинарной геометрофизики, видимо, нужно объяснить соображения, приведшие автора к разработке этой парадигмы. Всему предшествовала убежденность, вера в то, что фундамент физики определяется представлениями о пространстве-времени и о его свойствах. Самые существенные этапы в эволюции физики были связаны с радикальным пересмотром представлений о природе пространства-времени, причем всегда это делалось под напором развивающейся физики. Именно эта убежденность определяла деятельность автора в области общей теории относительности, как в том разделе физики, где достигнуто наиболее глубокое проникновение в сущность пространства-времени.

Затем были исследования проблемы квантования гравитации, которая всегда понималась автором наиболее широко – как совмещение принципов двух столпов современной физики – общей теории относительности и квантовой теории. Знакомство с многочисленными работами в этой области других авторов, а также собственные исследования привели к убеждению, что простым совмещением принципов уже готовых теорий эту проблему решить не удастся. Необходимы радикальные изменения представлений о свойствах и даже о сущности пространства-времени.

Был произведен анализ обобщенных теорий гравитации, основанных на неримановых пространственно-временных многообразиях, особое внимание было уделено исследованиям в области многомерных геометрических моделей физических взаимодействий типа теории Калуцы-Клейна. Были рассмотрены тенденции в области квантовой теории поля. Большое влияние на автора оказали выступления Р.Фейнмана, Ф.Хойла и знакомство с их трудами. В итоге вырисовывалась изложенная в третьей главе картина из множества физических парадигм. На какой из них остановиться? Явно или неявно такая проблема должна вставать перед каждым начинающим свой путь в фундаментальной теоретической физике.

Идеология теории прямого межчастичного взаимодействия невольно наталкивает на мысль распространить идею прямого взаимодействия частиц на характер описания пространственно-временных отношений. Отсюда и из ряда высказываний-реплик известных теоретиков стала вырисовываться проблема построения теории в рамках четвертой парадигмы, в которой, как уже отмечалось, категория самого пространства-времени должна выводиться из категорий частиц и каким-то образом введенных переносчиков взаимодействий. Обдумывание этой проблемы привело к убежден-

ности (к новой вере) в то, что априорного пространства-времени нет! Это одна из глобальных абстракций, которых было достаточно много в истории человечества.

В физике таковыми уже были эфир, априорное евклидово пространство и абсолютное время. Рано или поздно от этого абсолютного понятия придется отказаться. Если, как это было показано выше, пространство(-время) в некоторых парадигмах играет в физике роль Бога, то это что: призыв к физическому атеизму? Нет, это нечто другое. В истории человечества и физики подобное случалось не раз. Сколько раз провозглашалось сбрасывание богов или Бога с его пьедестала?! Но всякий раз пьедестал занимался новым божеством, очищенным от иллюзий и недостатков его предшественников. Вспомним слова Я.И.Френкеля о сбрасывании с пьедестала физического бога, каковым была идея эфира. Но тут же его место оказалось занятым пространством. Но и с пространством (и временем) подобная история происходила не раз. Априорное божественное пространство Евклида было сброшено со своего пьедестала, который оно занимало два тысячелетия, в прошлом веке после работ Н.И.Лобачевского, К.Гаусса, Я.Бояи, Б.Римана и других математиков. Два физико-геометрических бога: пространство и время были заменены одним новым богом – 4-мерным пространством-временем Минковского. Вспомним слова Г.Минковского: “Милостивые господа! Воззрения на пространство и время, которые я намерен перед вами развить, возникли на экспериментально-физической основе. В этом их сила. Их тенденция радикальна. Отныне пространство само по себе и время само по себе должны обратиться в фикции, и лишь некоторый вид соединения обоих должен еще сохранить самостоятельность”.¹ Вскоре и это божество было сброшено с пьедестала в результате создания общей теории относительности. Это божество держится на пьедестале значительно дольше – уже более 80 лет. При этом сколько было еретиков! Чего только не предлагали: и финслеровы геометрии, и геометрии с неметричностью, и геометрии с кручением и т.д., – но этот бог эйнштейновского пространства-времени пока стоит! Шатается под ударами сторонников многомерия (теории Калуцы-Клейна), но в умах большинства физиков еще стоит. Прав был В.И.Вернадский, утверждая, что под напором наступающей нау-

¹См. доклад “Raum und Zeit” (Пространство и время), сделанный 21 сентября 1908 г. на 80-м собрании немецких естествоиспытателей и врачей в Кельне (Phys.ZS, 1909, b.10, s.104).

ки религия отступает, но делается более глубокой и содержательной.

Но вернемся к проблемам современной теоретической физики. Ставится задача заменить категорию пространства-времени чем-то более элементарным и глубоким, несомненно, опирающимся на понятия и закономерности физики микромира, из чего можно было бы вывести логическим образом (для явлений макромира) классические пространственно-временные отношения.

Но чем заменить категорию пространства-времени? Очевидно, что из ничего нельзя получить что-либо. Выражаясь не столь возвышенно, "для того, чтобы иметь рагу из кролика, надо иметь, по крайней мере, кошку". Что должно выступать в виде "кошки"? Оказывается, в качестве более первичного и элементарного должна выступать некая теория абстрактных отношений. Теория отношений, более общих, чем классические пространственно-временные отношения, занимает пьедестал божества пространства-времени.

Для того, чтобы решить поставленную задачу, необходимо пройти ряд этапов. Прежде всего, нужно подобрать под поставленную задачу и развить подходящий математический аппарат. Во-вторых, необходимо сразу же или на какой-то промежуточной стадии произвести отождествление понятий математического аппарата с соответствующими им физическими понятиями. Только в результате решения этих двух подзадач может быть построена физическая теория. Естественно, такая программа выполняется не на пустом месте. В рамках изложенных выше физических парадигм разработано достаточно много методов и приемов. Необходимо использовать эти наработки. Для развития бинарной геометрофизики оказались наиболее ценными идеи и методы, развитые в рамках третьей и пятых физических парадигм, точнее, идеи теории прямого межчастичного взаимодействия Фоккера-Фейнмана и многомерных геометрических моделей физических взаимодействий (теорий Калуцы-Клейна). Но основы математического аппарата бинарной геометрофизики были позаимствованы из так называемой теории физических структур Ю.И.Кулакова [47-51].

Эта глава посвящена обсуждению основных идей и приемов, использованных при построении бинарной геометрофизики. Принят следующий план изложения. Прежде всего обоснована важность и универсальность понятия отношения в физике, геометрии, философии и религии. Затем более подробно обсуждена роль отношений в геометрии. Это служит как бы трамплином в обобщенную теорию отношений. Только после этого сформулиро-

ваны идеи математического аппарата теории бинарных систем отношений, положенных в основу бинарной геометрофизики. Затем обсуждены некоторые физические идеи, помогающие перекинуть мостик от теории бинарных систем комплексных отношений к понятиям физики микромира. Приведена блок-схема бинарной геометрофизики. Далее предлагается качественное обсуждение вопросов описания взаимодействий между физическими объектами и затем делается переход к понятиям макрофизики. В заключительной части этой главы обсуждены некоторые мировоззренческие вопросы и перспективы бинарной геометрофизики.

4.2 Отношение как ключевое понятие мироздания

В основе новой категории лежит предположение о существовании неких элементов (это могут быть частицы или их составные части, события и т.д.) и неразрывно связанное с ними понятие отношений между ними. Именно *отношения* являются тем ключевым понятием, которое определяет реляционный характер данной парадигмы, принадлежащей на рисунке 3.1 колонке маховских парадигм. Продемонстрируем, что не только в физике, но и в реальной жизни, в религии, в философии и в геометрии понятие отношения всегда имеет ключевой характер.

Религия: Как уже отмечалось, в религии большое внимание уделяется *взаимоотношениям* между людьми. Часто говорят, что религия является хранилищем этических и моральных ценностей. В конце концов, что собой представляют десять Моисеевых заповедей в христианском учении? Это ведь ни что иное как определение праведных отношений между людьми: “Не убивай; не прелюбодействуй; не кради; не произноси ложного свидетельства на ближнего своего...” Аналогичные формы взаимоотношений между людьми формируются и в других религиозных системах. Можно сказать, что религиозные заповеди – это законы этих отношений. Вспомним определение религии, данное В.С.Соловьевым: “Религия, говоря вообще и отвлеченно, есть связь человека и мира с безусловным началом и средоточием всего существующего” [91, с.5]. Где связь, там и отношение. Можно сказать, что религиозные заповеди это законы отношений между людьми. Правда через посредство абсолютного начала – Бога.

В этой связи автору вспоминается описание в одной из газет встречи отечественного журналиста с американским священником

ком. Желая поддержать разговор, журналист высказывает довольно распространенное утверждение:

- Бог в каждом из нас.

- Нет, — возразил американский священник: Бог между нами!

Философия: В числе основных проблем находится вопрос о соотношении человека и природы. Подчеркнем опять, — *соотношение или отношение*. На рубеже XIX и XX веков возникло и завоевало много сторонников философское учение, названное позитивизмом. Обычно это направление в философии естествознания связывается с именем Э.Маха. В течение многих лет у нас было принято всячески ругать Маха из-за того, что В.И.Ульянов увидел в маховском термине “ощущение” проявление субъективного идеализма. Но мог ли юрист по образованию достаточно глубоко вникнуть в проблемы современного ему естествознания? Физик М.Планк иначе расценил позицию Маха: “Ему принадлежит в полной мере та заслуга, что он перед лицом угрожающего скептицизма нашел в ощущениях органов чувств единственный правильный исходный пункт всякого исследования природы” [76, с.48]. Но что такое ощущение? На наш взгляд, — это качественная характеристика отношения человека к явлениям природы. В позитивизме ощущение (отношение) ставится во главу угла, и на его основе уже последователи Маха построили философскую систему. Соглашусь с критиками позитивизма как философского течения, доводящего роль ощущений до абсурда, принижающего значение других аспектов реальности. Автору представляется, что в этом плане Э.Мах менее повинен в экстремизме позитивизма, нежели объявившие себя его последователями.

Совершенно естественно, что Э.Мах, как физик, в своем миропонимании также на первый план ставил измеряемые понятия. Он считал, что в фундамент физической теории должны быть положены только реально наблюдаемые понятия и величины. То, что не может наблюдаться, должно исключаться из рассмотрения. Напомним, что именно этот принцип затем был положен в основу квантовой теории. В этом смысле Э.Маха по праву можно считать одним из мыслителей, способствовавшим созданию квантовой теории.

Особенно ярко взгляды Маха проявились в реляционном подходе к пространству и времени. Он возражал против попыток рассмотрения пространства и времени самих по себе безотносительно к реальным объектам и событиям. Он писал: “Время и пространство существуют в определенных отношениях физических объектов, и эти отношения не только вносятся нами, а существуют в

связи и во взаимной зависимости явлений” [65, с.71]. *Отношения* – вот опять ключевое понятие, которое используется Э.Махом для определения сути пространства и времени.

В обыденной жизни достаточно качественной характеристики отношений, например, между людьми. Обычно бывает достаточным сказать: между тем-то и тем-то прекрасные, хорошие, неважные или плохие отношения. Однако в науке при описании отношений между объектами и событиями недостаточно качественной оценки. Необходима количественная характеристика. Так, говорится о расстояниях между точками (предметами, городами), о промежутках времени между событиями. Это значит, что отношение описывается числом. Забегая вперед, отметим, что в бинарной геометрофизике под отношениями между элементами понимается именно некоторое число. Оно может быть как вещественным, так и комплексным.

Геометрия: Отношения играют ключевую роль и в геометрии. В ней отношения – это не что иное как *метрика (расстояния)*. Известно, что в современной формулировке геометрии, а наиболее строгая формулировка – аксиоматическая, – метрические аксиомы составляют ее важную неотъемлемую часть. Однако редко кто придерживается строгих аксиоматических систем. В наиболее распространенных изложениях геометрии исходным является задание координатной системы в многообразии той или иной размерности, а затем задается метрика. Примерно это же подразумевалось, когда писались формулы (3.1) – (3.4) в предыдущей главе. Но возможен и другой ход рассуждений, – можно начинать с задания расстояний – парных отношений между точками, а затем уже из них получать координаты и все другие понятия.

Примечательно, что упоминание о таком подходе к геометрии мы находим уже у Э.Маха, который писал: “Интересную попытку обосновать евклидову и неевклидову геометрию на одном понятии расстояния мы находим у Де Тилли (1880 г.)” [66, с.380]. Значительно позднее в такой формулировке была написана книга К.М.Блюментала “Теория и применение геометрии расстояний” (1953 г.) [7]. Элементы этого подхода можно найти также у А.Клейна [43]. Затем этот вопрос рассматривался Ю.И.Кулаковым в связи с формулировкой геометрии на базе теории физических структур [47].

Физика: В специальной и общей теориях относительности ключевым понятием также является отношение, только в них рассматриваются отношения между парами событий. Эти отношения называются *интервалами* s_{ik} между событиями i и k .

В упомянутой выше теории прямого межчастичного взаимодействия отношениями между зарядами (телами) являются *вклады в действие, обусловленные их взаимодействием*. Для случая электромагнитных взаимодействий эти вклады записаны в (3.23). Аналогичные выражения можно записать и для других типов взаимодействий: электрослабых, сильных, гравитационных (см.(3.26)). Для получения теории прямого межчастичного гравитационного взаимодействия, эквивалентной эйнштейновской теории гравитации, необходимо, как нами это было показано [17], кроме парных отношений еще учесть тройные, четверные и т.д.

Отметим, что отношения можно усмотреть и в рамках общепринятой теории поля. Чтобы в теории поля описать физические системы и их взаимодействия сначала нужно записать их лагранжиан или гамильтониан, которые состоят из свободных частей (описывающих невзаимодействующие системы) и членов, *описывающих их взаимодействие*. Последние опять представляют собой не что иное как своеобразные отношения между системами.

Можно привести и другие примеры использования отношений в физике. Объект, не находящийся в каких-либо отношениях с другими объектами, не взаимодействующий с ними, представляет "вещь в себе". Нет никаких оснований говорить о его существовании.

4.3 Геометрия в терминах отношений

Более подробно обсудим роль отношений (расстояний) в геометрии. С некоторыми фрагментами переформулировки геометрии в терминах расстояний встречается каждый школьник. Известно определение площади треугольника через половину произведения основания на высоту. Но можно определить его площадь исключительно через расстояния (отношения) между его вершинами. Пусть его вершины обозначаются буквами i, j, k , а расстояния между ними (длины сторон) есть l_{ik}, l_{ij}, l_{jk} . Тогда площадь треугольника S_{ijk} находится по формуле Герона

$$S_{ijk} = \frac{1}{4} \sqrt{(l_{ik} + l_{ij} + l_{kj})(l_{ik} + l_{ij} - l_{kj})(l_{ik} - l_{ij} - l_{kj})(-l_{ik} + l_{ij} + l_{kj})}. \quad (4.1)$$

Легко показать, что S_{ijk} можно найти с помощью *определителя Кэли-Менгера* на трех точках

$$\begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & l_{ik}^2 & l_{ij}^2 \\ 1 & l_{ki}^2 & 0 & l_{kj}^2 \\ 1 & l_{ji}^2 & l_{jk}^2 & 0 \end{vmatrix} = 16S_{ijk}^2. \quad (4.2)$$

Аналогично через определитель Кэли-Менгера на четырех точках находится 3-мерный объем

$$\begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & l_{ik}^2 & l_{ij}^2 & l_{in}^2 \\ 1 & l_{ki}^2 & 0 & l_{kj}^2 & l_{kn}^2 \\ 1 & l_{ji}^2 & l_{jk}^2 & 0 & l_{jn}^2 \\ 1 & l_{ni}^2 & l_{nk}^2 & l_{nj}^2 & 0 \end{vmatrix} = 288V_{ikjn}^2. \quad (4.3)$$

Эти формулы можно обобщить на объемы большей размерности в многомерных евклидовых пространствах. Во всех таких формулах по горизонтали и вертикали содержатся одни и те же наборы точек.

Обобщая определитель Кэли-Менгера так, что по горизонтали и вертикали выступают разные наборы точек, через них, т.е. через расстояния между точками, можно выразить плоский угол между двумя лучами, исходящими из одной вершины, двугранные углы, телесные углы и т.д. Для задания декартовых координат произвольной точки i в 3-мерном пространстве достаточно задать

и (четыре) эталонные точки. Зная расстояние между точкой i и всеми эталонными точками, можно записать через обобщенные пределители Кели-Менгера три декартовы координаты точки i . Известные преобразования декартовых координат можно трактовать как изменения наборов эталонных точек...

Аналогичную теорию на базе расстояний можно построить и для геометрии Лобачевского, и для римановой геометрии постоянной положительной кривизны, и для других видов геометрий. Для геометрии произвольного риманова пространства можно развить, исходя не из координат, а из метрики [20, с.16].

Мы привыкли к геометриям, в которых метрика (расстояния) задается между парами точек, т.е. мы привыкли к парным отношениям. Оказывается, можно построить геометрии, в которых элементарные отношения задаются между тройками, четверками и т.д. точек. Таковой, например, является *многоточечная геометрия* В.Я.Скоробогатько [88].

Допустим, мы не ничего не знаем о геометрии и хотим построить теорию, исходя лишь из понятий отношений. Очевидно, задания отношений между элементами еще недостаточно для построения содержательной теории. Необходимо, чтобы эти отношения еще удовлетворяли каким-то условиям. Должны быть некие законы, ограничивающие произвол в значениях отношений. Такие законы имеются в геометрии. Например, если взять три точки в евклидовой геометрии, то расстояния между ними не могут быть произвольными. Это видно хотя бы из неравенства треугольника: $|l_{ij}| + |l_{jk}| > l_{ik} > |l_{ij} - l_{jk}|$. Имеются и другие, более точные законы, управляющие значениями расстояний.

Но вернемся к задаче построения теории (геометрии), исходя из понятий расстояний. Из каких соображений установить условия на отношения, чтобы теория приняла вид известных геометрий? Такой вопрос был поставлен и решен в работах Ю.И.Кулакова [47,48] и его учеников [54,69]. Кулаков предложил простейшее, что только можно придумать, и что оказалось чрезвычайно плодотворным. Он предположил, что *условия на отношения — законы для них имеют характер алгебраических отношений, связывающих друг с другом числа-отношения между элементами*. Что может быть проще алгебраических законов?

Далее, если согласиться с алгебраическим характером законов, то возникает вопрос: сколько отношений (расстояний) он связывает? Оказывается, вопрос надо ставить иначе, — нужно говорить не о количестве отношений в законе, а о количестве элементов, все парные отношения (тройные или иные) между которыми

он связывает (см. рис.4.1). Для двух элементов – это само пар-

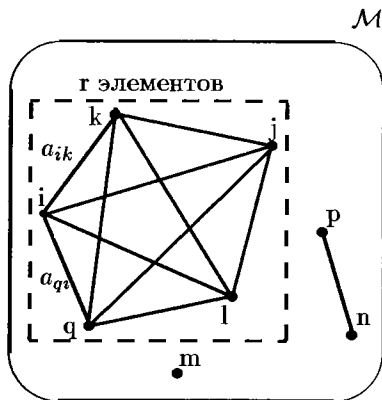


Рис. 4.1: Унарная теория отношений (теория структур на одном множестве элементов).

ное отношение. Следовательно, в рамках теории такого рода (на одном множестве элементов) можно говорить о законах для трех элементов, четырех, пяти и т.д. Назовем эти количества элементов *рангами* (r) законов. Тогда каждый закон ранга $r = 3, 4, 5, \dots$ связывает между собой столько парных отношений, сколько можно построить сочетаний из r элементов по два. Обозначая парные отношения между элементами i и k через a_{ik} , можно записать закон в виде равенства нулю некоторой функции Φ от $\frac{r(r-1)}{2}$ парных отношений типа a_{ik}

$$\Phi(a_{ik}, a_{ij}, \dots, a_{jk}, \dots) = 0. \quad (4.4)$$

Законы отличаются друг от друга прежде всего рангами.

Как найти вид функций Φ , определяющей закон? Для их нахождения используется свойство симметрии, т.е. равноправия всех элементов рассматриваемого множества. Это означает, что вместо одного конкретного набора из r элементов: $i, k, j, \dots$ – можно выбрать набор из каких угодно других r элементов: $p, m, n, \dots$. Если взять новые элементы и подставить отношения между ними

в (4.4), то закон должен по-прежнему выполняться. Такую симметрию Кулаков назвал *феноменологической* (или назовем ее *фундаментальной*).

Заметим, что понятие симметрии в настоящее время пронизывает всю физику. Оно сыграло чрезвычайно важную роль в становлении ключевых уравнений современной теоретической физики. Правда, обычно эта симметрия понимается относительно преобразований координат или каких-то физических величин. Так, уравнения Максвелла симметричны (инвариантны) относительно преобразований Лоренца (линейных преобразований в пространстве-времени Минковского). Открытие этой симметрии даже позволило подправить первоначальные версии этих уравнений. Уравнения Эйнштейна выводились исходя из соображений общей ковариантности, т.е. их симметрии относительно допустимых преобразований криволинейных координат. Аналогичной симметрией обладают уравнения Дирака, Клейна-Фока и все другие фундаментальные уравнения. Сейчас широко используются в теоретической физике так называемые внутренние симметрии. На них построена теория калибровочных полей. На первый взгляд, не видно никакой связи между этими симметриями и фундаментальными симметриями в теории систем отношений (физических структур). Однако, это только на первый взгляд...

Отметим, что понятие симметрии присутствует и в духовной культуре. Достаточно указать на утверждения христианского учения о равенстве всех людей перед Богом. Это ведь тоже симметрия! Аналогичный характер имеют лозунги равенства в социальных программах и теориях.

Оказывается, условие фундаментальной симметрии законов (4.4) чрезвычайно содержательно. Оно позволяет перейти от (4.4) к системе функционально-дифференциальных уравнений и из них находить вид функций $\Phi(a_{ik}, \dots)$, т.е. оно позволяет найти конкретные виды законов. Всем эти математические вопросы подробно изложены в работах Ю.И.Кулакова и его группы [47-50,69]. Такая теория отношений Кулаковым была названа *теорией физических структур*. Здесь кратко охарактеризуем лишь результаты этих исследований...

Но прежде еще нужно остановиться на вопросе о возникновении понятия координат. Оказывается, понятие ранга r структуры соответствует размерности n в геометрии. Между ними имеется однозначная связь

$$r = n + 2. \quad (4.5)$$

Сами координаты можно ввести следующим образом. В законе (4.4) всегда можно выделить $r - 2$ элемента и считать их эталонными. Тогда закон (4.4) можно рассматривать как определение отношения a_{ik} между двумя произвольными (неэталонными) элементами i и k через их отношения к $r - 2$ эталонным элементам. При этом отношения между эталонными элементами можно считать раз навсегда заданными для этой структуры. Другими словами, закон (4.4) можно трактовать в согласии с известным утверждением: "скажи мне, кто твои друзья, и я скажу, кто ты", точнее, скажи, каковы твои отношения к друзьям, и я скажу, кто ты. Отношения к эталонным элементам выступают в роли координат элементов i, k и всех иных. Тогда упоминавшиеся выше координатные преобразования в общепринятой теории соответствуют переходам к другим наборам эталонных элементов.

В группе Ю.И.Кулакова из решения соответствующих функционально-дифференциальных уравнений были найдены все возможные законы (при вещественных парных отношениях) для систем отношений (физических структур на одном множестве элементов) рангов $r = 3, 4, 5$. С увеличением ранга существенно возрастает трудность нахождения законов. Для каждого ранга r имеется несколько решений. Оказалось, что эти решения соответствуют известным геометриям: Евклида, Лобачевского, Римана и некоторым другим. Поясним вид законов сначала для простейшего случая $r = 3$. Это соответствует $n = 3 - 2 = 1$, т.е. одномерной геометрии. Одной из них является геометрия на прямой неориентированной линии. Ее закон имеет вид

$$\Phi(a_{ik}, a_{ij}, a_{jk}) = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & a_{ik} & a_{ij} \\ 1 & a_{ki} & 0 & a_{kj} \\ 1 & a_{ji} & a_{jk} & 0 \end{vmatrix} = 0, \quad (4.6)$$

где парные отношения $a_{ik} = l_{ik}^2 = (x_i - x_k)^2$. Здесь x — координаты, сопоставляемые элементам множества. Сравнивая (4.6) с выражением для квадрата площади треугольника, задаваемого определителем Кэли-Менгера (4.2), приходим к выводу, что этот закон означает, что площадь треугольника на любых трех точках множества равна нулю, т.е. что все эти точки лежат на одной прямой.

Трехмерное евклидово пространство описывается одним из законов структуры ранга 5, который имеет вид

$$\Phi(a_{ik}, \dots) = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & a_{ik} & a_{im} & a_{in} & a_{ip} \\ 1 & a_{ki} & 0 & a_{km} & a_{kn} & a_{kp} \\ 1 & a_{mi} & a_{mk} & 0 & a_{mn} & a_{mp} \\ 1 & a_{ni} & a_{nk} & a_{nm} & 0 & a_{np} \\ 1 & a_{pi} & a_{pk} & a_{pm} & a_{pn} & 0 \end{vmatrix} = 0. \quad (4.7)$$

Закон (4.7) тождественно выполняется, если парное отношение a_{ik} характеризуется тройками координат элементов и имеет вид

$$a_{ik} = l_{ik}^2 = (x_i - x_k)^2 + (y_i - y_k)^2 + (z_i - z_k)^2. \quad (4.8)$$

Это знакомое выражение квадрата длины через квадраты разностей координат (см. (3.2)). Сам закон (4.7) соответствует условию равенства нулю 4-мерного объема, построенного на пяти точках, что означает, что точки лежат на трехмерной гиперплоскости (в 3-мерном евклидовом пространстве).

Не будем выписывать вид других возможных законов. Они приведены в ряде статей [48,49] и в нашей книге [51]. Для структуры ранга 5 имеются 10 решений, которым соответствуют 10 видов 3-мерных геометрий. Среди них имеется еще и псевдоевклидова геометрия, характеризующаяся тем же законом (4.7), но с метрикой другой сигнатуры

$$a_{ik} = \tilde{l}_{ik}^2 = (x_i - x_k)^2 + (y_i - y_k)^2 - (z_i - z_k)^2, \quad (4.9)$$

имеется также первая неевклидова геометрия (Лобачевского), вторая неевклидова геометрия (Римана), своеобразная симплектическая геометрия и некоторые другие. Примечательно, что кроме широко известных геометрий имеются еще три практически неизвестные геометрии, названные экзотическими. Лишь только в самое последнее время стали находить некоторые упоминания о подобных геометриях в забытых работах математиков.

По поводу структур больших рангов на сегодняшний день можно сказать следующее. Легко записать обобщения найденных законов на другие ранги. В частности, можно записать закон структуры ранга 6, соответствующий 4-мерному пространству-времени Минковского. Он имеет тот же вид, что и (4.7), но записывается на шести точках. Парное отношение a_{ik} тогда соответствует

квадрату 4-мерного интервала $a_{ik} = s_{ik}^2$ и выражается формулой вида (3.4), где дифференциалы заменены на разности координат пары событий. Однако для структур ранга 6 и выше трудно доказать, что кроме известных обобщений нет новых решений, т.е. пока не доказана теорема единственности найденного множества решений.

Отметим также, что имеются структуры, в которых вместо парных отношений рассматриваются тройные, четверные и т.д. отношения. Эти структуры соответствуют уже упоминавшимся многоточечным геометриям Скоробогатко.

4.4 Бинарные системы отношений

Теория физических структур на одном множестве элементов позволяет под новым углом зрения взглянуть на давно известные свойства классического пространства-времени, но, к сожалению, она не дает ничего нового для дальнейшего конструктивного развития представлений о фундаменте физического мироздания. В ней мы не находим ничего нового о выделенности именно трех измерений пространства или 4-мерности пространства-времени. Она не помогает обосновать наблюдаемую сигнатуру пространства-времени (+ - -). Законы структуры ранга 6 позволяют говорить и о сигнатурах вида (+ + - -), (+ + + +). В этой теории не проявляются другие известные свойства материи. Их по-прежнему нужно вводить в теорию волевым образом. Подчеркнем еще раз, что изложенное выше опиралось на одно множество элементов. Такую теорию назовем *теорией унарных систем отношений (УСО)*.

Однако оказалось, что подобным образом можно построить содержательную теорию на двух множествах элементов – так называемую *теорию бинарных систем отношений (БСО)*. Более того, случилось так, что Кулаков первой построил именно теорию простейшей бинарной системы отношений (бинарной структуры) и только потом осознал, что можно перейти к унарным структурам и рассматривать с их помощью геометрию. И уже значительно позже автором этих строк было осознано, что бинарные системы отношений можно положить в фундамент объединенной реляционной теории пространственно-временных отношений и физических взаимодействий.

Кратко поясним, что собой представляет теория бинарных систем отношений. Постулируется, что имеются два множества каких-то элементов. Обозначим первое множество символом M .

а второе $\mathcal{N}$. Будем обозначать элементы первого множества латинскими буквами ($i, j, k, \dots$), а элементы второго множества – греческими ($\alpha, \beta, \gamma, \dots$). Между любой парой элементов из разных множеств задается парное отношение – некоторое вещественное или комплексное число $u_{i\alpha}$ (см. рис.4.2). Как и в случае унарных

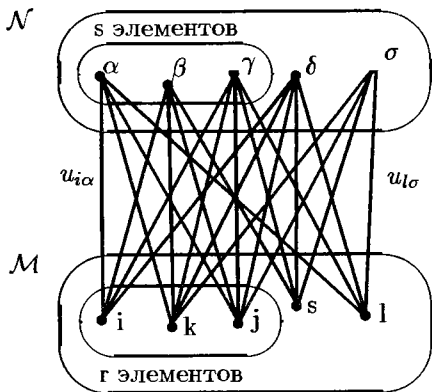


Рис. 4.2: Бинарная система отношений (структура) ранга (r, s) .

систем отношений полагается, что имеется некий алгебраический закон, связывающий все возможные отношения между любыми r элементами множества $\mathcal{M}$ и s элементами множества $\mathcal{N}$:

$$\Phi(u_{i\alpha}, u_{i\beta}, \dots, u_{k\gamma}) = 0. \quad (4.10)$$

Целые числа r и s характеризуют ранг (r, s) бинарной системы отношений. Очевидно, что функция Φ в (4.10) теперь зависит от r х аргументов. Опять, как и в случае унарных систем отношений, используется принцип фундаментальной симметрии, т.е. полагается, что закон (4.10) будет справедлив при замене элементов $i, j, \dots$ и $\alpha, \beta, \dots$ на любые другие элементы соответствующих множеств. Фундаментальная симметрия позволяет записать функционально-дифференциальные уравнения и из них найти вид как парных отношений $u_{i\alpha}$, так и саму функцию $\Phi(u_{i\alpha}, \dots)$.

В такой теории возникают аналоги понятий координат в геометрии. Они имеют тот же характер, что и в теории унарных систем отношений. Чтобы к ним прийти, опять в законе (4.10) нужно

положить $r - 1$ элементов множества M и $s - 1$ элементов множества N эталонными. Тогда на этот закон можно смотреть как на соотношение, определяющее парное отношение между двумя оставшимися неэталонными элементами (пусть это будут элементы i и α) через их отношения к эталонным элементам. Отношения же между самими эталонными элементами можно считать раз навсегда заданными. Тогда оказывается, что парное отношение $u_{i\alpha}$ характеризуется $s - 1$ параметрами (координатами) элемента i (его отношениями к $s - 1$ эталонным элементам множества N) и $r - 1$ параметрами элемента α .

Ю.И.Кулаковым была поставлена задача нахождения всех возможных бинарных структур (бинарных систем отношений), причем им же был найден закон структуры ранга (2.2). Для случая вещественных отношений эта задача в самом общем виде была решена его учеником Г.Г.Михайличенко [69]. Отвлекаясь от всех математических деталей, охарактеризуем полученный результат. Оказалось, существуют бинарные системы вещественных отношений не всех мыслимых рангов (r, s) , а только трех типов рангов: во-первых, имеются бинарные системы симметричных рангов, т.е. (r, r) при $r \geq 2$, во-вторых системы отношений соседних с ними рангов $(r + 1, r)$ и, в-третьих, имеется исключительная бинарная структура ранга (2,4) (или, что эквивалентно, ранга (4,2)). Других бинарных систем отношений (структур) с вещественными парными отношениями не существует.

Далее Михайличенко нашел все возможные виды законов для систем отношений названных рангов. Подчеркнем, что в отличие от случая унарных структур для бинарных систем отношений эта задача решается в общем виде. В частности, было показано, что для систем отношений симметричных рангов имеются два и только два вида решений. Для одного вида закон представляется в виде

$$\Phi(u_{i\alpha}, u_{i\beta}, \dots) = \begin{vmatrix} u_{i\alpha} & u_{i\beta} & \cdots & u_{i\gamma} \\ u_{k\alpha} & u_{k\beta} & \cdots & u_{k\gamma} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{j\alpha} & u_{j\beta} & \cdots & u_{j\gamma} \end{vmatrix} = 0, \quad (4.11)$$

где парное отношение представляется в форме

$$u_{ik} = \sum_{l=1}^{r-1} i^l \alpha^l. \quad (4.12)$$

Здесь $i^1, i^2, \dots, i^{r-1}$ - $r-1$ параметров элемента i , а $\alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^{r-1}$

$r-1$ параметров элемента α . Этот случай можно считать общим; оставим для него прежнее обозначение ранга (r, r) .

Второе решение соответствует закону

$$\tilde{\Phi}(a_{i\alpha}, a_{i\beta}, \dots) = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & a_{i\alpha} & a_{i\beta} & \dots & a_{i\gamma} \\ 1 & a_{k\alpha} & a_{k\beta} & \dots & a_{k\gamma} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & a_{j\alpha} & a_{j\beta} & \dots & a_{j\gamma} \end{vmatrix} = 0, \quad (4.13)$$

где парное отношение a_{ik} представляется в форме

$$a_{ik} = \sum_{l=1}^{r-2} i^l \alpha^l + i^{r-1} + \alpha^{r-1}. \quad (4.14)$$

Здесь опять присутствуют по $r-1$ параметров каждого из двух элементов, однако по одному из параметров оказываются выделенными. Для этого случая ранг будем обозначать символом $(r, r; a)$.

В работах В.Х.Льва [54] – другого ученика Ю.И.Кулакова – было показано, что бинарные системы отношений ранга $(r, r; a)$ можно понимать как *вырожденные* бинарные системы отношений (структуры) ранга (r, r) .

Сделаем два замечания. Во-первых, следует подчеркнуть, что теория бинарных систем отношений строится по образу и подобию теории унарных систем отношений. Последние же, как это было показано в предыдущем параграфе, соответствуют геометриям. Следовательно, найденные в группе Кулакова бинарные физические структуры (бинарные системы отношений) можно трактовать как новый класс геометрий – *бинарные геометрии*. Можно показать, что в таких геометриях можно ввести аналоги многих известных геометрических понятий, например, объемов, площадей и т.д. Во-вторых, у читателя уже, наверное, появилась мысль еще далее обобщить теорию систем отношений на случай трех, четырех и т.д. множеств. В группе Кулакова было показано, что *отсутствуют нетривиальные содержательные теории тернарных, тетрадных и т.д. систем отношений*. Следовательно, природа ограничилась случаями бинарных и унарных систем отношений. Теория бинарных систем отношений оказалась значительно проще теории унарных систем отношений. Более того, показано, что унарные системы отношений можно получить из бинарных систем отношений специальной “склеивкой” элементов из двух множеств.

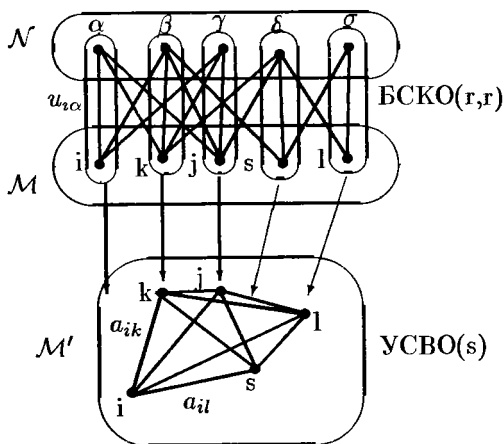


Рис. 4.3: Переход от бинарных систем отношений к унарным системам отношений.

Это пояснено на рисунке 4.3. Следовательно, есть все основания полагать, что именно бинарные системы отношений описывают более глубокие основы мироздания, нежели это делается общепринятыми (унарными) геометриями.

Открытие бинарных геометрий позволяет поставить в фундаментальной теоретической физике еще один важный вопрос. Известно, что сейчас широко обсуждаются проблемы геометризации как основных понятий физики, так и объединения на геометрической основе известных видов физических взаимодействий. Как было показано в главе 3, это делается на основе обычной, т.е. унарной геометрии. В данном же случае показано, что есть более элементарные бинарные геометрические конструкции. Следовательно, есть все основания положить в основу программы геометризации физики именно бинарные системы отношений. Все эти соображения позволили остановиться на бинарных системах отношений и сформулировать программу построения бинарной геометрофизики. В самом названии этого направления содержится указание, во-первых на то, что в основе этой теории лежат бинарные системы отношений, во-вторых, это бинарная геометрия и, в-третьих, эта геометрия используется для геометризации физики.

При конкретном воплощении данной программы в жизнь пришлось столкнуться еще с рядом принципиальных вопросов. Среди них выделим следующие:

1) Теория физических структур, развиваемая в новосибирской группе Ю.И.Кулакова, строится исключительно в рамках *вещественных* отношений. Наша же задача применить бинарные системы отношений к описанию закономерностей микромира, которые, как известно, описываются комплексными величинами. Это заставило обобщить теорию бинарных физических структур на случай *комплексных отношений*. Оказывается, это делается без особых математических трудностей. Все выписанные выше законы и парные отношения имеют место и в комплексифицированной теории. Будем называть такие системы отношений *бинарными системами комплексных отношений БСКО*.

2) Другой вопрос состоял в том, какие использовать ранги БСКО? Из данной ниже физической интерпретации и ряда других соображений следует, что для описания основ известной теоретической физики следует остановиться на БСКО симметричных рангов (r, r) . При этом, оказывается, нужно использовать иерархию БСКО наинизших рангов: $(2,2)$, $(3,3)$, $(4,4)$, ...

4.5 Физическая интерпретация бинарных систем комплексных отношений

Итак, имеются основы некоторого математического аппарата, наша дальнейшая задача – показать, что им можно описать ряд ключевых понятий физики микромира. Подчеркнем, что у нас еще нет ни классического пространства-времени, ни понятия макроприбора. Мы опираемся на допущение, что можно построить теорию микромира в рамках независимой от классической физики системы понятий. В какой-то мере мы вступаем в конфликт с широко распространенным мнением, что теория микромира неизбежно должна опираться на классические понятия. Так, в “Квантовой механике” Л.Д.Ландау и Е.М.Лифшица можно найти следующее утверждение: “Обычно более общая теория может быть сформулирована логически замкнутым образом независимо от менее общей теории, являющейся ее предельным случаем. Так, релятивистская механика может быть построена на основании своих основных принципов без всяких ссылок на ньютоновскую механику. Формулировка же основных положений квантовой механики принципиально невозможна без привлечения механики класси-

ческой. Отсутствие у электрона определенной траектории лишает его самого по себе также и каких-либо других динамических характеристик. Ясно поэтому, что для системы из одних только квантовых объектов вообще нельзя было бы построить никакой логически замкнутой механики"[53, с.16].

Постулируем, что бинарными системами комплексных отношений описываются элементарные процессы в микромире — переходы элементарных частиц из одного состояния в другое. Именно здесь вскрывается суть бинарности: бинарность обусловлена двумя сторонами — началом и концом элементарного акта всякого процесса. Под элементами одного множества БСКО будем понимать начальные состояния материальных объектов (частиц, их составных частей, атомов и т.д.), а под элементами другого множества будем понимать конечные состояния объектов. Понятие состояния должно восприниматься как первичное (примитив теории).

Начальные и конечные состояния — два множества элементов, а между ними устанавливаются отношения. Эта математическая модель широко используется в современной физике. Возьмем квантовую механику. Там рассматриваются начальные состояния и конечные. Вводится пропагатор, связывающий эти состояния. В релятивистской квантовой теории широко используется метод S-матрицы, когда определяются состояния на минус-бесконечности, на плюс-бесконечности и вводятся матричные элементы, определяющие весовые характеристики возможных переходов. То же самое делается в теории рассеяния частиц...

Пока говорилось об абстрактных частицах микромира. Но мы же знаем, что частицы бывают разные: лептоны (нейтрино, электроны и другие), адроны (барионы, мезоны). Более подробно определим, как в бинарной геометрофизике описываются разные частицы. Постулируется, что одним элементом (в каждом состоянии) БСКО ранга (3,3) описываются *нейтрино*. *Идеализированные электроны* (массивные лептоны) описываются парами элементов (например, i, k или α, β) в каждом состоянии. Электроны понимаются идеализированными в том смысле, что они имеют спины, массы, импульсы как обычные электроны, однако в рамках теории БСКО ранга (3,3) нет места для понятия электрического заряда. Последний возникает в рамках БСКО следующего ранга (4,4) (в бинарном многомерии), точнее, в рамках вырожденной БСКО ранга (4,4;a). Следовательно *реальные электроны* описываются БСКО ранга (4,4;a). *Идеализированные барионы* (протоны, нейтроны и т.д.) описываются тройками элементов невырожден-

ной БСКО ранга (4,4). Реальные, т.е. участвующие в электрослабых взаимодействиях барионы описываются тройками элементов вырожденной БСКО соответствующего ранга.

Далее обсудим ряд моментов, уточняющих место бинарной геометрофизики среди других разделов физики и изложим принципиальную блок-схему бинарной геометрофизики.

Обычно разделы теоретической физики различают по виду, точнее, по масштабу рассматриваемых в них объектов и явлений. Так, классическая механика описывает макрообъекты, квантовая механика и физика микромира описывает микрообъекты, общая теория относительности имеет дело с очень массивными макрообъектами (мегаобъектами). При этом молчаливо предполагается, что во всех этих случаях имеется классический макронаблюдатель. Им является человек со своими приборами. Но при этом получается не все так гладко. Каждая из названных теорий формулируется в своих понятиях, и каждый раз теорию приходится дополнять методами проектирования теории на классического наблюдателя. Еще более сложно обстоит дело при формулировке теории микромира в ее собственных понятиях.

Давайте расширим классификацию разделов теоретической физики введя еще одну характеристику – тип (масштаб) объектов, относительно которых описываются другие объекты. Качественно определим четыре типа материальных объектов, которые будем обозначать символами: μ – микроматерия (элементарные частицы и простейшие образования из них), m – макроматерия, для которой справедливы классические пространственно-временные представления и связанные с ним понятия классической механики, M_g – мегаматерия, описываемая общей теорией относительности, M_e – заряженная материя. Как уже отмечалось, всякая физическая теория описывает отношения между объектами, т.е. предполагается наличие как самих описываемых объектов, так и базисных объектов, относительно которых все описывается. Только вместе они составляют *физическую систему*. Обозначим физические системы символами $R_a(b)$, зависящими от двух факторов: a и b , где a означает тип базисных объектов, а b – тип рассматриваемых объектов. Тогда классическую механику вместе с присущими ей пространственно-временными отношениями следует обозначать символом $R_m(m)$, общая теория относительности должна обозначаться символом $R_{M_g}(M_g)$, а квантовая механика – символом $R_\mu(\mu)$, т.к. в ней рассматриваются отношения микрообъектов к макроприборам. Даже когда в квантовой теории рассматриваются отношения (взаимодействия) между микрообъекта-

ми, обычно это делается через промежуточные макроприборы. И вот теперь главное – алгебраическая теория БСКО будет физически интерпретироваться как физическая система $R_\mu(\mu)$, т.е. это теория отношений микрообъектов к микрообъектам. Напомним, что параметры элементов в БСКО имеют смысл отношений элементов к системе базисных элементов той же самой природы.

Перебирая все возможные комбинации из четырех типов материальных объектов по два, получаем совокупность возможных физических систем. Они соответствуют разным разделам современной физики. Их удобно изобразить на прямоугольном графике (см. рис.4.4), где по горизонтальной оси отложен тип объектов a , а по вертикальной – тип объектов b . Получилось 16 прямоугольников. На главной диагонали находятся бинарная геометрофизика $R_\mu(\mu)$, теория классического пространства-времени $R_m(m)$ в совокупности с классической механикой, общая теория относительности $R_{M_g}(M_g)$ и многомерные геометрические теории Калуцы-Клейна $R_{M_e}(M_e)$. Под главной диагональю во втором столбце изображена квантовая механика $R_m(\mu)$. Над главной диагональю второго столбца находится формулируемая в терминах систем отсчета (с точки зрения классического наблюдателя) общая теория относительности, а еще выше редуцированная на 3-мерие, т.е. записанная в терминах систем отсчета многомерная геометрическая теория Калуцы-Клейна. В третьем столбце ниже главной диагонали изображены: $R_{M_g}(m)$ – теория движения пробных тел (геодезических) в искривленном пространстве-времени и $R_{M_g}(\mu)$ – квантовая теория в искривленном пространстве-времени. На самом верхе третьего столбца находится $R_{M_g}(M_e)$ – редуцированные на 4-мерие многомерные модели типа теории Калуцы-Клейна.

Следует особо подчеркнуть, что разделы, помещенные вне главной диагонали, основываются на методах редукции, или проектирования отношений объектов одного диапазона на другой. Эти методы имеют сходный характер. Например, методы описания систем отсчета аналогичны методам редукции многомерных теорий на классическое 4-мерие. И там, и там используются монадные и диадные методы. На аналогию роли макроприбора в квантовой физике и систем отсчета в общей теории относительности обращал внимание В.А.Фок [106]. Близкие по форме и назначению методы используются и в бинарной геометрофизике, например, при редукции БСКО более высокого ранга на БСКО меньшего ранга.

После этих разъяснений можно обсудить принципиальную блок-схему бинарной геометрофизики, которая изображена

$R(b)$				
M_e		Редуцир. на 3-мерие теория Калуцы- Клейна	Редуцир. на 4-мерие теория Калуцы- Клейна	Теория Калуцы- Клейна
M_g		ОТО в терминах теории систем отсчета	Общая теория относит.	
m		Классич. механика, классич. простр-во- время	Уравнения движения пробных тел в ОТО	
μ	Бинарная геометро- физика	Квантовая механика	Квантовая теория в искривлен. простр-ве- времени	
	μ	m	M_g	M_e R_a

Рис. 4.4: Схема соотношений различных разделов теоретической физики.

на рисунке 4.5. Слева отмечены отношения, как ключевое понятие всего мировоззрения. Правее один под другим изображены три блока, соответствующих а) философии (и религии), б) геометрии, включающей в себя как обычные унарные геометрии, так и новые бинарные геометрии, и в) физике. Последний блок включает в себя три подблока, соответствующих собственно бинарной геометрофизике $R_\mu(\mu)$ как алгебраической теории отношений в микромире, переход от микроотношений к макроотношениям, в результате которого получается теория классического пространства-времени, и переход к общей теории относительности.

Составные части блоков соединены друг с другом стрелками, поясняющими их логическую связь. Как видно из рисунка, центральное место занимает теория БСКО, которая лежит в основе всей теоретической конструкции бинарной геометрофизики. Из рангов БСКО особо выделен ранг (4,4) (важную роль играют и более высокие), на базе которого, как на простейшей модели можно развернуть основную часть понятий теоретической физики. Из БСКО ранга (4,4) в качестве подсистем можно выделить БСКО наименьших рангов (2,2) и (3,3), которые, как оказывается, играют ключевую роль в физике микромира. Можно сказать, они составляют прообраз понятий классического пространства-времени. Это показано в следующем разделе данной главы. Вопросы перехода от отношений в микромире к отношениям в макромире обсуждены в отдельном разделе 4.7. Здесь центральную часть составляет понятие взаимодействия между объектами, выводимое из отношений в рамках БСКО ранга (4,4). Наконец, в последних разделах этой главы обсуждены философские и мирозренческие вопросы, связанные с сущностью бинарной геометрофизики.

4.6 Понятия физики микромира

Для описания основных понятий физики микромира достаточно исходить из теории БСКО ранга (4,4). Можно показать, что из этой БСКО можно выделить в качестве бинарных подсистем БСКО рангов (3,3) и (2,2). Каждая из этих бинарных подсистем играет свою неповторимую роль в построении фундамента физического мироздания. Отдельно рассмотрим роли каждой из этих БСКО.

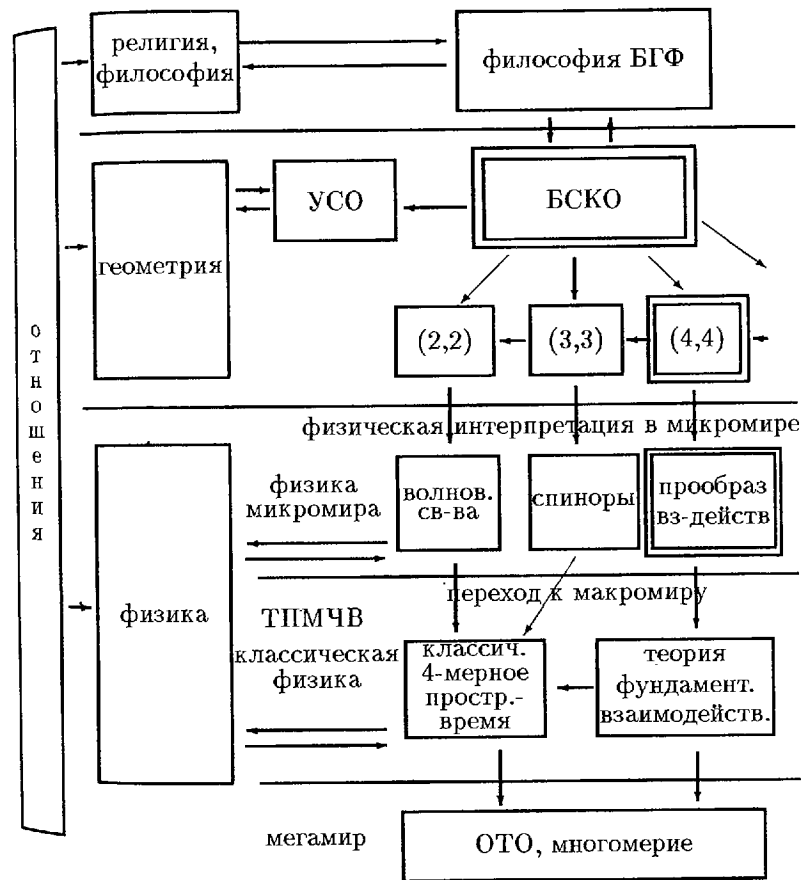


Рис. 4.5: Принципиальная блок-схема бинарной геометрофизики.

1. Начнем с БСКО ранга (3,3) [24]. Согласно общей теории бинарных систем отношений закон БСКО ранга (3,3) имеет вид

$$\Phi = \begin{vmatrix} u_{i\alpha} & u_{i\beta} & u_{i\gamma} \\ u_{k\alpha} & u_{k\beta} & u_{k\gamma} \\ u_{j\alpha} & u_{j\beta} & u_{j\gamma} \end{vmatrix} = 0, \quad (4.15)$$

где парные отношения

$$u_{i\alpha} = i^1 \alpha^1 + i^2 \alpha^2 \quad (4.16)$$

определяются двумя парами комплексных параметров i^1, i^2 (начальное состояние) и α^1, α^2 (конечное состояние). Следовательно, сразу же приходим к выводу, что начальные и конечные состояния описываются векторами в 2-мерных комплексных пространствах, каковыми, в частности, могут быть 2-компонентные спиноры. Очевидно, что в этих комплексных пространствах можно рассматривать линейные преобразования. Они соответствуют изменениям эталошных элементов в законе (4.15).

Для того, чтобы 2-компонентные величины i^s, α^s (где $s = 1, 2$) можно было назвать спинорами, необходимо, чтобы в каждом из двух пространств (для элементов из M и N) была определена антисимметричная форма – метрика или скалярные произведения пар векторов (спиноров). Среди первичных понятий нет метрики внутри каждого из множеств. Есть только смешанные отношения $u_{i\alpha}$. Однако можно говорить об эффективных однородных парных отношениях, “наведенных” элементами противоположного множества. Чтобы это показать, давайте рассмотрим минор матрицы (4.15) максимального ранга, который в общем случае отличен от нуля. Он соответствует двум парам разноименных элементов и имеет смысл своеобразного объема в бинарной геометрии. Легко убедиться, что это выражение, которое будем называть *фундаментальным 2x2 - отношением*, представляется в виде

$$\begin{vmatrix} u_{i\alpha} & u_{i\beta} \\ u_{k\alpha} & u_{k\beta} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} i^1 & k^1 \\ i^2 & k^2 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \alpha^1 & \beta^1 \\ \alpha^2 & \beta^2 \end{vmatrix} \equiv \begin{bmatrix} \alpha\beta \\ ik \end{bmatrix}. \quad (4.17)$$

Ограничимся лишь такими линейными преобразованиями в 2-мерных комплексных пространствах, которые оставляют инвариантными 2x2-отношения (4.17). Это означает, что должны оставаться инвариантными каждый из определителей, т.е.

$$\begin{vmatrix} i^1 & k^1 \\ i^2 & k^2 \end{vmatrix} = i^1 k^2 - i^2 k^1 = Inv, \quad (4.18)$$

а это и есть "наведенная" антисимметричная метрика, типичная для спиноров. Группа допустимых преобразований характеризуется 6 параметрами. Их можно сопоставить 6-параметрической группе Лоренца. Следовательно, мы пришли к понятию *2-компонентного спинора*. Элементы, т.е. начальные и конечные состояния частиц описываются спинорами. Это вытекает из теории БСКО ранга (3,3) с данной выше интерпретацией.

Напомним, что в обычной теории к спинорам приходят, исходя из плоского 4-мерного пространства-времени с соответствующей ему группой Лоренца. Можно исходить из более общих соображений — из алгебры Клиффорда над полем вещественных чисел. Так можно ввести спиноры в пространствах любой размерности и сигнатуры. Специалисты в области теоретической физики знают, что можно рассуждать и обратно: если задан вид спиноров, то сразу же можно сказать о размерности и сигнатуре пространственно-временного многообразия, в котором существуют эти спиноры. Учитывая, что в нашем случае массивные частицы описываются парой 2-компонентных спиноров, можно утверждать, что таким образом уже заложены основы для 4-мерного пространства-времени с сигнатурой (+ - - -). Другими словами, *размерность и сигнатура классического пространства-времени обусловлена БСКО ранга (3,3)*.

Однако от алгебраических понятий БСКО ранга (3,3) до 4-мерного координатного пространства-времени еще путь не близкий. В бинарной геометрофизике непосредственно из параметров элементов строятся компоненты 4-мерных импульсов. Другими словами, из БСКО ранга (3,3) путем соответствующей склейки элементов двух множеств осуществляется переход к унарной системе вещественных отношений, представляющей собой *импульсное пространство*. В связи с этим напомним, что уже в гамильтоновой формулировке классической (ньютоновой) механики уже проявляется поразительная симметрия между импульсами и обобщенными координатами частиц. В квантовой теории симметрия еще более усиливается. Возникает вопрос: как далеко простирается эта симметрия? Обычно принято исходить из готового (координатного) пространства-времени и считать импульсы вторичными понятиями. Однако, бинарная геометрофизика диктует другой путь построения теории. В физике микромира более первичными оказываются компоненты 4-мерного импульса, а классическое координатное пространство-время возникает вместе с понятиями взаимодействия частиц при переходе к макромиру.

После некоторых доопределений понятия свободной частицы оказывается, что фундаментальное 2×2 -отношение записывается через квадрат 4-мерного импульса массивной частицы (лептона):

$$\begin{bmatrix} \alpha\beta \\ ik \end{bmatrix} = p_0^2 - p_1^2 - p_2^2 - p_3^2 = g^{\mu\nu} p_\mu p_\nu, \quad (4.19)$$

где p_μ - компоненты 4-мерного импульса частицы, а $g^{\mu\nu}$ - компоненты метрического тензора пространства-времени Минковского.

Дальнейшее развитие теории БСКО ранга (3,3) имеет чисто математический характер [24]. Из двух пар параметров, описывающих начальное и конечное состояния электрона, строится 4-компонентный столбец ψ , ему соответствует строка ψ^* . Из единичной матрицы и матриц Паули естественным образом получаются 4-рядные γ -матрицы Дирака. Известным способом определяются компоненты вектора p_μ из (4.19). Легко показывается, что линейные преобразования параметров i^s и α^s генерируют группу 4-мерных преобразований вектора p_μ . Можно получить этим же путем и тензоры более высоких рангов. Эту теорию можно развить вплоть до соотношений, соответствующих общеизвестным уравнениям Дирака в импульсном пространстве [41].

Таким образом, в теории БСКО ранга (3,3) получается ряд свойств частиц, характерных для теории микромира, обычно разбиваемой на фоне классического пространства-времени. Особо подчеркнем, что из теории БСКО ранга (3,3) автоматически следует *спинорный характер частиц*, как и должно быть для физической категории частиц в микромире. Однако следует особо подчеркнуть, что пока речь шла лишь только о *свойствах свободных лептонов*.

2. **БСКО ранга (2,2)** можно понимать как бинарную подсистему отношений БСКО ранга (3,3). Действительно, легко убедиться, что в БСКО ранга (3,3) парные отношения $u_{i\beta}$ и другие понятия определены неоднозначно. Так, парное отношение можно представить в виде

$$u_{i\beta} = i^1 \beta^1 + i^2 \beta^2 = \hat{i} \hat{\beta} (\tilde{i}^1 \tilde{\beta}^1 + \tilde{i}^2 \tilde{\beta}^2) \equiv \hat{u}_{i\beta} \hat{u}_{i\beta}, \quad (4.20)$$

где $i^s = \tilde{i}^s$; $\beta^s = \hat{\beta}^s$. Это переопределение никак не скажется на выполнении закона (4.15) БСКО ранга (3,3) для парных отношений $u_{i\beta}$. При должном выборе величин $\hat{i}$ и $\hat{\beta}$ не изменится даже

фундаментальное 2×2 -отношение (4.17). Оно будет записываться через $\hat{u}_{i\alpha}$. Однако это и означает *выделение из БСКО ранга (3,3) подсистемы ранга (2,2)*, в которой параметрами элементов выступают величины $\hat{i}$ и $\hat{\beta}$, а парное отношение имеет вид

$$\hat{u}_{i\beta} = \hat{i}\hat{\beta}. \quad (4.21)$$

Очевидно, для этих парных отношений выполняется закон БСКО ранга (2,2):

$$\Phi(\hat{u}_{i\alpha}, \dots) = \begin{vmatrix} \hat{u}_{i\alpha} & \hat{u}_{i\beta} \\ \hat{u}_{k\alpha} & \hat{u}_{k\beta} \end{vmatrix} = 0. \quad (4.22)$$

Можно показать, что параметры элементов БСКО ранга (2,2) играют роль экспоненциальных слагаемых при спинорных волновых функциях в квантовой теории. В согласии с квантовой механикой эти параметры имеют модуль, равный единице, т.е. параметры определяются чисто мнимым показателем экспоненты, например, $\hat{k} = \exp[i\varphi_k]$. В бинарной геометрофизике предлагается физически интерпретировать фазу как *прообраз классического действия* и представлять ее в виде $\varphi_k = p_\mu x^\mu$, где p_μ — импульс частицы, а x^μ — прообраз координат. Тогда имеем

$$\hat{k} = \exp \left[\frac{i}{\hbar} p_\mu x^\mu \right], \quad (4.23)$$

где $\hbar$ — константа размерности действия, которую естественно считать постоянной Планка.

Таким образом, можно утверждать, что *БСКО ранга (2,2) обуславливает появление прообраза классического действия*. Как видно из изложенного, в бинарной геометрофизике оказывается обратный традиционному порядок определения основных понятий механики. В общепринятом подходе исходят из готового координатного пространства-времени, т.е. из известных координат частиц, затем вводится понятие импульса, и лишь только потом из импульса и координат определяется классическое действие. В бинарной геометрофизике, наоборот, более первичными являются импульс (из БСКО ранга (3,3)) и действие (из БСКО ранга (2,2)), а только потом из них выводится понятие координат и категория пространства-времени.

3. В рамках БСКО ранга (3,3) нет понятий заряда частиц и нет взаимодействий. Их можно ввести начиная с **БСКО ранга (4,4;а)** [25]. Подчеркнем, что для описания электрослабых взаимодействий лептонов нужно использовать именно вырожденную

БСКО ранга $(4,4;a)$. В этом случае элементы характеризуются еще одним, дополнительным параметром, который аддитивным образом входит в парные отношения (4.14). Анализ показывает, что *дополнительные параметры* (при произведенной выше интерпретации других параметров) *должны определять заряды элементарных частиц*. Это находится в согласии с выводами многомерных геометрических теорий Калуцы-Клейна, где дополнительные импульсы также определяли заряды (электрический и другие) частиц. Напомним, что в многомерных теориях Калуцы-Клейна дополнительные размерности компактифицированы, что и позволяло произвести такое отождествление. Следовательно, *компактификация дополнительных размерностей в теории Калуцы-Клейна соответствует вырожденному характеру БСКО ранга $(4,4;a)$* .

Вместо общепринятого в теории поля лагранжиана взаимодействия частиц в теории БСКО ранга $(4,4;a)$ записывается так называемое *базовое 4×4 -отношение*. Оно определяется (окаймленным) определителем, построенным на парных отношениях между двумя четверками элементов, составляющих два взаимодействующих (массивных) лептона. В наших работах показано, что базовое 4×4 -отношение в некотором смысле соответствует лагранжиану электрослабых взаимодействий двух массивных лептонов в модели Вайнберга-Салама.

Таким образом, в рамках теории БСКО ранга $(4,4;a)$ с учетом всех его бинарных подсистем отношений рангов $(3,3)$ и $(2,2)$ можно описать ключевые понятия физики микромира, такие как спины, заряды, массы и даже ввести затравочные понятия, ответственные за квантовомеханические свойства частиц.

4.7 Переход к понятиям макромира

До сих пор рассматривались понятия, описывающие самые элементарные акты перехода частицы из некоторого начального состояния в конечное, причем, подчеркнем, эти элементарные акты описывались относительно некоторого набора эталонных (базисных) элементов того же характера элементарных частиц. Все это относилось к физике микромира. Для перехода к общепринятым понятиям макрофизики необходимо произвести ряд процедур, связанных с суммированиями. Во-первых, необходимо перейти от многоточечных отношений, присущих теории БСКО рангов (r,r) при $r > 3$, к привычным парным отношениям. Во-вторых, следует перейти от конкретного набора эталон-

ных элементов к ансамблю эталонных элементов, составляющих классический макроприбор. В-третьих, нужно перейти от отдельных взаимодействующих микрочастиц к взаимодействующим макрообъектам. Поясним суть этих трех процедур [29].

Первый принцип суммирования. Напомним, что в теории БСКО ранга (3,3) ключевую роль играло фундаментальное 2×2 -отношение. Переход к унарным системам вещественных отношений (УСВО) с соответствующими условиями сшивки элементов двух множеств приводил к теории с парными отношениями. В теории БСКО ранга (4,4) и более высоких рангов в результате аналогичного перехода к УСВО уже *получаются 3-точечные (многоточечные) вещественные геометрии*. Для описания двухточечных понятий, например, перехода сложной частицы из начального состояния в конечное, нужно перейти от многоточечных отношений к двухточечным. Это делается с помощью первого принципа суммирования: *Переход от БСКО ранга (4,4) (и более высоких рангов) к понятиям макрофизики (с парными отношениями) осуществляется посредством суммирования трехточечных (многоточечных) выражений с участием двух избранных "точек" по всем третьим (другим) "точкам"*. На практике это означает, что необходимо взять сумму всех таких упомянутых в предыдущем разделе базовых 4×4 -отношений, в которых присутствует избранная первая частица, а в качестве второй участвуют все другие частицы, с которыми вступает в отношения (взаимодействует) первая частица. Эта процедура приводит к хорошо известным приемам в общепринятой теории. Лагранжиан частицы кроме свободной части содержит еще вклады от взаимодействий (отношений) этой частицы со всеми другими частицами. В электродинамике эти вклады содержат электромагнитные потенциалы, создаваемые другими заряженными частицами. В случае гравитации к метрике Минковского добавляются вклады от всех других гравитирующих объектов. Таким образом, суть этой процедуры вполне прозрачна. Менее привычным выглядит утверждение, что *сам факт взаимодействий частиц обусловлен многоточечным характером унарных вещественных отношений, следующих из теории БСКО рангов (4,4) и более*.

Второй принцип суммирования связан с переходом от одного конкретного эталона базисных элементов к ансамблю эталонных элементов. Дело в том, что в теории БСКО в качестве эталонных элементов выступают, можно сказать, отдельные элементарные частицы или самые простейшие их совокупности. В макромире, когда поведение объектов описывается относительно макро-

прибора, никогда невозможно сказать, какой из, например, электронов этого макрообъекта выбирается в качестве эталона. На самом деле всегда речь идет о некоем усредненном эталоне. Усреднение же включает в себя суммирование по совокупности (ансамблю) базисных элементов, составляющих классический макр прибор. В итоге такого усреднения возникают принципиально новые понятия, неприменимые к отдельным эталонам. Таковыми являются понятия классического (координатного) пространства-времени. Примером возникновения принципиально новых понятий является термодинамика, когда из импульсов огромного множества отдельных молекул, составляющих термодинамическую систему, возникают понятия давления и температуры. Последние неприменимы для описания каждой молекулы в отдельности.

В связи с этим хотелось бы напомнить высказывания Луи де Бройля, Е.Циммермана, П.К.Рашевского и других, приведенные в разделе 3.8 при обсуждении возможности построения теории в рамках четвертой физической парадигмы. Там обращалось внимание на макроскопический характер пространственно-временных отношений. В нашем случае они возникают из понятий фазы (из БСКО ранга (2,2)) и импульсов (из БСКО ранга (3,3)).

Кроме того, невольно возникают ассоциации с понятием "квантовых ансамблей", введенным Д.И.Блохинцевым для интерпретации квантовой механики. Он писал: "Квантовый ансамбль в полной аналогии с классическим ансамблем Гиббса образуется путем неограниченного повторения ситуаций, образованных одной и той же микросистемой μ (но не одним ее экземпляром!), погруженной в одну и ту же макроскопическую обстановку M . Таким образом, в квантовой механике микросистема μ рассматривается в связи с той макроскопической обстановкой M , в которую она помещена и которая диктует ей "состояние" в квантовомеханическом смысле. (...) Волновая функция (или матрица плотности) содержит как характеристики микросистемы μ , например, ее координаты (Q), так и характеристики той макроскопической обстановки M , которая определяет состояние этой микросистемы" [6. с.617]. В нашем понимании квантовый ансамбль создается совокупностью БСКО с различными эталонами (базисами) из частиц, составляющих макр прибор. В этом состоит созвучие с идеологией Д.И.Блохинцева. Однако имеется и существенное различие. У Д.И.Блохинцева пространство-время фактически не затрагивалось, тогда как в бинарной геометрофизике результатом описания относительно ансамбля из БСКО с разными эталонами являются не только значения координат отдельной частицы в классическом

пространстве-времени, но и возникновение самой категории классического пространства-времени.

На практике пространственно-временные характеристики возникают из ансамбля БСКО в результате суммирования (фактически интегрирования) по значениям микрохарактеристик частиц в разных базисах (эталонов). Такими характеристиками являются импульсы частиц и импульсы передачи от одной частицы к другой в результате взаимодействия. Опуская многие тонкие технические детали, отметим, что ключевым моментом является доказательство возникновения таким образом сингулярных функций типа дираковской δ -функции (3.23) в теории прямого межчастичного взаимодействия Фоккера-Фейнмана. Из формулы (3.24) получается классическое пространственное понятие l_{ij} — расстояние между взаимодействующими объектами. Именно из этих понятий строится пространственно-временное многообразие. Особо подчеркнем, что *бинарная геометрофизика строится в рамках концепции дальнего действия*. Потенциалы электромагнитного и других взаимодействий возникают из параметров элементов параллельно с пространственно-временными понятиями.

Третий принцип суммирования имеет очевидный характер. В классической теории рассматриваются отношения между макрообъектами, содержащими огромное число отдельных элементарных частиц. *Необходимо произвести усреднение (суммирование) по характеристикам всех частиц (по параметрам элементов), составляющих эти макрообъекты.*

Только после осуществления всех трех видов суммирования можно говорить о переходе к классическим пространственно-временным отношениям. В связи с этим хотелось бы обратить внимание на интересное обстоятельство в теории БСКО наименьшего ранга (2,2). Эта БСКО является вырожденной в том плане, что она проявляется в двух лицах: в виде БСКО ранга (2,2) и БСКО ранга (2,2;a). Действительно, перейдем от $u_{i\beta}$ к новым парным отношениям, прологарифмировав (4.21)

$$a_{i\beta} = \ln \hat{u}_{i\beta} = \ln \hat{i} + \ln \hat{\beta} \equiv i_0 + \beta_0 \rightarrow \hat{i} = e^{i_0}; \quad \hat{\beta} = e^{\beta_0}. \quad (4.24)$$

Легко убедиться, что парные отношения $a_{i\beta}$ удовлетворяют закону БСКО ранга (2,2;a):

$$\Phi(a_{i\alpha}, a_{i\beta}, a_{k\alpha}, a_{k\beta}) = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & a_{i\alpha} & a_{i\beta} \\ 1 & a_{k\alpha} & a_{k\beta} \end{vmatrix} = 0. \quad (4.25)$$

Легко показать, что этот закон формально совпадает с законом для расстояний между точками на ориентированной линии (прямой).

Ранее уже говорилось, что фазы, определяющие значения комплексных параметров элементов БСКО ранга (2,2), являются прообразом классического действия. Следовательно, новые параметры i_0 и β_0 в (4.24) имеют смысл прообразов действия. Прообраз в том смысле, что это величины, определенные в рамках значений от 0 до 2π . Только после перехода к классическим понятиям этот прообраз превращается в классическое действие, и становится возможным утверждать, что закон (4.25) имеет место на ориентированной прямой. Он соответствует свойству аддитивности классического действия:

$$S_{ij} + S_{jk} + S_{ki} = 0, \quad (4.26)$$

где $S_{ik} \sim a_{i\beta}$, $S_{ij} \sim a_{i\gamma}$, ... Таким образом, можно сказать, что два вида (две ипостаси) БСКО наименьшего ранга соответствуют двум аспектам теории: квантовой теории (БСКО ранга (2,2)) и классической теории (БСКО ранга (2,2;a)).

Наконец отметим, что ориентированную линию можно отождествить с мировой линией классического наблюдателя, а это уже позволяет определить хроногеометрию, т.е. описывать окружающий мир наблюдателем с этой мировой линией. Это делается по показаниям часов наблюдателя, который получает информацию об окружающем мире, посылая, как в радиолокации, и принимая назад световые (радио) сигналы. Эту процедуру использовали многие философы [98] при анализе сущности категории пространства-времени в самом широком плане. Она применялась геометрами [87] для построения аксиоматики пространства-времени теории относительности, а также использовалась некоторыми физиками, например Д.И.Блохинцевым [5, с.42] для анализа возможных обобщений понятий физики в микромире.

Недостатком метода хроногеометрии является то, что чисто хроногеометрическим способом можно определить лишь пару координат событий: их время и расстояние от мировой линии наблюдателя. Вообще говоря, такая методика могла бы иметь место в многообразии любой размерности $n > 2$. Но наш мир 4-мерен. Для определения оставшихся двух координат (угловых) необходимо привлекать инородные для хроногеометрии понятия в виде задания нескольких наблюдателей или определения аппаратуры, фиксирующей углы в известном мире четырех измерений.

Возвращаясь назад к обсуждению сущности БСКО наименьших рангов (2,2) и (3,3), можно сказать, что БСКО ранга (2,2) обеспечивает возникновение понятий времени и расстояний, тогда как БСКО ранга (3,3) обуславливает значения этих понятий в рамках пространства-времени именно четырех измерений.

4.8 Бинарная геометрофизика как физическое мировоззрение

Обсужденная выше бинарная геометрофизика является не только физической теорией, она представляет собой значительно большее – это физическая философская система, новая физическая парадигма, отражающая видение автором физического мира, если хотите, она представляет физическую веру (религию) автора. Есть все основания утверждать, что бинарная геометрофизика достаточно гармонична и полна, с какой бы стороны на нее ни посмотреть: с физической, философской и даже религиозной. Отдельно обсудим бинарную геометрофизику с каждой из этих сторон.

1. С **физической точки зрения** бинарная геометрофизика достаточно полна, т.к. из ее основных понятий естественным образом удастся вывести все три ключевые физические категории: пространство-время, частицы (фермионы) и поля переносчиков взаимодействий, причем все они оказываются не независимыми, а представляют собой различные аспекты единой обобщенной категории БСКО.

Оказалось, что в рамках бинарной геометрофизики, отталкиваясь от сравнительно небольшого числа основных положений, удастся связать многие идеи и разделы теоретической физики, которые прежде казались далекими друг от друга. Например, удалось связать идеи многомерия (полево́й теории) с теорией прямого межчастичного взаимодействия Фоккера-Фейнмана, опирающейся на концепцию дальнего действия, удалось продемонстрировать связь спинорности частиц и квантовомеханических амплитуд с бинарным характером реального мира, проявить неразрывное единство электрослабых взаимодействий и эйнштейновской теории гравитации и т.д.

Принципиально важно, что в бинарной геометрофизике удастся ответить на вопрос, который ставился еще Э.Махом: “Почему пространство трехмерно?” Теперь можно утверждать, что 4-мерность классического пространства-времени и его сигнатура

(+ - -) обусловлены БСКО наинизшего невырожденного ранга (3,3). С позиций бинарной геометрофизики становится ясным характер дополнительных размерностей. Компактификация пятого и шестого измерений обусловлена вырожденностью БСКО ранга (4,4;a). На этом пути удастся построить единую бинарную геометрическую конструкцию, из которой вытекает как теория классического пространства-времени, так и теории электрослабых и гравитационных взаимодействий. В рамках теории БСКО ранга (4,4) вводятся также элементы теории сильных взаимодействий – хромодинамики. Удастся решить или наметить путь решения ряда других проблем современной теоретической физики.

2. С философской точки зрения теорию следует оценивать по тому, насколько полно слиты и естественно в нее включены основные три философские начала, упоминавшиеся, например, в главе 1 при обсуждении классификации философий по Булгакову. Можно утверждать, что все эти начала воплощены в бинарной геометрофизике в виде неразрывного целого. Материальное начало представляется элементами БСКО, а духовное начало комплексными отношениями между ними. Понятие БСКО бессмысленно без определения двух множеств элементов, точно так же оно теряет смысл при отсутствии отношений между элементами. Без отношений элементы становятся вещью в себе, точно так же, как и без элементов нельзя говорить об отношениях. Личностному началу в какой-то мере можно сопоставить переход к макропонятиям, когда появляются величины, измеримые и интерпретируемые человеком.

Как и другие философские системы бинарная геометрофизика претендует на построение целостной картины, но только физического мира. Согласно этой физической парадигме все, с чем мы имеем дело в фундаментальной теоретической физике, – это бинарные системы комплексных отношений (низших рангов) с множеством их специфических понятий. Это утверждение заменяет собой лозунг, провозглашенный в свое время В.Клиффордом, что все изменения физического характера “на самом деле обязаны своим происхождением изменениям кривизны нашего пространства”. Используемые в современной физике основные понятия, такие как импульсы, заряды, поля, спины, виды частиц и другие, представляют собой ни что иное как проявления различных характеристик и понятий бинарных систем комплексных отношений. Перефразируя слова Дж.Уилера, можно сказать, что бинарная геометрофизика это теория пространства без пространства. полей без полей, зарядов без зарядов, ...

3. Можно показать полноту и гармоничность бинарной геометрофизики и с **религиозной точки зрения**. Согласно данному в главе 1 нашему определению религиозная система дополняет научные знания до целого и помогают шагнуть из освещенной знанием области в неизвестное и ориентироваться в нем. Все это в полной мере относится и к бинарной геометрофизике. Она не только представляет собой физическую теорию, способную охватить известные факты, но главным образом предназначена для дополнения известного до полного, для решения проблем современной теоретической физики. Среди них назовем такие как построение объединенной теории физических взаимодействий, решение так проблемы квантования гравитации и ряда других вопросов, пока находящихся за пределами области современных знаний.

Напомним еще раз, что в основе БСКО лежат два множества элементов, соответствующих начальным и конечным состояниям. Отношения олицетворяют связь между ними. Но, очевидно, начало и конец присутствуют во всех явлениях нашей жизни: рождение и смерть, отец и сын, ... И всегда имеется нечто, связывающее начало и конец. Уместно напомнить строки из стихотворения Г.Р.Державина "Бог":

"Ты цепь существ в себя вмещаешь,
Ее содержишь и живишь:
Конец с началом сопрягаешь
И смертью живот даришь."

Если хотите, то иерархия БСКО в бинарной геометрофизике выступает как единый христианский Бог в трех лицах: начальные и конечные состояния (Бог-Отец, Бог-Сын) и отношения между ними (Бог-Святой Дух).

4.9 Сравнение программ бинарной геометрофизики и теории физических структур

Как уже неоднократно подчеркивалось, в основу бинарной геометрофизики положен ряд идей математического аппарата *теории физических структур* (ТФС), развиваемой со второй половины 60-х годов Ю.И.Кулаковым и его учениками в Новосибирском университете. Ю.И.Кулаков сразу же почувствовал глубокий физический и философский смысл, таящийся за физическими

структурами на двух множествах элементов (бинарными структурами). Это отражено во многих его статьях и в выступлениях. Отмечалось, что бинарность можно трактовать как отражение двойственности, проявляющейся во многих законах физики и в философии. Часто подчеркивалась связь бинарности с двумя началами Инь и Ян в восточной философии (религии). Этот символ даже был включен Ю.И.Кулаковым в герб и в флаг теории физических структур. Флаг вывешивался на всех семинарах и школах по теории физических структур, которые регулярно собираются, начиная с 1984 года.

С 1976 года продолжается научное сотрудничество автора этой книги с Ю.И.Кулаковым и его группой. Автор книги сразу же усмотрел в теории физических структур математический аппарат, который может помочь в реализации идей, изложенных в разделе 4.1.³ В результате многочисленных дискуссий и сопоставлений взглядов, во-первых, состоялось обстоятельное знакомство автора с программой Кулакова (теорией физических структур) и, во-вторых, у автора сформировалась сначала программа, а затем физическая парадигма в виде изложенной выше бинарной геометрофизики. Несмотря на ряд общих моментов (главным образом в математическом аппарате) эти две программы: бинарной геометрофизики (БГФ) и теории физических структур (ТФС) — существенно различаются, причем различия имеются и в математическом аппарате, и в развиваемой на его основе физической теории, и в философском характере. Охарактеризуем эти различия в каждом из этих аспектов отдельно.

Математические различия:

1. В теории физических структур используются только веще-

³В докладе, сделанном на IV Всесоюзной гравитационной конференции в Минске (1976 г.) [18], автором этой книги была предпринята попытка реализовать идею, согласно которой в основание физики должны быть положены два противоположных начала, которые, в частности, усматривались в двух типах зарядов элементарных частиц. Так случилось, что следующим был доклад Ю.И.Кулакова, в котором он поддержал эту мысль и, излагая теорию бинарных структур, предложил трактовать пространственно-временные точки как "серые" точки, на самом деле состоящие из слипшихся "белых" и "черных" элементов бинарной структуры. Это пересечение докладов на конференции явилось началом нашего многолетнего сотрудничества. В 1984 году у нас была 1-ая школа по теории физических структур в предгорьях Саян. Это было тесное общение, многочасовые дискуссии среди древних хакасских могильников, на берегу священного озера Баланкуль. Они продолжались и у доски, и за столом, и на экскурсиях, при восхождении на легендарную гору Шамай, и в походах на заброшенные золотые рудники. Потом школы-семинары у нас стали ежегодными, а встречи по несколько раз в год.

ственные отношения, тогда как в бинарной геометрофизике отношения описываются комплексными числами. Комплексификация отношений существенно обогащает математическую теорию и значительно расширяет ее возможности.

2. В теории физических структур рассматриваются лишь преобразования, оставляющие инвариантными парные отношения. В бинарной геометрофизике рассматриваются более широкие группы преобразований, при которых инвариантны (не изменяются) фундаментальные гхг-отношения – отличные от нуля миноры максимального ранга, выделяемые из законов соответствующей системы отношений (физической структуры). Например, возникновение 6-параметрической группы преобразований $SL(2C)$ обусловлено именно инвариантностью фундаментального 2×2 -отношения.

3. Долгое время в теории физических структур исследования продолжались по двум параллельным каналам: теории физических структур на одном множестве элементов (унарные структуры) и теории физических структур на двух множествах элементов (бинарные структуры). В бинарной геометрофизике опора делается лишь на БСКО, тогда как унарные системы отношений получаются из бинарных как вторичные, производные конструкции. Существенную часть теории БСКО занимает анализ унарных систем (вещественных) отношений, получаемых из БСКО.

4. В теории БСКО рангов (4,4) и выше показана связь с многоточечными геометриями, чего нет в теории физических структур. В рамках последних можно определять отношения, сопоставляемые трем, четырем и т.д. элементам, но эти теории имеют самостоятельный характер; не прослеживается их связь со структурами с парными отношениями.

5. В бинарной геометрофизике определена процедура суммирования специально построенных многоточечных отношений по всем третьим, четвертым и т.д. “точкам”, в результате которой получаются произвольно искривленные (римановы) геометрии. В теории физических структур используются лишь геометрии с высокой степенью симметрий.

Имеются и другие различия в используемом математическом аппарате.

Физические различия:

1. Самое существенное различие состоит в характере физической области применения математического аппарата теории. Теория физических структур применяется для переинтерпретации законов в области общей физики. Так, в работах Ю.И.Кулакова

в терминах физических структур записаны 2-ой закон Ньютона 4 закон Ома, свойства оптических линз, некоторые положения термодинамики и т.д. В связи с этим у многих физиков, проявлявших интерес к теории физических структур, создавалось представление о ее чисто методическом характере. Как уже отмечалось, бинарная геометрофизика нацелена на описание свойств и закономерностей физики микромира, из которых выводятся свойства классического пространства-времени.

2. Важное различие состоит в характере развития двух программ. В теории физических структур исходят из найденного сначала множества бинарных и унарных физических структур и затем подыскивают физические законы, которые описываются этими структурами. В бинарной геометрофизике дело обстоит иначе. Используется математический аппарат БСКО наинизших рангов, и на его основе разворачивается теория микромира, от которой затем делается переход к макромиру и соответствующему ему классическому пространству-времени.

3. В теории физических структур два типа множеств могут иметь самую различную интерпретацию. Например, при описании 2-го закона Ньютона физической структурой ранга (2,2) элементы одного множества соответствуют ускоряемым телам, тогда

⁴Теория физических структур возникла как результат размышлений Кулакова над смыслом 2-го закона Ньютона $ma = F$, как плод раздумий над сущностью понятий массы, силы. В итоге Кулаков пришел к выводу, что второй закон Ньютона можно понимать как соотношение (закон), связывающий отношения между элементами двух множеств: множества тел ($\mathcal{M}$) и множества сил, т.е. ускорителей ($\mathcal{N}$). В качестве отношения между произвольным элементом $i \in \mathcal{M}$ (телом i) и элементом $\alpha \in \mathcal{N}$ (силой) выступает получаемое телом ускорение $a_{i\alpha}$. Любым двум телам i, k и двум произвольным силам α и β сопоставляются четыре ускорения. Оказывается, они всегда связаны соотношением (законом)

$$\Phi(a_{i\alpha}, a_{i\beta}, a_{k\alpha}, a_{k\beta}) = \begin{vmatrix} a_{i\alpha} & a_{i\beta} \\ a_{k\alpha} & a_{k\beta} \end{vmatrix} = 0. \quad (4.27)$$

Это соотношение соответствует закону (4.22) для бинарной бинарной системы отношений ранга (2,2), где парное отношение (ускорение) $a_{i\alpha}$ представляется в виде (4.21), т.е. $a_{i\alpha} = i^1 \alpha^1$. Обозначив $i^1 = 1/m_i$ и $\alpha^1 = F_\alpha$, приходим к известной записи второго закона Ньютона:

$$m_i a_{i\alpha} = F_\alpha \rightarrow ma = F. \quad (4.28)$$

Таким образом, масса и сила имеют смысл параметров, сопоставляемых элементам двух множеств. Затем были найдены другие физические законы, которые можно записать через физические структуры. Далее было установлено, что унарные физические структуры соответствуют известным геометриям.

как элементы другого множества представляют собой ускорители, грубо говоря, пружинки. В бинарной геометрофизике интерпретация двух множеств принципиально иная. Она связана с определением двух элементарных моментов времени. Элементы одного множества описывают начальные состояния, а элементы другого множества – конечные состояния системы.

4. В теории физических структур Кулакова отношения по определению имеют наблюдаемый характер; поэтому они и описываются вещественными величинами. В бинарной геометрофизике такое предположение не используется. Парные отношения комплексные, а для получения наблюдаемых величин нужно сделать переход от БСКО к соответствующим им УСВО, где отношения вещественны. Именно им придается некоторый физический смысл.

5. Теория физических структур по своему замыслу никак не связана с концепцией дальнего действия, тогда как в бинарной геометрофизике это один из краеугольных камней.

6. Как уже отмечалось, в теории физических структур получают только геометрии с рядом симметрий. Какие-либо взаимодействия или возможность произвольных римановых пространств отсутствуют. По этой причине более или менее цельная физическая картина мира может быть построена лишь при добавлении к теории физических структур неких дополнительных понятий или категорий. Это можно было бы сделать, например, в рамках *шестой парадигмы*, изображенной на рисунке 3.1. Она никак не комментировалась в главе 3. Таким образом, *бинарная геометрофизика и программа теории физических структур принадлежат разным физическим парадигмам.*

Философское различие: В философском плане Ю.И.Кулаков придерживается системы, берущей начало от идей Платона о мире идей. Практически во всех его публичных выступлениях рисуется платоновская пещера и танцующая женщина возле костра. Женщина олицетворяет мир идей. Спинной к ней сидит человек и наблюдает на стене тени от женщины. Кулаков считает, что так и мы, глядя на природу, видим лишь некие тени от невидимого нами мира высших идей. В бинарной геометрофизике отсутствует какой-либо мир идей, отдельно существующий от физического мира. Напомним, что идеальное начало в данном подходе представляется отношениями в неразрывной категории БСКО.

Религиозное отличие: Как уже отмечалось, из-за расплывчатости религиозных учений, их иносказательного характера, удастся совмещать рациональные философские системы и религиозные воззрения. Ю.И.Кулаков верующий человек, православный

христианин. И ему удалось совместить свою веру в Бога с платоновской философской системой. Он считает, что Бог прежде всего сотворил физические структуры, а затем уже по ним как по чертежам стал творить мир. Так, он пишет: "Общее понятие физической структуры, заменяющее в некотором смысле понятие материи, позволяет под новым углом зрения взглянуть на проблему рождения материального мира, как на особый акт "материализации" физических структур, на соотношение науки и религии, на место Бога в современной картине мира" [50, с.22].

В бинарной геометрофизике не содержится какого-либо мистического начала, лежащего за пределами единого мира. Нам представляется, что и основания бинарной геометрофизики далеко не последнее слово в фундаментальной теоретической физики. Можно сформулировать ряд вопросов о происхождении отношений и об их возможных обобщениях.

Некоторые общие черты религиозных и физических учений

“Религиозное мышление нередко использует научные методы для раскрытия и осмысления интуитивного религиозного опыта, но оно может обходиться и без этих методов. Точно так же и наука может развиваться под знаком религиозного мировоззрения, а может оставаться и вне его.”

“Наука и религия – эти два пути познания реальности – должны не просто быть независимыми сферами, но в гармоническом сочетании способствовать общему движению человечества по пути к Истине.”

Александр Мень “О науке и религии”

5.1 Единство мира в религии и философии

В предыдущих двух главах были охарактеризованы имеющиеся в фундаментальной теоретической физике парадигмы, которые представляют собой разновидности физических философских систем, которые в какой-то степени можно уподобить своеобразным физическим религиям. Их естественно сопоставить различным религиозным системам, в которых можно усмотреть физические аналоги известных религиозных понятий. Как было продемонстрировано, в фундаментальной теоретической физике широко используется расчленение физической сущности на составные части – идея, происходящая из западных религиозных (философ-

ских) представлений о двух началах мира: духовном и материальном.

Следует констатировать, что для развития физики оказалось чрезвычайно важным выделение из христианского учения дуализма, которого придерживались Декарт, частично Ньютон и другие естествоиспытатели. Напомним, что согласно их воззрениям в природе господствуют два начала: материальное и духовное, правда, этому не мешало допущение, что над всем этим стоит христианский Бог. Отметим также, что дуалистические воззрения имеют глубокие корни в античной культуре. Вообще, идея расчленения мира на части, изучение их в отдельности и затем составление из них целого оказалась на значительном этапе развития европейской цивилизации чрезвычайно плодотворной. Дуалистические религиозные воззрения породили своеобразную дуалистическую, а на самом деле даже триалистическую физическую (первую) парадигму. Это очень помогло созданию современных представлений о пространстве-времени как отдельной сущности, вычлененной из природы, позволило развить механику как теорию движения материальных тел в готовом пространстве и времени.

Иначе дело обстояло в Китае, Японии и в других странах буддистского региона, где согласно религиозным воззрениям главное внимание обращалось на единство мира, на его неразрывность. Для восточной культуры нетипично вычленение человека или других сущностей из единого целого. Там доминирует взгляд, что человека невозможно понять, вычленив его из окружающего мира, не учитывая всех нитей, связывающих его с миром. Это ярко проявилось, например, в различии западной и восточной медицины. Если западная медицина делает упор на лечении отдельных органов, то восточная – на лечении организма в целом.

Исследователь соотношения восточной и западной культур Т.П. Григорьева пишет: «В эгой ориентации на мир невидимый, в ощущении неразделенности мира “того” и “этого” одна из причин совместимости синтоизма (синто – путь богов, второе чтение син – Kami – “божество”. – Ю.С.В.) с буддизмом махаяны и даосизмом, которые оказались близки японцам и стали органической частью их сознания. Синтоизм не располагал к гносеологическим проблемам. В нем не ставился вопрос о том, что такое человек, что такое первоначало. Синтоизм показывает человеку, где он живет, что его окружает и как ему нужно вести себя, чтобы не нарушить “путь богов”, не разгневать Kami, не навлечь на себя беду. Мир существует не для того, чтобы его изучали, а для того, чтобы его переживали, извлекали удовольствие из общения с ним. Человек

воспринимался в его экзистенциальной сущности" [34, с.140]. В духе такого мировоззрения ставились лишь такие задачи, которые позволяли бы осознать явления и понятия, не вычленив их из целого, не нарушая всеобщих связей и мировой гармонии.

В предыдущих главах было показано, что в фундаментальной теоретической физике наблюдается эволюция в сторону слияния физических аналогов двух религиозных (философских) начал в единое неразрывное целое. Эта идея слияния осуществляется и в бинарной геометрофизике. Поскольку в восточной культуре всегда во главу угла ставилось единое неразрывное целое, то можно утверждать, что развитие фундаментальной теоретической физики имеет явную тенденцию эволюционировать в сторону восточной культуры. Для осмысления воздвигаемой новой физической картины мира могут оказаться плодотворными идеи восточных религиозных и философских систем.¹

Следует напомнить, что среди представителей западной культуры было немало мыслителей, резко возражавших против идеологии дуализма, расчленения единого целого на части, разрыва всеобщих связей. Еще раз напомним взгляды Г.Лейбница о бессмысленности понятий пространства и времени без тел и материальных явлений. Можно упомянуть также И.Гете, внесшего огромный вклад в мировую культуру как

¹В частности, исходя из других соображений, это уже почувствовал Э.Шредингер. Обсуждая в своей книге соотношение материального и духовного начал, а также общность сфер сознания различных людей, он выделил два основных подхода к решению этих проблем. "Первый (который Шредингер связывает с западной философской традицией) состоит в признании существования материального внешнего мира и объективного отражения его в каждом из индивидуальных сознаний. Поскольку отражается одно и то же, и отражение носит объективный характер, возможно фиксировать наличие общего объективного содержания во многих индивидуальных сознаниях. Второй подход (который Шредингер связывает с восточной философской традицией) заключается в трактовке индивидуального сознания не как отдельного, а как *единичного* проявления *общего* (вернее сказать, *общественного*) сознания с присущими ему индивидуальными особенностями. Наличие *общего* содержания в индивидуальном сознании объясняется просто тем, что оно несет в себе это общее в силу того, что само есть *единичное* проявление общего. (...) Ему кажется, что можно принять *только один* из них. Хотя первый способ Шредингер считает более естественным, предпочтительным с точки зрения естественно-научного подхода, все же он рассматривает его как вульгарно-материалистический. Второй путь представляется ему более предпочтительным с *ценностной* точки зрения, хотя он не позволяет так же легко объяснить факты, как это делается с позиций первого подхода, и требует еще основательной теоретической разработки, которая никогда и никем не была, по мнению Шредингера, проведена"[38, с.228].

поэт. Мало кому он известен как естествоиспытатель. Свои взгляды на природу он отобразил во многих своих произведениях. Так, в стихотворении "Прочное в семенах" он писал:

"Образ, дивно расчлененный,
Пропадает навсегда".

Много высказываний на этот счет можно найти в его "Фаусте". Но на тот исторический период правота оказалась за Декартом и Ньютоном. Тогда наиболее плодотворной была идеология дуализма.

Впоследствии это осознал и очень хорошо выразил другой мыслитель – сторонник идеологии всеобщей связи – Эрнст Мах. В разделе 2.6 уже приводилось высказывание Маха о сущности гениального шага, сделанного Ньютоном в механике, который принял "рискованную попытку отнести всю динамику к абсолютному времени". Не соглашаясь с окончательностью такого представления механики, он отмечал "безвредность" ² этого шага и то, что это в течение долгого времени ускользало от серьезной критики". На рубеже XIX и XX веков Мах призывал пересмотреть основания ньютоновской механики. За прошедшее с тех пор столетие многое оказалось пересмотренным, однако можно утверждать, что в подавляющем большинстве парадигм современной физики сущность пространства-времени осталась той же, что и в ньютоновской теории.

Возвращаясь к бинарной геометрофизике, нужно признать, что в ней на первый план выдвигается идея о всеобщей связи и гармонии мира. Это как раз те идеи, которые доминировали в религиозных и философских учениях Востока.

²Юрист по образованию материалист В.И. Ленин не понял, о чем шла речь у Маха и, увлеченный идеей-фикс о материализме и идеализме, разделенных баррикадой, набросился с бранью на эти замечания Маха. В книге "Материализм и эмпириокритицизм" Ленин писал: "В современной физике, – говорит он (Э.Мах, – Ю.С.В.), – держится взгляд Ньютона на абсолютное время и пространство (S.442-444), на время и пространство, как таковые. Этот взгляд "нам" кажется бессмысленным, – продолжает Мах, – не подозревая, очевидно, существования на свете материалистов и материалистической теории познания. Но на практике этот взгляд был безвреден (unschadlich, S.442) и потому долгое время не подвергался критике. Это наивное замечание о безвредности материалистического взгляда выдает Маха с головой!" [59, с.185]. Для отечественных ученых, это высказывание Ленина уже оказалось далеко не безвредным.

5.2 Принцип Маха

Отдельно обсудим, как идея о неразрывном единстве мира отражена в современной фундаментальной теоретической физике. Ситуацию в этом вопросе нельзя охарактеризовать однозначно главным образом потому, что понимание этого вопроса и ответ на него существенно зависят от используемой физической парадигмы. Конечно, можно выделить ряд аспектов, общих для всех парадигм. Прежде всего это аксиома, что весь физический мир управляется одними и теми же законами, что выполняется принцип причинности (в том или ином его понимании) и взаимной обусловленности всех явлений мира. В современной теоретической физике строятся космологические модели из единых уравнений (Эйнштейна), справедливых как для описания мира в целом, так и явлений на Земле и в окрестности Солнца...

Однако это далеко не исчерпывает данную проблему главным образом потому, что представлениями о всеобщей связи не охвачены многие понятия и положения, используемые в физических теориях. Об этом много писал Эрнст Мах. Можно даже сказать, что именно им был заострен этот вопрос и были явно указаны конкретные физические понятия, которые, по его мнению, обусловлены свойствами всего окружающего мира. Так, Мах писал: "Природа не начинается с элементов, как мы обязаны начинать с них. Конечно, нам слишком повезло, что мы можем зачастую отворачивать наш взор от неотделимого единства Всеобщего и позволять себе останавливаться на отдельных деталях. Но в конечном счете мы не должны пренебрегать мыслью сделать наши знания более полными и точными с помощью рассмотрения факторов, которые на время мы не принимали во внимание" [65, с.58].

Следуя Маху и пытаясь реализовать его идеи, Ф.Хойл и Дж.В.Нарликар отмечали: "Во многих проблемах возможно "отделить" эффект Вселенной в том смысле, что влияние Вселенной остается эффективно постоянным внутри рассматриваемого пространственно-временного объема, к которому относятся эти проблемы"... "Если читатель допустит на мгновение, что такая точка зрения верна, то ему станет ясно, что, вероятно, более легки именно те проблемы, в которых Вселенная проявляется в виде постоянного влияния окружающей среды, нежели те, в которых это влияние переменное. Самыми эффективными преимуществами обладают такие проблемы, где постоянное влияние Вселенной может быть заменено эмпирически найденными значениями, как, например, значения масс. Обычно практика благоразумного физика

концентрируется на тех проблемах, где с большей вероятностью может быть достигнут прогресс, поэтому возникает положение, при котором все решенные проблемы представляют случаи такой развязки от влияния Вселенной" [110, с.2].

В современной литературе широко распространен термин "*принцип Маха*". Его обсуждению было посвящено множество статей и даже книг, однако нет общепринятой формулировки этого принципа. В литературе встречается множество его трактовок. Видимо, это обусловлено чрезвычайно широким характером соображений Маха относительно единства физической картины мира.³ Нам представляется, что *под принципом Маха следует понимать идею об обусловленности локальных свойств материальных образований закономерностями и распределением всей материи мира*, т.е. глобальными свойствами всей Вселенной. Выделим несколько конкретных понятий, которые подпадают под действие принципа Маха и которые анализировались как самим Махом, так и его последователями.

1. Прежде всего следует назвать саму *физическую категорию пространства-времени*. Как уже отмечалось, Мах был сторонником реляционной концепции пространства-времени. Он отстаивал мысль, что понятие пространства-времени обусловлено существованием во Вселенной тел. Если все тела устранить, то вместе с ними исчезнет и пространство-время. Это положение не выполняется в перечисленных парадигмах, за исключением девятой парадигмы (бинарной геометрофизики).

2. Далее следует назвать космическую обусловленность понятия *инерциальных систем отсчета*, на которые опирается как вся ньютоновская механика, так и специальная теория относительности. Известный физик-теоретик Э.Шмутцер отмечал, что в таком понимании или его составной части "*принцип Маха означает, что космические массы (далекие массы) создают после усреднения их относительных движений выделенную систему отсчета (космическую систему отсчета Маха), которая принимается нами за абсолютно существующее пространство*"... "Эрнст Мах считал причиной существования инерциальных систем наличие далеких космических масс. Таким образом инерциальные системы получали совершенно естественное объяснение. В таком понимании и вращение теряет свой кажущийся абсолютный характер. Ускоре-

³ Есть основания полагать, что Э.Мах унаследовал взгляды европейской (германской) школы физиков середины прошлого века: В.Вебера, Франца и Карла Нейманов, Г.Киргофа, К.Цельнера, — придерживавшихся в своих исследованиях концепции дальнего действия.

ние и вращение (равно как и скорость) становятся подлинно отнесенными" [116, с.136]. Заметим, что в космологических моделях Фридмана, являющихся решениями уравнений Эйнштейна, выделяется преимущественная, т.е. в среднем сопутствующая материи система отсчета.

Принцип Маха в таком его понимании носит чисто декларативный характер, т.е. пока не нашел достаточно глубокого воплощения в современной теоретической физике.

3. Наиболее часто принцип Маха понимается как обусловленность *инертных масс* распределением всей материи Вселенной. Предоставим слово стороннику принципа Маха и создателю одного из вариантов теории прямого межчастичного гравитационного взаимодействия Дж.В.Нарликару: "Мах решительно атаковал концепцию абсолютного пространства и стремился заменить ее фоновым пространством отдельных частей Вселенной. Он даже пошел дальше. Ньютоновская концепция инерции и ее измерение в единицах массы были для него неудовлетворительными. Если масса — количество материи в теле, то как понимать ее измерение? Для Маха масса и инерция были не внутренними свойствами тела, а следствиями существования во Вселенной, содержащей другую материю. Для того, чтобы измерить массу, необходимо использовать соотношение $F = ma$, т.е. измерять силу и поделить ее на производимое ею ускорение. Но 2-ой закон Ньютона сам зависит от использования абсолютного пространства, которое теперь идентифицируется с фоновым пространством далекой материи. Таким образом, согласно идее Маха масса как-то определяется далекой материей" [71, с.500].

Эта составная часть (или частная формулировка) принципа Маха не реализуется в общепринятой теории из первой парадигмы, не реализуется также и в общей теории относительности. Частично, т.е. в том смысле, что масса будет зависеть от распределения окружающей материи, этот принцип можно реализовать в вариантах многомерных геометрических теорий Калуцы-Клейна (пятая парадигма), в скалярно-тензорной теории гравитации (пятая парадигма) и в специфической теории прямого межчастичного гравитационного (скалярного) взаимодействия Хойла-Нарликара (третья парадигма). Следует различать зависимость значений масс от окружающей материи от обусловленности масс как таковых окружающим миром. Последнее можно надеяться реализовать в девятой парадигме.

4. С принципом Маха, по-видимому, можно также связать гипотезу Дирака о связи фундаментальных физических констант

и о совместном их изменении. Здесь имеется в виду замеченная им связь между фундаментальными константами, характеризующими, с одной стороны, элементарные частицы, и, с другой стороны, глобальные свойства Вселенной (ее размер, скорость расширения). Ряд таких любопытных соотношений указывался и анализировался в работах А.Эддингтона, Г.А.Гамова, К.П.Станюковича, В.Н.Мельникова и других авторов (см. [93]). Большой интерес проявляется к гипотезе, вероятно, впервые высказанной Дираком, о возможности совместного изменения во времени фундаментальных констант.

В самых распространенных вариантах теорий первой, пятой и других физических парадигм эта гипотеза пока не нашла своего воплощения, однако она серьезно анализируется в рамках отдельных вариантов теорий, например, в скалярно-тензорной теории гравитации, в многомерных теориях Калуцы-Клейна. В частности, назовем и наш вариант 6-мерной теории гравито-электро-слабых взаимодействий [23]. Ставится ряд экспериментов по проверке этой гипотезы.

5. Проявление принципа Маха можно усмотреть в зависимости метрики от окружающей материи в общей теории относительности. Известно, что идеи Маха были возведены в ранг принципа А.Эйнштейном. Так, в статье 1918 года "Принципиальное содержание общей теории относительности" Эйнштейн писал: "Теория, как мне кажется сегодня, покоится на трех основных положениях, которые ни в коей степени не зависят друг от друга. Ниже они будут коротко сформулированы, а в дальнейшем освещены с некоторых сторон:

а) Принцип относительности: ...

б) Принцип эквивалентности: ...

в) Принцип Маха: G -поле (метрическое поле – Ю.С.В.) полностью определено массами тел. Масса и энергия, согласно следствиям специальной теории относительности, представляют собой одно и то же; формально энергия описывается симметричным тензором энергии: это означает, что G -поле обуславливается и определяется тензором энергии материи" [119, с.613]. В примечании к пункту (в) Эйнштейн разъясняет: "До сих пор я не разделял принципа (а) и (в), но это приводило к путанице. Название "принцип Маха" выбрано потому, что этот принцип является обобщением требования Маха, что инерция должна сводиться к взаимодействию тел."

Что касается того, что общая теория относительности основывается на первых двух принципах, то об этом уже было сказано

в разделе 3.3. Там же было приведено мнение В.А.Фока на этот счет. Относительно третьего основания нужно сказать подробнее. Известно, что Эйнштейн мало кого цитировал, но если полистать его работы периода создания общей теории относительности, то многие из них содержат либо ссылки на работы Маха, либо упоминания его идей. Создавая общую теорию относительности, Эйнштейн был уверен, что реализует идеи Маха. Это проявилось, например, в письме Эйнштейна к Маху от 25 июня 1913 года: "В будущем году во время солнечного затмения будет проверено, изгибаются ли световые лучи Солнцем или, другими словами, верно ли основное и фундаментальное предположение об эквивалентности ускоренной системы и гравитационного поля. Если это так, то Ваши вдохновляющие исследования об основах механики – вопреки несправедливой критике Планка – получают блестящее подтверждение. Тогда неизбежным следствием будет то, что инерция проявляется как своего рода взаимодействие тел, вполне в духе Вашей критики пьютонковского эксперимента с вращающимся сосудом" [109, с.262].

Однако вскоре после создания общей теории относительности стало ясно, что в ней принцип Маха выполняется в более узком смысле. Его выполнение можно усмотреть в том, что раз навсегда заданная метрика пространства-времени Минковского (в декартовых координатах $g_{\mu\nu} = (+1, -1, -1, -1)$) в общей теории относительности становится функцией координат и зависит от распределения окружающей материи. Она находится из уравнений Эйнштейна, содержащих справа тензор энергии-импульса материи. Однако Эйнштейн ожидал от теории намного большего. Во всех других формулировках принцип Маха в общей теории относительности не выполняется. Можно сказать, что этот принцип как и два других, сыграл роль "повиальной бабки" при рождении теории. В частности масса не входит в уравнения движения пробных (малых) масс. В самих уравнениях Эйнштейна масса содержится, однако это отражает лишь тот факт, что искривление определяется материей. Известно, что уравнения Эйнштейна допускают вакуумные решения, т.е. согласно теории относительности возможны пространственно-временные многообразия (в частности, плоское) и в отсутствие материи.

То ли из-за осознания всего этого, то ли под влиянием фальсифицированного, якобы отрицательного отношения Э.Маха (уже

престарелого) к общей теории относительности⁴, но спустя некоторое время Эйнштейн изменил свое отношение к идеям Маха. Он писал: "По мнению Маха в действительно рациональной теории инертность должна, подобно другим ньютоновским силам, происходить от взаимодействия масс. Это мнение я в принципе считал правильным. Оно неявным образом предполагает, однако, что теория, на которой все основано, должна принадлежать тому же общему типу, как и ньютонова механика: основными понятиями в ней должны служить массы и взаимодействия между ними. Между тем не трудно видеть, что такая попытка не вяжется с духом теории поля" [122, с.268].

Таким образом, главное состояло в том, что пока Эйнштейн работал над созданием общей теории относительности, он считал себя единоверцем с Э.Махом. Но когда она была уже создана и достаточно осознана, выяснилось, что А.Эйнштейн и Э.Мах представляли себе физический мир в разных парадигмах! Мах и Эйнштейн оказались сторонниками разных физических религиозных систем. А это не только разные взгляды на одни и те же вещи, а это еще разные пути в незнаемое. И эти пути Маха и Эйнштейна разошлись...

6. В следующем разделе будет обсуждено *соотношение опережающих и запаздывающих взаимодействий* в различных теориях, в частности, будет отмечено, что отсутствие опережающих взаимодействий является результатом проявления принципа Маха.

Можно назвать и ряд других понятий, некоторые из них будут упомянуты в следующих разделах этой главы.

5.3 Принцип Маха и концепция дальнегодействия

Осмелимся утверждать, что современная теория поля содержит довольно много оснований для мистических выводов. Коснемся одного из них. Известно, что общие решения уравнений поля, например, уравнений Максвелла, описывают как опережающие, так и запаздывающие взаимодействия, причем с произвольными

⁴Э.Мах с 1898 года был парализован. Последние годы жизни он был в болезненном состоянии. В издании его последней книги "Оптика" участвовал его сын Людвиг Мах, известный как ярый противник теории относительности. Он распоряжался наследством Маха.

коэффициентами (весовыми вкладами). Это означает, что на поведении любых систем, в том числе и на нас, могут влиять как уже случившиеся события, так и те, которые еще не произошли, причем какие из них влияют больше зависит от выбора коэффициентов в решениях. Принято полагать, что физическим смыслом обладают только запаздывающие взаимодействия, а опережающие волевым образом исключаются. Если же их не исключать, то они могут дать физическое обоснование деятельности гадалок, предсказателей и прочей магии.

Аналогичная проблема, только в еще более острой форме проявилась и в теории прямого межчастичного взаимодействия фокеровского типа. Как уже отмечалось в разделе 3.9, по определению взаимодействие между любыми двумя электрическими зарядами является наполовину запаздывающим и наполовину опережающим (см. формулу (3.24)), причем исключить опережающее взаимодействие волевым образом не представляется возможным. В итоге получалось так, что эта теория была эквивалентна теории поля Максвелла-Лоренца при объяснении статических и стационарных электромагнитных явлений. Сторонники этой парадигмы были заворожены красотой исходных принципов теории, верили в их справедливость, но не могли опровергнуть доводов противников этой веры. От опережающих взаимодействий не удавалось избавиться более двух десятилетий.

И только в 1945 году эту трудность удалось устранить Р.Фейнману и Дж.Уилеру [96]. Найденное ими решение проблемы в полной мере соответствовало духу принципа Маха. Они показали, что все недоразумения в теории возникали вследствие того, что не были учтены вклады во взаимодействия между любыми двумя зарядами со стороны всех других зарядов Вселенной. Этот вклад является своеобразным "откликом Вселенной" на процесс излучения, т.е. на акт взаимодействия. Методика корректного учета отклика Вселенной составила важную часть всей теории прямого межчастичного взаимодействия, названную Фейнманом и Уилером теорией поглотителя. Она основана на трех постулатах: 1) ускоренный заряд в пустом пространстве не излучает; 2) силы, действующие на любую частицу, складываются из вкладов взаимодействий со стороны всех других частиц; 3) эти взаимодействия выражаются половиной запаздывающего и половиной опережающего взаимодействий, что эквивалентно соответствующим половинам решений Лиенара-Вихерта уравнений Максвелла.

В упомянутой работе 1945 года было показано, что если во Вселенной имеется достаточно большое число заряженных частиц, то

суммарное воздействие от них на частицу — приемник излучения полностью компенсирует опережающее взаимодействие от источника. Кроме того, опережающая часть того же суммарного воздействия, суммируясь с запаздывающим воздействием источника с приемником, приводит к наблюдаемому на опыте запаздывающему взаимодействию.

Поясним это с помощью рисунка 5.1. Пусть на мировой линии заряженной частицы (будем называть ее просто зарядом) i в некоторый момент времени $t = 0$ произошло событие (излучение сигнала, т.е. акт взаимодействия). Выберем начало координат в точке, где произошло событие. Окружающий эту частицу мир смоделируем достаточно толстым шаровым слоем зарядов с внутренним радиусом R . На рисунке 5.1 внутренняя поверхность этого слоя в сечении обозначена мировыми линиями частиц k и s . Рассмотрим

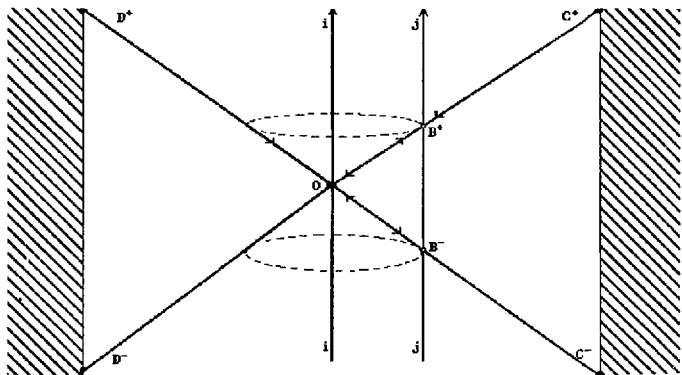


Рис. 5.1: Пояснение теории поглотителя Фейнмана.

влияние происшедшего в точке O в момент $t = 0$ события на второй пробный заряд j , расположенный на расстоянии l_{ij} от мировой линии заряда i . В момент времени R/c из точек C^+ и D^+ (а еще позже и от всех других зарядов поглотителя на конусе будущего) назад во времени начнут распространяться в точку O опережающие сигналы, чтобы сойтись в O в момент $t = 0$. К пробному заряду j в момент $t = -l_{ij}/c$ (т.е. в точку B^-) придут опережающие сигналы из точки D^+ слоя (и всех других точек в слое) и из точки O . Прделанные вычисления с суммированием по всем частицам слоя показывают, что в точке B^- строго выполняется

соотношение

$$E_{B-}^{adv}(j, \sum k) + E_{B-}^{adv}(j, i) = 0, \quad (5.1)$$

где $E_{B-}^{adv}(j, i)$ — опережающее воздействие на заряд j со стороны излучателя — заряда i , $E_{B-}^{adv}(j, \sum k)$ — опережающее воздействие на заряд j со стороны всех зарядов ($\sum k$) из поглотителя (окружающей материи).

Аналогично, в точку B^+ на мировой линии пробного заряда j в момент времени $t = +l_{i,j}/c$ придут опережающие сигналы от зарядов s ($E_{B+}^{adv}(j, \sum s)$) в шаровом слое поглотителя и запаздывающий сигнал от заряда i из точки O ($E_{B+}^{ret}(j, i)$). Вычисления показывают, что эти вклады имеют одинаковый знак и равны по величине

$$E_{B+}^{adv}(j, \sum s) + E_{B+}^{ret}(j, i) = 2E_{B+}^{ret}(j, i), \quad (5.2)$$

т.е. происходит удвоение исходного запаздывающего парного взаимодействия.

На этот результат можно взглянуть иначе. На источник i падает совокупность практически плоских опережающих “волн” (в терминах теории поля) от всех зарядов поглотителя (опережающее воздействие). В момент ускорения частицы-источника сходящаяся “волна” коллапсирует, и в следующий момент времени она расходится от источника вместе с его собственным излучением (их амплитуды одинаковы). Произвольный заряд-приемник j не может “различить” эти две “волны” (воздействия) разного происхождения и реагирует на них как на единое целое, т.е. как на удвоенное запаздывающее воздействие.

Особо следует подчеркнуть, что при получении данных результатов был сделан ряд упрощающих допущений, как-то: малая плотность зарядов в поглотителе, равномерность их распределения, то, что эти заряды свободные и т.д. Возникает естественный вопрос: а не изменятся ли результаты в более общих случаях? Фейнман, подробно рассмотревший этот вопрос, показал, что полученные результаты не зависят от подобных обобщений и более детальных свойств поглотителя; существенно лишь наличие достаточно большого числа зарядов в поглотителе, т.е. “абсолютность” поглотителя. Следовательно, *отсутствие в теории опережающих взаимодействий должно не постулироваться, как это делается в теории поля, а теоретически обосновываться на основе соображений в духе принципа Маха.*

Другой принципиально важный результат, опять же в духе принципа Маха, получается, если проанализировать влияние опе-

режающих воздействий со стороны всех зарядов поглотителя не на принимающую частицу j , а на сам источник излучения (излучение в смысле воздействия) i . Вычисления приводят к действию на заряд i со стороны окружающей Вселенной силы

$$F = \frac{2e_i^2}{3c^3} \frac{da_i}{dt}, \quad (5.3)$$

где a_i — ускорение, а e_i — значение электрического заряда частицы i . В итоге уравнение движения излучающей частицы i имеет вид

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = e\vec{E} + \frac{e}{c}[\vec{v}\vec{H}] + \frac{2e^2}{3c^3} \frac{d^2\vec{v}}{dt^2}, \quad (5.4)$$

где $\vec{E}$ и $\vec{H}$ — внешние напряженности электрического и магнитного воздействий. Напомним, что в теории прямого межчастичного взаимодействия они имеют характер вспомогательных величин, характеризующих непосредственное парное воздействие других частиц на избранную. Это объясняет появление так называемой силы радиационного трения (силы торможения ускоренной частицы излучением). Оказывается, в теории прямого межчастичного электромагнитного взаимодействия сила радиационного трения появляется автоматически и обусловлена действием со стороны всех частиц окружающей Вселенной, т.е. опять приходим к проявлению принципа Маха.

Напомним, сколько усилий было затрачено на объяснение силы радиационного трения в рамках традиционной теории поля (в первой парадигме). В полевой теории эта сила могла быть объяснена лишь при допущении, что одни части заряженной частицы действуют на другие (объяснение локальными свойствами самой частицы). Следовательно, необходимо было развить модель не точечного заряда и разработать механизм самодействия. В свое время было предложено много подобных моделей электрона, например, в виде заряженной сферы. Можно упомянуть такие работы Дирака. Во всех этих моделях обязательно вводились дополнительные силы не электромагнитного происхождения (напряжения Пуанкаре). Однако все эти попытки в рамках теории поля потерпели неудачу.

Кроме того, следует отметить, что при формальном рассмотрении уравнения (5.4) в рамках теории поля можно получить явно нелепые результаты. Дело в том, что в теории поля допустимо рассматривать это уравнение и в отсутствие внешних частиц и полей. Тогда в (5.4) справа остается лишь последний член. Кроме

тривиального решения $\vec{v} = \vec{Const}$ имеется еще решение

$$\vec{v} = \exp \left[\frac{3mc^3 t}{2e^2} \right], \quad (5.5)$$

означающее неограниченное самоускорение электрона. Чтобы избежать этого, приходится вводить дополнительное ограничение на область применимости формулы (5.4).

Уравнение (5.4) является нерелятивистским, однако нет принципиальных трудностей при обобщении его на релятивистский случай. Эта задача в свое время была решена в работе Уилера и Фейнмана.

При знакомстве с только что охарактеризованными результатами возникает естественный вопрос: как их совместить с известной симметрией механики и теории относительности относительно изменения направления времени. Оказывается, изложенные здесь рассуждения не единственны. Неявно был использован существенный постулат, что любое воздействие (излучение) от источника i будет поглощено окружающей материей Вселенной, а воздействие на j со стороны источников из прошлого практически равно нулю. Всю изложенную схему рассуждений можно перевернуть. Для этого достаточно постулировать, что в будущем отсутствуют возможные поглотители, тогда как в прошлом имеется достаточно много источников (абсолютный излучатель). В этом случае суммарное запаздывающее воздействие от i на j (с учетом всего отклика Вселенной) обращается в нуль, а опережающее воздействие удваивается. Следовательно, для выбора одной из указанных схем необходимы дополнительные соображения. Несмотря на это нужно признать, что ситуация в теории прямого межчастичного взаимодействия предпочтительнее имеющей место в теории поля. Теперь приходится выбирать лишь из двух вариантов, тогда как в теории поля берется один вариант из бесконечного количества возможностей.

Дополнительные соображения, фиксирующие вариант с запаздыванием, оказались тесно связанными с другой фундаментальной проблемой в современной физической картине мира — с теоретическим обоснованием *стрелы времени* (по образному выражению А.Эддингтона), т.е. направленности всей эволюции физического мира в будущее. В литературе накопился обширный материал по этой проблеме. Предлагались различные пути обоснования стрелы времени. В работах Фейнмана и Уилера фактически были

использованы термодинамические соображения, однако в последнее время для этой цели стали привлекаться свойства космологических моделей. Оказалось, что для одних моделей справедливо допущение об абсолютном поглотителе, а для других – об абсолютном излучателе. Это еще более связывает различные стороны физической реальности.

Наконец, нужно упомянуть, что имеется ряд работ, в которых анализируется вопрос: с учетом названных обстоятельств можно ли считать, что в реальном мире выполняется условие абсолютности поглотителя? Может быть, имеются какие-нибудь следы проявления его неабсолютности? Это бы привело в рамках данной (третьей) парадигмы к возможности видения будущего. Пробовали ставить соответствующие физические эксперименты, однако пока они дали отрицательные результаты.

В бинарной геометрофизике принцип Маха выполняется в еще большем объеме, нежели в теории прямого межчастичного взаимодействия Фоккера-Фейнмана, из идеологии которой она следует. Прежде всего это проявляется в реляционной трактовке пространственно-временных отношений. Но в наиболее полном виде он проявляется в принципах суммирования отношений избранной частицы со всеми другими частицами мира. В этом месте содержится принцип Маха и в эйнштейновском его понимании, и в обосновании таким образом фейнмановской теории поглотителя, и в возникающих отсюда выражениях для некоторых физических констант.

5.4 Религиозные конфессии и различные формулировки физических теорий

Уже сам факт существования ряда религиозных систем, число сторонников которых насчитывает миллионы и даже сотни миллионов верующих, представляет собой чрезвычайно серьезное испытание для каждого из религиозных учений. Осмелимся напомнить фламандскую шутку: "Невозможно надеяться на рай одной религии, не рискуя попасть в ад всех других". Тем не менее, все имеющиеся религиозные системы, каждая по-своему, выполняют свою роль – помогают человечеству шагать в неизвестное будущее. На самом деле, множественность религий представляет собой огромное благо. Разные религии позволяют смотреть на мир под различными углами зрения. Чрезвычайно полезно даже сопоставление различных систем. Оно обо-

гащает как духовную, так и научную сокровищницу человечества.

Здесь хотелось бы отметить еще одну общую черту религиозных и физических учений – множественность разновидностей или их формулировок. До сих пор рассматривались аналогии между парадигмами, но и внутри каждой парадигмы имеется множество однотипных теорий. Когда начинаешь анализировать однотипные духовные религии невольно возникают аналогии с ситуацией в теоретической физике. Уже отмечалась принципиальная близость христианства, иудаизма, ислама. Но внутри каждой из этих религий имеются свои разновидности, свои конфессии. Например, христиане делятся на католиков, протестантов, православных, баптистов, адвентистов седьмого дня и т.д. Сторонники этих конфессий ревностно отстаивают правоту именно своей трактовки христианства, порой не ограничиваясь словесными дискуссиями...

В фундаментальной физике имеется аналогичная ситуация. Как правило, каждая физическая теория допускает множество различных формулировок. Порой это не просто перелицовывание на различный лад одного и того же, – зачастую за иными формулировками кроется некоторое новое содержание, открываются новые возможности. Между сторонниками различных формулировок возникают довольно острые дискуссии. Приведем несколько примеров.

Начнем с наиболее близкой автору *общей теории относительности*. Многолетняя работа в этой области теоретической физики заставила разбираться во множестве ее формулировок, порой значительно отличающихся друг от друга. На лекциях по классической теории гравитации, читаемых на физическом факультете МГУ, приходится уделять несколько занятий разбору и сопоставлению различных формулировок общей теории относительности. Не утомляя читателя излишними деталями, лишь бегло обрисуем сложившуюся здесь ситуацию в области стандартной (подчеркнем – *стандартной*, без выхода за ее рамки) общей теории относительности.

Все ее формулировки можно классифицировать по двум признакам: по тому, какие величины выбираются в качестве самых элементарных, и по способу построения теории. В качестве основных гравитационных характеристик можно выбирать: 1) компоненты метрического тензора $g_{\mu\nu}$, 2) компоненты тетрады $g(a)_\mu$ ($g_{\mu\nu} = g(a)_\mu g(a)_\nu$), 3) составляющие монадного формализма τ_μ и $h_{\mu\nu}$ ($g_{\mu\nu} = \tau_\mu \tau_\nu - h_{\mu\nu}$), 4) составляющие диадного формализма τ_μ , λ_μ , $\gamma_{\mu\nu}$ ($g_{\mu\nu} = \tau_\mu \tau_\nu - \lambda_\mu \lambda_\nu - \gamma_{\mu\nu}$), 5) γ -матрицы Дирака,

($g_{\mu\nu} = (1/4)Sp\gamma_\mu\gamma_\nu$), 6) формализм Палатини, когда в качестве независимых величин выбираются как компоненты метрики $g_{\mu\nu}$, так и компоненты символов Кристоффеля $\Gamma^\alpha_{\mu\nu}$, 7) компоненты тензора кривизны $R^\alpha_{\beta\mu\nu}$, причем здесь имеется несколько вариантов: путезависимая формулировка Мандельштама и формализм перемещений Картана-Левашева, ассоциированных с циклом. Можно назвать и другие возможности.

По способу построения общей теории относительности формулировки можно различать как 1) лагранжевы, 2) гамильтоновы (имеется несимметричный дираковский канонический формализм, симметрический канонический формализм), 3) геометрическое описание, 4) калибровочные формулировки гравитации,... Каждая конкретная формулировка общей теории относительности получается выбором одного из вариантов в каждом из двух названных признаков. Итого, перебирая все возможности из парных комбинаций, уже имеем $7 \times 4 = 28$ различных формулировок, причем здесь не учтены более тонкие оттенки и другие возможности.

Зачем столько формулировок? Они разрабатывались с целью решить те или иные проблемы общей теории относительности. Например, особенно большое внимание их разработке уделялось в конце 60-х – 70-х годах, когда пытались совместить принципы квантовой теории и общей теории относительности (проблема квантования гравитации). Тогда бытовала такая мысль, что все трудности состоят в том, что как общая теория относительности, так и квантовая теория неудачно сформулированы. Чтобы решить проблему совмещения, нужно только подходящим образом перетасовать их содержание, переформулировать. В результате таких усилий был построен ряд интересных формулировок обеих теорий. Однако это делалось и для решения других задач. Например, для описания спинорных частиц в общей теории относительности оказались пригодными лишь тетрадная и γ -матричная формулировки. Одно время в рамках тетрадной формулировки пытались решить проблему законов сохранения энергии и импульса в общей теории относительности.

Другой пример множества различных вариантов теории дает история развития *многомерных геометрических моделей типа теории Калуцы-Клейна*. Уже на рубеже 20-х – 30-х годов здесь выявились два направления исследований: проективное и то, которое следовало пионерской работе Калуцы. В 80-х годах уже можно было насчитать более десятка различных вариантов многомерия (см.

обзор этих вариантов в работе Ю.С.Владимирова и А.Д.Попова [27]).

В качестве третьего примера можно привести *квантовую механику*. В настоящее время хорошо известны три основные формулировки: шредингеровская, гейзенберговская и фейнмановская. Последняя уже упоминалась при изложении бинарной геометрофизики в четвертой главе.

Наконец, хороший пример множества различных эквивалентных формулировок дает *электродинамика*. Этим вопросом занимался Р.Фейнман. В своей Нобелевской лекции он сказал: "То, что электродинамику можно построить столькими различными способами, — на основе дифференциальных уравнений Максвелла, на основе различных принципов наименьшего действия с полями, на основе различных принципов наименьшего действия без полей, всеми различными способами, — об этом я знал, но никогда не понимал этого до конца. Мне всегда казалось странным, что самые фундаментальные законы физики после того, как они уже открыты, все-таки допускают такое невероятное многообразие формулировок, по первому впечатлению неэквивалентных, и все же таких, что после определенных математических манипуляций между ними всегда удается найти взаимосвязь. Пример тому квантовая механика, в основу которой можно положить и уравнения Шредингера, и формализм Гейзенберга. Я не знал, чем это можно объяснить — это остается для меня загадкой, но я познал это на своем собственном опыте. Всегда можно сказать то же самое по-другому и так, что это будет совсем не похоже на то, как вы говорили об этом раньше. Я не знаю, в чем тому причина. Мне думается, что здесь каким-то образом отражается простота природы. Я не знаю, что должно означать это желание природы выбирать такие любопытные формы, но, может быть, в этом состоит определение простоты. Может быть, вещь проста только тогда, когда ее можно исчерпывающим образом охарактеризовать несколькими различными способами, еще не зная, что на самом деле ты говоришь об одном и том же" [101, с.207-208].

В другом месте Фейнман развил свои соображения еще далее, что еще более приближает к пониманию религии, отстаиваемому в этой книге. Он сказал: "Теории известного, основанные на разных физических представлениях, могут быть совершенно эквивалентными во всех своих выводах, а потому неразличимыми в научном отношении. Но они не идентичны психологически, когда мы пытаемся, оттолкнувшись от них, шагнуть в неизвестное" [101, с.230].

В свете этого порой становится неловко быть свидетелем разгорающихся острых дискуссий между теоретиками и их школами, когда приверженцы каких-то формулировок претендуют на исключительную истинность именно их точки зрения, когда спешат объявить ошибочными другие взгляды. Автор сам попадал в такие дискуссии, когда с жаром обсуждалось, какая лучше: традиционная или монадная формулировка теории гравитации, или какой фундаментальнее: геометрический или калибровочный способ описания гравитации...

В задачу этой книги не входит детальная классификация имеющихся конфессий, например, христианских. По-видимому, это можно сделать аналогично тому, как классифицируются формулировки физических теорий. Можно высказать предположение, что выделение новых конфессий является проявлением процесса развития духовных религий, сдерживаемого стремлением сохранить постулаты (догматы) в первозданном виде.

5.5 Проблематика религиозных систем и физики

Сопоставим ключевые проблемы, решаемые в рамках религиозных систем и теоретической физики. Начнем с того, что выделим основные блоки проблем, решаемых в рамках **религиозных систем**:

1) Прежде всего, во всякой религии, как и в философии, решается так называемый основной вопрос философии – о соотношении материального и духовного. В разных религиях (дуалистических, пантеистических и др.) этот вопрос решается по-разному. Но в религиозных системах не ограничиваются лишь одной констатацией, что первично. В каждой религии так или иначе формируется *система представлений о мире*, означающая задание основных понятий и правил рассуждений. Она включает определение Бога (имеются религии с множеством богов или вообще без Бога), его характеристику, его соотношение с материальным миром (сотворение, воздействие на процессы в мире) и т.д.

2) Значительное место в священных писаниях и в текущей религиозной литературе отводится *критике конкурирующих религиозных систем*. Известно, какую борьбу должно было выдержать христианское учение с языческими верованиями как на Ближнем Востоке, так и в других странах, где укоренилось христианство. Ранние этапы этой борьбы отражены в Библии. Вся история миро-

вых религий наполнена этой борьбой. В этом легко убедиться на конференциях и по публикациям в наша дни. Борьба с религией в нашей стране в последние семь десятилетий на самом деле тоже представляла собой разновидность религиозной войны...

3) Наиболее важную часть всякой духовной религии составляют *мораль и нравственность*. Религия является хранительницей нравственных устоев человеческого общества. Моральные принципы, как правило, четко формулируются и тщательно регламентируются. Утверждается, что они заданы и освящены Богом. Соблюдение моральных заповедей составляет важнейшее необходимое условие общения человека с Богом. Взглянем на это иначе. Моральные заповеди можно понимать как устанавливающие *правила взаимоотношений между людьми, между человеком и природой*, правда, через посредника – Бога.

4) Всякой религией охватываются кардинальные вопросы жизни каждого человека, как отдельной личности, – это вопрос его *рождения, судьбы, смерти*, что ожидает душу человека после смерти. Испокон веков заведено, что все важнейшие события жизни человека связаны с религией, церковью.

5) В любой религиозной системе в той или иной степени затрагиваются кардинальные вопросы *устройства и эволюции материального мира*. Практически все священные писания начинаются с вопроса о происхождении мира, его творения Богом (или утверждением о его вечности). Во многих религиях предрекается конец мира. В какой-то мере описываются основные этапы творения мира, как-то отображаются представления об основных составных частях материи, бытовавшие в момент создания религии: огонь, вода, воздух, земля или свет, тьма, твердь, небо и т.д.

6) Во всех религиозных системах можно выявить утверждения о *взаимоотношении человека и остального мира*. Так, в христианском учении утверждается, что человек является высшим творением Бога. Тем самым он с самого начала поставлен в центр мироздания со всеми вытекающими последствиями. Вспомним строки из стихотворения Г.Р.Державина “Бог”:

“Частица целой я вселенной,
Поставлен, мнится мне, в почтенной
Средине естества я той,
Где кончил тварей ты телесных,
Где начал духов ты небесных
И цепь существ связал всех мной.

Я связь миров, повсюду сущих,
Я крайня степень вещества,
Я средоточие живущих,
Черта начальна божества..."

Можно выделить и другие составляющие всеохватывающей сферы религии: вопросы истории, культуры и др...

Аналогичные составляющие можно выделить и из сферы проблем, решаемых **теоретической физикой**:

1) В главе 3 были подробно проанализированы основные физические парадигмы. Любая из составляющих их физических теорий начинается с задания *основных понятий и принципов*, т.е. своеобразных "правил игры" – методов, которыми строится соответствующая научная система. Как было показано, в качестве первичных могут выступать разные понятия, причем число их может быть различным: исходные принципы также существенно отличаются. Эти исходные понятия и принципы формируют систему представлений о физическом мире. Правомерность вводимых понятий и принципов обосновывается в рамках твердо установленной наукой (физикой) круга явлений, однако, как уже отмечалось, их экстраполяция за пределы этого круга уже составляет предмет физической религии.

2) Физические теории более динамичны, чем уже сложившиеся классические мировые религии. Если наиболее распространенные религиозные системы существуют более тысячелетия, то современные физические теории имеют возраст нескольких десятилетий, от силы столетие. Духовные религии довольно стабильны, тогда как физические теории сменяют друг друга. Бывает так, что то одна, то другая становятся доминирующими. Это сопряжено с постоянной *дискуссией между сторонниками различных научных парадигм*. Всякая новая теория (парадигма) должна быть испытана на принцип соответствия с выводами и результатами предыдущих.

3) Важнейшая задача всех современных фундаментальных физических теорий – это описание *взаимодействий и отношений между отдельными элементарными частицами*, между различными *материальными образованиями*. В настоящий момент известны 4 вида фундаментальных взаимодействий: гравитационное, электромагнитное, слабое (электрослабое) и сильное. Каждое из них характеризуется своими особыми свойствами. Задача всех фундаментальных физических теорий, претендующих на описание физической картины мира, – обосновать имеющиеся физиче-

ские взаимодействия, исследовать их соотношения и способы объединения.

4) В рамках физических теорий описывается эволюция физических систем, в частности отдельных элементарных частиц. Их эволюция описывается уравнениями движения. В квантовой теории поля изучаются процессы рождения и уничтожения частиц.

5) Самая глобальная физическая система – это вся Вселенная. В современной общей теории относительности эволюция Вселенной как целого описывается уравнениями Эйнштейна. Решения этих уравнений дают ряд космологических моделей. Среди них есть космологические модели, где Вселенная имеет начало и конец, есть модели с началом, но без конца, или наоборот. Современная космология опирается на модели с началом – большим взрывом. Сейчас большие усилия направлены на изучение начальных стадий эволюции Вселенной. При этом нельзя забывать, что применение уравнений Эйнштейна к описанию всей Вселенной основано на экстраполяции современных знаний максимально далеко за пределы хорошо изученной области явлений и в этом смысле попадает в сферу действия научной религии.

6) Во всех физических теориях значительное внимание уделяется проблеме наблюдаемых, т.е. фактически вопросам взаимоотношения человека с окружающим миром. Проблема состоит в том, что человек как макрообъект может измерять и судить об окружающем мире на основе присущих его масштабу классических понятий, тогда как микромир и мегамир характеризуются качественно другими понятиями. Приходится находить методы своеобразного проектирования новых понятий на привычные классические.

Здесь охвачены ключевые разделы сферы действия фундаментальной физической теории, но можно указать и другие более специфические задачи.

Из перечисленного видно, что в проблематике религиозных систем и фундаментальной теоретической физики имеется много общего. Это демонстрирует уже сам порядок перечисления выделенных проблем. Действительно:

1) И религиозные учения и фундаментальные физические теории опираются на некие совокупности основных понятий и исходных принципов. Напомним, религия начинается на пределах знания. В предыдущих главах основное внимание было уделено соответствию между ключевыми понятиями философских и религиозных систем, с одной стороны, и физических теорий, с другой стороны. Было показано, что в ряде физических теорий имеется даже свой аналог Бога – в качестве него выступают отчасти

пространство-времени, а отчасти поля переносчиков взаимодействий.

2) Как в религиозных учениях, так и в физических теориях большое внимание уделяется сопоставлению с другими парадигмами.

3) Взаимоотношению между людьми в духовной религии можно сопоставить отношение и взаимодействие между частицами и другими материальными системами. Как в религиозных системах отношения между людьми устанавливаются через всемогущего и вездесущего Бога, так в физической теории взаимоотношения и взаимодействия частиц описываются в рамках всеохватывающего и всеобъемлющего пространства-времени.

4) Судьбы отдельных людей соответствуют своеобразным судьбам – траекториям (или полевым историям) отдельных элементарных частиц или более сложных материальных образований. В физике также имеются понятия рождения и уничтожения частиц.

5) Соотношения религиозного творения мира Богом и большого взрыва в эйнштейновской космологии многократно и подробно обсуждалось на многих конференциях и в обширной литературе. В современных трактовках религиозных учений, насколько автору известно, этапы творения мира и элементы, составляющие материю, понимаются в иносказательном духе, не претендующем на конкретное физическое содержание. На конференции в С.-Петербургской духовной академии некоторые представители духовенства допускали трактовку этапов творения мира Богом как образное описание стадий развития Вселенной после большого взрыва.

6) Различные аспекты взаимоотношения человека и природы рассматриваются как в философских (религиозных) системах, так и в физике. В частности, проблеме наблюдаемых в физике посвящен следующий раздел этой главы.

Однако имеются и существенные различия между религиозными системами и физическими теориями. Прежде всего, религия затрагивает непосредственно житейские проблемы. Далеко не всякого трогают проблемы физики элементарных частиц или траектории частиц, тогда как собственная судьба волнует каждого. Во-вторых, религия непосредственно обращена к эмоциональной (духовной) сфере человека, тогда как физическая теория непосредственно апеллирует к разуму. В-третьих, что особенно важно, наука больше имеет дело с повторяющимися событиями, тогда как духовная религия охватывает уникальные единичные

явления. В науке из многократно повторяющихся явлений выводятся закономерности для предсказания новых событий того же типа. В духовной же религии имеют дело с такими уникальными явлениями, как рождение всего мира. Кроме того судьба, рождение и смерть для каждого человека неповторимы. В-четвертых, в религии роль человека выделена. Он поставлен в центр Вселенной. В физике же однотипные частицы равноправны. Выделенность человека имеет смысл только для обсуждения измеряемости. Имеются и другие различия двух типов религий.

Изложенное здесь и многое другое свидетельствует о возможности сближения фундаментальной теоретической физики и духовной культуры. Как мы видели, эта мысль поддерживалась многими физиками-теоретиками.

5.6 Проектирование религиозных и научных истин на человека (наблюдателя)

С позиции физика-теоретика из любого религиозного учения, как и из всякой физической теории, можно выделить чрезвычайно важную составную часть, ответственную за проектирование (отображение) учения (понятий теории) на человека. В различных учениях (теориях) эта часть может иметь разный характер, быть громоздкой или едва заметной, но она всегда есть. Это в полной мере относится и к христианскому учению, и к исламу, и к восточным религиозным системам. В христианском учении и в ряде других эта часть доминирует над всем остальным, но одновременно и помогает более полно раскрыть его содержание. В Библии, например, эта часть составляет весь Новый Завет, – это учение об Иисусе Христе.

Аналогично устроены физические теории. Кроме изложения принципов, написания ключевых уравнений, анализа их решений в теории обязательно входит методика проектирования выводов на наблюдателя. Она ответственна за описание конкретно измеряемых величин, позволяет физически интерпретировать понятия теории. Проиллюстрируем это на ряде физических теорий.

В качестве первого примера рассмотрим *общую теорию относительности* (пятая парадигма). К общей части этой теории относятся введение 4-мерного пространственно-временного многообразия, тензорных величин в нем, определение метрики, уравнений геодезических линий, задание уравнений Эйнштейна, нахождение решений уравнений Эйнштейна, их классификация, изучение гео

дезических линий в различных метриках. Но этого мало для получения полноценной физической теории. Необходимо еще ответить на вопросы: как соотносятся введенные понятия и закономерности с реально наблюдаемыми экспериментатором величинами и их свойствами? В лаборатории непосредственно не измеряются ни компоненты метрического тензора, ни символы Кристоффеля, ни компоненты тензора кривизны. Измеряются промежутки времени, расстояния, углы, скорости, ускорения объектов. Как же связать между собой те и другие понятия?

Ответ на этот вопрос не так прост, как это может показаться на первый взгляд. В каких то формах на него пришлось давать ответы с самых первых шагов после создания общей теории относительности. Оглядываясь назад, мы видим, насколько грубыми и корявыми были первые ответы. Они приводили ко многим недоразумениям, кстати, возникающим и в наше время. Они усугублялись тем, что компоненты метрического тензора и других тензоров зависят от выбора координатных систем: последние же имеют сугубо формальный математический смысл и их бесконечно много. Символы же Кристоффеля не являются тензорами и в любой точке выбором координатной системы их вообще можно обратить в нуль. Как же сопоставить эти понятия с измеряемыми наблюдателем величинами? Для конкретного ответа на такие вопросы пришлось дополнить общую теорию относительности специальным разделом, называемым *теорией систем отсчета*. Имеется несколько разновидностей систем отсчета. В литературе широко известны тетрадные, монадные, хроногеометрические методы (теории) задания систем отсчета. Между ними установлено соответствие, очерчены области применимости каждого из них. Эти методы начали разрабатываться с 20-х - 30-х годов. Пик их исследований приходится на 70-е годы. Большой вклад в их развитие внесли отечественные ученые: А.Л.Зельманов, О.С.Иваницкая, А.Е.Левашев, Н.В.Мицкевич, В.И.Родичев и другие. Автор этой книги также занимался этой проблемой, в частности, на эту тему была написана книга (Ю.С.Владимиров "Системы отсчета в теории гравитации" [20]). Эти методы и их применение составили дополнительную важную часть общей теории относительности.

В качестве второго примера можно назвать *многомерные геометрические модели типа теории Калуцы-Клейна*. В этих теориях в дополнение к трудностям общей теории относительности возникают проблемы истолкования новых размерностей: и координат, и компонент метрического тензора. По этому вопросу было очень много различных спекуляций и дискуссий, как фанта-

стических, так и строго научных. Напомним эпизод из романа М.А.Булгакова "Мастер и Маргарита", в частности, сцену бала в скромной московской квартире:

— Нет, ответила Маргарита, — более всего меня поражает, где все это помещается. — Она повела рукой, подчеркивая этим необычность зала.

Коровьев сладко ухмыльнулся, отчего тени шевельнулись в складках его носа.

— Самое несложное из всего! — ответил он. — Тем, кто хорошо знаком с пятым измерением, ничего не стоит раздвинуть помещение до желательных пределов. Скажу вам более, уважаемая госпожа, до черт знает каких пределов!"

А серьезная физическая интерпретация дополнительных измерений делается с помощью методики (второй части теории), аналогичной монадному методу задания систем отсчета в общей теории относительности. Она состоит в *проектировании понятий многомерного многообразия на 4-мерное классическое пространство-время наблюдателя*. Физическим смыслом обладают лишь 4-мерные тензоры и скаляры, полученные в результате проектирования, т.е. после свертки с компонентами 4-мерного метрического тензора или с монадой вдоль пятого направления. Эта геометрия содержит в себе алгебру (сама процедура проектирования, т.е. расщепления n — мерного пространства на 4-мерное пространство-время и дополнительные размерности), выделение физико-геометрических тензоров (таковым является тензор напряженности электромагнитного поля $F_{\mu\nu}$, являющийся аналогом тензора угловой скорости вращения в 4-мерной теории), задание калибровочно-инвариантных операторов дифференцирования и записи всех уравнений и соотношений в калибровочно-инвариантном (спроектированном) виде. В частности, именно таким образом из многомерных уравнений Эйнштейна выделяются 4-мерные уравнения Эйнштейна, уравнения Максвелла и другие уравнения, доступные физической интерпретации.

В качестве третьего примера можно назвать *бинарную геометрофизику*. В ней также фактически содержится *проектирование на 4-мерный мир, соответствующий БСКО ранга (3,3)*. Базовые 4×4 -отношения БСКО ранга (4,4;a) или соотношения БСКО еще более высоких рангов можно осмыслить с позиций общепринятых представлений только лишь после выделения в них отношений, типичных для БСКО ранга (3,3) и трактовки с их помощью оставшихся дополнительных слагаемых. Именно в этом состоит основная наиболее объемная часть теории БСКО ранга (4,4;a), позво-

ляющая образовать из базового 4×4 -отношения ключевые понятия общепринятой модели Вайнберга-Салама. Аналогичная задача, решаемая в рамках БСКО рангов (4,4) и (5,5;a), позволяет прийти к ряду понятий хромодинамики.

Более известный пример можно увидеть в лице *квантовой механики*. Общая часть этой теории содержит в себе определение волновых функций, задание волновых уравнений (Шредингера, Дирака, Клейна-Фока), нахождение решений этих уравнений... Но этого недостаточно, если не указаны рецепты получения из волновых функций наблюдаемых величин. Необходима физическая интерпретация математического аппарата теории. Множество вопросов вызвало соотношение прибора и микрообъекта. По этому вопросу накопился огромный объем литературы как физического, так и философского характера.

Не углубляясь в его обсуждение, приведем здесь высказывание **В.А.Фока**, в котором он подчеркнул аналогию между прибором в квантовой механике и системой отсчета в общей теории относительности: "Понятие относительности к средствам наблюдения (в квантовой механике – Ю.С.В.) есть в известном смысле обобщение понятия относительности к системе отсчета. Оба понятия играют в соответствующих теориях аналогичную роль. Но в то время как теория относительности, которая опирается на понятие относительности к системе отсчета, учитывает лишь движение средств наблюдения как целого, в квантовой механике необходимо учитывать более глубокие свойства средств наблюдения" [106, с.73].

Можно привести примеры теорий и из других физических парадигм. Возвращаясь к религиозным учениям, остановимся на христианстве. В величайшем произведении духовной культуры человечества – в Библии к общей части религиозной системы можно отнести учение о Боге, о создании им мира, об основных созданных им сущностях мира. Более подробно говорится о трех лицах Бога: о Боге-Отце, Боге-Сыне и Боге-Святом Духе в различных трактатах и учебниках теологии.

В иудаизме, опирающемся на Ветхий Завет, роль проектирования воли Божьей на людей выполняют эпизоды видений Бога и ангелов через пророков.

Более глубокий и совершенный метод проектирования (воздействия) на людей содержится в Новом Завете – собственно христианском учении. Он представлен в виде свидетельств о воплощении Бога-Сына – Христа в человека, о его жизни, деятельности среди людей, о принятии Христом мук во имя спасения человечества, о смерти на кресте и затем о воскресении из мертвых. Неотъемле-

мый раздел второй части христианского учения составляет вера во второе пришествие Христа, грядущий страшный суд и следующие отсюда нормы поведения христиан.

В исламе иной характер проектирования учения о Боге (Аллахе) на человека. Там нет воплощения Бога в человека, а религиозные истины проектируются на человека через пророка Магомеда.

Таким образом, имеются несомненные параллели между религиозными и физическими учениями в виде их составных частей, ответственных за проектирование (доведений истин) принципов этих учений до человека.

5.7 Бесконечности в физике как точки встречи науки, философии и религии

Как уже неоднократно подчеркивалось, наука охватывает ограниченную область явлений и закономерностей, тогда как религиозной сфере принадлежит вся оставшаяся бесконечная совокупность непознанных закономерностей и сущностей. Это, если можно так выразиться, взгляд сверху, с самых общих позиций. Однако, к такому же выводу можно придти и идя снизу, анализируя область применимости любой физической теории. Ни для кого не секрет, что любая даже самая совершенная теория справедлива лишь в рамках некоторого ограниченного круга явлений. За его пределами теория перестает действовать, причем это проявляется чаще всего в виде бесконечностей – нелепых бесконечно больших значений величин. И. Анненский о бесконечностях писал:

“Девиз Таинственной похож
На опрокинутое 8:
Она отраднейшая ложь
Из всех, что мы в сознании носим.

В кругу эмалевых минут
Ее свершаются обеты,
А в сумрак звездами блеснут
Иль ветром полночи пропеты.

Но где светил погасших лик
Остановил для нас течение,
Там Бесконечность - только миг,
Дробимый молнией мученья.”

Появление бесконечностей – это головная боль для физиков-теоретиков, предмет бесчисленных размышлений и поисков выхода из затруднительного положения. Места, где проявляются бесконечности, следует воспринимать как распахнутые окна из обжитой наукой комнаты в необъятный мир непознанного. Что можно рассмотреть за окном – решается уже верой. Это уже область (физической) религии. Продемонстрируем это несколькими примерами.

1. В современной теории поля, как квантовой, так и классической, при всех попытках найти *значение масс частиц*, исходя из свойств создаваемых ими полей, получаются бесконечные выражения. В квантовой теории поля бесконечности получаются при вычислении собственно энергетических частей в диаграммах Фейнмана. В классической теории поля бесконечности возникают при интегрировании плотности энергии собственного поля частиц по всему пространству (от нуля). Сколько было затрачено усилий на преодоление этой трудности! В квантовой электродинамике был разработан метод перенормировки бесконечных значений масс. Он состоит в использовании процедуры вычитания из одной бесконечности другой бесконечности, дающей в итоге конечную величину. Оказалось, что такая процедура годится не для всякой теории. Есть теории перенормируемые, когда удастся избавиться от всех бесконечностей, вычитая из них ограниченное число бесконечных величин. Так обстоит дело в электродинамике. А есть перенормируемые теории, когда все бесконечности невозможно исключить вычитанием конечного числа бесконечных выражений. Таковыми, например, являются исследовавшиеся варианты квантовой гравитации. Как поступать в таких случаях? Заметим, что даже в перенормируемых теориях используемая процедура носит формальный характер и по большому счету не удовлетворяет теоретиков. Более того, она неоднозначна.

Вот тут то и вступает в силу физическая вера. Одни верят в то, что все дело заключается в некорректном использовании несобственных функций, что нужно только еще напрячься, кое-что изменить в способах интегрирования, и все станет хорошо. Другие усматривают трудности в использовании непрерывного пространства-времени, когда нужно интегрировать по континууму точек. Предлагают перейти к дискретному пространству-времени. Но как это сделать? Имеется ряд предложений, но ни одно из них не проходит. Третьи предлагают не дискретное пространство-время, а многообразие с минимальными длинами. Есть предложе-

ния перейти от поля вещественных чисел к p -адическим числам или к полям Галуа... Другими словами, идет поиск, причем в разных направлениях, диктуемых верой исследователей.

2. Другой пример представляют современные космологические модели Вселенной. Как уже многократно отмечалось, они пахотятся из решений уравнений Эйнштейна. Замечательным свойством всех устойчивых космологических решений является наличие в них сингулярностей, обрывающих эволюцию мира во времени либо с одной стороны (моментом рождения или моментом смерти), либо с обеих сторон (эволюция имеет начало и конец). В начале и в конце (где они есть) космологические модели характеризуются *бесконечно большими значениями плотности материи*. Это трактуется как свидетельство неприменимости общей теории относительности в окрестностях сингулярностей. На смену классическим понятиям должны придти другие понятия и закономерности, учитывающие свойства физики элементарных частиц. Они пока не найдены. Их поиск ведется согласно физической вере исследователей.

В главе 2 уже обсуждались вопросы типа: Каков физический мир за пределами сингулярностей? Современная физика не может дать ответ на этот вопрос. Здесь опять мы сталкиваемся со сферой физической религии. В связи с этих хотелось бы изложить позицию одного из лидеров современной космологии **Стефана Хокинга**. Недавно он дал интервью философу Р.Уэберу. Вот фрагмент из этого интервью:

Уэбер: Почему так важно выяснить беспрельдно ли пространство-время?

Хокинг: Важность этого вопроса очевидна: если оно предельно, то кому-то придется решать, что происходит на его пределах. И действительно, тогда бы пришлось призвать на помощь идею Бога.

Уэбер: Из чего это следует?

Хокинг: Если хотите, я объясню. Мы можем определить Бога как предел Вселенной, как того, кто должен привести мир в движение.

Уэбер: Вы обращаетесь к идее Бога из-за необходимости объяснить, что такое предел Вселенной?

Хокинг: Да, если мы хотим получить заверленную теорию, то нам надо знать, что происходит на этой границе. В противном случае мы не можем решить уравнения нашей теории [111, с.27].

Из дальнейшего интервью следует, Хокинг считает, что можно обойтись без идеи Бога. Он предлагает пространство и время трактовать в виде сферы с нанесенной сеткой меридианов и па-

раллелей. Началу мира на ней соответствует, например, северный полюс. Но он имеет чисто условный характер. “Задаваться вопросом, что было до Большого взрыва, все равно, что спрашивать о том, что находится на расстоянии мили к северу от Северного полюса.” Но это суждение Хокинга, как бы оно ни было оригинально, ни в коей мере не опровергает необходимости религии. Просто напросто, это означает его верование в этом вопросе. Это его религия. Как уже упоминалось, в ней нет места для личного Бога, но его место занимает физический Бог в виде первичного и всесущего искривленного пространства-времени.

3. В качестве третьего примера укажем на сингулярность в наиболее важном решении уравнений Эйнштейна – в метрике Шварцшильда, описывающей искривленное пространство-время вокруг сферически-симметричного источника, например, вокруг Солнца или Земли (см. рис.5.2). Эта метрика имеет вид

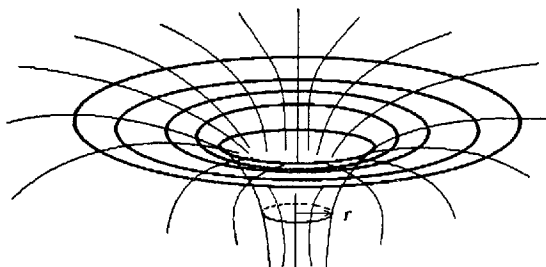


Рис. 5.2: Пространство-время с метрикой Шварцшильда.

$$\begin{aligned}
 ds &= g_{00}(dx^0)^2 + g_{11}dr^2 + g_{22}d\theta^2 + g_{33}d\varphi^2 = \\
 &= \left(1 - \frac{2km}{c^2 r}\right)(dx^0)^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{2km}{c^2 r}} - r^2(d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2). \quad (5.6)
 \end{aligned}$$

Легко видеть, что при стремлении радиуса r к нулю компонента метрики g_{00} сначала стремится к нулю, затем, после $r = r_g$ становится отрицательной. При этом значении r_g , называемом гравитационным радиусом источника, компонента метрики g_{11} становится по модулю бесконечно большой (устремляется к минус бесконечности), а затем становится положительной. В теории гравитации знак перед компонентой диагонализированной метрики

определяет, является ли соответствующая координата временно-подобной или пространственно-подобной. Описанная здесь ситуация означает, что на гравитационном радиусе пространственно-подобная координата r становится временем, а временно-подобная координата x^0 принимает пространственный характер. При значении $r = r_g$ можно ожидать много других “диких” физических следствий.

Как относиться к этой особенности (к шварцшильдовской сингулярности)? Многие физики полагают (вероятно), что такие ситуации должны реализовываться в мире, что в космосе есть объекты – так называемые черные дыры, геометрический радиус которых меньше их гравитационного радиуса. С гипотезой черных дыр связывают множество возможных явлений во Вселенной. О черных дырах писалось в популярной прессе. Во второй половине 70-х годов наблюдался мировой бум по черным дырам. Считалось, что уже практически открыто несколько черных дыр, что в ближайшее время будут найдены новые подтверждения их существования. Среди некоторых теоретиков ходила даже такая крылатая фраза: “Черные дыры есть везде, где не доказано их отсутствие.”

Подобная точка зрения была доминирующей. Менее широко известна другая позиция. Хочется привести позицию крупнейшего отечественного физика-теоретика **В.А.Фока**, которую он высказал на своем последнем (в жизни) публичном выступлении на нашем семинаре в МГУ. Его спросили, как он относится к черным дырам. Сначала он уходил от ответа, ссылаясь на преклонный возраст, на то, что он уже не следит за литературой. Тогда профессор **В.Б.Брагинский** ему сказал:

- Владимир Александрович, хотите, я Вам подберу литературу?

- Нет, не надо. Все равно не поверю,- решительно заявил **В.А.Фок**.

Различные позиции в вопросе о черных дырах отмечал в своем вступительном докладе на Международной гравитационной конференции в Иене (Германия) профессор **Э.Шмутцер**. Он сказал, что одни теоретики воспринимают сингулярность как свидетельство существования черных дыр, а другие – как проявление границ применимости общей теории относительности. Опять мы имеем дело с проблемой, где пути поиска ответа определяются физической верой исследователя.

4. Обратим внимание на бесконечности, содержащиеся в основных понятиях всем хорошо знакомой геометрии. Что такое прямая линия? Это прямой отрезок, который мысленно продолжен

до бесконечности. Это понятие привычно любому школьнику. Но сколько проблем с бесконечными прямыми было у математиков! В первых главах книги уже обсуждалась история вопроса о параллельных линиях и о пятом постулате Евклида. Фактически, обсуждая эту бесконечность, пришли к идее о неевклидовых геометриях.

5. Назовем еще одно своеобразное проявление бесконечности. Имеется в виду так называемая *“дурная” логическая бесконечность*. Какое бы ни давалось объяснение чего-либо, всегда собеседник может усомниться в том или ином доводе или утверждении, всегда может задать вопрос: почему? Вы будете пытаться объяснить подвергнутый сомнению довод, поясняя его новым доводом. Но собеседник может и его подвергнуть сомнению и опять спросить: почему? И так может продолжаться до бесконечности. В практической жизни обычно такая цепочка прерывается на том звене, которое признается неоспоримой истиной обоими собеседниками. В науке же второй стороной является Природа. Она неисчерпаема, и такого звена, останавливающего цепь из наших “почему?”, нет. Получается дурная бесконечность из вопросов “почему?”.

Здесь проявляется еще одно различие науки и религии и в то же время еще одна функция религии. Последняя выступает как средство обрывания цепочки из “почему?”. Например, в религиозном учении с самого начала постулируется: Бог создал мир. Всякие “почему” далее не принято ставить. Ответ очевиден для верующих: Бог всемогущ, всеялен, непостижим... Бог создал мир и basta! Вы можете интересоваться какими-то деталями устройства мира, но любая выстраиваемая цепочка обоснований обязательно упрется в конечное звено. В религии это будет Бог. В физической религии это может быть что-то другое, что составляет исходные положения – примитивы фактически используемой аксиоматики физической (религиозной) системы. Но в науке считается в порядке вещей подвергнуть сомнению любые примитивы и аксиомы и попытаться построить другую более углубленную аксиоматику и тем самым перейти к новой научной системе, можно сказать, к новой научной религиозной системе. В духовной же религии подобные шаги, мягко говоря, не приветствуются.

Вместо заключения

На протяжении всей книги рассматривались вопросы соотношения фундаментальной физики (науки), философии и религии. Основное внимание было сосредоточено на проявлениях философских и религиозных начал в фундаментальной теоретической физике и на общих моментах построения физических теорий, философских и религиозных систем. За пределами книги остались очень важные проблемы соотношения науки и морали, вопросы мотивации научного творчества. Для многих именно эти проблемы выступают на первый план, когда заходит речь о соотношении науки и религии. Завершая книгу, кратко коснемся и этой круга проблем.

Начнем с соотношения науки и морали. Здесь, как и во всех других вопросах, имеется широкий спектр взглядов. Как уже отмечалось в первой главе, М.Планк резко разграничил сферы науки и религии: "Естествознание нужно человеку для знания, религия нужна ему для действия." Подразумевалось, что мораль входит в сферу религии.

Резко разделял науку и мораль и А.Эйнштейн: "Я не считаю, что наука может учить людей морали. Я не верю, что философию морали вообще можно построить на научной основе. Например, вы не могли бы научить людей, чтобы те завтра пошли на смерть, отстаивая научную истину. Наука не имеет такой власти над человеческим духом. Оценка жизни и всех ее наиболее благородных проявлений зависит лишь от того, что дух ожидает от своего собственного будущего. Всякая же попытка свести этику к научным формулам неизбежно обречена на неудачу. В этом я полностью убежден. С другой стороны, нет никаких сомнений в том, что высшие разделы научного исследования и общий интерес к научной теории имеют огромное значение, поскольку приводят людей к более правильной оценке результатов духовной деятель-

ности. Но содержание научной теории само по себе не создает моральной основы поведения личности"[121, с.44].

Диаметрально противоположной точки зрения придерживался А.Пуанкаре. Он писал: "Одна наука стоит прочно; она построила астрономию и физику, она сейчас строит биологию, тем же способом завтра она построит мораль"[77, с.506].

Похоже, что промежуточную позицию занимал Э.Шредингер. Уделяя большое внимание идеальному началу в деятельности человека, он в своей книге "Мой взгляд на мир"[117] предпринял попытку теоретической разработки ряда вопросов духовной жизни и ценностных аспектов в деятельности человека. Повидимому, истина лежит где-то посередине. Если согласиться с тем, что в основе фундаментальной теоретической физики, философских и религиозных учений лежит ряд общих положений, то есть основания надеяться, что рано или поздно удастся научными методами достаточно далеко развить цепочку построений от принципов фундаментальной теоретической физики до духовной сферы человеческой деятельности.¹ При этом, во-первых, следует иметь ввиду, что в процессе развития фундаментальной теоретической физики будут углубляться и обогащаться представления об ее основополагающих понятиях и принципах, и, во-вторых, ожидается встречное движение по воображаемой цепочке от философских и религиозных систем к фундаментальной теоретической физике. Автор надеется, что данная книга может оказаться одним из звеньев в этом процессе.

Другой круг вопросов соотношения науки и религии относится к мотивации научного творчества. Каково движущее начало, определяющее процесс научного творчества? Какова цель научного творчества? Как видно уже из самой постановки вопросов, речь идет об изначальных или конечных положениях феномена творчества, а это должно быть отнесено к сфере религии в данном выше ее определении. Тем не менее, имеется ряд попыток ответа на эти вопросы в рамках рациональных, а чаще – квазирациональных представлений. Приведем наиболее часто встречающиеся.

В своей статье "Мотивы научного творчества" А.Эйнштейн писал: "Храм науки – строение многосложное. Различны пребывающие в нем люди и приведшие их туда духовные силы. Некоторые

¹Такая попытка связать фундаментальную теоретическую физику с духовной сферой предпринята в книге Г.В.Рязанова "Путь к новым смыслам" [84]. Примечательно, что в этой книге, как и в бинарной геометрофизике, используются идеи теории прямого межчастичного взаимодействия Фоккера-Фейнмана.

занимаются наукой с гордым чувством своего интеллектуального превосходства; для них наука является тем подходящим спортом, который должен им дать полноту жизни и удовлетворение честолюбия. Можно найти в храме и других: плоды своих мыслей они приносят здесь в жертву только в утилитарных целях. Если бы посланный Богом ангел пришел в храм и изгнал из него тех, кто принадлежит к этим двум категориям, то храм катастрофически опустел бы. Все-таки кое-кто из людей как прошлого, так и нашего времени в нем остался. К числу этих людей принадлежит и наш Планк, и поэтому мы его любим"[121, с.39].

В связи с этим хотелось бы привести высказывание другого великого человека. В книге Ф.Араго приведены такие слова: "Правда, общество редко награждает и облегчает умственные труды; но мы приглашаем тружеников выслушать урок из уст великого полководца; пусть они подумают о словах, сказанных Первым Консулом после победы при Маренго одному из наших товарищей (Лемерсье), отказавшемуся от важного места государственного советника.

"Я", – сказал Наполеон: "понимаю Вас. Вы любите науки и вполне хотите принадлежать им. Я не могу противиться Вашему намерению. Как Вы думаете? Если бы я не сделался военначальником и орудием судьбы великого народа, то неужели бы я стал бегать по министерским департаментам и по салонам, чтобы потерять независимость в качестве министра или посланника? Нет, нет! Я предался бы изучению наук точных, вступил бы на дорогу Галилея и Ньютона. Я постоянно успевал во всех моих великих предприятиях; я также отличился бы в трудах ученых, и открытиями ознаменовал бы следы своего существования. Я не захотел бы другою славою удовлетворить мое честолюбие". [1, с.36-37].

Э.Мах подходил к науке с позиций необходимости экономии мышления. В книге "Познание и заблуждение" он писал: "С накоплением отдельных знаний начинает мощно проявляться потребность в уменьшении психического напряжения, в экономии, непрерывности, постоянстве, возможно более общей применимости и пригодности установленных правил. Достаточно указать на позднейшую историю развития механики и каждой более разработанной части физики. В эпохи слабого развития гносеологической критики психологические мотивы проецируются в природу и приписываются ей самой. Бог, или природа, стремится к красоте и простоте, затем к строгой закономерности и определенности, наконец к бережливости и экономии во всех процес-

сах, к достижению всех действий с наименьшей затратой сил” [66, с.452].

Э.Шредингер категорически не соглашался с такими позитивистскими установками. Он говорил “о сжимающем сердце чувстве пустоты, возникающем при знакомстве с киргоф-маховским определением задачи современной физики и естественных наук вообще – как можно более полно и экономно описать факты. По мнению Шредингера, одной этой цели совершенно недостаточно для стимулирования исследовательской работы в какой бы то ни было области, поскольку полное устранение философии (“теоретической метафизики”) из науки и искусства приводит к потере ими всякой духовности и к прекращению их в окаменевшие скелеты, не способные ни к какому развитию” [38, с.226].

Маховская экономия мышления сродни требованиям многим практической пользы от науки. Однако имеется и противоположная точка зрения. Неоднократно упоминавшийся в книге Ю.И.Кулаков начинает свой курс лекций для студентов Новосибирского университета словами: “Наука должна быть бесполезной!” Конечно, при этом не отрицается желательность практических результатов от научной деятельности. Однако, настоящий ученый прежде всего стремится разгадать тайны мироздания. Если на этом пути он открывает что-то действительно существенное, то приложения неминуемо последуют...

Против оценки науки и научной деятельности лишь с точки зрения их прикладного значения резко возражал Д.Гильберт. В заключительной части своей речи в Кенигсберге (1930 г.) он сказал: “Чистая теория чисел является той частью математики, для которой до настоящего времени не было найдено никаких приложений. Но именно теория чисел рассматривалась Гауссом (который сам внес несравненный вклад в прикладную математику) как королева математики. (...) Кронекер сравнивал математиков, занимавшихся теорией чисел, с гомеровскими лотофагами (поедателями лотоса), “которые, однажды вкусив эту пищу, никогда не могли ее бросить”. Даже наш великий кенигсбергский математик Якоби разделял эту точку зрения. Когда знаменитый Фурье объявил, что цель математики состоит в объяснении явлений природы, Якоби возразил: “Философы, подобные Фурье, должны знать, что торжество человеческого духа есть единственная цель всей науки!”... Кто сознает истину в этом благородном образе мыслей и этой философии, сверкающей в словах Якоби, тот не будет предаваться вредному и бессодержательному пессимизму” (цитируется по книге Константина Рида “Гильберт” [80, с.253]).

В связи с этим высказыванием невольно вспоминаются некоторые физические парадигмы, о которых говорилось в третьей главе. Далеко не все из них привели к практически осязаемым результатам, однако это не означает неправомерность таких исследований.

Следует особо отметить понимание науки – как одной из форм познания Бога. “Мы ищем Бога, – говорил Джордано Бруно, – в неизменном, непреклонном законе природы, в благоговейном настроении души, руководимой этим законом...” (Цитируется по [67, с.47]). Г.Гегель писал: “Человека делает человеком мысль как таковая, конкретная мысль или, более точно, то, что он есть дух; в качестве духа человек создает науку во всем ее многообразии, искусство, интересы политической жизни, отношения, связанные с его свободой, его волей. Однако все эти многообразные формы и все сложное переплетение человеческих отношений, деяний, наслаждений, все то, что человек ценит и чтит, в чем он видит свое счастье, славу и гордость, – все это находит свое высшее завершение в религии, в мысли, в сознании, в чувстве Бога. Поэтому Бог есть начало и конец всего” [00, с.205]. Еще раз напомним, по мнению математика Г.Вейля, наука – особенно математика – открывает для мыслящего человека путь к Богу, т.к. она дает “видение той безупречной гармонии, которая согласуется с возвышенной причиной” [30, с.29].

Вряд ли можно спорить с такими взглядами, если под Богом понимать олицетворение первоначал.

Литература

- [1] *Араго Ф.* Биографии знаменитых астрономов, физиков и геометров. Т.2. С-Петербург.: Изд. Торгового дома Струговщикова, Похитонова, Водова и К^о, 1860.
- [2] *Бердяев Н.А.* Философия свободы. М.: Изд-во Правда, 1989.
- [3] *Бердяев Н.А.* Философия творчества, культуры и искусства. Т.1. М.: Издат. Искусство, ИЧП "Лига", 1994.
- [4] *Библия.* (Книги священного писания Ветхого и Нового Завета канонические). Т.1. Издат. "Духовное просвещение", 1991.
- [5] *Блохинцев Д.И.* Пространство и время в микромире. М.:Наука, 1970.
- [6] *Блохинцев Д.И.* Основы квантовой механики. М.: Наука, 1976.
- [7] *Блюменталь Л.М.* (Blumental L.M.) Theory and applications of distance geometry. Oxford. 1953.
- [8] *Боголюбов Н.Н., Ширков Д.В.* Введение в теорию квантованных полей. М.: Наука, 1973.
- [9] *Бор Н.* Квантовая физика и философия.//Атомная физика и человеческое познание. М.:Издат. иностр. лит., 1961, с.139-147.
- [10] *Борн М.* Физика в жизни моего поколения. М.: Издат. иностр. лит-ры. 1963.
- [11] *Де Бройль Л.* Революция в физике. М.: Госатомиздат, 1963.

- [12] *Булгаков С.Н.* Сочинения в 2 томах. Т.1. Трагедия философии. М.: Наука, 1993.
- [13] *Бурбаки Н.* Очерки по истории математики. М.:Издат. иностр. лит. 1962.
- [14] *Вейль Г.* (Weyl H.) The Open World. Three lectures on the metaphysical implications of science. New Haven. Yale University Press, Oxford University Press, 1932.
- [15] *Вейль Г.* Симметрия. М.: Наука, 1968.
- [16] *Вернадский В.И.* Научное мировоззрение. //Сборник "На переломе" (Философские дискуссии 20-х годов). М.: Политиздат, 1990.
- [17] *Винер Н.* Творец и робот. М.: Прогресс, 1966.
- [18] *Владимиров Ю.С.* Модель квантованного пространства-времени. //Классическая и квантовая теория гравитации. Минск.:Издат. Института физики АН БССР, 1976, с.57-58.
- [19] *Владимиров Ю.С.* К развитию учения о пространстве и времени //История и методология естественных наук. Сер.физ. М.:Издат. Московск. ун-та, 1981, вып. XXVI, с.76-90.
- [20] *Владимиров Ю.С.* Системы отсчета в теории гравитации. М.:Энергоиздат, 1982.
- [21] *Владимиров Ю.С., Мицкевич Н.В., Хорски Я.* Пространство, время, гравитация. М.: Наука, 1984.
- [22] *Владимиров Ю.С., Турыгин А.Ю.* Теория прямого межчастичного взаимодействия. М.: Энергоатомиздат, 1986.
- [23] *Владимиров Ю.С.* Размерность физического пространства-времени и объединение взаимодействий. М.: Издат. Моск. ун-та, 1987.
- [24] *Владимиров Ю.С.* Биспиноры и физическая структура ранга (3,3). //Вычислительные системы. Вып. 125. Новосибирск. Издат. Института математики Сиб. отд. АН СССР, 1988, с.42-60.
- [25] *Владимиров Ю.С.* Описание взаимодействий в рамках теории бинарных физических структур.//Там же, с. 61-87.

- [26] *Владимиров Ю.С.* Пространство-время: явные и скрытые размерности. М.: Наука, 1989.
- [27] *Владимиров Ю.С., Попов А.Д.* Многомерные модели физических взаимодействий типа теории Калуцы-Клейна. //Итоги науки и техники. Классич. теория поля и теория гравитации. Т.1. М.: ВИНТИ, 1991, с. 5-48.
- [28] *Владимиров Ю.С.* Фундаментальная физика и религия. М.: Изд-во "Архимед", 1993.
- [29] *Владимиров Ю.С.* Binary Geometrophysics: Space-Time, Gravitation. //Gravitation and Cosmology, Vol.1 (1995), N.3, 184-190.
- [30] *Гегель Г.* Лекции по философии религии.// Философия религии. Т.1. М.:Мысль, 1976, с. 205-530.
- [31] *Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое. М.: Наука, 1989.
- [32] *Горелик Г.Е.* Почему пространство трехмерно? М.: Наука, 1982.
- [33] *Гриб А.А.* Проблема инвариантности вакуума в квантовой теории поля. М.: Атомиздат, 1978.
- [34] *Григорьева Т.П.* Мудрецы, правители и мастера. //Сборник "Человек и мир в японской культуре". М.: Наука, 1985, с. 135-165.
- [35] *Данциг Д. ван (Van Dantzig D.)* On the relation between geometry and physics and the concept of space-time.- Funfzig Jahre Relativitatstheory. Konferenz Bern. Basel, 1955, Bd.1, S.569.
- [36] *Державин Г.Р.* Стихотворения. М.: Издат. Правда, 1983.
- [37] *Закон Божий.* (Объяснение символа веры, молитв и заповедей). Санкт-Петербург, 1913.
- [38] *Зыков М.Б.* О науке и ценностях в книге Эрвина Шредингера "Мой взгляд на мир". //Сборник "Наука и ценности". Новосибирск.: Наука (Сибирское отделение), 1987, с.224-241.

- [39] *Иваненко Д.Д.* Вступительная статья к сборнику "Нелинейная квантовая теория поля". М.: Издат. иностр. лит-ры, 1959, с.5-40.
- [40] *Каллош Р.Э.* Предисловие к сборнику "Введение в супергравитацию". М.: Мир, 1985, с.5-15.
- [41] *Калуца Т.* К проблеме единства физики. //Сборник "Альберт Эйнштейн и теория гравитации". М.: Мир, 1979, с. 529-534.
- [42] *Кант И.* Единственно возможное основание для доказательств бытия Бога. //Сочинения. Т.1. М.: Мысль, 1963, с. 391-508.
- [43] *Клейн Ф.* Элементарная математика с точки зрения высшей. II. Геометрия. М.: Наука, 1987.
- [44] *Клиффорд В.* О пространственной теории материи. //Сборник "Альберт Эйнштейн и теория гравитации". М.: Мир, 1978, с. 36-37.
- [45] *Клиффорд В.* Здравый смысл точных наук. //Сборник "Альберт Эйнштейн и теория гравитации". М.: Мир, с. 38-48.
- [46] *Коран.* М.: Издательство восточной литературы, 1963.
- [47] *Кулаков Ю.И.* Элементы теории физических структур [С дополн. Г.Г.Михайличенко]. Новосибирск.Издат.Новосиб.ун-та, 1968.
- [48] *Кулаков Ю.И.* О теории физических структур. //Записки научных семинаров ЛОМИ. Т.127. Ленинград. 1983, с. 103-151.
- [49] *Кулаков Ю.И., Сычева Л.С.* Теория физических структур как программа обоснования физики и как исследовательская программа в математике. //Исследовательские программы в современной науке. Новосибирск. Наука, 1987, с. 99-120.
- [50] *Кулаков Ю.И.* Сотворение мира как акт материализации физических структур. //Материалы международного семинара "Проблема первоначала мира в науке и теологии." Санкт-Петербург,1991,с.22.

- [51] Кулаков Ю.И., Владимиров Ю.С., Карнаухов А.В. Введение в теорию физических структур и бинарную геометрофизику. М.: Архимед, 1992.
- [52] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1973.
- [53] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. М.: Гос. издат. физ-мат. лит., 1963.
- [54] Лев В.Х. Бинарная физическая структура ранга (3,3). //Вычислительные системы. Вып.101. Новосибирск. Издат. Института математики Сиб. отд. АН СССР, 1984, с. 91-113.
- [55] Лейбниц Г.В. Свидетельство природы против атеистов. //Сочинения. Т.1. М.: Мысль, 1982, с. 78-84.
- [56] Лейбниц Г.В. Монадология. //Сочинения. Т.1. М.: Мысль, 1982, с.413-429.
- [57] Лейбниц Г.В. Переписка с Кларком. //Сочинения. Т.1. М.: Мысль, 1982, с.430-528.
- [58] Лейбниц Г.В. Рассуждение о метафизике. //Сочинения. Т.4. М.: Мысль, 1982, с. 125-163.
- [59] Ленин В.И. Материализм и эмпириокритицизм. //Сочинения. 4 издан. Т.14.
- [60] Ленин В.И. А.М.Горькому. //Сочинения. 4 издан. Т.35. М.: Политиздат., 1951, с.92-94.
- [61] Ливанова А. Три судьбы. Постигание мира. М.: Знание, 1969.
- [62] Логунов А.А. Лекции по теории относительности и гравитации. М.: Наука, 1987.
- [63] Ломоносов М.В. Стихотворения. Сер.Поэтическая Россия. М.: Сов. Россия, 1984.
- [64] Львов В.Л. Эйнштейн. М.: Издат.Молодая гвардия, 1959.382с.54.
- [65] Мах Э. Механика. Историко-критический очерк ее развития. //Сборник "Альберт Эйнштейн и теория гравитации". М.: Мир, 1979, с.49-72.

- [66] *Мах Э.* Познание и заблуждение. М.: Издат. С.Скирмунта, 1909.
- [67] *Мень А.* История религии (В поисках пути, истины и жизни). Т.1. М.: Изд-во Сов-Брит. совм. предприятия "Слово", 1991.
- [68] *Мизнер Ч., Уилер Дж.* Классическая физика как геометрия. //Уилер Дж. "Гравитация, нейтрино и Вселенная". М.:Издатиностр.лит.,1962, с.217-332.
- [69] *Михайличенко Г.Г.* Канд.дисс. Решение некоторых функциональных уравнений, связанных с понятием физического закона. Новосибирск, НГУ, 1973.
- [70] *Мостепаненко А.М., Мостепаненко М.В.* Четырехмерность пространства и времени. М.; Л.: Наука, 1966.
- [71] *Нарликар Дж.В.* Инерция и космология в теории относительности. //Сборник "Астрофизика, кванты и теория относительности". М.:Мир, 1982, с.498-534.
- [72] *Нелинейная квантовая теория поля.* М.: Издатиностр.лит-ры, 1959.
- [73] *Ньюэлл А.* Солитоны в математике и физике. М.: Мир, 1989.
- [74] *Пенроуз Р.* Структура пространства-времени. М: Мир, 1972.
- [75] *Пенроуз Р., Риндлер В.* Спиноры и пространство-время. Т.1,2. М.: Мир, 1987. 1988.
- [76] *Планк М.* Единство физической картины мира. М.:Наука, 1966.
- [77] *Пуанкаре А.* Последние мысли.//0 науке.М.:Наука, 1983, с. 405-520.
- [78] *Пятикнижие Моисеево* (С дословным русским переводом О.Н.Штейнберга). М.: Издание фототипное. Религиозное общество Московской хоральной синагоги, 1979.
- [79] *Рашевский П.К.* Риманова геометрия и тензорный анализ. М.:Наука, 1967.
- [80] *Рид К.* Гильберт. М.: Наука, 1977.

- [81] *Риман Б.* Сочинения. М.-Л.: ОГИЗ ГИТТЛ, 1948.
- [82] *Риман Б.* О гипотезах, лежащих в основании геометрии. //Сборник "Альберт Эйнштейн и теория гравитации". М.: Мир, 1979, с.18-33.
- [83] *Румер Ю.Б.* Спинорный анализ. М.: ОНТИ, 1936.
- [84] *Рязанов Г.В.* Путь к новым смыслам. М.: 1993.
- [85] *Салам А.* Введение к сборнику "Введение в супергравитацию", М.: Мир, 1985, с.16-18.
- [86] *Сахаров А.Д.* Научные труды. Сборник. М.: АОЗТ "Издательство ЦентрКом", 1995.
- [87] *Синг Дж.* Общая теория относительности. М.: Издат. иностран.лит-ры, 1963.
- [88] *Скоробогатько В.Я., Фешин Г.Н., Пелых В.А.* N-точечная геометрия типа Евклида. //Математические методы и физико-механические поля: Респ. межвед. сборник. Киев. Наукова думка, 1975, вып.1, с.5-10.
- [89] *Скоробогатько В.Я.* Дивлюсь на світ як математик. Львів: Видавнича фірма "Афіша", 1994.
- [90] *Советский энциклопедический словарь.* М.: Советская Энциклопедия, 1988.
- [91] *Соловьев В.С.* Сочинения в 2 томах. Т.2. М.: Правда, 1989. .
- [92] *Сонин А.С.* Совещание, которое не состоялось. //Природа, N. 3, 4, 5, 1990.
- [93] *Станюкович К.П., Мельников В.Н.* Гидродинамика, поля и константы в теории гравитации. М.: Энергоатомиздат, 1983.
- [94] *Твисторы и калибровочные поля.* М.: Мир, 1983.
- [95] *Толстой Л.Н.* //Разум сердца. М.: Издат. политич. лит., 1989.
- [96] *Уилер Дж.А., Фейнман Р.П.* (Wheeler J.A., Feynman R.P.) Interaction with the absorber as the mechanism of radiation. //Rev. Mod. Phys., 1945, vol. 17, p. 157-181.

- [97] Уилер Дж. Гравитация, нейтрино и Вселенная. М.: Издат. иностр. лит-ры, 1962.
- [98] Уитроу Дж. Естественная философия времени. М.: Прогресс, 1964.
- [99] Уэст П. Введение в суперсимметрию и супергравитацию. М.: Мир, 1989.
- [100] Фейнман Р. Пространственно-временной подход к нерелятивистской квантовой механике. // Вопросы причинности в квантовой механике. М.: Издат.иностр.лит., 1955, с. 167-207.
- [101] Фейнман Р. Нобелевская лекция. Разработка квантовой электродинамики в пространственно-временном аспекте. //Фейнман Р. Характер физических законов. М.: Мир, 1968, с. 193-231.
- [102] Фейнман Р., Лейтон Р., Сендс М. Фейнмановские лекции по физике. Т.3. М.: Мир, 1965.
- [103] Физика XIX-XX в.в. (в общенаучном и социокультурном контекстах). М.: Наука, 1995.
- [104] Философия естествознания. М.: Издат.политич.лит., 1966.
- [105] Фок В.А. Об основных принципах теории тяготения Эйнштейна. //Сборник "Современные проблемы гравитации". Тбилиси. Издат. Тбилисск. ун-та, 1967, с. 5-11.
- [106] Фок В.А. Квантовая физика и философские проблемы. //Сборник "Физическая наука и философия". М.:Наука, 1973, с. 55-77.
- [107] Франк С.Л. Философия и религия. //Сборник "На переломе" (Философские дискуссии 20-х годов). М.: Издат. полит. лит-ры, 1990.
- [108] Френкель Я.И. Мистика мирового эфира. // На заре новой физики. Ленинград. Наука, 1970.
- [109] Хенль Г. К истории принципа Маха. //Эйнштейновский сборник-1968. М.: Наука, 1968, с. 258-285.

- [110] *Хойл Ф., Нарликар Дж.* (Hoyle F., Narlikar J.B.) Action at a distance in physics and cosmology. San Francisco: W.H. Freeman and Comp., 1974.
- [111] *Хокинг С.* // Наука и религия, 1990, N 6, с. 26.
- [112] *Циммерман Е.* (Zimmerman E.J.) The macroscopic nature of space-time. // Amer. J. Philos., 1962, vol. 30, p. 97-105.
- [113] *Шикин Г.Н.* Автореферат докторской диссертации "Точно решаемые модели систем взаимодействующих полей в теории гравитации". М.: Физический факультет МГУ, 1985.
- [114] *Шеллинг В.* Философия искусства. М.: Мысль, 1966.
- [115] *Шестов Л.И.* Признавал ли хоть один философ Бога? // Сборник "На переломе" (Философские дискуссии 20-х годов). М.: Политиздат, 1990.
- [116] *Шмутцер Э.* Теория относительности. Современное представление. М.: Мир, 1981.
- [117] *Шредингер Э.* (Schrodinger E.) My view of the world. Cambridge, 1964.
- [118] *Эддингтон А.С.* (Eddington A.S.) Fundamental theory. N.Y.: Cambridge Press, 1946.
- [119] *Эйнштейн А.* Принципиальное содержание общей теории относительности. // Собрание научных трудов. Т.1. М.: Наука, 1965, с. 613-615.
- [120] *Эйнштейн А.* Об эфире. // Собрание научных трудов. Т.2. М.: Наука, 1966, с. 154-160.
- [121] *Эйнштейн А.* Физика и реальность. М.: Наука, 1965.
- [122] *Эйнштейн А.* Автобиографические заметки. // Собрание научных трудов. Т.4. М.: Наука, 1967, с. 259-293.
- [123] *Энциклопедический словарь.* М.: Гос. научн. издат. "Большая советская энциклопедия", 1955.

Научное издание

Юрий Сергеевич Владимир

"Фундаментальная физика, философия и религия"

н/и

В печать 17.05.96. Печать офсетная
Бумага офсетная №1. Формат 60х90/16
Печ. л. 14,5. Уч. изд. л. 14. Тираж 500 экз.

**Издательство Международного инновационно-
исследовательского центра альтернативных
образовательных и социальных технологий**
ЛР №064249 от 06 октября 1995 г.
Россия, 156016, г.Кострома, а/я 92

Типография "Нефтяник" Зак. 681