

Сканирование и форматирование: Янко Слава (Библиотека Fort/Da) || slavaaa@yandex.ru || yanko_slava@yahoo.com || <http://yanko.lib.ru> || Исq# 75088656 ||
Библиотека: <http://yanko.lib.ru/gum.html> || Номера страниц - вверху.
[Электронное оглавление в конце эл.книги.](#)

Без замены: font Cambria Math: M_{\odot} на M_{\bullet}

update 29.08.06



М. П.Хван
**НЕИСТОВАЯ
ВСЕЛЕННАЯ**
От Большого взрыва
до ускоренного
расширения
От кварков до суперструн



ББК 22.6 87.22

Хван Максим Петрович**Неистовая Вселенная: От Большого взрыва до ускоренного расширения, от кварков до суперструн.** — М.: ЛЕНАНД, 2006. — 408 с.

ISBN 5-9710-0059-4

Книга «Неистовая Вселенная» состоит из трех разделов и восьми глав. В первом разделе — «От частиц к суперструнам» — рассматриваются проблемы рождения нашей Вселенной в результате Большого сингулярного взрыва и реконструкции локальных калибровочных теорий в физике элементарных частиц (ФЭЧ); необходимость перехода от физики частиц к теории суперструн объясняется тем обстоятельством, что стандартная модель ФЭЧ оставляет в стороне гравитационное взаимодействие.

Во втором разделе — «От звезд к черным дырам» — подробно исследуется финальная стадия эволюции звезд — белых карликов, нейтронных звезд, черных дыр, сверхмассивных черных дыр в ядрах активных галактик, а также квазаров.

В третьем разделе — «От тяготения к антитяготению» — исследуется открытие в самом конце прошлого века (в 1998-1999 гг.) космического вакуума как антигравитации, которая является причиной ускоренного расширения нашей Вселенной.

Анализ фундаментальных научных достижений в физике частиц, астрофизике и космологии сделан через методологическую призму нелинейной динамики с помощью таких категорий, как энтропия, диссипация и диссипативные структуры; хаос и порядок, турбулентность и аттракторы (странные и фрактальные); бифуркация и катастрофа и т.д.

Книга вызовет интерес как у философов и специалистов естественно-научных дисциплин, так и у широкого круга читателей.

Текст опубликован в авторской редакции.

ООО «ЛЕНАНД». 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, д. 11А, стр. 11.

Подписано к печати 10.02.2006 г. Формат 70х 100/16. Тираж 2000 экз. Печ. л. 25,5.

Зак. № 124.

Отпечатано с готовых диапозитивов в ПФ «Полиграфист». 160001, г. Вологда, ул.

Челюскинцев, 3.

© М. П. Хван, 2006

ISBN 5-9710-0059-4



ДИСТРИБЬЮТОР научной И УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

E-mail: URSS@URSS.ru

Тел./факс: 7 (495) 135-42-16 Тел./факс: 7 (495) 135-42-46 Каталог изданий в Интернете:

URSS <http://URSS.ru>

Оглавление

Введение.....	5
---------------	---

Раздел I

От частиц к суперструнам

Глава 1. Рождение Вселенной и модели	8
§ 1. Вселенная А.Фридмана	8
§ 2. Большой взрыв горячей Вселенной Гамова	26
§ 3. Энтропийно-турбулентная космология И. Пригожина	43
§ 4. Сингулярная космология	45
§ 5. Инфляционная стадия Вселенной	54
§ 6. Барионная материя как антиколлапсирующая материя	64
Глава 2. Реконструкция калибровочных теорий в ФЭЧ	75
§ 1. Электрослабая теория.....	75
§ 2. Реконструкция КХД (квантовой хромодинамики)	85
§ 3. Теория Большого объединения (ТБО).....	109
§ 4. Асимметрия Вселенной.....	127
Глава 3. Теория суперструн как теория всего сущего (ТВС)	147
§ 1. Теория всего сущего (ТВС)	147
§ 2. Необходимость перехода от частиц к суперструнам.....	158
§ 3. Амбициозность суперструнных теорий.....	175
§ 4. Философия суперструнной теории	181

Раздел II

От звезд к черным дырам

Глава 4. Белые карлики	191
§ 1. Белые карлики.....	191
Глава 5. Пульсары как нейтронные звезды	200
§ 1. Пульсары как нейтронные звезды.....	200
<i>а. Взрыв сверхновой</i>	200
<i>б. Нейтронные звезды</i>	206

<i>в. Пульсары</i>	209
<i>г. Нейтронное вещество как сверхплотное в жидкой сфере</i>	212
§2. Экстремальные состояния вещества (ЭСВ)	219
§ 3. Виды проявления нейтронных звезд	223
<i>а. Барстеры</i>	223
<i>б. Рентгеновские пульсары</i>	232
<i>в. Радиопульсары</i>	236
Глава 6. Черные дыры	245
§ 1. Общая теория относительности (ОТО)	245
§2. Модели черных дыр	249
<i>а. Шварцшильдовская модель как сферически-симметричная и статическая черная дыра</i>	249
<i>б. Модель Ньюмена—Керра как заряженная и вращающаяся черная дыра</i>	251
<i>в. Теорема Пенроуза</i>	256
<i>г. Теорема Хокинга</i>	259
§ 3. Гравитационный радиус как горизонт событий	262
§ 4. Законы физики черных дыр	272
§ 5. Внутреннее подобие законов физики черных дыр и термодинамики	280
§ 6. Эффект Хокинга	286

Раздел III

От тяготения к антитяготению

Глава 7. Крупномасштабная структура Вселенной (КМС)	298
§ 1. Галактики	300
§ 2. Нелинейность эволюции Вселенной	306
§3. Скопления галактик	316
§ 4. Открытие крупномасштабной структуры Вселенной и сверхскопления	323
§ 5. «Темная материя»	330
§ 6. Большое сжатие	345
Глава 8. Вселенная как единство вещественной и космически вакуумной сфер	359
§ 1. Космический вакуум как антитяготение	359
§ 2. Вещественная космическая сфера Вселенной	371
§ 3. Антитяготение как вакуумная сфера Вселенной	376
§ 4. Ускоренное расширение Вселенной	385
§ 5. Динамика расширения Вселенной	388

Заключение 400

Литература402

Эпилог407

С любовью посвящаю моей жене Тамаре,
детям Анатолию и Татьяне,
внучкам Нисо и Мухарам.

Благодарный Максим, папа, бабушка

Введение

Во второй половине XX века в физике элементарных частиц, астрофизике и космологии были сделаны великие открытия. В физике частиц было осуществлено Большое объединение трех взаимодействий — электромагнитных, слабых и сильных кварк-глюонных цветных; в астрофизике достигнуто существенное прояснение финальной стадии эволюции звезд — белые карлики, пульсары как нейтронные звезды, черные дыры, а также сверхмассивные черные дыры в ядрах активных галактик; в космологии открытие космического вакуума с антигравитацией в самом конце прошлого века (1998-1999) стало выдающимся событием: космический вакуум как антигравитация является физической причиной ускоренного и бесконечного расширения Вселенной.

При всех революционных достижениях в физике частиц, астрофизике и космологии остаются нерешенными фундаментальные проблемы философии и естественных наук:

- 1) Большое объединение как стандартная модель физики элементарных частиц (ФЭЧ) оставляет в стороне от объединительного процесса гравитацию;
- 2) Общая теория относительности (ОТО) Эйнштейна как классическая теория неизбежно приводит к сингулярности в черных дырах как точке бесконечной плотности материи и искривления внутрь пространства-времени;
- 3) не выяснена и не понята природа ни «темного вещества», ни космического вакуума как антитяготения.

Поэтому в данной работе выдвинуто предположение, что на ультрамикроскопическом уровне квантовых флуктуаций и при планковском масштабе длины $l_{pl} = 10^{-33}$ см фундаментальной теорией может стать теория суперструн как основополагающая для решения проблемы гравитации сингулярности, природы «темного вещества» и др. С другой стороны, в области естествознания происходит создание новой нелинейной динамики, включающей теорию хаоса Э. Лоренца, синергетику как теорию самоорганизации Г. Хакена и И. Пригожина и фрактальную геометрию Бенуа Мандельброта. Рождение Вселенной в результате Большого взрыва, ее становление и эволюция в микрозернистых, мелкозернистых и крупнозернистых структурных образованиях являются по сути своей нелинейными процессами, связанными с бифуркационными катастрофами, хаосом и порядком, турбулентностью и аттракторами (странными и фрактальными), диссипацией и диссипативными

структурами, симметрией, асимметрией и спонтанным нарушением симметрии (СНС), коллапсом, реколлапсом и антиколлапсом, сингулярностью, Большим взрывом и Большим сжатием.

В настоящей книге предпринята попытка философского осмысления и понимания значимости и смысла великих достижений и открытий в физике частиц, астрофизике и космологии на основе идей, принципов и законов нелинейной динамики. Современное философское прояснение и осмысление этих достижений возможно и осуществимо через методологическую призму нелинейной динамики (рис. 1).

В разделе II «От звезд к черным дырам» в философском аспекте исследуется финальная стадия эволюции звезд — белых карликов, нейтронных звезд, черных дыр (звездных) и сверхмассивных черных дыр в ядрах активных галактик. Показана доминирующая и решающая роль коллапса как катастрофического гравитационного сжатия.



Книга состоит из трех разделов. В разделе I «От частиц к суперструнам» рассматривается проблема барионной материи: осуществлена философская реконструкция теории барионной материи — электрослабой, КХД (квантовой хромодинамики) и стандартной модели ФЭЧ — и подчеркнута основополагающая роль симметрии и спонтанного нарушения симметрии (СНС) как фундаментальных системообразующих и структурообразующих принципов в построении всех теорий барионной материи.

В разделе III «От тяготения к антитяготению» исследуется крупномасштабная структура Вселенной, состоящей из галактик, скоплений галактик и сверхскоплений. Подчеркнута антиномичность крупномасштабной структуры Вселенной, которая проявляется, с одной стороны, в удалении галактик и их скоплений друг от друга, а с другой — в их сближении, определяемом локальным гравитационным полем, индикатором которого является пекулярная скорость.

Книга заканчивается рассмотрением проблемы космического вакуума с его антитяготением, антигравитацией как физической причиной ускоренного и бесконечного расширения нашей Вселенной.

Основными идеями книги являются:

- 1) замена философии частиц философией суперструн;
- 2) идея множественности вселенных и отказ от идеи единственности нашей Вселенной во всем мироздании как Мега-Вселенной;
- 3) замена линейной традиционной философии нелинейной философией, основанной на новом категориальном аппарате суперпринципов, суперзаконов и суперкатегорий, вытекающих из философского понимания и осмысления великих достижений в физике частиц, астрофизике и космологии через методологическую призму нелинейной динамики — теории хаоса, синергетики и фрактальной геометрии.

Выражаю глубокую благодарность авторам-ученым, труды которых служили для меня вдохновляющим и стимулирующим источником в философском осмыслении фун-

даментальных проблем в физике частиц, астрофизике, космологии, а также в нелинейной динамике теории хаоса, самоорганизации и фрактальной геометрии: Стивену Хокингу, Роджеру Пенроузу, Брайану Грину, Стивену Вайнбергу, Шелдону Глэшоу, Мюррею Гелл-Манну, Я. Б. Зельдовичу, И. Д. Новикову, А. А. Старобинскому, Л. Б. Окуню, М. В. Сажину, Ю. М. Черепашуку, А. Д. Чернину, И. Р. Пригожину, Герману Хакену, Бенуа Мандельброту и многим другим.

Также выражаю признательность ректору РУДН проф. В. М. Филиппову, проректору проф. А. П. Ефремову, декану факультета гуманитарных и социальных наук проф. Н. С. Кирабаеву, зав. кафедрой онтологии и теории познания проф. В. М. Найдышу за предоставленные мне прекрасные условия для творческой работы над книгой.

Особую признательность хочу выразить Нине Самбу за ее профессиональный набор в течение пяти лет моей работы и терпение в разгадке моих почерков-каракулей.

Эта книга является также результатом более чем сорокалетнего чтения спецкурса по «Проблемам симметрии (и СНС) в физике элементарных частиц» студентам-выпускникам 5-го курса — физикам, математикам и химикам — факультета физико-математических и естественных наук Российского университета дружбы народов.

Раздел I. ОТ ЧАСТИЦ К СУПЕРСТРУНАМ

Большой взрыв Гамова — самый драгоценный камень в короне современной космологии.

Важны не вещи, а принципы симметрии.

Нобелевский лауреат

С. Вайнберг

Сущность материи не в стабильности, а в нестабильности.

Нобелевский лауреат Ш. Глэшоу

Глава 1. Рождение Вселенной и модели

§ 1. Вселенная А. Фридмана

Проблема рождения Вселенной — извечная философская проблема, которая уже несколько веков стала научной, физико-математической проблемой. Рождение Вселенной — это не только философская и научная физико-космологическая проблема: рождение Вселенной — проблема уникального человеческого мышления и бытия. Поэтому она и была фундаментальным объектом пристального внимания мифологии и религии. Вселенная, ее рождение и становление были всегда в центре внимания как архаичных людей, так и людей Древнего Востока (Индия и Китай), а также греков в античном мире. Можно просто здесь констатировать тот факт, что в мифах и в религиозных учениях народов Древнего мира Востока и Запада всегда в центре интуиции и размышления стоял вопрос о рождении (или творении) Вселенной (Космоса — неба и Земли).

Не входя здесь в длительное рассмотрение мифологических представлений о рождении Вселенной, можно подчеркнуть следующее: во всех мифах народов мира всех континентов (Азия, Африка, Америка, Австралия, Европа, Средиземноморье и т. д.)

наблюдается удивительная повторяемость при всех специфических формах проявления духовного начала как мифологического прозрения о рождении (или творении) Вселенной. Как отмечает Мирча Элиаде в своих многочисленных трудах по мифологии и истории религий всех народов мира, в мифах и религиозных воззрениях всех народов всех континентов центральным объектом их интуитивного и мистического прозрения и откровения был вопрос о рождении (или творении) Вселенной: рождение (или творение) Вселенной было ключевым вопросом мифологии и религии. Почему вопрос о Вселенной был для них ключевым? Потому что вопрос о рождении Вселенной для архаичных людей как носителей мифа не был прежде всего космологическим, а антропологическим: он был антропологическим, т. е. смыслообразующим человеческое бытие вопросом. Космос для них был объектом самопознания, самоопределения и самоутверждения в мире хаоса и неопределенности.

Так, Мирча Элиаде в своих трудах показывает на основе исследования колоссального множества свидетельств, источников, символов, ритуалов, инициации, посвящения и т. д., что вопрос о рождении (или творении) Вселенной у всех народов традиционной культуры был вопросом смыслообразующим, т. е. он имел для них прежде всего не познавательный истинный смысл, а познавательный ценностный характер. Именно поэтому мы считаем за Мирчей Элиаде, что вопрос о рождении Вселенной для мифологически мыслящих архаичных людей был вопросом прежде всего не космологическим, а антропологическим.

Архаичные люди в Космосе искали опору для самоопределения и самоутверждения в этом мире хаоса и неопределенности.

Современная постановка вопроса о рождении Вселенной принципиально отличается от его мифологической постановки: современная постановка вопроса о рождении Вселенной есть научно-космологическая и физическая проблема поиска не ценностного смысла, а истинно-познавательного знания о рождении Вселенной. Однако это ни в какой мере не означает и не может означать, что современных ученых (физики-астрономы и космологи-физики) не интересует проблема ценностного смысла в познании мироустройства: современная астрофизика и космология элементарных частиц своей направленностью нацелены, прежде всего, на решение чисто научно-исследовательских задач и проблем в поисках истинного знания исследуемых вещей во Вселенной.

А в чем смысл и задача философии? Смысл и задача философского рассмотрения состоят в том, чтобы на основе философского осмысления научной истины рождения Вселенной понять ценностный смысл человеческого бытия в этом мироустройстве космоса и социума: философское значение проблемы рождения Вселенной заключается в интерпретации истинного научного знания о рождении Вселенной и в поисках ценностного смыслообразующего человеческого бытия феномена: философия есть интерпретация значимости и понимания ценности и смысла научной истины. Современная философия не должна претендовать на единоличное добывание научной истины: ее задача не в получении ее, а в строгом истолковании (т. е. интерпретации) ее, в раскрытии и установлении общего философского смысла истинного научного знания: современная философия не должна претендовать на роль научного мышления и познания научной истины. У нее свой собственный ракурс в познании ее: он заключается в установлении и раскрытии значения (философского), понимании смысла и ценности научных истин для человеческого бытия в этом мироустройстве космоса, биосферы и ноосферы. Мне представляется, такая роль современной философии нис-

олько не должна умалять все величие философии как миропонимания, мышления и познания: смысл человеческого бытия заключается в понимании истины и ценности в их взаимодополнительности и единстве. Безусловно, под ценностью мы понимаем самые различные формы ценности — морально-нравственные, экзистенциальные (честь, свобода, совесть, достоинство, любовь и т. д.), религиозные, эстетические, художественные, а также социальные, политические, экономические и т. д. Одним словом, под ценностью мы понимаем самый широкий спектр духовных и материальных ценностей, созданных человеческим духом, энергией и силой и создаваемых людьми своим трудом, разумом и волей.

А разве истина науки сама по себе не ценна? Истина науки также ценна: она имеет в конечном счете ценностный смысл. Поэтому все, что мы рассматриваем в нашей работе — научная истина, и потому оно является и предметом и философского размышления, и разума.

После окончательного формулирования общей теории относительности (1915) А. Эйнштейн построил на основе ОТО космологическую модель Вселенной (1917): Вселенная Эйнштейна была стационарной. В целом Вселенная Эйнштейна находилась в статическом, неподвижном состоянии: она не расширялась и не эволюционировала в целом, хотя внутри нее происходят и могут происходить какие-то движения и изменения.

Таковым было реальное положение в космологии до начала двадцатых годов XX в., эта космологическая стационарность эйнштейновской Вселенной была подвергнута молодым ленинградским физиком-математиком А. А. Фридманом революционному пересмотру: в своих статьях в 1922-1924 гг. А. Фридман обосновал свое учение о расширении и эволюции Вселенной.

Стационарность означает отсутствие систематических движений крупномасштабных и крупнозернистых структурных образований Вселенной, т. е. систематических движений галактик.

Второе обстоятельство, на что мы обратим внимание, — Вселенная де Ситтера: Вселенная де Ситтера есть пустое пространство Вселенной. Отличие фридмановской Вселенной от Вселенной де Ситтера заключается в том, что она наполнена веществом.

Итак, Вселенная Фридмана есть Вселенная, заполненная материей и расширяющаяся. Поэтому судьба фридмановской Вселенной находится в зависимости от плотности вещества во Вселенной и скорости ее расширения. Возможны здесь три сценария эволюции фридмановской Вселенной:

1. $K = 0$, т. е. кривизна пространства Вселенной равна нулю, тогда эволюция ее в дальнейшем бесконечна: пространство, кривизна которого равна нулю, есть евклидовское пространство, т. е. плоское.
2. Когда $K < 0$, т. е. кривизна пространства меньше нуля, т. е. отрицательная кривизна пространства Вселенной: тогда бесконечно будет продолжаться расширение Вселенной. Отрицательная кривизна пространства есть пространство седлообразное.

Таким образом, при кривизне пространства, равной нулю, и при отрицательной кривизне эволюция Вселенной будет продолжаться бесконечно.

3. Когда $K > 0$, т. е. положительная кривизна пространства Вселенной. Суть положительной кривизны пространства заключается в том, что при положительной кривизне, т. е. при плотности вещества во Вселенной, превосходящей критическое значение средней плотности материи во Вселенной, расширение Вселенной

может замедлиться и в конце концов остановиться, а затем может начаться сжатие (т. е. коллапс) Вселенной.

Следовательно, по третьему сценарию модели фридмановской Вселенной расширение Вселенной может смениться сжатием, т. е. гравитационным коллапсом. Поэтому Вселенная возвратится к своему исходному началу Большого взрыва, т. е. сингулярной точке бесконечной плотности вещества Вселенной и искривления пространства-времени.

Масштабирование

Само структурирование Вселенной подчинено фрактальному закону масштабирования: образование любой структуры во Вселенной — микроскопической, или макроскопической, или крупномасштабной космической — подчиняется фрактальному закону масштабирования.

Масштабирование как фрактальный закон есть фундаментальный закон самоорганизации и самоструктурирования материи во Вселенной. При этом масштабирование мы понимаем не только в пространственном, но и во временном смысле, т. е. исходим из единого пространства-времени как целого. Поэтому масштабирование есть единый пространственно-временной закон самоорганизации и самоструктурирования материи: любая структура и пространственна, и временна. Иными словами, она по своей сути и природе подчиняется и пространственному, и временному масштабированию: масштабирование как пространственно-временной закон всего сущего во Вселенной есть фундаментальный и неотъемлемый способ бытия самоорганизующейся и самоструктурирующейся материи. Материи как самоорганизующейся и самоструктурирующейся объективной физической реальности имманентно присуще внутреннее масштабирование, которое является фундаментальным законом способа пространственно-временного существования всех и любых вещей как структурных целостных образований: без масштабирования поэтому не существует и не может существовать ни самоорганизация, ни самоструктурирование материи вообще: в самоструктурировании вещей всегда и везде участвует великая и неуничтожимая философская триада материи, пространства и времени как единое и неразрывное целое.

Мир элементарных частиц масштабирован точно так же, как атомарный мир и мир молекулярный, но они подчиняются своим собственным специфическим закономерностям пространственно-временного масштабирования как объективным способам их существования, рождения и уничтожения.

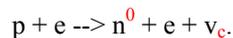
В мире элементарных частиц существует три класса их:

- 1) короткоживущие частицы: к ним относятся нестабильные, быстрораспадающиеся странные частицы;
- 2) виртуальные, время жизни которых порядка 10^{-24} с;
- 3) стабильные, долгоживущие: к ним относятся прежде всего протон, электрон и др.

Мы остановимся только на рассмотрении последних, долгоживущих, частиц — протона и электрона, философское значение которых во всем мироздании Вселенной трудно переоценить, ибо вещество во Вселенной состоит из 75 % атомов водорода и 23 % атомов гелия, атомы которых состоят из протонов и электронов: протоны и электроны — основные частицы, из которых состоят атомы водорода и атомы гелия.

Проблема стабильности протона — это очень сложный и пока до конца не решенный вопрос. Во-первых, стандартная модель ФЭЧ — $SU(5)$ — предсказывает возможность распада протона. Ведь проблема стабильности протона — это проблема стабильности вещества во Вселенной, проблема стабильности самой нашей Вселенной; во-вторых, проблема стабильности протона — это очень трудная и сложная экспериментальная проблема ее проверки: в одной тонне вещества содержится 10^{29} нуклонов, из них в течение 10 лет может распасться только один протон. Поэтому совершенно неслучайно то обстоятельство, что до сего времени в экспериментах не удалось фиксировать ни одного случая распада протона, несмотря на то, что поиски распада протона ведутся во многих странах мира. В-третьих, теоретические модели предсказывают время жизни протона 10^{32} с, а все экспериментальные наблюдения показывают необходимость увеличения срока жизни протона еще на три порядка — 10^{35} с.

Поэтому, как видим, пространственно-временной масштаб как закономерный способ бытия протона имеет фундаментальное философско-мировоззренческое значение: с пространственно-временным масштабированием связано само миропонимание о стабильности (или нестабильности) материи вообще и, следовательно, Вселенной. Видимо, наше счастье, что протон является «долгожителем» во Вселенной: он является основным строительным материалом видимого вещества (т. е. барионической материи как видимой, светящейся). Мы уже не говорим, каким ядерным топливом является протон для термоядерных процессов, происходящих в недрах звезд в ядерном котле: в недрах нашей звезды Солнца каждую секунду 600 т водорода превращается в гелий. А в более массивных звездах, чем наше Солнце, каждую секунду миллионы тонн водорода превращаются в гелий. В недрах звезд под действием силы тяготения при температуре, достигающей более 10 миллионов градусов, атомы водорода разрушаются, и происходят столкновения протона с электроном, которые порождают нейтрон, распадающийся на электрон и электронное антинейтрино, которые, захватив часть энергии, сразу же покидают звезду:



Эти реакции замечательны тем, что в них участвуют, так или иначе, все четыре типа взаимодействий:

- 1) сила гравитации;
- 2) сильное взаимодействие (как адронное, так и кварк-глюонное);
- 3) слабое взаимодействие как распад нейтрона и образование нейтрино;
- 4) электромагнитное взаимодействие — е.

Таково философско-мировоззренческое значение пространственно-временного масштаба протона как способа его существования, его рождения и гибели.

Водород и гелий участвуют в образовании крупномасштабной структуры Вселенной: крупномасштабные газовые облака, как «блины», под действием силы тяготения фрагментируют (дробятся) на более мелкие объекты (галактики), которые объединяются в скопления и сверхскопления галактик. С точки зрения фрактального масштабирования важно и существенно то, что эти «блинные» газовые облака обладают ячеистой структурой, подобной «пчелиным сотам», на стенках которых (т. е. «блинах»), как отмечает академик Я. Б. Зельдович, сосредоточена большая доля вещества, а между «блинами» — темные пространственные пустоты, природа и свойства которых остаются загадочными и все еще неразгаданными: «блины» обладают выражен-

ным пространственно-временным масштабом (т. е. размерностью), темные пустоты, разделяющие «блины», — также определенным пространственно-временным масштабом.

Фрактальное масштабирование не тождественно просто пространственно-временному масштабу, а является оно более глубоким, всеобщим понятием, учитывающим все тонкие детали, извилины, зигзаги, комки и комочки и бугры, которые в своей сложной совокупности создают прекрасные формы красоты в мире, являющиеся предметом нашего созерцания и бескорыстного восхищения, видя вершины гор и горные скалистые хребты-утесы, а также ландшафт, в котором сочетается зеленая долина с лесистыми деревьями, полноводная река с ее извилистыми берегами и скалистыми утесами, устремленными в небеса, а также портовый город моряков и рыбаков, расположенный на берегу этой полноводной и судоходной реки, и т. д. Поэтому фрактальное масштабирование — размерность пространственно-временная, представляющая всю палитру многоцветия красоты и совершенства творений природы во Вселенной. Фрактальная геометрия Мандельброта не тождественна геометриям Евклида и Римана и не сводима к ним: геометрия Евклида и римановская геометрия, при всей фундаментальной материалистической (а также физической) значимости, суть великие идеализации, абстрагирующиеся от «мелочных деталей» — бугров, извилин, комков и комочков, зигзагов и неровностей и т. д.

Фрактальная геометрия Мандельброта в философском ракурсе ближе к действительной реальности, ибо она, с одной стороны, схватывает все «детали» и «мелочи» творения природы, а с другой — фиксирует, через призму этих запутанных деталей и мелочей творений природы, общую фундаментальную закономерность — масштабное самоподобие явлений природы как инвариант, регулярно повторяющийся при всей изменчивости феноменов во Вселенной. Масштабное самоподобие (не внешнее, а внутреннее) как инвариантная повторяемость всех и любых явлений в природе и космосе — самое выдающееся открытие в фрактальной геометрии Мандельброта: масштабное самоподобие как универсальный закон явлений природы и космоса характерно всему и всякому бытию материи.

Масштабное самоподобие как закон сущего бытия материи выступает в качестве всякого структурирования во Вселенной (как микроструктурирования и макроструктурирования, так и крупномасштабной структуры Вселенной).

Итак, космологическое расширение Вселенной как результат Большого взрыва сингулярности есть не только пространственно-временное растягивание Вселенной, но и структурирование самой Вселенной: само это структурирование как следствие процессов возмущений (как малых в радиационно-доминированной фазе, так и в фазе крупномасштабно-вещественной) есть процесс перехода от однородности и изотропии пространства Вселенной к неоднородности и анизотропии. Обнаружение крупномасштабной структуры Вселенной как состоящей из скоплений галактик и сверхскоплений, в состав которых входят сотни тысяч галактик и больше, явилось важным доказательством неоднородности нашей Вселенной в пределах 200—300 Мпк (1 парсек равен 2,4 световых года). Следовательно, по мере космологического расширения Вселенная стала неоднородной структурой. Мало того, как мы отметили, выдающимся достижением (наряду с другими) последних десятилетий XX в. явилось открытие анизотропии Вселенной: Вселенная не только изотропна, но и анизотропна.

В чисто физико-космологическом плане расширение Вселенной Фридмана имеет три динамических типа расширения:

14

- 1) эллиптическое;
- 2) параболическое;
- 3) гиперболическое космологическое расширение Вселенной.

В этой связи мы более или менее подробно остановим внимание на эллиптическом расширении, как представляющемся в философском отношении наиболее интересным.

Но в стороне остается один очень существенный вопрос: почему возможна смена космологического расширения нашей Вселенной Большим сжатием? На этот вопрос мы ответим: она возможна, если физически реальная плотность материи во Вселенной будет превышать критическую плотность материи. Возможность превышения критической плотности материи объясняют тем, что еще совершенно недостаточно постигнуты и познаны все формы и виды материи во Вселенной: мы «видим» в основном «светящуюся» материю, а «темную», «невидимую», «несветящуюся» материю почти не «видим». Она пока не познана нами, хотя ее плотность может составлять значительно больше, чем вся нам знакомая и нами видимая плотность материи. Кроме того, в мире нашей Вселенной существуют такие формы материи, которые:

- 1) нами со временем будут познаны;
- 2) трудно обнаружимые формы материи;
- 3) видимо, в мире нашей Вселенной существуют также такие «невидимые», «непостижимые», пока будет существовать человечество на нашей Земле, формы материи, которые земляне никогда не могут «увидеть» и не могут знать о них ничего.

Именно поэтому мы допускаем реальную возможность смены эллиптического космологического расширения Вселенной Большим сжатием, которое завершится Большим крахом, т. е. грандиозным вселенским коллапсом, превращающим за считанные минуты (или секунды) Вселенную всю снова в сингулярность.

А почему эта смена расширения сжатием? А почему обязательно Большой взрыв сменится Большим крахом? А почему одна сингулярность сменится другой, новой сингулярностью?

Потому что в мире нашей Вселенной существуют так называемые степенные законы, которые не зависят от масштаба, т. е. остаются инвариантными при изменении масштаба. Иными словами, степенные законы являются самоподобными законами при уменьшении или увеличении масштаба: они абсолютно независимы от масштаба (т. е. от его увеличения или уменьшения).

Закон Всемирного тяготения Ньютона представляет собой фундаментальный степенной закон: он не содержит внутри себя «встроенного» масштаба. Поэтому Вселенную можно «растянуть», «расширить», «растягивать», а можно и «сжать», «уплотнить», «уменьшить» и т. д.

Именно поэтому возможна (без нас, через 30 миллиардов лет после нас) смена расширения Вселенной Большим сжатием, Большого взрыва — Большим крахом, реколлапса — коллапсом, сингулярности — новой сингулярностью.

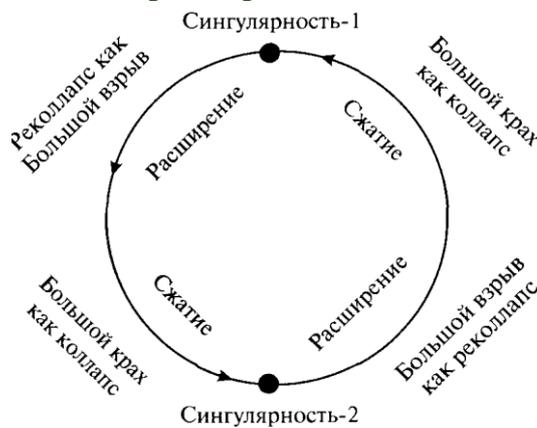
Такова философская судьба (возможная) нашей Вселенной, которая может стать и станет реальностью (без нас, поэтому особенно беспокоиться не следует).

Если существует «творец» Вселенной, то несомненно одно: до сотворения Вселенной у этого «творца» должна быть идея симметрии. Все симметрично:

1. Сингулярность-1 симметрично сменяется сингулярностью-2.
2. Реколлапс сменяется коллапсом.
3. Расширение симметрично сменяется Большим сжатием.
4. Большой взрыв симметрично сменяется Большим крахом.
5. Триада как философское единство материи, пространства и времени никуда и никогда не исчезает и не может исчезнуть даже в сингулярности: она даже из «пепла» (пламени) (т. е. Большого взрыва) возрождается многоцветной и многокрасочной.

Материя бессмертна, бессмертны пространство-время, а Вселенная — один из ликов многоликой материи и ее пространства-времени.

Рис. 1.1. Схема расширения и сжатия Вселенной



Как видно, в основе этой схемы лежит идея симметрии: все симметрично. Таковы миропонимание и мироразвитие нашей Вселенной до конца прошлого века, когда был открыт двумя группами американских астрономов космический вакуум с его антигравитацией как причина ускоренного и бесконечного расширения Вселенной.

Геометрия пространства Вселенной Фридмана

В реальной Вселенной, разумеется, осуществляется один из трех динамических типов космологического расширения: либо параболическое, либо гиперболическое, либо эллиптическое.

В настоящее время нет общепризнанного мнения по этому вопросу среди ученых физиков-космологов. Одни специалисты считают, что современному состоянию космологического расширения Вселенной, вероятнее, соответствует параболическое расширение, другие — гиперболическое расширение, а третьи считают возможным эллиптическое расширение.

1. Сторонники концепции параболического расширения Вселенной (проф. М. В. Сажин и др.) исходят из того, что пространство расширяющейся Вселенной скорее плоское, а его геометрия — евклидова. Поэтому в целом сторонники концепции

параболического расширения Вселенной считают, что параболическое расширение Вселенной будет продолжаться безгранично. Однако проф. М. В. Сажин в своей интересной работе «Современная космология» не исключает возможность эллиптического расширения Вселенной, поскольку существует наблюдаемая кривизна пространства Вселенной. Но значение величины этой кривизны настолько мало, что не поддается экспериментальной проверке (после запятой 28 нулей). 2. К сторонникам второй концепции гиперболического расширения относятся Э. Гуревич и А. Д. Чернин в своей исключительно содержательной книге «Введение в космогонию», которые считают, что современному состоянию расширения Вселенной, вероятнее, соответствует гиперболическое расширение как безграничное расширение в открытом мире Лобачевского. Вместе с тем в этой же работе они утверждают, что нельзя исключить возможность реализации эллиптического варианта расширения во Вселенной, поскольку с учетом «темной материи», нам еще неизвестных «скрытых масс», а также трудно обнаруживаемых форм материи различие между плотностью и критической (т. е. средней) плотностью не так велико.

Рис. 1.2



Для философии особый интерес представляет собой эллиптический вариант космологического расширения Вселенной, которое должно смениться Большим сжатием, а Большое сжатие должно закончиться Большим крахом, т. е. катастрофическим гравитационным сжатием всей Вселенной и превращением всего ее сущего в новую сингулярность.

Необходимо философское разъяснение сути схемы замкнутого мира Римана в контексте космологического расширения и Большого сжатия:

1. Сингулярность как начало Вселенной — глубочайшее противоречивое единство коллапса и реколлапса: коллапс как катастрофическое гравитационное сжатие — Большой крах, а реколлапс как космологическое расширение — Большой взрыв.

Значит, Вселенная рождается из сингулярности в результате Большого взрыва: космологическое расширение есть следствие Большого взрыва.

На экваторе расширение сменяется Большим сжатием, заканчивающимся Большим крахом, т. е. коллапсом катастрофического превращения всей Вселенной и ее сущего всего в новую сингулярность.

Итак, сингулярность в философском постижении есть, с одной стороны, результат коллапса, а с другой — начало реколлапса как Большого взрыва. Поэтому мы считаем, что суть сингулярности в философском ракурсе заключается в двуединой природе коллапса как Большого краха и реколлапса как Большого взрыва: Большой взрыв — рождение Вселенной, а Большой крах — образование сингулярности.

2. Космологическое расширение — процесс структурирования Вселенной, в том числе крупномасштабной структуры Вселенной, в состав которой включаются большие космические объекты — галактики, скопления галактик и их сверхскопления.

Почему возможно Большое сжатие? Что же является физической причиной Большого сжатия?

Физической причиной космологического расширения Вселенной в инфляционной модели являются силы гравитационного отталкивания, а физической причиной Большого сжатия — силы гравитационного притяжения.

Следовательно, смена расширения Вселенной Большим сжатием есть смена также силы отталкивания силой притяжения: это смена доминирования и господства силы притяжения над силой отталкивания.

Безусловно, Большое сжатие начинается с крупномасштабной структуры Вселенной, т. е. с галактик, их скоплений и их сверхскоплений.

Условно можно разделить Большое сжатие на три периода:

1. Период остановки разбегания галактик друг от друга и их сближения: галактики вместо разбегания сближаются.
2. Период слипания галактик и чудовищной концентрации материи (массы, энергии, импульса, давления и т. п.).

Следует особо отметить, что в общей теории относительности источником тяготения является не одна масса, как в ньютоновской теории тяготения, а также тензор энергии-импульса (т. е. плотность энергии и плотность импульса) и давление, сопоставимое с плотностью энергии.

Итак, источником тяготения в общей теории относительности как релятивистской являются: плотность массы, энергии, импульса и давления.

Поэтому при слипании галактик в Большом сжатии необходим переход от нерелятивистской к релятивистской физике и общей теории относительности, в которых рассматриваются гигантские космические объекты с релятивистскими скоростями.

3. Коллапс как Большой крах образования сингулярности: эта сингулярность-2, безусловно, отличается от сингулярности в черных дырах: сингулярность в черных дырах — сингулярность как результат коллапса умершей звезды, а новая сингулярность-2 — сингулярность как результат коллапса всей Вселенной и всего сущего, которое, как ее содержание, в ней (т. е. во Вселенной) находилось и содержалось. Поэтому естественно, что между сингулярностью в черных дырах и сингулярностью-2 как результатом Большого краха всей Вселенной существует несоизмеримое различие.

Однако, как нам представляется, сингулярность в черных дырах как умерших звездах есть случайность только на первый взгляд: на самом же деле великое значение деятельности выдающихся умов мыслителей-исследователей проблемы белых карликов, пульсаров и особенно черных дыр, начиная со Шварцшильда, Райснера—Норстрема, Чандрасекара, Ландау и кончая Ньюменом—Керром, Пенроузом—Хокингом и др., заключается в том, что они все в той или иной мере искали в малом как случайном универсальную и фундаментальную закономерность неизбежной судьбы Великой Вселенной: в хаосе как случайности существует и наличествует неизбежная упорядоченная закономерность (вспомним: в турбулентности как беспорядке сокрыта тонкая и высокоупорядоченная структура — странный аттрактор).

Поиск в малом как случайном хаосе фундаментально общего — одна из существенных закономерностей научной и философской эпистемологии: пионеры-ученые генетики также в малом как случайном хаосе искали общее и нашли эту общую закономерность, тем самым подтвердив справедливость дарвиновской эволюционной теории. Теперь мы все признали, что в основе этой великой теории Дарвина лежит великий треугольник: ДНК + РНК + белок.

Создатель теории хаоса Э. Лоренц как метеоролог искал в малом как случайном хаосе общую закономерность: хаос — единство беспорядка и порядка (т. е. странный аттрактор).

Бенуа Мандельброт также в случайном хаосе обнаружил идею масштабирования, т. е. самоподобия при уменьшении масштаба и т. д.

Сингулярность — это центральная (в научном и философском отношении), осевая проблема, от правильного ее решения зависит и понимание всех существенных проблем космологического расширения Вселенной и Большого ее сжатия, Большого взрыва и Большого краха и т. д. Одним словом, сингулярность — начало и конец всего сущего во Вселенной: Вселенная в замкнутом мире Римана рождается из сингулярности и завершает свою «жизнь» опять же в сингулярности.

Поэтому Стивен Хокинг стал великим и знаменитым физиком современности как исследователь-мыслитель, внесший наиболее новаторские идеи в исследование черных дыр и их сердцевины — сингулярности.

В самом общем философском плане суть новаторских идей Хокинга такова:

- Во-первых, именно С. Хокинг (вместе с Р. Пенроузом) подтвердил и обосновал теоретически, что сингулярность — неустранимая черта общей теории относительности Эйнштейна как классической (т. е. неквантовой) теории: коллапс как катастрофическое гравитационное сжатие неизбежно и неуловимо приводит к сингулярности в черных дырах.
- Во-вторых, общая теория относительности Эйнштейна как классическая теория, трактующая черные дыры и их сердцевину — сингулярность, неспособна и не предназначена для правильного объяснения и понимания сущностной природы черной дыры и ее сингулярности.

Поэтому необходимо создание новой физической теории квантовой гравитации: гравитация должна быть квантована и микрогравитацией. Она должна быть наделена неопределенностью и квантовой флуктуацией.

- В-третьих, однажды в 60-е гг. выпускник Пристонского университета Д. Бекенштейн явился к своему научному руководителю, главному гравитационисту Д. Уилеру и сказал: «Шеф! Какая-то чертовщина получается: умершая под воз-

действием коллапса звезда все только поглощает и ничего не выпускает!» Д. Уилер задумался на секунду и сказал: «Получается, что коллапсированная звезда — черная дыра!» С тех пор до начала середины 70-х годов весь ученый мир был убежден, что из черной дыры никогда мы не получим никакой информации о ней. У ученых специалистов сформировалась аксиоматическая вера: черная дыра ничего не излучает и потому никакой информации о ней не получим.

В начале 70-х гг. Стивен Хокинг, будучи в Москве на конференции, в беседе с нашим знаменитым академиком Я. Б. Зельдовичем, узнал о его мнении о черных дырах: академик Я. Б. Зельдович высказал идею о возможности черными дырами истечения (испарения) элементарных частиц. Как сам Хокинг отмечает, ему очень понравилась идея академика Я. Б. Зельдовича «об истечении, испарении» черными дырами элементарных частиц. Однако ему не особенно понравился математический аппарат Я. Б. Зельдовича для обоснования концепции «испарения», «истечения».

И вот 1974 г. можно считать годом революции в исследовании проблемы черных дыр: именно в этом году Хокинг вместе с Пенроузом радикальнейшим образом пересматривают свои прежние взгляды о черных дырах и обосновывают математически физическую возможность «истечения», «испарения» черными дырами частиц, в том числе и гравитонов.

Какой же философский смысл содержит концепция Хокинга об «испарении», «истечении»?

Сингулярность — глубочайшая противоречивая сущность единства коллапса и реколлапса: коллапс — Большой крах превращения всей Вселенной в сингулярность-2, а реколлапс — Большой взрыв сингулярности и рождения Вселенной.

• В-четвертых, суть коллапса как катастрофического гравитационного сжатия состоит в правилах Прайса, Пенроуза и Бекенштейна:

1. Правило Прайса — фундаментальный принцип сглаживания неоднородности: при коллапсировании исчезают все неоднородности.
2. Правило Пенроуза состоит в том, что нет в мире физических сил, способных остановить или же противодействовать коллапсу как катастрофическому сжатию образования сингулярности: за горизонтом и под горизонтом событий все сущее под воздействием коллапса превращается в сингулярность. В результате Большого краха все сущее Вселенной становится в состоянии сингулярности квантовой гравитацией как единственной физической реальностью.
3. Правило Бекенштейна заключается в том, что при коллапсировании все неоднородности сглаживаются и сохраняются только три величины: масса-энергия, энергия-импульс и момент импульса как вращение.

Однако сингулярность как точка особого состояния есть не только бесконечность материи, но и пространства-времени. Поэтому естественен вопрос: какова судьба при коллапсе Вселенной пространства-времени?

Как отмечают авторы Л. Э. Гуревич и А. Д. Чернин в своей замечательной книге «Введение в космогонию», между динамикой космологического расширения Вселенной и геометрией пространства ее существует глубокая связь: трем динамическим типам космологического расширения — эллиптического, параболического и гиперболического — существуют соответствующие геометрические типы изотропных трехмерных пространств: эллиптическому расширению соответствует пространство по-

стоянной положительной кривизны, параболическому расширению — пространство нулевой кривизны, гиперболическому расширению — пространство постоянной отрицательной кривизны.

Пространству постоянной положительной кривизны соответствует неевклидова геометрия замкнутого (закрытого) мира Римана; пространству нулевой кривизны — евклидова геометрия безграничного расширения Вселенной; пространству постоянной отрицательной кривизны — неевклидова геометрия открытого мира Лобачевского как безграничного расширения Вселенной.

Еще раз следует подчеркнуть, что в реальной Вселенной осуществляется только один динамический тип космологического расширения из трех вышеотмеченных типов и соответствующий ему тип пространства, геометрии его и мира в целом.

Как мы отмечали, вопрос о том, какой динамический тип расширения в реальной Вселенной осуществляется, должны решить астрономические наблюдения: они (наблюдения) пока не дают нам основания для однозначного решения проблемы типа расширения.

Мы выбрали объектом философского исследования и размышления проблемы эллиптического расширения Вселенной, ибо ученые специалисты, в том числе авторы М. В. Сажин, Л. Э. Гуревич, А. Д. Чернин и др., не исключают осуществления в реальной Вселенной эллиптического расширения Вселенной и пространства постоянной положительной кривизны в замкнутом (закрытом) мире Римана: в этом замкнутом мире Римана расширение неизбежно сменяется (или должно смениться) Большим сжатием, завершающимся Большим крахом превращения всей Вселенной в сингулярность как особое состояние бесконечной плотности материи и пространства-времени: в сингулярности не только материя становится бесконечной плотностью, но и пространство-время.

1. У Ньютона пространство и время — абсолютные самостоятельные реальности, абсолютно независимые и не зависящие от материи, т. е. от физических явлений и процессов.
2. В специальной теории относительности Эйнштейна пространство и время объединены в неразрывное единое целостное пространство-время.
3. В общей теории относительности Эйнштейна единое пространство-время выступает вместе с идеей неевклидовой римановой геометрии как единое искривленное пространство-время.

Динамика космологического расширения Вселенной Фридмана

Вселенная рождается из сингулярности в результате Большого взрыва: Большой взрыв есть максимум энтропийного процесса диссипации энергии, т. е. рассеяния энергии и, следовательно, хаоса.

Наша Вселенная возникает из хаоса как энтропийной турбулентности: турбулентность как хаос есть не только беспорядок, но и странный аттрактор как тонкая и глубокая упорядоченность. Энтропийная турбулентность, образуемая из сингулярности в результате Большого взрыва, — хаос, хаос — противоречивое единство беспорядка и порядка: порядок как странный аттрактор в турбулентном хаосе глубоко скрыт.

Рождение нашей Вселенной из этого турбулентного хаоса происходит не непосредственно, а опосредованно, пройдя через инфляционную стадию ее рождения и

становления. Поэтому инфляционная стадия Вселенной представляет собой превращение хаоса энтропийной турбулентности в структурированную (т. е. упорядоченную) Вселенную: Вселенная возникает и эволюционирует в микроструктурированном, макро структурированном и крупномасштабноструктурированном образованиях: эволюция Вселенной есть образование структурных систем.

Поэтому эволюция Вселенной представляет собой три последовательные фазы:

- 1) доминированно-радиационная фаза как фаза плазменная;
- 2) вещественно-доминированная фаза как фаза атомарная;
- 3) доминированно-крупномасштабная фаза как фаза структурирования галактик, скоплений галактик и сверхскоплений.

Галактики существуют не в одиночку, а группируются (т. е. кластеризуются) в группы, скопления и сверхскопления: в группу входят десятки галактик, а в скопления — сотни и тысячи галактик, тогда как в сверхскопления входят сотни тысяч галактик и более.

Основным структурообразующим компонентом крупномасштабной структуры Вселенной является, безусловно, галактика — целостная система из звезд, газа и пыли, а также пока нам неизвестной «темной материи», т. е. «скрытых масс», которые, например, в эллиптических галактиках, как уже отмечалось, составляют до 95 % массы галактики.

Таким образом, в эллиптических галактиках доля видимого вещества звезд, газа и пыли составляет лишь незначительную часть суммарной массы галактики — 5 %, а вся остальная масса ее есть масса «невидимой», «скрытой», «темной материи».

Значит, мы познали и познаем лишь «видимую материю» («видимую», «светящуюся»), а остальная, «темная», материя пока нам недоступна для познания. Поэтому проблема «темной материи» стала архиважной и архисущественной. Даже в спиральных галактиках «видимая», «светящаяся» материя, нами познаваемая, достигает не более 30—40 %, а остальная материя для нас является «невидимой», «скрытой», «темной материей», т. е. непознанной.

С точки зрения философской эпистемологии (и не только философской, но и научной) проблема «темной материи» настолько фундаментальна, что с ней связана в первую очередь проблема реальной физической плотности материи во Вселенной, а от отношения этой плотности к средней (т. е. критической) плотности зависит судьба эволюции Вселенной, т. е. по какому пути космологического расширения пойдет развитие Вселенной.

Как известно, существуют для однородной и изотропной Вселенной Фридмана три динамических типа космологического расширения.

1. В случае, если плотность Ω равна 1 (единице), Вселенная будет расширяться неограниченно: такое космологическое расширение — параболическое, которое постепенно будет переходить в инерциальное расширение.
2. В случае, если плотность Ω равна -1, космологическое расширение Вселенной будет гиперболическим: гиперболическое расширение также будет неограниченным.
3. В случае, если плотность Ω равна +1, Вселенная образует замкнутый (т. е. закрытый) мир: космологическое расширение Вселенной будет эллиптическим расширением.

Таким образом, эллиптическое расширение Вселенной предполагает рождение Вселенной из сингулярности и ее смерть в новой сингулярности, из которой, может быть, в результате нового Большого взрыва родится новая Вселенная, отличная от нашей.

Одно абсолютно в философском аспекте несомненно: Вселенная может исчезнуть в сингулярности как ее небытие, но материя и в новой сингулярности не исчезнет в небытие: триада материи, пространства и времени абсолютно неуничтожима и неисчезаема в любой сингулярности.

До недавнего времени считалось, что реальная плотность материи во Вселенной в сто раз меньше средней плотности. Однако в последние десятилетия XX в., в связи с интенсивными исследованиями «скрытых масс» в галактиках, особенно в эллиптических, а также в темных пространственных пустотах между галактиками, ученые специалисты — физики и космологи — считают, что разница между плотностью и средней (т. е. критической) сократилась значительно. Так, С. Вайнберг в своей книге «Гравитация и космология» считает, что эта разница составляет 1 на 10, т. е. плотность материи во Вселенной в 10 раз меньше критической плотности. И ученые специалисты — физики и космологи — в большинстве своем уверены в том, что эта разница между плотностью и критической плотностью еще больше будет сокращаться в дальнейшем, ибо мы только начали изучать и познавать трудно обнаруживаемые формы материи, как «видимой», так и «темной».

Кроме того, нельзя исключать то обстоятельство, что Вселенная в своих глубинных «тайниках» скрывает нам совершенно неизвестные пока «скрытые массы», исследование и познание которых внесут еще более значительный вклад в общую суммарную плотность материи во Вселенной.

Общий возраст (т. е. возраст «жизни») Вселенной составляет приблизительно 100 миллиардов лет. Современный возраст нашей Вселенной — 20 миллиардов лет, и, следовательно, расширение ее будет еще происходить в течение 30 миллиардов лет, а затем расширение нашей Вселенной сменится Большим сжатием, которое будет продолжаться в течение 50 миллиардов лет. (Поэтому нам, землянам, не стоит беспокоиться за нашу жизнь, ибо до наступления Большого сжатия мы исчезнем в небытие с лика нашей родной Земли, вообще из космоса.)

Большое сжатие должно закончиться Большим крахом в результате чудовищно-грандиозного коллапса: Большой крах как грандиозный коллапс есть мгновенное (моментальное, внезапное, неожиданное) превращение сжатой Вселенной в сингулярность как точку бесконечной плотности материи и искривленного внутрь пространства-времени: великое, грандиозное, необъятное коллапсом превращается в сингулярность как невообразимое малое, малюсенькую точку без объема, площади и длины, ибо в сингулярности пространство-время искривлено бесконечно (оно свернуто, закручено внутрь, компактифицировано, т. е. стало «невидимым»). Пространство в сингулярности потеряло протяженность, интервал, расстояния, длины, объем, площадь, а время — свой бег, длительность, ход, течение, поток: оно лишено в сингулярности прошлого, настоящего и будущего.

Итак, Большой взрыв, взрывающий сингулярность, — начало космологического расширения как рождения, становления и формирования Вселенной как суперсистемной структуры — микроструктуры, макроструктуры и крупномасштабной космологической структуры Вселенной: эта крупномасштабная структура Вселенной, состоящая из галактик, скоплений галактик и их сверхскоплений, возникает, форми-

руется и конституируется только через 3-4 миллиарда лет после Большого взрыва. Большой взрыв — самый драгоценный камень в золотом фонде современной космологии и астрофизики элементарных частиц. Однако это ни в коем случае не означает и не может означать, что Большой взрыв является единственной физической причиной всего сущего во Вселенной: он не может выступать в качестве всеобщей и единственной физической причины космологического расширения всех структурных образований во Вселенной: непосредственной физической причиной космологического расширения Вселенной является сила гравитационного отталкивания, которая появляется на инфляционной стадии Вселенной. Все вещество становится обладающим силой отталкивания. В физическом основании космологического расширения лежит в качестве его причины сила отталкивания, присущая всему сущему структурных образований во Вселенной. Поэтому гравитация — двулика сила — сила гравитационного притяжения, действующая на объекты на космологически близких расстояниях, и сила гравитационного отталкивания, действующая на объекты на больших космологических расстояниях.

Открытие силы отталкивания всего вещества явилось важным и существенным достижением в модели инфляционной Вселенной. Эта сила отталкивания появляется при фазовом переходе фальшивого вакуума в истинный вакуум, т. е. тогда, когда из вакуумного конденсата скалярного поля освобождается чудовищно-гигантская энергия, которая является также неисчерпаемым источником генерации элементарных частиц.

До недавнего времени считали, что Большой взрыв является непосредственной и единственной физической причиной космологического расширения Вселенной, а теперь стало ясно, что этой причиной является сила отталкивания всего сущего структурных образований во Вселенной. Вселенная расширяется не только благодаря Большому взрыву, но и присущей всему веществу силе отталкивания.

Поэтому достижения инфляционной модели в последние десятилетия прошлого (XX) века несомненны и бесспорны: фактически найдена и объяснена физическая причина космологического расширения Вселенной.

Но этого еще недостаточно, ибо в самом конце ушедшего века обнаружено ускорение космологического расширения: Вселенная расширяется с ускорением, и этот факт объяснен с помощью теории лямбда-члена — Λ -члена как силы космологической постоянной, обладающей способностью ускорять, а не замедлять расширение Вселенной.

Раньше расширение Вселенной представляли как спокойный, равномерный, монотонный процесс с постоянной и всюду одинаковой скоростью. Такое линейное представление в целом соответствовало линейной философии мышления: ускоренное расширение Вселенной подтверждает факт нелинейного способа философского мышления. Современная философия (вообще философская культура мышления) должна стать нелинейной философией: она должна разработать собственный нелинейный философский аппарат на основе философского (мировоззренческого, методологического, эпистемологического и т. д.) осмысления таких категорий нелинейной динамики, теории хаоса и фрактальной геометрии, как бифуркация и катастрофа, симметрия и спонтанное нарушение симметрии, коллапс и реколлапс, Большой взрыв и Большой крах, сингулярность и Великое расширение и сжатие, масштабирование и т. д.

Ведь открылись новые горизонты научного и философского видения: они необычны, причудливы, неожиданны, абсолютно непривычны и несовместимы с традиционным линейным способом научного и философского мышления.

В течение нескольких последних десятилетий прошлого века в нашем философском (и научном) сознании укоренилась аксиоматическая вера в однородность и изотропию Вселенной. Мало того, вся наша Вселенная абсолютно симметрична в пространстве и во времени. Так в нашем сознании господствовала идея симметрии: мы всюду искали симметрию.

А оказалось, что нами познаваемый мир не только симметричен, но и асимметричен: симметрия постоянно нарушается, т. е. этот мир не только асимметричен, но и антисимметричен.

Вселенная Фридмана не только однородна, но и неоднородна в виде галактик, скоплений галактик и сверхскоплений; она не только изотропна, но и анизотропна. Со времени открытия в 1965 г. А. Пензиасом и Р. Вилсоном реликтового излучения только говорили и писали об изотропии Вселенной: реликтовое излучение как электромагнитное излучение, заполняющее все пространство Вселенной и идущее к нам со всех направлений, изотропно.

Однородность пространства как симметрия — равномерное распределение материи во всех точках пространства, а изотропность пространства — вопрос о движении материи в пространстве Вселенной: движение материи в пространстве во всех его направлениях изотропно, т. е. одинаково, тождественно. Факт обнаружения анизотропии показал, что движение материи в разных направлениях неодинаково, нетождественно. Оказалось, что реликтовые фотоны Большого взрыва, идущие к нам в различных направлениях, взаимодействуют с электронами и поэтому они теряют часть энергии: в результате этого существует разница температуры в различных направлениях и понижение яркости электромагнитного излучения в различных направлениях.

Таким образом, Вселенная Фридмана и однородна, и неоднородна (особенно в виде крупномасштабной ее структуры); она и изотропна, и анизотропна (в результате взаимодействий реликтовых фотонов по дороге к нам с электронами).

Космологическое расширение есть творение самоорганизации материи Вселенной: оно есть структурирование Вселенной. Это структурирование Вселенной представляет собой переход Вселенной от однородной к неоднородности, от изотропии ее — к анизотропии. Поэтому философское представление о ней заключается в диалектике единства однородности и неоднородности, изотропии и анизотропии. Иными словами, пространство Вселенной и симметрично, и асимметрично, ибо космологическое расширение как созидание Вселенной как суперструктурной системы не может быть иным: по существу космологическое расширение есть самоструктурирование Вселенной. А само это самоструктурирование есть переход от однородной Вселенной к ее неоднородности в виде галактик, скоплений галактик и сверхскоплений, т. е. к крупномасштабной структуре Вселенной как неоднородности ее в пределах 200-300 Мпк.

В этой связи академик Я. Б. Зельдович отмечает в своей книге «Частицы, ядра, Вселенная», что после 1 000 Мпк Вселенная может быть бесструктурной, аморфной. Получается интересная в философском плане ситуация, ибо нами наблюдаемая крупномасштабная структура Вселенной должна смениться опять однородной, бесструктурной, аморфной Вселенной.

В самом деле, иерархия строения Вселенной обрывается на скоплениях галактик и их сверхскоплениях: после крупномасштабной структуры, т. е. после 300 Мпк, Вселенная становится однородной, а уже после 1 000 Мпк — бесструктурной, аморфной.

Одним словом, развивающаяся и эволюционирующая Вселенная Фридмана в философском понимании не может быть ни однородной, ни неоднородной только: она может быть и проявляет себя как однородная и неоднородная, т. е. и симметричная, и асимметричная.

Какова же современная реальная, т. е. нами наблюдаемая, плотность вещества? По последним данным, измеренным и установленным в 1932 г., средняя плотность вещества во Вселенной составляет 10^{-30} г/см³. Однако кроме «видимой», т. е. нами экспериментально наблюдаемой, материи (т. е. вещества), существует «невидимая», т. е. темная, материя, которая оказывает свое влияние на состояние галактик, их скоплений и сверхскоплений: ученые чувствуют влияние этой «невидимой», темной материи на состояние галактик и уверены в объективном существовании этой темной материи. Однако экспериментально она не обнаружена: при учете ее массы средняя плотность вещества увеличивается значительно: существует второе обстоятельство, при учете массы которого также увеличивается плотность материи во Вселенной — это масса нейтрино.

Нейтрино вообще удивительная частица, существование которой было предсказано в 1932 г. при изучении ядерных реакций В. Паули: только через 25 лет она была экспериментально обнаружена. Но самое удивительное и загадочное в существовании нейтрино заключается в том, что оно может пролететь через толщу вещества Земли, абсолютно не взаимодействуя с ним: оно не взаимодействует ни с каким веществом Земли.

Но самое загадочное состоит в невозможности экспериментального обнаружения массы нейтрино. Если же в экспериментах точно установится масса нейтрино, то масса темной материи плюс массы нейтрино в 10 раз увеличит среднюю плотность вещества в нашей Вселенной: сейчас средняя плотность вещества в 100 раз ниже критического значения, а при учете массы «невидимой», темной материи и нейтрино плотность вещества во Вселенной составит в 10 раз меньше критического значения. А также можно предположить, что существуют какие-то нам абсолютно неизвестные и непознанные виды, формы материи: при учете всех этих обстоятельств (т. е. современная, нам известная плотность вещества 10^{-30} г/см³ плюс массы темной материи и нейтрино, а также возможных форм или видов какой-то совершенно новой материи) вполне возможна смена, по третьему сценарию развития Вселенной А. Фридмана, расширения ее сжатием: возможно коллапсирование нашей Вселенной через миллиарды лет и превращение ее в сингулярность бесконечности плотности материи и искривления пространства-времени.

Эту сингулярность бесконечности можно назвать по-разному:

- 1) она есть ДАО Лао-Цзы;
- 2) она есть философское всеединство Вл. Соловьева;
- 3) она может быть единым абсолютом Плотина, эманацией которого является все многообразие в мире;
- 4) эта бесконечная сингулярность может быть горячей Вселенной Г. Гамова в миллиарды миллиардов градусов температуры, в результате Большого взрыва которой рождается наша Вселенная как многоликая и многокрасочная организованная целостность;
- 5) можно эту сингулярность бесконечности представить как хаотическую космологическую турбулентность И. Пригожина, в результате Большого взрыва ее рож-

дается из хаоса Вселенная как диссипативная система организованных структур: из хаоса рождается Вселенная как диссипативная структурная организация;

- 6) можно эту сингулярность представить как первичный атом Леметра, Большой взрыв рождает нашу Вселенную; и, наконец,
- 7) эта сингулярность бесконечности может быть идентифицирована с виртуальным квантовым вакуумом Алана Гута (1980): виртуальный квантовый вакуум как раздувающаяся инфляционная физическая реальность — сингулярная бесконечность. Как раздувающаяся виртуальная бесконечность квантовый вакуум есть небытие, содержащее в своем «синергетическом потенциале» полноту всей бытийной актуальности рождения Вселенной: как раздувающийся «синергетический потенциал», виртуальный квантовый вакуум есть бифуркация, катастрофический Большой взрыв которой превращает «синергетический потенциал» самоорганизации в актуализированную самоорганизацию Вселенной как полноту реального бытия.

§ 2. Большой взрыв горячей Вселенной Гамова

Жизнь — феномен космологический. Под космологическим феноменом жизни мы понимаем те космологические предпосылки, которые так или иначе явились фундаментальным условием возможности возникновения и существования жизни на нашей планете Земля. При этом мы не принимаем «антропный принцип» как «человеческий принцип», для которого существует Вселенная таковая, какая она есть.

Во-первых, настоящий возраст Вселенной — между 15 и 20 миллиардами лет, а наша Солнечная система вместе с Солнцем существует 10 миллиардов лет. Значит, возраст нашей Солнечной системы на 5 или 10 миллиардов лет моложе, чем настоящий, реальный возраст Вселенной. Это означает, что если мы верим в принцип причинности как фундаментальный и незыблемый принцип природы, то совершенно очевидно, что Солнечная система наша, возникшая на 5 или 10 миллиардов лет позже, чем Вселенная, не могла быть причиной, оказавшей свое влияние на формирование строения и структуры Вселенной и ее расширения: позже во времени возникший феномен не может быть причиной ранее во времени возникшего феномена.

Во-вторых, пока мы знаем, что единственной и уникальной планетой во всей Солнечной системе, на которой имеется биосфера как единство живого и косного вещества, является наша Земля, возраст которой — 5 миллиардов лет, из которых возникновение жизни — 4 миллиарда лет тому назад. Следовательно, жизнь возникла на 6 миллиардов лет позже возникновения Солнечной системы и на 10 или 15 миллиардов лет позже возникновения Вселенной: возникновение жизни на одной из планет Солнечной системы никак не могло оказать свое влияние на рождение и расширение Вселенной.

В-третьих, материальным носителем жизни являются специфические структуры молекул: ни элементарные частицы, ни атомы не могут и не являются материальными носителями жизни, хотя без них молекулы не могут существовать.

Значит, жизнь как таковая связана непосредственно со специфическим строением и структурной организацией молекул, а не атомов или элементарных частиц, лежащих в основе молекул. Именно поэтому требуется необходимость рассмотрения становления Вселенной как рождения частиц, ядер, атомов, молекул и т. д.

Мы уже отметили, что становление Вселенной после Большого взрыва есть ее расширение, состоящее из радиационно-доминантной, вещественно-доминантной и галактико-доминантной фаз: радиационно-доминантная фаза связана в основном с образованием элементарных частиц и легких ядер водорода и гелия как основных видов вещества во Вселенной: вещество во Вселенной состоит из 75 % водорода и 23 % гелия, а остальные 2 % — из тяжелых химических элементов.

Вещественно-доминантная фаза особенно важна и существенна для биосферной теории В. И. Вернадского, ибо с ней связано образование атомов и молекул: настоящим и подлинным веществом как таковым являются именно атомы, из которых состоят молекулы как системы специфического строения и структурной организации атомов.

Мы выделили галактико-доминантную фазу как самостоятельную и самодостаточную фазу самоорганизации материи во Вселенной по следующим соображениям: во-первых, галактика как система звезд и их скоплений — целостная и самодостаточная система: расширение Вселенной заключается во всеобщем разбегании галактик друг от друга; во-вторых, совокупности галактик образуют их скопления и сверхскопления, в которых формирующую роль играет не материя в барионной форме, а «темная материя» как скрытая, «невидимая» гравитация (гравитационная масса и энергия): галактико-доминантная фаза — фаза специфического доминирования «темной материи», отличной от барионной материи как вещества, состоящего из обычных, нам знакомых элементарных частиц, атомов, молекул и т. д. Частицами «темной материи» являются нам незнакомые предполагаемые монополи, аксионы, гравитино и другие суперсимметричные суперпартнеры обычным элементарным частицам.

В-третьих, выделение нами галактико-доминантной фазы самоорганизации материи во Вселенной объясняется тем фактом, что во Вселенной «темная материя» составляет 80 %, а барионная — всего 20 %. Поэтому поиск «темной материи», выяснение ее природы и ее структурной организации составляет фундаментальную задачу эпистемологии астрофизики элементарных частиц и космологии.

А теперь более подробно и последовательно рассмотрим реализацию горячей Вселенной в действительном становлении и расширении Вселенной. Схематически и условно реализацию горячей Вселенной делим на три стадии:

- 1) стадия горячей кухни;
- 2) стадия теплой кухни;
- 3) стадия холодной кухни.

Горячая кухня — кухня, где готовятся самые изысканные блюда — фундаментальные и элементарные частицы — кварки, лептоны и адроны. В первые миллиардные доли секунды после Большого взрыва образуется во Вселенной термодинамическое равновесие с температурой миллиардов миллиардов градусов (10^{13} К), в котором материя находится в виртуально-плазменной смеси, где вещество и излучение представляли собой неразличимое единое целое. Затем по мере расширения Вселенной и ее похолодания происходит отделение вещества от излучения: происходит процесс «вымерзания частиц», т. е. образования частиц и античастиц — кварки и лептоны и их античастицы.

Итак, в горячей кухне готовятся самые изысканные блюда — фундаментальные частицы — кварки и лептоны и соответственно силы, их связывающие, — сильные цветные взаимодействия между кварками посредством глюонов и электро-

магнитные взаимодействия между электронами с помощью фотонов. Как подчеркивают ученые специалисты-элементарщики, возможно, в самую раннюю эру Большого взрыва могли появиться массивные промежуточные векторные частицы — бозоны — W^{\pm} и Z^0 , являющиеся переносчиками слабых взаимодействий в электрослабых взаимодействиях.

Следовательно, образование типов взаимодействий происходило или могло происходить следующим образом: во-первых, образование фундаментальных частиц — кварков и лептонов — одновременно связано с образованием типов взаимодействий — цветных взаимодействий и электрослабых взаимодействий: сначала эти взаимодействия представляли собой единую одну какую-то суперсилу с одной константой связи. В этой единой суперсиле сильные цветные и электрослабые взаимодействия были равны по константе связи, т. е. они были симметричными, а затем эта симметрия как тождество сил сильных цветных и электрослабых взаимодействий спонтанно нарушается и в результате спонтанного нарушения симметрии суперсилы происходит расщепление этой суперсилы на два типа взаимодействий — сильных цветных и электрослабых взаимодействий. А уже после этого происходит спонтанное нарушение симметрии электрослабых взаимодействий и в результате этого нарушения происходит расщепление электрослабой силы как единой симметрии на два самостоятельных типа взаимодействий — электромагнитные и слабые взаимодействия.

Значит, в состоянии термодинамического равновесия с миллиардами миллиардов градусов температуры (10^{13} К), когда материя находилась в виртуально-плазменном состоянии равенства вещества и излучения и когда не существовали готовые реальные физические частицы, существовала одна какая-то единая суперсила, которая, по мере похолодания Вселенной и «вымерзания» частиц, расщепляется на два типа фундаментальных взаимодействий — сильные цветные между кварками посредством глюонов и электрослабые между электронами и нейтрино с помощью фотонов и массивных векторных частиц — W^{\pm} и Z^0 . А уже позже происходит спонтанное нарушение симметрии электрослабых взаимодействий, в результате чего происходит расщепление электрослабых сил на электромагнитные и слабые.

Итак, расширение Вселенной как самоорганизация материи есть единовременный процесс формирования фундаментальных частиц — кварков, лептонов, нейтрино, фотонов и промежуточных векторных частиц — бозонов W^{\pm} и Z^0 (а может быть, и Хиггсовых частиц и сил, их связывающих, — сильных цветных, слабых и электромагнитных, которые являются силами, организующими эти фундаментальные и элементарные частицы в микроструктуры, мелкоструктуры (атомы, молекулы и т. д.) и крупномасштабные структуры посредством силы гравитационных взаимодействий: расширяющаяся Вселенная, построенная из частиц барионной и «темной материи», постоянно конструируется и упорядочивается с помощью сил фундаментальных взаимодействий — цветных, электромагнитных, слабых и прежде всего гравитационных, сила которых в области частиц пренебрежимо мала, но огромна в крупномасштабных структурах и их взаимодействиях.

Следовательно, одним из механизмов закономерности самоорганизации Вселенной является нарушение (спонтанное) симметрии: в самую раннюю эпоху сразу после Большого взрыва Вселенная находилась в состоянии максимально высокой симметрии. Процесс образования как частиц, так и сил, их связывающих, — результат нарушения более высокой симметрии: нарушение симметрии в расширении Вселен-

ной — процесс многокачественной генерации в самоорганизации материи и упорядочивания этой многокачественности во все усложняющиеся структуры во Вселенной. Нарушение симметрии — порождение нового и его упорядочивание силами типов фундаментальных взаимодействий: нарушение симметрии нельзя представить как беспорядок и образование только хаоса во Вселенной. На самом деле, нарушение симметрии как закономерный механизм самоорганизации материи во Вселенной играет фундаментальную роль в многокачественной генерации фундаментальных и элементарных частиц и сил, их связывающих: новые частицы и новые силы, их связывающие, появляются и образуются в эволюции Вселенной в результате спонтанного нарушения (или просто нарушения) симметрии; всегда есть нечто единое, тождественное, некое унифицированное единство, а нарушение симметрии есть процесс диверсификации этого тождества, единства и инновации новой многокачественной генерации частиц материи и сил, их связывающих: единство симметрии и нарушения симметрии представляет собой фундаментальный механизм эволюции Вселенной как самоорганизации материи в пространственно-временном ее расширении.

Итак, существенным законом самоорганизации материи в расширяющейся Вселенной является спонтанное нарушение симметрии (вообще нарушение ее), в результате чего появляются новые частицы и силы, их организующие, — кварки и лептоны и их силы взаимодействия — сильные цветные и электрослабые, а в дальнейшем похолодании Вселенной происходит нарушение симметрии электрослабых взаимодействий, в результате чего электрослабые взаимодействия расщепляются на два самостоятельные взаимодействия — электромагнитные и слабые.

Мы этим хотим подчеркнуть ту мысль, что ныне нам известные четыре типа взаимодействий — сильные (цветные и адронные), электромагнитные, слабые и гравитационные силы, действующие в расширении Вселенной как самоорганизации материи в структуры — микрозернистые, мелкозернистые и крупномасштабные, — результат нарушения симметрии единого сущего и суперсилы, существовавших в какой-то сингулярности до Большого взрыва: Большой взрыв как катастрофа есть одновременный противоречивый процесс диверсификации как разрушения симметрии сингулярности и инновации как созидания нового мира частиц и сил, их упорядочивающих.

Поэтому Большой взрыв как двуединый процесс катастрофы, исчисляемый миллиардными долями секунды, есть диалектический взрыв диверсификации и инновации: он есть процесс рождения и становления нашей Вселенной.

Рассматривая горячую кухню Г. Гамова, мы должны отметить еще один существенный закон самоорганизации материи: речь идет о фазовом переходе.

По существу мы касались только проблемы фундаментальных частиц — кварков и лептонов — и сил, их организующих, а что касается проблемы элементарных частиц, т. е. адронных, и частиц «темной материи» как гравитации, ее мы совершенно не затронули. Поэтому на них следует кратко остановиться.

Кварки и лептоны, как мы уже знаем из стандартной модели физики элементарных частиц, не являются фундаментальными на энергиях выше 10^{15} ГэВ: они являются фундаментальными на энергиях до 10^{15} ГэВ, а выше этих энергий, когда происходит слияние всех трех констант связи сил цветных и электрослабых, перестают быть фундаментальными. Это первое. А второе заключается в том, что до кварко-адронного фазового перехода, т. е. до конверсии кварков в адроны, кварки были свободными частицами, которые могли вступить со своими антикварками в аннигиля-

цию. На ранней стадии в горячей кухне в аннигиляцию вступали электроны и позитроны, в результате чего значительная их часть превращалась в излучение. Может быть, в действительности космическое микроволновое фоновое излучение (реликтовое излучение), доходящее до нас с самого раннего времени Большого взрыва и окружающее нас изотропно со всех направлений пространства Вселенной, — именно отчасти результат этих аннигиляций кварков и антикварков, электронов и позитронов.

Кварк-адронный фазовый переход как конверсия кварков в адроны есть очень важный и существенный закон самоорганизации материи в становлении и расширении Вселенной, ибо в результате конверсии кварков в адроны образуется новый мир барионной материи — мир сильных ядерных (т. е. адронных) взаимодействий, отличный от мира сильных цветных взаимодействий между цветными кварками через посредство глюонов, также цветных: мир адронных сильных взаимодействий — производный мир от мира кварков и их цветных взаимодействий.

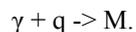
Поэтому кварк-адронный фазовый переход как конверсия кварков в адроны — фундаментальный механизм закона самоорганизации материи в ходе эволюции Вселенной: он явился законом созидания барионной материи, составляющей 20 % всей материи во Вселенной. Фундаментальная значимость барионной материи, как мы об этом уже писали, заключается в возможности образования частиц «темной материи» из частиц барионной материи.

Так, аксионы как претенденты-кандидаты на роль частиц «темной материи» могут быть получены в результате фазового перехода пион-аксионной конверсии:



(a — аксионы).

Таким же фазовым переходом можно получить монополи как частицы «темной материи» путем *конверсии кварка* в монополи:



Таким образом, фазовый переход как конверсия одних частиц в другие является не локальным и частным случаем, а универсальным и фундаментальным законом самоорганизации материи как созидания и творения совершенно новой материи в ходе эволюции Вселенной: закон конверсии как фазового перехода является всеобщим законом самоорганизации материи во Вселенной.

Итак, мы можем подытожить и выделить три закона самоорганизации материи в горячей кухне, где изготавливаются самые изысканные блюда — фундаментальные и элементарные частицы и силы, их связывающие, организующие и упорядочивающие:

- 1) закон симметрии;
- 2) закон нарушения симметрии;
- 3) закон конверсии как фазового перехода.

Роль барионной материи в расширении самоорганизующейся нашей Вселенной фундаментальна и универсальна. Во-первых, с барионной материей связаны, так или иначе, непосредственно или опосредованно, три типа сил взаимодействий — сильные (цветные и адронные), электромагнитные и слабые; во-вторых, водород и гелий как элементы барионной материи в общем балансе вещества (мы пока исключаем излучение и «темную материю») во Вселенной составляют, как уже отмечали, 75 % и

23 % соответственно; в-третьих, барионная материя как ядерное топливо в ядерном реакторе в недрах звезд играет исключительно важную роль в эволюции Вселенной: жизнь звезды есть термоядерные реакции превращения водорода в гелий и т. д. В этой связи мы должны учесть то важное и существенное обстоятельство, связанное с барионной материей, что в состав одной галактики входит более 100 миллиардов звезд, как наше Солнце, в недрах которого сгорает в ядерном котле каждую секунду 600 т водорода. А в галактике работают более 100 миллиардов ядерных реакторов, в которых в среднем каждую секунду сгорает более 1 000 т водорода. А есть звезды более массивные, чем наше Солнце, масса которых превосходит массу нашей рядовой звезды в 100, 1 000 раз, и, следовательно, в этих звездах в 100 и в 1 000 раз больше сгорает водорода в одну секунду.

Такова впечатляющая роль барионной материи в нашей Вселенной, в целом холодной: звезды не только «свечи»-индикаторы, освещающие путь нашего познания космических объектов во Вселенной, но и незаменимые источники тепла, без которого мы, живые существа, не только не могли бы мыслить и писать об этом, но и просто существовать.

По существу мы уже начали рассматривать вторую кухню Г. Гамова после Большого взрыва: вторая кухня — теплая кухня как кухня первичного нуклеосинтеза, изготовляющего легкие ядра водорода и гелия, доминирующая распространенность которых в плотности вещества (без учета частиц «темной материи», излучения и т. д.) во Вселенной составляет соответственно 75 % и 23 %.

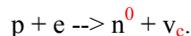
Значит, в горячей кухне изготавливаются самые изысканные блюда — фундаментальные и элементарные частицы — кварки, лептоны, а также адроны и силы, их связывающие и организующие, — сильные цветные, сильные адронные, электромагнитные и слабые взаимодействия. А гравитационные силы в мире микрочастиц настолько слабы, что можно ими пренебречь, хотя на энергиях планковского масштаба $m_{pl}=10^{19}$ ГэВ появляется настоятельная необходимость учета их, если стремимся к супертеории всего сущего.

Без горячей кухни, где изготавливаются изысканные блюда, невозможно в теплой кухне осуществление первичного синтеза образования легких ядер водорода и гелия, являющихся основным ядерным горючим для термоядерных реакций в недрах звезд: барионная материя является основным топливом для поддержания жизни звезды. Мы ниже при исследовании черных дыр увидим, что жизнь звезды определяется единством барионной и «темной материи» как гравитационной ее массы: жизнь звезды — равновесие между барионной материей как источником термоядерных реакций в недрах звезды и сжатием собственной гравитационной массы. Значит, жизнь звезды будет продолжаться до тех пор, пока не сгорит барионная материя как топливо термоядерных реакций в ядерном котле в недрах звезды: как только закончится ядерное топливо в ядерном реакторе звезды, она, как умершая звезда, не способна сопротивляться сжатию своей собственной массы «темной материи» и в доли секунды превращается в черную дыру. В коллапсирующей и вращающейся черной дыре вся барионная материя во всех ликах исчезает, превращаясь в одну гравитационную массу «темной материи»: барионная материя в черной дыре исчезает в сингулярность как бесконечность плотности «темной материи» как массы гравитации и искривления пространства-времени.

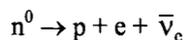
Таким образом, значение изготовления в теплой кухне легких ядер водорода и гелия как барионной материи огромно: оно дает «жизнь» звезде. А звезда — не толь-

ко «светильник»-индикатор, освещающий нам путь познания космических объектов (таким «светильником»-индикатором является красное смещение спектральных линий), но и отапливающие холодную Вселенную ядерные реакторы, построенные самой природой и рассыпанные по всему пространству Вселенной во всех ее областях и уголках: только во всем метagalacticком пространстве Вселенной построено природой более 10^{21} реакторов в соответствии с числом звезд — 10^{21} .

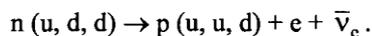
Во-первых, в недрах звезды происходят термоядерные реакции превращения водорода в гелий и т. д.; во-вторых, в ее недрах, температура в которых достигает десятков и сотен миллионов градусов, происходят постоянные столкновения протона и электрона, в результате чего образуются нейтрон и нейтрино, которое сразу же покидает звезду, захватив часть ее энергии:



А затем происходит распад нейтрона на протон, электрон и электронное антинейтрино, которое сразу же покидает звезду, унося часть энергии. А теперь посмотрим более детально распад нейтрона:



на фундаментальном уровне кваркового строения и структуры материи: нейтрон состоит из трех кварков — $n(u, d, d)$, а протон состоит из трех других кварков — $p(u, u, d)$. Почему нейтрон распадается на протон, электрон и электронное антинейтрино? Потому что нейтрон состоит из более тяжелых кварков — $n(u, d, d)$, чем протон $p(u, u, d)$:



Из этого слабого распада нейтрона n мы видим, что электрон — e и электронное антинейтрино образуются за счет распада d -кварка в нейтроне — $n(u, d, d)$.

Почему мы в своей работе пишем обо всем?

Во-первых, на современном уровне развития науки совершенно невозможно объяснение и понимание космологической проблемы расширения Вселенной, ее становления и эволюции после Большого взрыва без астрофизики элементарных частиц: именно астрофизика элементарных частиц наполняется конкретным содержанием (т. е. барионной и «темной материей») в расширяющуюся Вселенную: Большой взрыв как катастрофический процесс единства диверсификации (т. е. разрушения) и инновации (т. е. созидания нового) — начало создания мира элементарных частиц, ядер, атомов, молекул и т. д. и одновременно «творения» Вселенной и ее пространственной структуры в целом. Нельзя представлять самоорганизацию материи только как рождение и формирование элементарных частиц, атомов, молекул в пустой Вселенной: на самом деле сам процесс самоорганизации материи есть двуединый процесс рождения частиц материи и самостановления Вселенной в ее пространственно-временной космологической структуре. Рождение частиц и сил, их связывающих, и становление Вселенной в пространственно-временной размерности — двуединый единовременный процесс: расширение Вселенной после Большого взрыва есть процесс наполнения ее рождающимися фундаментальными и элементарными частицами, ядрами, атомами, молекулами материи, которые «изготавливаются» в горячей кухне, теплой и холодной кухне.

Во-вторых, следует подчеркнуть, что в любой строящейся научной теории, отражающей фундаментальное строение Вселенной, начальные условия и основные их параметры, характеризующие законы, принципы развития Вселенной, не могут быть произвольными и случайными: значения как начальных условий, так и основных параметров — законов, принципов — должны быть обоснованы. Они не должны быть ни произвольными, ни случайными, наоборот, они должны быть во взаимосогласованном единстве: Вселенная возникает с самого начала Большого взрыва как единая целостная суперсистема, все элементы, основные и главные части которой должны находиться в синхроническом взаимосогласовании и единстве.

1. Мировые константы — гравитационная Ньютона g , скорость света Эйнштейна c и постоянная Планка h — все упакованы и взаимосогласованы, что делает начальные условия строго обоснованными.
2. Законы сохранения физики — импульса, момента импульса и энергии — в природе так взаимосогласованы объективно, что нельзя их рассматривать изолированно.
3. Принципы симметрии, однородности, изотропности пространства и однородности времени в своей синхронной совокупности служат основанием симметрии Вселенной в целом.

Таким образом, мировые постоянные, принципы симметрии, законы сохранения так между собой в природе упакованы, что начальные условия Вселенной делает строго синхронизированными: они не случайны и не произвольны, а строго закономерны во взаимосогласованности и синхронности. Все это проявляется в целостном единстве Вселенной как суперсистемы.

Таким образом, горячая Вселенная после Большого взрыва подвергается самоорганизации в горячей кухне, где готовятся самые изысканные, высококачественные и энергетически насыщенные блюда — фундаментальные и элементарные частицы и силы, их упорядочивающие, а затем в теплой кухне готовятся легкие ядра в процессе первичного нуклеосинтеза, столь необходимые для термоядерных реакций в недрах звезд.

Как мы уже отметили, термоядерные реакции превращения водорода в гелий, в ходе которых происходит слабый распад нейтрона на протон, электрон и электронное антинейтрино $n \rightarrow p + e + \bar{\nu}_e$, является основным источником тепла, обогревающего нашу холодную в целом Вселенную. Наконец, когда наша Вселенная значительно похолодала, заработала третья холодная кухня, где готовились и готовятся атомы и из атомов молекулы, без которых само существование жизни немыслимо: молекулы как соединение атомов являются основой возникновения жизни и являются носителями жизни. Жизнь — это функция деятельности молекул. Однако жизнь — это не просто совокупность молекул, а есть их движение: жизни нет и не может быть вне движения молекул как совокупности атомов. Поэтому настоящим и подлинным веществом, творящим жизнь, являются продукты, изготавливаемые на третьей холодной кухне — атомы и молекулы.

Но это только возможность жизни, а не сама жизнь: атомы и молекулы, состоящие из атомов, — это только возможность жизни, а не сама жизнь. Соединение молекул из атомов из возможности превращается в действительность только при определенных специфических условиях развития Вселенной:

1. Она возможна только при расширении и похолодании: при коллапсе и в горячей Вселенной исключена сама возможность жизни.
2. Она возможна только при удалении галактик друг от друга и нахождении их на больших космических расстояниях более 1 000 миллионов парсеков, иначе при сближении и слипании (т. е. коагуляции) их исключена жизнь.
3. Звездная система, как наша Солнечная система, должна быть образована и находиться не в центре галактики, а на периферийных рукавах спиральной ее структуры: в центре галактики обычно сильная концентрация энергии и, следовательно, супервысокая температура. В центре галактики расположены квазары (т. е. квази-звездные объекты) с гигантской плотностью материи и концентрацией суперэнергии, поэтому вблизи квазаров исключена возможность жизни.
4. Для зарождения жизни и ее существования необходимы исключительно особые специфические условия на планете: она должна быть в определенной степени «остывшей», а не «горячей» слишком, ибо бытие молекул как соединение атомов возможно только в определенных пределах и границах от плюс тысячи градусов до минус 150-200: при более низкой температуре сначала «замораживаются» молекулы, а затем еще при низкой температуре (-200° C) и атомы «замораживаются». В этих условиях сначала перестает работать химия жизни, потому что молекулы находятся вне движения в «замороженном» состоянии, а затем и физика жизни при «замороженном» состоянии атомов.

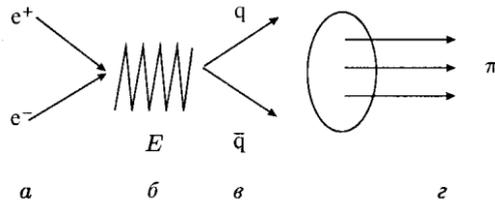
Одним словом, жизнь как таковая возможна, потому что наша Вселенная симметрична: она остается в целом во всех точках и во всех направлениях и во все моменты времени инвариантной, т. е. симметричной: скорость расширения Вселенной остается более или менее одинаковой, неизменной и постоянной; средняя плотность космической материи (вещества и излучения) во Вселенной пока остается одинаковой (без учета «темной материи») и т. д.

И все-таки среди факторов космических, определяющих условия возможности возникновения и существования жизни, являются:

1. Асимметрия между веществом и антивеществом: при аннигиляции частиц и античастиц абсолютно исключена жизнь.
2. Доминирование вещества над излучением в 1 000 раз: при равенстве, т. е. симметрии, вещества и излучения вряд ли возможно возникновение и существование жизни. Поэтому мы придаем столь важное значение «вымерзанию частиц» как отделению вещества от излучения, т. е. «выходу» вещества из термодинамического равновесия после Большого взрыва и его отделению от излучения: при радиационно-доминантной фазе абсолютно исключена не только возможность жизни, но и образование атомов и молекул, которые образуются только при вещественно-доминантной фазе, когда Вселенная значительно похолодала и ультрарелятивистские частицы стали нерелятивистскими.
3. Начальные условия Вселенной не являются и не могут быть произвольными и случайными: Большой взрыв, как мы подчеркивали, двуединый процесс диверсификации и инновации: он есть поэтому фазовый переход как конверсионный процесс образования из «сгустка» чудовищной концентрации энергии фундаментальных частиц — кварков и лептонов — и сил, их связывающих; затем происходит конверсия кварков в адроны. После «вымерзания» частиц происходит аннигиляция

35
 между электронами и позитронами и образуется «сгусток» концентрации энергии (т. е. некий файлбол), который может породить кварк и антикварк, которые конверсируют в адроны:

Рис. 1.3



- а — столкновение электрона с позитроном;
 б — образование файлбола E ;
 в — рождение из «сгустка» энергии кварка и антикварка;
 г — конверсия пары кварка и антикварка в пион — π

Спрашивается, весь этот процесс как фазовый процесс аннигиляции и конверсии является ли случайным и произвольным, или в этих начальных условиях рождения при всех случайностях хаотизации есть какая-то закономерная необходимость, строго определяющая симметрию Вселенной в целом?

На этот вопрос С. Хокинг отвечает утвердительно в своей работе «Черные дыры и молодые Вселенные» (М., 2001). Он отмечает следующие моменты:

1. Если разница масс протона и нейтрона не была бы вдвое больше массы электрона, то не было бы основания существования химии и биологии: то, что эта разница масс протона и нейтрона в два раза больше массы электрона, служит основанием возникновения атомов и молекул и, следовательно, химии и биологии.
 2. Если бы гравитационная масса протона значительно отличалась от действительности, то невозможно было бы образование звезд, ибо до образования звезд Вселенная «захлебнулась», т. е. коллапсировала: гравитационная масса (т. е. «темная материя») протона составляет 10^{-39} от массы протона. (Гравитационная масса Земли к ее массе составляет 10^{-9} , т. е. одну миллиардную часть массы Земли, а Солнца — 10^{-6} , а у белых карликов — 10^{-4} .)
- Во-первых, из этого видим, насколько слаба гравитационная сила по сравнению с силами барионной материи. Поэтому считают, что в области физики элементарных частиц гравитационный эффект настолько слаб, что можно силой гравитации пренебречь: 10^{-39} гравитационной массы у протона по сравнению с его массой барионной.
 - Во-вторых, мы видим, что у элементарных частиц есть гравитационная масса, хотя пренебрежимо мал эффект ее влияния: однако в планковском масштабе $m_{Pl} = 10^{19}$ ГэВ необходим учет гравитационной силы, иначе немислимо объединение всех типов взаимодействий.
 - В-третьих, проблема распада протона — это проблема нестабильности материи вообще, а это проблема самого существования Вселенной, ибо основным компонентом вещества является протон, который вместе с нейтроном составляет ядро

атомов вещества. Срок жизни протона — 10 с. До сих пор в многочисленных экспериментах во всех лабораториях мира по детектированию протона не обнаружен ни один случай распада протона, ибо слишком сложен и труден эксперимент для обнаружения распада протона. В одной тонне вещества содержится 10^{29} протонов, из которых один распад осуществляется в десятилетие.

Таковы начальные условия Вселенной (только некоторые), которые определяют симметрию Вселенной, точнее, служат основой одинаковой Вселенной, где мы на малюсеньком клочке Земли существуем, не всегда раздумывая и размышляя о мироздании нашей Вселенной.

Рождение Вселенной как барионной материи

С проблемой сингулярности как начала всех начал Большого взрыва связаны все три фундаментальные параметры эволюции Вселенной:

- 1) космологический масштабный фактор $R(t)$ как метрика расширяющейся Вселенной;
- 2) кривизна пространства-времени: $K = 0$, $K < 1$ и $K > 1$;
- 3) Ω — плотность материи во Вселенной: $\Omega = 1$, $\Omega < 1$ и $\Omega > 1$.

Поэтому мы считаем, что проблема изначальной сингулярности Большого взрыва — ключевая философская проблема всей современной космологии и астрофизики элементарных частиц.

Естественно, здесь возникает самый первичный и самый фундаментальный вопрос о рождении Вселенной в результате Большого взрыва. Рождение Вселенной есть одновременное рождение вещества, излучения и сил, их связывающих, и пространства-времени, без чего абсолютно немислимы ни рождение материи (т. е. вещества и излучения), ни рождение их связывающих сил взаимодействий.

Во-первых, рождение элементарных частиц (кварки и лептоны) и излучения (фотоны) в радиационно-доминантной фазе — рождение космического происхождения; совершенно и логически, и физически-реально очевидно, что первоначально материя до Большого взрыва находилась в гипер-суперплотном состоянии в сингулярной бесконечности. Поэтому Большой взрыв как катастрофический чудовищной силы взрыв есть механизм превращения черной дыры в белую дыру, т. е. коллапса в реколлапс: белая дыра как реколлапс — рождение и расширение Вселенной.

Для философии абсолютно неважно: какова конкретная форма сингулярности как изначальной бесконечной плотности материи (то ли Дао, то ли Шуньята, первичный атом Леметра, то ли максимум энтропии Пригожина, то ли вакуум Атана Гута и т. д.).

Во-вторых, совершенно очевидно существование в сингулярности одной фундаментальной суперсилы, которая реально расщепляется в ходе Большого взрыва как механизма превращения и раскалывания единой суперсилы сингулярности: единая суперсила (возможно, она есть суперструнная сила) в белой дыре расщепляется и раскалывается на множество сил в соответствии с типами элементарных частиц.

Значит, роль белой дыры, механизмом которой является Большой взрыв, заключается в рождении множества из единого: белая дыра как рождение и расширение Вселенной есть самопорождение материи, самоорганизация и само структурирование частиц и сил.

В-третьих, с бесконечной сингулярной искривленностью пространства-времени аналогичная теоретико-философская ситуация: в белой дыре и пространство-время расширяется в соответствии с расширением Вселенной.

Вспомним, что бесконечное искривление пространства-времени — чудовищная сила отталкивания: опять же мы видим, что сингулярность — единство коллапса и ре-коллапса, т. е. чудовищной силы гравитационного притяжения и чудовищной силы гравитационного отталкивания (может быть, эта сила отталкивания — «темная материя»).

Проблема рождения Вселенной — одна из самых центральных проблем философии Вселенной, ибо она включает в себя, во-первых, проблему начала всех начал Вселенной; во-вторых, вопрос о том, как происходит рождение Вселенной из начала всех начал; в-третьих, каково содержание рождающейся Вселенной. Мы пока ограничимся с рассмотрением этих вопросов, что было в самом начале рождения, как рождается она и каково ее строение.

Первый вопрос — самый трудный и сложный: существуют самые различные космологические модели о начале Вселенной — модель горячей Вселенной Г. Гамова; модель виртуального квантового вакуума Алана Гута (т. е. так называемая инфляционная модель); модель первичного атома Леметра; энтропийная модель космологии И. Пригожина, хаотическая космология Андрея Линде и т. д.

В целом в современной космологии существуют две соперничающие космологические модели о начале Вселенной:

1. Сингулярные космологические модели о начале Вселенной, в которых сингулярность как бесконечность плотности материи (т. е. массы и, следовательно, энергии) и искривления пространства-времени рассматривается как начало рождения Вселенной.
2. Несингулярные космологические модели о начале рождения Вселенной, в которых за начало принимается виртуальный квантовый вакуум, как в инфляционной модели Алана Гута, или наличие изначально во Вселенной «темной материи». Концепция изначального существования во Вселенной «темной материи» представляет собой не только в философском плане, но и прежде всего в конкретном физико-космологическом плане фундаментальную методологическую предпосылку для рационального решения многих трудностей, встающих в современной физической космологии: к этим трудностям относятся проблема соотношения барионной и «темной материи» во Вселенной, проблема замкнутой Вселенной, проблема необходимости объяснения галактических ротационных кривых и т. д. Одним словом, в современной физической космологии и астрофизике элементарных частиц имеется ряд фундаментальных трудностей как научно-теоретического, так и философско-мировоззренческого порядка, которые в принципе не могут быть решены и преодолены без философско-космологическо-физического допущения изначального существования во Вселенной «темной материи» и без введения в современное физико-космологическое исследование этой «темной материи», составляющей более 80 % всей космической материи во Вселенной, а остальное — 20 % барионной материи. Поэтому мы считаем, что проблема «темной материи» так или иначе имеет фундаментальную теоретико-методологическую значимость для решения конкретных физико-космологических проблем, так и проблем философско-мировоззренческого порядка: «темная материя» может стать и должна стать общим исследовательским полигоном для еще более

тесного единения космологии, физики и философии. Именно поэтому в нашей работе ниже особо будем останавливаться на проблеме философии «темной материи» и барионной материи как эпистемологических индикаторов Вселенной.

В связи с рассмотрением «несингулярных космологических моделей» о начале Вселенной нельзя обойти инфляционную модель Алана Гута, в которой за начало принимается виртуальный квантовый вакуум. Во-первых, физический вакуум, в отличие от философского, мифологического или религиозного, — не абсолютная пустота, а физическая реальность с ненулевой энергией: следует особо подчеркнуть, что в мире нет и не может быть ничего без энергии, следовательно, массы. Материя в конечном субстанциональном начале физической реальности сводима к энергии и, следовательно, массе: без этих двух фундаментальных (т. е. неуничтожающих и неисчезающих) начал в физическом мире нет материи. Наше утверждение многим философам-физикам покажется слишком категоричным и потому абсурдным с точки зрения общепринятого философского мышления. Но факт остается фактом: в сингулярности в черных дырах нет ничего материального, кроме гравитационной массы и, следовательно, энергии: коллапс в черной дыре все превращает в одну гравитационную массу и, следовательно, энергию. Во-вторых, понятие виртуальности требует более глубокого философского осмысления: виртуальный мир не менее богат, сложен и глубок, чем мир нам известных элементарных частиц, атомов и т. д. В конечном счете, мир частиц и сил как структурированный мир бытия возникает из виртуального мира материи: материя самоосуществляется (т. е. сохраняется и самоорганизуется) в физической реальности как актуальной осуществленности: виртуальность материи становится физической реальностью готовых частиц и сил, как отмечает великий физик Антонио Дзикаки — один из руководителей в ЦЕРНе, в Женеве, — в результате воспроизводимого эксперимента. Все реальные готовые частицы и силы возникают из виртуальности в конечном счете и превращаются в виртуальность: виртуальные процессы, как отмечает А. Дзикаки в своей книге «Творчество в науке» (М., 2001), — такая же реальность, как наша жизнь, потому что она абсолютно воспроизводима в экспериментах.

Наконец, в-третьих, в инфляционной модели Алана Гута сущностная природа вакуумной виртуальности — квантовая природа: квантовая сущностная природа — природа абсолютного беспокойства, флуктуации и случайностей; генерации бесконечного множественного рождения и уничтожения всего сущего; абсолютной быстротечности этого рождения и уничтожения всего сущего: из виртуальности — в реальность и из реальности снова в виртуальность.

Одним словом, квантовая сущностная природа заключается не столько в ставшем, сколько в становлении: всеобщее становление всего сущего из виртуальности в реальность и, наоборот, из реальности — в виртуальность.

Именно на этих трех китах — виртуальность, вакуум с ненулевой энергией и квантованность — зиждется инфляционная модель о начале Вселенной Алана Гута. Ниже мы более подробно остановимся на философии идеи инфляции.

Гамовская модель горячей Вселенной — это модель рождения Вселенной как суперсистемы барионной материи:

- 1) изначальным началом является сверхгорячая и сверхплотная Вселенная;
- 2) фундаментальным закономерным механизмом рождения Вселенной является Большой взрыв (Big bang);
- 3) вселенная конституируется как целостная суперсистема после Большого взрыва.

Большой взрыв как катастрофа есть противоречивый процесс единства диверсификации и инновации: одновременно процесс катастрофического разрушения супергорячей и суперплотной Вселенной как системы и катастрофического созидания новой Вселенной как суперсистемы. Она является бифуркацией: во-первых, бифуркация — точка неустойчивости состояния системы; во-вторых, бифуркация как симметричное состояние — абсолютно ненадежное; в-третьих, причиной ее катастрофической диверсификации и инновации может быть случайность, т. е. флуктуация; в-четвертых, система в состоянии бифуркации обладает многоканальностью своей эволюции.

Рождение Вселенной в первые миллиардные доли секунды после Большого взрыва — процесс самоорганизации Вселенной в качестве барионной материи: становление Вселенной как самоорганизующейся суперсистемы — результат самоорганизации и самопорождения барионной материи в качестве элементарных частиц (кварки, лептоны, нейтрино, фотоны и т. д.) и сил, их связывающих, — сильных ядерных, слабых ядерных и электромагнитных. (Пока мы не касаемся силы гравитации и «темной материи», ниже о них более конкретно и подробно пойдет речь.)

Целесообразно расширение Вселенной делить на три фазы:

- 1) радиационно-доминантная фаза;
- 2) вещественно-доминантная фаза;
- 3) галактико-доминантная фаза — фаза доминирования «темной материи», скрытой, невидимой.

Сначала мы рассмотрим радиационно-доминантную фазу как фазу самоорганизации барионной материи.

Гигантскому Большому взрыву как единовременному процессу диверсификации и инновации подвергается эта супергорячая и суперплотная Вселенная Гамова. Во-первых, Большой взрыв — гигантский реколлапс, который разрушает бесконечную плотность материи (т. е. массы и энергии): происходит возрастание энтропии, т. е. рассеяние энергии и, следовательно, понижение качества энергии, увеличение неопределенности и хаоса: Большой взрыв как реколлапс рассеяния энергии есть гигантский ультрарелятивистский процесс хаотизации материи, т. е. массы и энергии.

Концепция самоорганизации материи сама по себе будет бессодержательным понятием, если мы не будем ее интерпретировать и понимать в духе пригожинского понятия «диссипативные структуры» (диссипация — рассеяние энергии): диссипативные структуры — такие структуры, которые обладают способностью (т. е. свойством) использовать рассеянную энергию (т. е. хаос) для самоорганизации системы, ее упорядочивания и совершенствования. Диссипативные структуры (как живые, так и неживые) — структуры, превращающие хаос в порядок: структуры, творящие из хаоса упорядоченные и высокоорганизованные системы, — диссипативные.

Почему именно из хаоса (т. е. материя в состоянии хаотизации) образуются и возникают упорядоченные и высокоорганизованные структуры? Ответ на этот вопрос мы находим в работах И. Пригожина: в неравновесном состоянии, т. е. состоянии хаотизации, материя «пробуждается» к активности. Иными словами, в равновесном состоянии материя, как отмечает И. Пригожин, «слепа», инертна, пассивна, а в неравновесном состоянии (т. е. хаотизации) она «пробуждается», становится активной и деятельной. Именно поэтому хаос (хаотизация материи) — начало творения и созидания.

Итак, хаос как философская категория, связанная с неравновесностью, неустойчивостью, нелинейностью, случайностью, флуктуацией и т. д., выполняет созида-

тельную, конструктивную, структурообразующую и системообразующую функцию, а не только негативную, отрицательную, деструктивную функцию. Поэтому методолого-эпистемологическая значимость категории хаоса, как и других вышеперечисленных и с ней связанных категорий, огромна в современном научном (прежде всего естественно-научном) мышлении и познании: из хаоса материи (т. е. массы и энергии) в результате Большого взрыва рождается наша Вселенная.

Поэтому энтропийная космология И. Пригожина нисколько не противоречит и не может противоречить стандартной космологической модели Большого взрыва Г. Гамова, наоборот, она в концептуальном отношении существенным образом ее дополняет. А что касается философско-мировоззренческой значимости энтропийной космологии И. Пригожина, то она, несомненно, выдающийся вклад в философию, а не только в науку.

Для философского анализа проблемы рождения барионной материи после Большого взрыва целесообразно и рационально делить всю радиационно-доминантную фазу как фазу образования барионной материи на три стадии:

- 1-я стадия после Большого взрыва — стадия бытия материи в термодинамическом равновесии;
- 2-я стадия — стадия «вымерзания» частиц и сил, их связывающих;
- 3-я стадия — стадия кварк-адронного фазового перехода как конверсии (т. е. превращения) кварков в адроны как частицы сильно-ядерно-взаимодействующие.

Для барионной материи и ее силы самым существенным и определяющим ее природу являются адроны, в состав и структуру которых входят цветные кварки: именно отныне природу барионной материи и силу, ее связывающую, определяют не адроны сами по себе, а цветные кварки.

На первой стадии, т. е. миллиардные доли секунды после Большого взрыва, материя находилась в состоянии термодинамического равновесия: она существовала в виде виртуально-плазменной смеси. В этом состоянии (т. е. температура в миллиарды миллиардов градусов — 10^{13} К) не могло идти речи о существовании готового вещества в виде элементарных частиц: частиц и сил, их связывающих, на первой стадии термодинамического равновесия нет и не может быть: они возникают только на второй стадии «вымерзания», т. е. катастрофического понижения температуры и наступления похолодания при $T = 10^{11}$ К.

Большой взрыв как реколлапс — расширение Вселенной, которое сопровождается резким катастрофическим понижением температуры, т. е. похолоданием: частицы и силы, их связывающие, возникают на более поздних стадиях похолодания рождающейся Вселенной.

1. На первой стадии радиационно-доминантной фазы в состоянии термодинамического равновесия в миллиарды миллиардов $T = 10^{13}$ К вещество не могло существовать: оно находилось в виде вещественности в паритетном, т. е. равном, состоянии с излучением, как отмечают физики-специалисты и гравитационисты (С. Вайнберг, Г. В. Клайдер-Клайнгротхауз, К. Цюбер, А. В. Захаров и др.). Видимо, вещественность и излучение в состоянии термодинамического равновесия $T = 10^{13}$ К находились в неразделимом и неразличимом единстве виртуально-плазменной смеси: при резком катастрофическом расширении Вселенной и ее похолодании происходит отделение вещества от излучения.

2. Вторая стадия радиационно-доминантной фазы характеризуется прежде всего образованием и конституированием элементарных частиц (кварки, лептоны, нейтрино, фотоны и т. д.) и сил, их связывающих, — сильные цветные кварк-глюонные взаимодействия; электромагнитные электрон-позитронные взаимодействия; слабые цветные взаимодействия.

Что касается адронных (как сильных ядерных, так и слабых ядерных), то они могли возникать и возникли только на третьей стадии радиационно-доминантной фазы в результате кварк-адронного фазового перехода, т. е. конверсии (превращения) кварков в адроны. Поэтому сильные взаимодействия необходимо разделить на два типа взаимодействия:

- 1) субъядерные сильные взаимодействия как первичные кварк-глюонные цветные взаимодействия;
- 2) вторичные (т. е. производные от цветных взаимодействий) ядерные взаимодействия как адронные).

В связи с этим мы условно эволюцию Вселенной после Большого взрыва расчленили приблизительно на следующие эпохи:

1. Это эпоха образования микрочастиц (как фундаментальных — кварков, лептонов, — так и Хиггсовых частиц, массивных бозонов — W^{\pm} и Z^0).
2. Это эпоха образования частиц сильновзаимодействующих, т. е. адронов — протонов, пи-мезонов, ка-мезонов и т. д.: образование адронных частиц связано с процессом захвата ими свободных кварков.
3. Это эпоха образования ядер, атомов, молекул, т. е. это эпоха ядерного синтеза, в процессе которого образуются лишь *легкие ядра* — D, He и др., а тяжелые ядра, как мы знаем, образуются в недрах звезд в процессе термоядерных реакций превращения водорода в гелий, а гелия — в углерод, который — в кислород вплоть до группы тяжелых химических элементов — железа, кобальта, платины и т. д., включая никель.

Значит, следует подчеркнуть, что легкие ядра в результате ядерного синтеза образуются в третью эпоху, т. е. после того, как образовались в первую очередь кварки, а во вторую — адроны. Следовательно, ядерный синтез как образование легких ядер — D, He — возможен был только в третью эпоху, т. е. после того, как протоны и нейтроны путем захвата кварков и глюонов образуются со своими структурами.

Как мы отметили, в третью эпоху образуются *атомы*: образование атомов возможно после образования ядер и электронов, которые составляют структурные компоненты атома, а уже из атомов образуются *молекулы*.

Следовательно, схематически это можно представить следующим путем:

1. Образование кварков и электронов.
2. Образование протонов и нейтронов.
3. Ядерный синтез как процесс образования легких ядер, а затем уже из ядра и электронов — образование атомов, а из атомов — молекул.

Вообще, следует отметить, что третья эра как эпоха образования атомов и молекул может быть рассмотрена как переходная эпоха от радиационно-доминантной фазы к вещественно-доминантной фазе эволюции Вселенной: становление веществен-

но-доминантной фазы эволюции Вселенной связано с условием похолодания. Только в результате расширения и похолодания возможно образование атомов и тем более молекул как структурных компонентов вещества: вещество как структурные образования из атомов и молекул может существовать и действительно существует только при резком похолодании после Большого взрыва.

4. Это эпоха образования звезд: история звезд и их образования уходит в глубокую древность зарождения и становления человека как *homo sapiens*. Звезда на ночном небосводе своей яркостью и светимостью всегда в нас вызывала и будет всегда вызывать, пока будет на Земле существовать человек, восторг и загадку, восхищение и тайну мироздания и человеческого бытия: проблема состава, строения и эволюции звезд получила свое решение только на исходе конца прошлого века, т.е. в 1997-1998 гг. Именно в эти годы учеными окончательно была решена проблема химического и физического состава вещества звезд, их строения и самого процесса звездообразования, когда непосредственно было зафиксировано наличие СО и углеродно-натриевый цикл в газопылевых облаках, из которых происходит звездообразование.

Значит, мы здесь четко видим три момента:

- 1) исходное начало как бесконечная сингулярность;
- 2) Большой взрыв как механизм бифуркации;
- 3) самоорганизация Вселенной: самоорганизация есть фундаментальный процесс структурообразования как микрозернистых, мелкозернистых и крупнозернистых структур, так и одновременного растягивания искривленного пространства-времени.

Третьей эпохой самоорганизации Вселенной является период образования звезд, звездных ассоциаций, планет и планетных систем, галактик, их скоплений и сверхскоплений.

Таким образом, самоорганизация Вселенной как самоструктурирование материи в системы состоит из эпох:

- 1) возникновение и образование микрочастиц: кварки, электроны, нейтрино, фотоны, Хиггсовы частицы, массивные бозоны W^{\pm} и Z^0 и др.;
- 2) вторая эпоха есть эра образования и структурообразования адронных частиц как сильно взаимодействующих — p , n , π , K , Λ и т. д.;
- 3) третья эпоха — эпоха ядерного синтеза, т. е. образования легких ядер — D , He и т. д. и структурирования атомов из электронов и ядра, а из атомов — молекул;
- 4) эпоха звезд и звездообразования, а в недрах звезд — образование тяжелых ядер и химических (т. е. тяжелых) элементов — железо, платина, золото, кобальт, алюминий и т. д.;
- 5) эпоха образования галактик, их скоплений и сверхскоплений из звезд: структурообразующими элементами галактики являются звезды и их скопления.

Все эти пять эпох можно свести к трем эрам:

- 1) эра микрочастиц;
- 2) эра мелкочастиц — ядра, атомы, молекулы;
- 3) эра звезд и галактик.

Образование этих эр и эпох возможно и осуществляется в действительности:

- 1) при только расширении Вселенной Фридмана;
- 2) при похолодании Вселенной Фридмана;
- 3) при переходе радиационно-доминантной фазы Вселенной к вещественно-доминантной ее фазе: радиационная фаза «твердеет» в веществе.

Какие философские выводы следуют из нами рассмотренной радиационно-доминантной фазы?

Первый вывод заключается в глубокой антиномичности самой природы барионной материи: барионная материя по своей генетической природе представляет собой глубочайшее единство противоположностей частиц и соответствующих им античастиц: мир барионной материи — мир единства частиц и античастиц.

Второй вывод заключается в отделении вещества от излучения: это отделение явилось предпосылкой возможности в дальнейшем появления из барионной материи жизни и разумного существа — человека — на Земле.

Третий вывод заключается в асимметрии между веществом и антивеществом: во Вселенной доминирует вещество над антивеществом. При аннигиляции частиц и античастиц возникновение жизни абсолютно исключено.

Четвертый вывод заключается в том, что жизнь возможна только при расширении Вселенной и ее похолодании: при катастрофическом сжатии Вселенной в результате гравитационного притяжения абсолютно исключена жизнь.

Пятый вывод заключается в том, что Большой взрыв как реколлапс — раскручивание бесконечно искривленного в сингулярности пространства-времени: пространство-время растягивается и удлиняется в зависимости от характера и природы самоорганизации материи во Вселенной. Самоорганизация материи в микрозернистые, мелкозернистые и крупнозернистые структуры абсолютно невозможна без расширения пространства-времени, без его растягивания и удлинения во всех точках однородности и во всех направлениях изотропии Вселенной: Вселенная одинакова со всех точек и с любых направлений пространства-времени.

Однако одна барионная материя не способна сделать нашу Вселенную одинаковой во всех точках и во всех направлениях пространства-времени: необходимо допущение о существовании «темной материи» (скрытой, невидимой) во Вселенной, особенно когда рассматриваются крупномасштабные космические объекты (звезды, галактики, скопления их, сверхскопления).

§3. Энтропийно-турбулентная космология И. Пригожина

Время, безусловно, всеобъемлющий и универсальный феномен, укоренный в материю во всех видах ее проявления и на всех уровнях ее бытия. Мало того, время есть сущностный определяющий бытия материи: время есть фактор развития материи, ее самоорганизации и самодезорганизации.

Материя не только самоорганизующаяся реальность, но и столько же она есть самодезорганизующаяся реальность: без дезорганизации нет и не может быть самоорганизации, и, наоборот, самоорганизация осуществляется и может осуществляться только через дезорганизацию материи, т. е. через беспорядок, хаос, вызываемый диссипацией энергии, т. е. рассеянием.

Одним из незыблемых и фундаментальных свойств энергии является ее диссипация, т. е. рассеяние: закон диссипации энергии — такой же фундаментальный и универсальный закон, каким является закон ее абсолютного самосохранения.

Таким образом, абсолютный закон энергии двулик: с одной стороны, он закон абсолютного ее самосохранения, а с другой стороны, он закон абсолютной диссипации, т. е. рассеяния, увеличения во Вселенной беспорядка, хаоса.

В этом состоит глубокое и неразрывное единство двух фундаментальных физических законов, лежащих в основании Вселенной и определяющих ее рождение после Большого взрыва, становление и ее саморазвитие как самоорганизующейся системы: без закона диссипации энергии нет и не может быть самоорганизации материи в структуры во Вселенной.

Поэтому мы считаем совершенно справедливым и правильным радикальный пересмотр И. Пригожиным закона энтропии как закона диссипативных структур. Как сам И. Пригожин отмечает в своей работе «Конец определенности», без закона диссипации энергии, т. е. без увеличения где-то во Вселенной беспорядка, хаоса, невозможна и неосуществима в мире самоорганизация материи. Это — с одной стороны, а с другой — диссипативные структуры — структуры, которые используют рассеяние энергии для самоорганизации системы и совершенствования ее упорядоченного функционирования.

Значит, для упорядочения функционирования системы необходима диссипация энергии, т. е. ее рассеяние как хаос, беспорядок: порядок так или иначе требует диссипацию энергии, т. е. беспорядок, хаос.

Следовательно:

- во-первых, порядок возникает из хаоса, беспорядка энергии и вещества;
- во-вторых, упорядочивание порядка в одном месте Вселенной обязательно увеличивает в другом ее месте хаос, беспорядок: хаос и порядок объективно неразрывно сопряженные и взаимопределяемые феномены;
- в-третьих, диссипативные системы как динамические системы отличаются от консервативных и дисперсных систем: диссипативные системы — системы, в которых запас энергии не остается неизменным, как в консервативных системах, а изменяется, т. е. энергия диссипируется: диссипированная энергия системой используется для порядка и упорядоченного ее функционирования в целостности.

Поэтому И. Пригожин в своей упомянутой книге пишет, что открытие диссипативных структур для него самого представлялось столь неожиданным, впечатляющим, что он не мог понять в первое время всю значимость этого открытия. Какие же фундаментальные философского порядка выводы делает И. Пригожин?

Первый вывод заключается в обосновании И. Пригожиным новой энергоэнтропийной космологии: началом Большого взрыва была не сингулярность как бесконечность плотности материи и искривленного пространства-времени, а неустойчивая чудовищная концентрация энтропийно-диссипативной энергии: Вселенная в результате Большого взрыва рождается из этой неустойчивой энерго-энтропийной диссипации.

Основной идейный смысл пригожинской космологии заключается в том, что Вселенная как упорядоченная суперсистема рождается из хаоса рассеянной, диссипативной энергии: диссипация как хаос рождает порядок как упорядоченную Вселенную.

Во-вторых, с глубокой философской убежденностью и верой, основанной на данных современной науки (квантовой механики, физики и химии), отстаивает необ-

ратимость усложнения и упорядочивания Вселенной в ходе ее эволюции: необратимость им рассматривается как переход от простого к сложному и от последнего к суперсложному, включая биосферу, социосферу и ноосферу В. И. Вернадского.

Третий ключевой вывод из анализа всех работ И. Пригожина (в соавторстве) заключается в отстаивании им и доказательстве необратимости времени: время вечно, оно необратимо, оно не сотворено никем из сверхъестественных или божественных существ и неуничтожимо оно ничем и никем.

В-четвертых, в основание идеи необратимости усложнения во Вселенной и необратимости времени И. Пригожин кладет закон хаоса как закон диссипации энергии: хаос (хаотизация, хаотичность) лежит не только в основании упорядоченных структур и порядка как их закономерного развития, но и в основании необратимости всего во Вселенной, в том числе и прежде всего в основании необратимости времени.

В-пятых, к числу наиболее интересных в философском аспекте идей И. Пригожина принадлежит роль случайности в креативном творении и созидании нового: роль случайности фундаментальна и универсальна на всех уровнях строения и структурной организации Вселенной: возникновение нового не столько необходимо, сколько случайно. Новое потому новое, что оно не содержится в прошлом: появление нового случайно.

В-шестых, бифуркация подвержена катастрофе как Большому взрыву: Большой взрыв есть катастрофический взрыв разрушения бифуркации и сотворения нового. Поэтому Большой взрыв как катастрофа есть противоречивый процесс самоорганизации материи: катастрофа в понимании Рене Тома и И. Пригожина есть одновременный процесс диверсификации и инновации, т. е. как деструктивный, так и конструктивный, созидательный процесс самоорганизации «синергетического потенциала» виртуального квантового вакуума.

Все эти идеи и другие, имеющие глубокий философский смысл и значимость, И. Пригожиным рассматриваются в контексте новой, бурно развивающейся нелинейной динамики (бифуркация и катастрофа, хаос и порядок, аттракторы — странные и фрактальные и т. д.).

Все эти идеи и другие фундаментальные идеи И. Пригожина, имеющие существенную философскую значимость, заслуживают самого пристального изучения и исследования в философском ракурсе: они должны быть тщательнейшим образом выверены в соответствии с новейшими достижениями ФЭЧ, СТО и ОТО, а также современной астрофизической космологии и т. д.

§4. Сингулярная космология

Итак, мы рассмотрели проблему эллиптического расширения Вселенной в замкнутом (закрытом) мире пространства постоянной положительной кривизны римановой геометрии, где все геометрические свойства единого искривленного пространства-времени являются конечными. Конечен сам замкнутый мир, конечны его геометрические свойства (объем, площадь, длина, радиус и т. д.), а также самого единого искривленного пространства-времени.

В чем же состоит прежде всего конечность единого искривленного пространства-времени?

То, что конечны геометрические свойства единого искривленного пространства-времени, очевидно. Однако вопрос о том, в чем состоит конечность единого искривленного пространства-времени, требует философского разъяснения и понимания.

Сама проблема конечности единого искривленного пространства-времени может быть правильно в философском плане решена и понята в контексте Большого взрыва сингулярности и Большого краха Вселенной в новую сингулярность.

Иными словами, проблема конечности (или бесконечности) единого искривленного пространства-времени может быть философски прояснена и осмыслена лишь в контексте смены космологического эллиптического расширения Вселенной Большим космологическим сжатием Вселенной, которое должно закончиться Большим крахом как гигантским коллапсом превращения сжатой Вселенной в новую сингулярность.

Опять же видим, что суть проблемы конечности (или бесконечности) единого искривленного пространства-времени упирается в сингулярность.

В самом же деле совершенно очевидно, что космологическое эллиптическое расширение как следствие Большого взрыва сингулярности есть одновременно растягивание единого искривленного пространства-времени в его геометрических свойствах (в объеме, площади, размере, радиусе и т. д.).

А в космологическом процессе Большого сжатия Вселенной, очевидно, будет происходить сжатие (т. е. сокращение, уменьшение) всех геометрических свойств единого искривленного пространства-времени, тогда как при Большом крахе коллапса сжатой Вселенной все геометрические свойства единого искривленного пространства-времени исчезают в силу действия правил Прайса и Пенроуза (правило Прайса — принцип сглаживания всех неоднородностей, а правило Пенроуза — отсутствие в мире физической силы, способной противодействовать коллапсу при Большом крахе).

Итак, мы видим, что геометрические свойства единого искривленного пространства-времени при коллапсе Вселенной исчезают вообще в сингулярности, а что происходит при этом коллапсе с самим единым искривленным пространством-временем: остаются ли они или они также в сингулярности исчезают навсегда?

Поэтому вопрос о пространстве-времени в состоянии сингулярности (безусловно, физической, а не математической) — сложный и трудный вопрос, который еще не решен однозначно даже специалистами-физиками и космологами. Одни считают, что в состоянии сингулярности вообще исчезает пространство-время как таковое, а другие придерживаются иной точки зрения, что пространство-время существует в сингулярности в состоянии бесконечной искривленности, т. е. в свернутом, закрученном, штопоризованном, компактифицированном (т. е. невидимом, «не светящемся», «непостижимом») состоянии. Как отмечает Д. Уилер, это состояние — пеноподобное, в котором физические события не находятся и не могут находиться в пространственно-временной и, следовательно, причинно-следственной последовательности.

Если исчезает в сингулярности пространство-время, то естественно, что крушится один из самых фундаментальных в мире и почитаемых всем ученым миром принципов — принцип причинности: в этом случае мир будет представлять собой абсолютный хаос без упорядоченности его в пространстве-времени и причинности.

А может быть, в самом деле сингулярность — абсолютный хаос, из которого рождается все сущее, в том числе пространство-время, причинность и т. д.

Ведь мы хорошо знаем, что еще в VI в. до н. э. великий Лао-Цзы писал, что ничего не было: ни неба, ни поднебесья, ни Земли, ни Солнца, ни пространства, ни времени, ни порядка, ни беспорядка, ни Бога, ни божеств. Было только Дао: все сущее из Дао и в Дао оно возвращается после бытия. Дао — абсолютная лишенность и безымянность: сингулярность, по нашему мнению, — Дао Лао-Цзы.

Идея Дао — одно из величайших прозрений человеческой интуиции и разума: Дао — единственная в мировой философской мысли идея, созвучная современной философии Вселенной, космологии и астрофизике элементарных частиц. Сингулярность — начало и конец всего сущего во Вселенной: все сущее возникает из сингулярности и возвращается в новую сингулярность.

1. Сингулярность не есть физический вакуум как арена виртуальных частиц и античастиц: вакуум возникает из сингулярности.
2. Сингулярность не есть квантовая материя частиц: она возникает из сингулярности.
3. Сингулярность не есть и микрогравитация: она возникает из сингулярности.
4. В сингулярности нет ни трехмерности пространства, ни длительности времени: они возникают из сингулярности.
5. В сингулярности нет причинно-следственной зависимости: она возникает из сингулярности.

А что такое сингулярность? Она — струнная материя.

Таким образом, проблема сингулярности представляет собой центральную ось, вокруг которой вращаются все остальные проблемы космологического расширения и космологического Большого сжатия нашей Вселенной: во-первых, любое космологическое расширение Вселенной в настоящее время рассматривается как результат Большого взрыва сингулярности, и, во-вторых, Большое космологическое сжатие Вселенной приводит к сингулярности. Поэтому эллиптическое расширение Вселенной начинается с катастрофического Большого взрыва сингулярности и Большого космологического сжатия и всегда заканчивается Большим космологическим крахом образования сингулярности.

1. Если правила Прайса, Пенроуза и Бекенштейна, сформулированные при изучении и исследовании черных дыр, носят универсальный и фундаментальный характер, то возможна их экстраполяция на изучение и исследование Большого сжатия и Большого краха коллапса Вселенной в сингулярность-2: в коллапсе Вселенной все ее лики исчезают, т. е. происходит всеобщее сглаживание всех ее неоднородностей. Неоднородности Вселенной бесследно исчезают в сингулярности, и остается только однородность. Как мы уже отметили, Большое сжатие, видимо, начнется со сглаживания крупномасштабной структуры Вселенной (т. е. с галактик, их скоплений и сверхскоплений), а затем будет происходить сглаживание неоднородностей макроскопических и микроскопических структур (химических элементов, молекул, атомов, адронов и всех элементарных частиц).
2. Большое космологическое сжатие Вселенной будет происходить ровно столько времени, сколько времени было потрачено на все космологическое расширение с образованием крупномасштабной структуры Вселенной, т. е. временная продолжительность Большого космологического сжатия должна быть симметричной временной продолжительности космологического эллиптического расширения Вселенной.
3. Большое космологическое эллиптическое сжатие, как было отмечено нами, начнется с конца расширения, т. е. с крупномасштабной структуры Вселенной: удаляющиеся друг от друга галактики и их скопления должны остановиться, а затем они начнут сближаться. Процесс слипания и сближения их займет столько же космологического времени, сколько времени галактики и их скопления разлета-

лись друг от друга, т. е. время сближения и слипания их должно симметрично соответствовать времени их удаления и их разлетания друг от друга.

4. Только после чего наступает катастрофически (молниеносно, мгновенно, случайно) Большой крах как коллапс Вселенной в сингулярность: Большой крах как коллапс Вселенной абсолютно неизбежен и неуловим, ибо при слипании целых галактик, скоплений галактик и их сверхскоплений, в состав которых входят тысячи, десятки тысяч и сотни тысяч галактик, образуется такая сила гравитационного тяготения, что во всей Вселенной нет и не может быть физической силы, способной противостоять и противодействовать Большому космологическому краху как катастрофическому гравитационному сжатию-коллапсу: в этом коллапсе сама крупномасштабная структура Вселенной исчезает со всеми ее гетерономными неоднородностями, включая макроскопические и микроскопические структуры с их силами взаимодействий — СВ, СЛВ и ЭМВ: вся Вселенная исчезает и исчезла в сингулярности.

Рис. 1.4. Схема замкнутого мира Римана



Во всем исчезнувшем мире Вселенной остается одна сингулярность-2. Если вся Вселенная исчезает в сингулярности коллапса, то совершенно очевидно, что с исчезновением всей Вселенной исчезает и пространство-время как таковое, четырехмерное многообразие Римана: пространство-время не только искривляется, но и свертывается, до бесконечности закручивается внутрь, штопоризуется и компактифицируется в сингулярности.

Печально, но это космологическая необходимость: ей чужды все человеческое и даже божественное.

И все же, что такое сингулярность (как коллапсированная вся Вселенная)?

Еще раз мы ответим на этот вопрос и только дадим философский ответ: эта сингулярность — Дао Лао-Цзы: все из Дао и все возвращается в Дао. Все рождается и живет, и все умирает рано или поздно, только Дао есть, Дао было и Дао всегда будет. Все остальное временно, изменчиво, преходяще, смертно, а Дао — вечно.

Вселенная смертна, только сингулярность — вечное, из которого снова и снова рождается Вселенная: одна вселенная сменяется постоянно другой вселенной — так бесконечно рождение новых вселенных из сингулярности и вечное возвращение снова в новую сингулярность: сингулярность — альфа и омега вселенных.

1. Наша философская позиция ясна и отчетлива: во всем мире не одна Вселенная наша в одном-единственном экземпляре, а бесконечное множество вселенных, рождающихся в сингулярности и умирающих в новой сингулярности.
2. Наша философская позиция заключается в признании и принятии сингулярности как основополагающего и первичного постулата, лежащего в фундаменте всех существенных проблем современной космологии. Поэтому более созвучно название сингулярной космологии: сингулярность — начало всех начал в мире множеств вселенных, одни из которых только что рождаются из сингулярности в результате Большого взрыва, другие расширяются, образуя свои специфические вселенные, которые не похожи друг на друга, а третьи подвергаются Большому сжатию, на заключительном этапе которого Большой крах коллапсирует всю необъятную Вселенную в сингулярность-2.

Таким образом, мы видим, что сингулярная космология в философском ракурсе имеет ряд фундаментальных преимуществ.

Во-первых, сингулярность является основополагающим феноменом — началом рождения Вселенной и феноменом — концом гибели ее: всякая вселенная рождается из сингулярности и умирает в сингулярность.

Следовательно, началом Вселенной является сингулярность и сингулярность-2 является концом существования Вселенной: вселенные рождаются и умирают, а сингулярность как особое состояние бесконечности материи и искривленного внутри (т. е. свернутого, закрученного, штопоризованного и компактифицированного) единого пространства-времени остается неизменным и постоянным. Вселенные рождаются, живут и умирают, а сингулярность остается вечной, возрождаясь, как феникс из пепла.

Сингулярность — вечное самосохранение философской триады материи, пространства и времени: атрибуты единого искривленного внутри пространства-времени (длина, объем, размер, бег, течение, ход, поток, длительность и др.) в результате коллапсированного «сглаживания неоднородностей» исчезают (а быть может, застывают, превращаясь в окаменелости).

Во-вторых, сингулярность в философском смысле — внутренне глубоко противоречивое понятие: с одной стороны, действительно, сингулярность как результат коллапса — бесконечность, а с другой стороны, эта же бесконечность плотности материи и искривленного единого пространства-времени вызывает реколлапс как чудовищную силу гравитационного отталкивания и отрицательного давления, ежесекундно и ежеминутно готовую разорвать, взорвать, сокрушить бесконечность сингулярности: суть сингулярности — в противоборстве, в противостоянии двух взаимоотрицательных сил коллапса и реколлапса. Реколлапс как чудовищно грандиозная сила отталкивания проявляется в Большом взрыве, в результате которого рождается Вселенная и происходит ее расширение как структурирование, включая крупномасштабную структуру Вселенной: реколлапс сингулярности есть ее самоотрицание коллапса. Коллапс самоотрицает (т. е. самого себя) в реколлапсе: коллапс и реколлапс — единое противоречивое целое (разрушение сингулярности возможно только и только как самоотрицание коллапса реколлапсом). Никакие внешние физические силы неспособны

разорвать сингулярность, ибо нет и не может быть силы, противодействующей и противостоящей сингулярной силе коллапса и реколлапса.

В-третьих, сингулярность — это не просто самосохранение философской триады материи, пространства и времени, но и феномен арены преобразования этой философской триады. Как мы отметили, сингулярность — преобразователь малого в Великое, а Великого — в малое. Как отметил С. Хокинг, в черную дыру входит один вид материи, а через белую дыру выходит совершенно другой вид материи: единое пространство-время (безусловно, искривленное) выступает как фактор этого преобразования материи из одного вида в другой, новый вид материи. Сингулярность, как мы видели, в результате Большого взрыва рождает (точнее, генерирует) мир элементарных частиц, из которых образуется мир атомов и молекул, а затем крупномасштабная структура Вселенной, которая как космологическое в результате Большого краха коллапсирует, превращаясь в микроскопическое, которое в сингулярности превращается в некий хаос как неопределенность.

Следовательно, сингулярность в самом деле выступает в качестве преобразователя одного вида материи (космологического, космического, макроскопического) в другой, новый вид материи (микроскопическое), и, наоборот, из сингулярности рождается микроскопическое, а из микроскопического — макроскопическое, а затем космическое, космологическое: взаимопорождение великого и малого происходит через и посредством сингулярности как единой сущности коллапса и реколлапса. Поэтому в философском отношении современная космология как миропонимание Вселенной должна быть сингулярной космологией, т. е. теорией и сингулярности как первичным началом всех начал во Вселенной, и основополагающим принципом для решения всех существенных вопросов современной космологии как науки о Вселенной в целом. Поэтому именно сингулярность есть альфа и омега философии Вселенной.

Подведем некоторые итоги нашего рассмотрения этой части работы.

Предметом нашего рассмотрения из трех динамических типов расширения Вселенной — гиперболического, параболического и эллиптического — стал последний — эллиптическое космологическое расширение в пространстве постоянной положительной кривизны замкнутого (закрытого) мира Римана: замкнутый мир Римана характеризуется тремя существенными особенностями:

- а) в мире не одна-единственная наша Вселенная, а бесконечное множество вселенных, рождающихся из сингулярности, живущих и умирающих в сингулярность в результате коллапса Большого краха всей Вселенной;
- б) основополагающим философским началом всех начал является сингулярность как физическая бесконечность: эта физическая (не математическая) бесконечность как особое состояние есть, с одной стороны, конец (финитность) коллапса, а с другой стороны, начало реколлапса. Главная суть физической бесконечности сингулярности заключается в ее собственном самоотрицании: сингулярная бесконечность как физическая есть самоотрицание коллапсированной бесконечности плотности материи реколлапсом как Большим взрывом;
- в) сингулярность как основополагающий постулат философии вселенных представляет собой аналитический и геометрический преобразователь единой материи и пространства-времени в различные вселенные: вселенные рождаются и умирают, а в сингулярность самосохраняется это триадиное единство материи и пространства-времени.

Таким образом, сингулярность — альфа и омега вечного рождения вселенных из сингулярности и умирания их в сингулярность. Поэтому современная космология должна основываться на философском постулате сингулярности как начала всех начал: сингулярность как бесконечность — непрерывная смена начала концом и конца — новым началом.

Всякое начало — конец и всякий конец есть начало: бесконечность есть эта непрерывная смена начала концом, а конца — новым началом. Поэтому необходимо философское осмысление и понимание сингулярности как особого состояния бесконечности плотности материи и искривленного пространства-времени:

- 1) сингулярность — категория физически реальной бесконечности;
- 2) она есть не статическая (застывшая, замороженная, окаменевшая бесконечность), а динамическая категория постоянной смены коллапса реколлапсом и, наоборот, реколлапса (расширение Вселенной) коллапсом Большого краха трансформации всей Вселенной в новую сингулярность.

Сингулярность в философском понимании нельзя идентифицировать ни с физическим вакуумом виртуальных частиц и античастиц, ни с квантовой гравитацией (т. е. микрогравитацией), ни с вакуумным конденсатом скалярного поля, ибо все эти физические теории есть теории о частицах готовых или же виртуальных частицах и античастицах, включая и скалярные частицы.

Но задача-то состоит в том, чтобы получить из чего-то «живые», готовые или виртуальные частицы и античастицы: в сингулярности, из которой родилась наша Вселенная в результате Большого взрыва как реколлапса, не было в помине никаких частиц и античастиц (ни фундаментальных, ни элементарных, ни виртуальных).

Да, в принципе они (т. е. частицы и античастицы как структуры) не могут существовать в сингулярной бесконечной плотности материи и искривленного пространства-времени.

Чтобы частицы могли существовать, необходимы силы взаимодействий, которые могли бы противостоять и противодействовать коллапсу как катастрофическому гравитационному сжатию: ни сильные взаимодействия, ни электромагнитные взаимодействия, ни, тем более, слабые взаимодействия абсолютно несравнимы, несоизмеримы и несопоставимы с силой гравитационного коллапса Вселенной: все эти силы взаимодействий частиц мизерны по сравнению с силой коллапса Вселенной. Поэтому задача состоит в том, что из сингулярности получить (точнее, генерировать) элементарные частицы и античастицы.

Механизмом этой генерации элементарных частиц (и античастиц) является исключительно замечательный гамовский Большой взрыв, сила которого только способна «раздробить», «расколотить», «расщепить» «орешек» под названием «сингулярность»: сингулярность должна находиться в состоянии бифуркации, чтобы произошел Большой взрыв как катастрофический реколлапс, призванный «расколоть» сингулярность.

Во-первых, она (т. е. сингулярность) должна находиться в состоянии точки неустойчивости. А когда она в целом будет точкой неустойчивости? Когда она будет представлять собой систему хаоса: в хаосе все точки в фазовом пространстве неустойчивы (поэтому невозможно предсказание погоды как хаоса — Э. Лоренц).

Хаос как система, в которой все точки неустойчивы, имеет фундаментальное философское значение и смысл: все неустойчивые точки в хаосе по сути случайные.

Хаос как неустойчивые и случайные точки представляет собой систему бесконечных возможностей, реализуемых в актуальной действительности.

Итак, хаос как система — система неустойчивых и случайных явлений: как таковой хаос — система множества бесконечных возможностей, которые могут быть осуществлены в действительности.

Во-вторых, хаос как неустойчивая система случайностей — максимальная неопределенность, содержащая большое количество информации: неопределенность богаче и содержательнее, чем определенность. Из неопределенности можно получить большее количество реализуемых в действительности вариантов.

В-третьих, хаос — это беспорядок, который внутри себя содержит непременно странный аттрактор как тонкую и высокоупорядоченную структуру: хаос — единство беспорядка и порядка как странного аттрактора (об этом мы достаточно писали уже, поэтому нет необходимости еще раз повторять).

Только еще раз отметим, что хаос и беспорядок не одно и то же, хотя в хаосе всегда присутствует беспорядок. Однако в самом хаосе всегда имеется «странный аттрактор», т. е. тонкая и упорядоченная структура, которая регулярно воспроизводится, но никогда не повторяет саму себя.

(Примером может служить турбулентность как хаос, постоянно и регулярно воспроизводящий странный аттрактор как упорядоченную структуру. В создание теории хаоса значительный вклад внесли советские ученые физики и математики — академики Ландау, Колмогоров и др.)

Таким образом, философское определение и понимание сингулярности как основополагающей философской категории, лежащей в основании анализа и исследования таких космологических категорий, как коллапс и реколлапс, симметрия и асимметрия, симметрия и спонтанное нарушение симметрии, Большой взрыв и Большой крах, расширение Вселенной и Большое сжатие и т. д. является центральной категорией, вокруг которой движутся и вращаются все эти космологические категории. Они приобретают философское значение в контексте связи с сингулярностью: сингулярность — системообразующая и структурообразующая категория, объединяющая все эти космологические категории в единую целостную систему миропонимания Вселенной.

К этим космологическим категориям относятся такие основные понятия нелинейной динамики — теории хаоса Э. Лоренца и фрактальной геометрии Мандельброта — хаос, беспорядок и порядок, турбулентность, «странный аттрактор», бифуркация и катастрофа, спонтанное нарушение симметрии, масштаб и масштабирование, самоподобие и степенные законы и т. д. и т. п.

Мы только отмечаем, что дальнейшее углубленное исследование и понимание фундаментальных проблем Вселенной и астрофизики элементарных частиц абсолютно невозможно и немислимо без философского осмысления важнейших понятий, принципов и законов нелинейной динамики, в частности теории хаоса Э. Лоренца, теории самоорганизации Хакена—Пригожина и фрактальной геометрии Мандельброта. Эта задача — задача не одного человека и не одной философии, а является комплексной задачей специалистов космологов, физиков и философов, специализирующихся в области космологии и астрофизики элементарных частиц. Мы должны признать, что во второй половине ушедшего столетия (XX в.) произошли революции не только в областях физики элементарных частиц и современной космологии, но и в области нелинейной динамики, прежде всего формирования теории самоорганизации, теории хаоса и фрактальной геометрии.

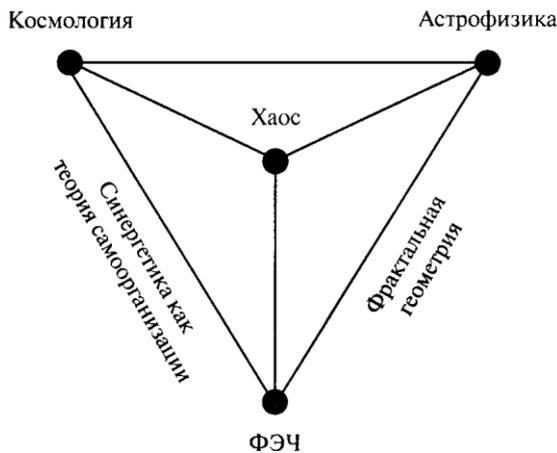
Поэтому нам представляются особенно важными для философии все эти три выдающихся достижения в области естествознания второй половины XX в. — физики элементарных частиц, космологии и нелинейной динамики, в частности теории самоорганизации Г. Хакена и И. Пригожина, теории хаоса Э. Лоренца и фрактальной геометрии Мандельброта.

Необходим философский синтез всех этих трех областей естествознания. В настоящее время происходит интенсивное взаимопроникновение физики элементарных частиц и космологии: взаимное «оплодотворение» их дает блестящие результаты для успешного развития той и другой науки. Современная космология абсолютно немыслима без физики элементарных частиц, и, наоборот, совершенно невообразимо развитие физики элементарных частиц без революционных достижений в современной космологии за последнее пятидесятилетие XX в. (Мы в нашей работе, не претендуя на полноту и глубину исследования, старались восполнить философский пробел. Разумеется, не научный пробел — физический и тем более математический.)

И все же, на наш взгляд, остается не решенной до сих пор задача философского исследования фундаментальных проблем космологии и физики элементарных частиц в свете теории самоорганизации, теории хаоса и фрактальной геометрии: эти теории дают нам и дадут более широкий диапазон философского видения мира и откроют более глубокий горизонт мировосприятия и мироощущения.

(Мы в своей работе, совершенно не претендуя на основательность и всесторонность исследования, пытались просто поставить задачу как первостепенную в философском плане.)

Рис. 1.5. Схема триадийности космологии, астрофизики, ФЭЧ и хаоса, самоорганизации, фрактальной геометрии



В чем же все-таки философский смысл теории хаоса? Он заключается в том, что в основе нашего мироздания Вселенной лежит хаос: из хаоса все сущее возникает и снова в хаос возвращается. А что такое хаос? Хаос — сингулярность, точнее, сингулярность — хаос. Хаос понимаем не как броуновское движение или, в более обывательском смысле, не как толпу на улицах...

Хаос — это не один беспорядок. Хаос — это не один странный аттрактор, вычерчивающий упорядоченную структуру вьющихся, но не повторяющих самих себя спиралей, притягивающих все сущее к себе: хаос — это динамическое взаимодействие странного аттрактора и беспорядка. Хаос — это странный аттрактор, притягивающий к себе беспорядок и упорядочивающий этот беспорядок: хаос — не только феномен деструктивный, но и (главным образом) конструктивный феномен, феномен созидательный.

Именно такова сингулярность как хаос: в сингулярности отпечатан беспорядок как продукт гигантского коллапса. Этот беспорядок есть бесконечность плотности материи и искривленного пространства-времени: эта бесконечность плотности материи сама по себе порождает свою противоположность, свое собственное самоотрицание: это самоотрицание бесконечности проявляется в реколлапсе. Большой взрыв есть реколлапс, разрушающий сингулярность, и из разрушенных, беспорядочных «обломков» конструирует и созидает различные структурированные миры во Вселенной: Вселенная рождается из хаоса как упорядоченная суперсистема.

Философское миропонимание рождения нашей Вселенной, ее эволюции и судьбы — это настоятельная необходимость и для философской культуры ученых специалистов в области физики частиц, астрофизики и космологии. Однако само это мировосприятие и мироосмысление на современном уровне знания абсолютно невозможны без овладения фундаментальными открытиями в области нелинейной динамики — теории хаоса, синергетики как теории самоорганизации и фрактальной геометрии Бенуа Мандельброта: философия может стать по своей духовной сущности современной в том случае, если она станет великим синтезом современного естествознания — физики частиц, астрофизики, космологии и нелинейной динамики — теории хаоса, самоорганизации и фрактальной геометрии. В этом состоит суть задачи философии.

§5. Инфляционная стадия Вселенной

Она существенна в общем контексте рождения, становления и эволюции Вселенной, ибо в инфляционной стадии Вселенной происходят такие физические процессы, с которыми связано решение самых фундаментальных проблем рождения и расширения Вселенной.

Логика рождения нашей Вселенной в целом представляет собой последовательность смены следующих стадий:

- 1) стадия сингулярности как начало Большого взрыва;
- 2) вторая стадия — сам Большой взрыв как катастрофический взрыв сингулярности;
- 3) инфляционная стадия Вселенной как стадия структурирования и расширения Вселенной как суперсистемы: Большой взрыв есть катастрофическое разрушение сингулярности, а инфляционная стадия в целом — строительство Вселенной как самоорганизованной системы.

Поэтому в философском ракурсе можно схематически представить, что Большой взрыв как катастрофический есть диверсификационный процесс разрушения сингулярности как целостности на отдельные куски, части, элементы материи и простран-

ства-времени, а инфляционная стадия — инновационный процесс самоорганизации Вселенной как новой суперсистемы, сотворенной и конструированной из осколков, кусков, элементов разрушенной Большим взрывом сингулярности как коллапсированной материи и пространства-времени.

Именно поэтому нам представляется, что инфляционная Вселенная, построенная в различных моделях и сценариях российскими, советскими физиками-теоретиками, космологами Д. А. Киржницем, А. Линде и другими, а также американскими учеными — астрофизиками и космологами (Аланом Гутом и др.), имеет не только научно-теоретическое значение, но и также глубоко философско-мировоззренческий смысл и значимость: инфляционная стадия — структурная стадия конструирования самоорганизации Вселенной как физически реальной суперсистемы.

А на физическом и космологическом языке это означает, что инфляционная стадия Вселенной — стадия не только просто чудовищно объемного раздувания пространственной протяженности от 10^{-30} см до 10^{30} см, но и прежде всего стадия формирования и творения начальных физических, астрофизических и космологических условий становления и расширения Вселенной: инфляционная стадия есть стадия творения и определения ЧЗНУ, т. е. чувствительной зависимости от начальных условий. В период инфляционной стадии Вселенной закладываются фундаментальные начальные условия, которые определяют очень сильную чувствительную зависимость самоорганизации материи, структурирования Вселенной и ее эволюции во времени от начальных условий: от начальных условий, заданных в инфляционный период, зависит в целом расширение Вселенной. Это ни в коем смысле не означает однозначный детерминизм чувствительной зависимости эволюции Вселенной от начальных условий. Чувствительная зависимость от начальных условий ни в коем случае не означает и не может означать линейность эволюции Вселенной от начальных условий: эволюция Вселенной представляет собой не линейное движение, а нелинейное развитие Вселенной, связанное с переходом от устойчивого к неустойчивому состоянию; от равновесного — к неравновесному; от бифуркации — к катастрофе; от диверсификации — к инновации; от симметрии — к асимметрии; от симметрии — к спонтанному нарушению симметрии; от коллапса — к реколлапсу, а от реколлапса — к антиколлапсу; от хаоса — к порядку; от хаоса турбулентности — к фрактальным аттракторам как тонким и упорядоченным структурам в хаотизации и т. д.

Одним словом, современные новейшие космологические и астрофизические наблюдения и открытия, совершенные в конце ушедшего XX в., со всей убедительностью показывают, что эволюция Вселенной происходит не по законам линейности, а по законам нелинейной динамики, т. е. по законам новой, нелинейной, диалектики через коллапс и реколлапс, симметрию и спонтанное ее нарушение, через хаос, беспорядок и порядок, фрактальные аттракторы и масштабирование структур и т. д.

Одним словом, Вселенная представляет собой в своем расширении не тихую, монотонную, гладкую, равномерную суперсистему, какую мы видим в ночном небосводе, а буйную и неистовую, развивающуюся в космологическом пространственно-временном масштабировании через бифуркацию и катастрофу, коллапс и реколлапс, хаос и порядок и т. д.

В своем завершенном виде инфляционная модель Вселенной была построена американским ученым Аланом Гутом в 1981 г. на основе работ советских ученых Д. А. Киржница и А. Линде, как отмечает известный специалист-космолог М. В. Сажин в своей замечательной работе «Современная космология» (М., 2002).

В сингулярности как нелинейном малом простом содержится будущее Великое, которое реализуется в результате Большого взрыва в самоосуществляющуюся Вселенную как суперсложную сверхсистему.

Нелинейность мы не понимаем ни в чисто механическом смысле, ни в чисто физическом или математическом: нелинейность для нас — философское понятие, включающее сложную и противоречивую динамику развития явлений во временном и пространственном преобразовании их, т. е. их рождении, становлении, существовании и гибели.

Одним словом, нелинейность в нашем понимании представляет собой понятие, фиксирующее, как из зародыша рождается целый организм: взаимодействие триады ДНК + РНК + белок есть нелинейное, которое только на популяционно-эволюционном уровне служит механизмом рождения новых видов организмов. Иными словами, три уровня живой материи:

- 1) молекулярно-генетический как микроуровень живой материи — малое (простое, малая причина и т. д.);
- 2) популяционно-организационный как уровень материи — макроуровень живых организмов;
- 3) популяционно-эволюционный уровень как уровень происхождения новых видов передачи наследственности и ее закрепления в организме особей: для живой материи этот уровень популяционно-эволюционный — главный космоуровень как уровень рождения новых видов и продолжения жизни организмов.

Нелинейность в философском понимании есть переход от микромолекулярно-генетического уровня взаимодействия механизма ДНК + РНК + белок к популяционно-организационному уровню и от последнего — к популяционно-эволюционному уровню: живая материя будет живой только при наличии всех этих трех уровней генетической информации, живых организмов и их популяций. Только в этом случае малое превращается в Великое, простое — в сложное, а сложное — в суперсложное; незаметная, малая причина порождает большое следствие.

Реликтовое излучение как пепел Большого взрыва является самым непосредственным экспериментальным обоснованием и доказательством гамовской теории Большого взрыва, который служит блестящим подтверждением справедливости фридмановской концепции расширяющейся Вселенной и хаббловского закона всеобщего удаления галактик друг от друга: теория Большого взрыва явилась прямым логическим продолжением и подтверждением истинной справедливости фридмановской расширяющейся Вселенной и хаббловского разлета галактик друг от друга.

Все эти три модели Вселенной (гамовская, фридмановская и хаббловская) показывают философскую ее суть: наша Вселенная представляет собой не статическую (т. е. не стационарную), а динамическую суперсистему, родившуюся в результате Большого взрыва из сингулярности, эволюционирующую и расширяющуюся в пространстве субмалого в супервеликое.

Малое и Великое в мире не отделены непроходимой пропастью-каньоном: они взаимовплощают в себе, взаимопорождают и взаимопреращаются. Без малого (т. е. сингулярности) нет и не может быть Великого как Вселенной и, наоборот, Великое (звезды, галактики и т. д.) превращается в результате коллапса в малое (белые карлики, пульсары, черные дыры). В этом загадочность и не до конца еще познанная таинственность философской триады материи, пространства и времени: чем больше

неразгаданных тайн в природе, тем интереснее и содержательнее движение науки и научной эпистемологии и, следовательно, само движение философствования и философской мысли.

Если нет тайн в мире как непознанной вещи в себе, то само человеческое существование теряет свой смысл и ценность. Поэтому раскрытие тайн как постижение непознанной вещи в себе есть фундаментальный феномен самого бытия человеческого сообщества: Вселенная как черный ящик — бесконечное множество тайн с бесчисленными замками, самыми различными. Поэтому задача науки (физики и космологии) и философии состоит в подборе соответствующих ключей (т. е. идей) для открытия этих замков, чтобы разгадать одну тайну в природе за другой. А этот путь и для философии, и для науки бесконечен. Он нескончаем как бесконечное приближение к пределу. Человечество, пока оно будет существовать, никогда не исчерпает этого предела, ибо Вселенная в своей эволюции бесконечна, пока мы, люди, будем обитать на малюсенькой былинке, называемой планетой Земля, которая ежесекундно движется по 30 км вокруг Солнца — звезды, которая находится на самой окраине спирального рукава нашего Млечного пути среди таких же миллиардов миллиардов галактик в нашей только части Вселенной.

Поэтому звезды являются настоящими фабриками производства атомов химических элементов, в том числе атомов химических элементов фундаментального квадрата — водорода, углерода, кислорода и азота — как физико-химической основы сущности жизни — ДНК + РНК + белок.

Видимо, наше жизненное счастье, что Вселенная, образованная в результате Большого взрыва, населена такими легкими химическими элементами космического происхождения, как водород и гелий, которые зажигают газовые (т. е. молекулярные) шары под действием силы гравитации: зажженные газовые шары превращаются в звезды как «светящиеся свечи», которые обогревают теплом нашу холодную Вселенную, в том числе нашу маленькую планету Земля, на которой 4 миллиарда лет тому назад появилась жизнь. Она появилась не в борьбе смертельной с энтропией, а благодаря энтропии, как утверждает проф. И. Пригожин: жизнь есть диссипативные структуры, которые используют рассеянные (диссипированные) энергии для самоорганизации системы, ее структурирования и функционирования.

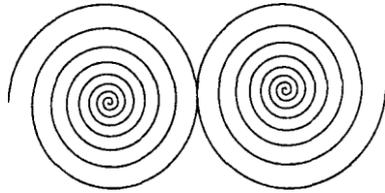
Энтропия как рассеяние энергии есть, с одной стороны, понижение качества энергии, а с другой стороны, есть увеличение в мире хаоса и беспорядка: хаос и беспорядок не следует отождествлять и идентифицировать.

После создания американским математиком-метеорологом Эдвином Лоренцом теории хаоса уже нельзя хаос рассматривать исключительно в негативном плане как деструктивный процесс отсутствия какой бы то ни было упорядоченности: выдающаяся заслуга Э. Лоренца состоит в открытии в хаосе двойственной его противоречивой природы: с одной стороны, хаос, действительно, — неупорядоченность, беспорядок, но с другой стороны, в самом хаосе имеется тонкая и высокоупорядоченная структура, которая называется странным аттрактором Лоренца.

Этот странный аттрактор Лоренца представляет собой двойную спираль, которая регулярно повторяется сначала вокруг левого уха, а затем точно также регулярно повторяется вокруг правого уха, и все повторяется снова, создавая тонкую и высокоупорядоченную структуру, которую называют на математическом языке странным аттрактором Лоренца. Все дело в том, что странный аттрактор как регулярно повторяющаяся упорядоченность в хаосе (хаотичности) наблюдается в реальных фи-

зических, химических, биологических системах. В качестве примера можно рассмотреть феномен турбулентности, который раньше, до работ Лоренца (до 60-х гг. XX в.), представляли в исключительно негативном, деструктивном плане как абсолютный беспорядок. На самом деле оказалось, что турбулентность (Ниагарский водопад и т. д.) есть хаос, в котором постоянно реализуется странный аттрактор как тонкая и высокоупорядоченная структура, которая регулярно и упорядоченно повторяется.

Рис. 1.6

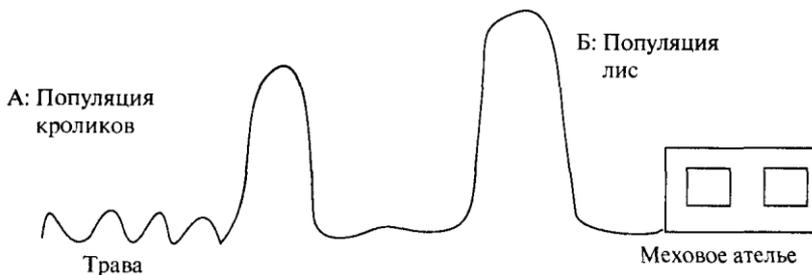


На лужайке около леса пыльным цветом растет сочная трава, и кролики, поедая эти сочные травы, быстро размножаются, и увеличивается их популяция. Туда зачастили лисы, которые стали ловить кроликов и поедать их: популяция кроликов уменьшается, а популяция лис быстро стала увеличиваться.

Видя такую ситуацию, два бизнесмена — Рома и Иван — построили меховое ателье по изготовлению женских шуб из меха лис. Популяция лис резко стала уменьшаться, а популяция кроликов стала быстро размножаться и начала быстро увеличиваться.

В этом хаосе игры случайностей мы действительно наблюдаем тонкую экологическую структуру подъема и падения кривых популяций кроликов и лис.

Рис. 1.7



Кривые хаоса А и Б повторяются, образуя тонкую и высокоупорядоченную структуру, которая очень похожа в биосфере на странный аттрактор Лоренца в хаосе случайностей.

Следовательно, роль энтропии как рассеяния энергии, понижения ее качества, образования и увеличения в мире хаоса нельзя понимать исключительно в негативном и деструктивном смысле: не только из хаоса появляется порядок, но в самом хаосе образуется странный аттрактор. Как отмечает И. Пригожин, открытие им диссипативных структур было не только полной неожиданностью, но и оказало на него ошеломляющее впечатление, ибо именно диссипативные структуры обладают способностью использовать хаос как рассеяние энергии для упорядоченной самоорганизации структур, в том числе и живых: жизнь — диссипативные структуры, использующие энтропию для самоорганизации.

Фундамент современной космологии составляют два теста — ускорение расширения Вселенной, открытое в самом конце ушедшего (XX) века, и анизотропия ре-

ликтового излучения, обнаруженная также в конце прошлого (XX) века: эти два теста совершенно изменили наши представления о постоянстве скорости расширения Вселенной и изотропии пространства ее.

Первый революционный шаг, коренным образом перевернувший модель статической Вселенной Эйнштейна, сделал выдающийся советский физик А. Фридман, который в своих статьях в 1922-1924 гг. сформулировал теорию расширяющейся, однородной и изотропной Вселенной: Вселенная в пространстве однородная и изотропная, не является стационарной суперсистемой, а расширяется во времени как суперсистема.

Значит, из фридмановской теории расширяющейся Вселенной логически следует фундаментальная философская идея о том, что Вселенная когда-то в прошлом «родилась» маленькой и по мере расширения становится больше и превращается в великую суперсистему: все сущее в ней ставшее (элементарные частицы, атомы и молекулы, звезды и галактики, скопления галактик и их сверхскопления в крупномасштабной структуре Вселенной) — результат становления, нечто ставшее, а не вечно данное. Вселенная «родилась» и стала таковой, какая она есть: в начале Большого взрыва, в результате которого «рождается» маленькая наша Вселенная, не было ни микроструктурных, ни макроструктурных образований: было в этом изначальном начале только нечто, которое может стать Вселенной. Таким изначальным нечто была сингулярность как точка бесконечности плотности материи (энергии) и искривленного внутрь пространства-времени: эта сингулярность катастрофически взрывается Большим взрывом, и образуется инфляционная стадия рождения фридмановской расширяющейся Вселенной как однородной и изотропной.

Иными словами, в результате Большого взрыва сингулярности не возникает и не рождается сразу фридмановская расширяющаяся Вселенная, а наступает инфляционная стадия Вселенной: она есть стадия «беременности», «зарождения» и «рождения» в муках фридмановской расширяющейся Вселенной, т. е. Вселенной, населяющейся и населенной элементарными частицами, атомами и молекулами легких химических элементов, а затем уже через миллиарды лет звездами, галактиками, их скоплениями и т. д.

Поэтому инфляционная Вселенная — стадия программирования фридмановской Вселенной, ее основных принципов и законов механизма не только расширения, но и ее ускорения.

Причины как расширения, так и ускоренного расширения Вселенной лежат в инфляционной стадии рождения Вселенной: в фридмановской модели Вселенной провозглашена фундаментальная идея о расширении однородной и изотропной Вселенной, но в ней не представлены и не раскрываются физические причины расширяющейся Вселенной.

Почему Вселенная расширяется и расширяющаяся Вселенная расширяется ускоренно? На эти вопросы можно ответить только сейчас, в свете теории инфляционной стадии Вселенной Алана Гута, которая им построена на основании работ известных советских физиков-теоретиков и космологов Д. А. Киржница и Андрея Линде.

Итак, до фридмановской Вселенной как физически, реально наблюдаемой и расширяющейся мы должны в философском исследовании и понимании предполагать три момента:

- 1) сингулярность;
- 2) Большой взрыв;
- 3) инфляция.

Инфляция — катастрофическое раздувание рождающейся Вселенной: рождающаяся (точнее, становящаяся) в своем зародышевом состоянии Вселенная была доменом с размером 10^{-30} см и за время от 1 с до 100 с (т. е. за время меньше, чем полторы минуты) достигает 1 см. Такое субмикронное событие не только постигаемо и представимо, но факт остается фактом: необходимо мыслить и только удивляться, насколько материя и пространство-время в своем реальном сущем изощрены и таинственны в своем сокровенном бытии. Как не удивляться и не восхищаться тому чуду, в котором субмикронная точка превращается в домен Вселенной с размером 10^{29} см.

Инфляционная стадия Вселенной удивительна и потаенна не только драмами пространства-времени, но и прежде всего гиперплотностью чудовищной концентрации материи в субмикронном объеме — 10^{98} эрг/см³ (как не вспомнить в этой связи черные дыры, в которых сингулярность — точка бесконечной плотности материи и искривленного (свернутого, закрученного, компактифицированного) внутрь пространства-времени, а также планковскую плотность материи 10^{96} г/см³).

Значит, мы должны отказаться не только от обыденного представления о материи и пространстве-времени, но и от традиционных (как философских, так и естественнонаучных) представлений о триаде материи и пространства-времени: генотип определяет фенотип. Инфляция — стадия программирования будущей реальной фридмановской Вселенной как расширяющейся: физической причиной расширения Вселенной являются силы отталкивания, которые образуются в инфляционной стадии взамен сил гравитационного притяжения. Инфляция — стадия, когда все вещество обладает силой отталкивания для «разгона» вещества во Вселенной: пространственно-временная материя обладает не только силой гравитационного притяжения, но и силой отталкивания: именно эта сила отталкивания является физической причиной расширения фридмановской Вселенной.

Откуда и как появляется эта сила отталкивания в инфляции? В субмикронном объеме из гиперплотной концентрации материи (вспомним: 10^{98} эрг/см³) образуется естественным образом отрицательное давление, которое также может производить работу.

Так, на инфляционной стадии появляется сила отталкивания как физическая причина расширения Вселенной: Вселенная расширяется в результате действия силы гравитационного отталкивания на больших космологических расстояниях удаления (разбегания, разлетания) галактик друг от друга. Поэтому модель инфляционной стадии Вселенной Алана Гута можно рассматривать как попытку научно-физического объяснения и обоснования фридмановско-хаббловской модели расширения Вселенной: Вселенная расширяется, потому что наряду с силой притяжения существует сила отталкивания.

А теперь нам нужно получить Вселенную с материальным содержанием, строением и структурно-самоорганизованную: инфляция — стадия генерации элементарных частиц.

Мы должны в философском (не только) отношении признать, что было время, когда не было никаких элементарных частиц, в том числе и фундаментальных — кварков-лептонов: кварки и лептоны вместе со всеми элементарными частицами — фотонами, нейтрино, в том числе протонами, нейтронами и т. д., появляются в конце раздувания и похолодания Вселенной.

А из чего и как они возникают? В общем, можно сказать, что инфляционная стадия в результате фазового перехода от фальшивого (т. е. ложного) вакуума к истинно-

му вакууму порождает (т. е. генерирует) элементарные частицы: ложный вакуум — состояние гигантской плотности и концентрации не освободившейся (т. е. потенциальной) энергии, а истинный вакуум — конец ложного вакуума как освобождение потенциальной энергии, из которой, по мере расширения Вселенной и остывания ее состояния термодинамического равновесия до 10^{11} К, образуются элементарные частицы: возникновение элементарных частиц — результат «замерзания» материи в связи с резким остыванием материи термодинамического равновесия. Если быть более точным, то сначала образуется горячая плазма, которая исчезает, и появляются элементарные частицы как кирпичики обычной материи.

Фазовый переход от фальшивого вакуума к истинному вакууму связан со спонтанным нарушением симметрии и действием механизма Хиггса, в результате чего элементарные частицы приобретают массу: СНС (спонтанные нарушения симметрии) и механизм Хиггса — динамические принцип и механизм генерации массы элементарных частиц.

Таким образом, инфляционная стадия Вселенной играет очень существенную и определяющую роль в становлении и эволюции Вселенной как реальной суперсистемы: именно в инфляции лежит причина, почему расширяется Вселенная и происходит генерация элементарных частиц и их масс.

А теперь рассмотрим проблему ускорения расширения Вселенной и в чем состоит физическая причина ускоренного расширения Вселенной, открытого в самом конце ушедшего века (1998).

Открытие ускоренного расширения Вселенной явилось неожиданным и фундаментальным, изменившим наше представление об эволюции нашей Вселенной: эволюционное развитие Вселенной представляет собой не плоское, равномерное, монотонное с постоянной скоростью расширение, а неравномерное, прерывистое, с непостоянством скорости расширения. Одним словом, ускоренное расширение Вселенной еще раз показывает и доказывает, что Вселенная — это не линейная, а нелинейная суперсистема, в основе рождения, становления и эволюции ее лежат какие-то фундаментальные физические основания-причины на стадии инфляционной Вселенной: таким физическим основанием (т. е. причиной) ускоренного расширения Вселенной является генерация в инфляционной стадии Λ -члена (лямбда-члена) космологической постоянной как физической силы, обладающей способностью ускорять, как отмечает проф. М. В. Сажин, а не замедлять расширение нашей Вселенной.

Все содержание, строение и структуру физических процессов инфляционной Вселенной определяет и детерминирует скалярное поле: оно является полем управления всеми физическими процессами инфляционной стадии Вселенной.

Конденсат скалярного поля на стадии инфляционной Вселенной является также основным источником энергии генерации (не только масс элементарных частиц) Λ -члена космологической постоянной как силы ускорения расширения Вселенной.

Конденсат скалярного поля по всем основным физическим характеристикам подобен вакуумному конденсату виртуальных частиц.

Философское значение виртуального квантового вакуума настолько фундаментально, что он является главным определяющим источником рождения, становления и эволюции Вселенной на ее инфляционной стадии: вакуум творит мир. Если условно в философском отношении принять постулат о том, что квантовый вакуум виртуальных частиц — некое небытие по отношению к реальному миру элементарных частиц,

то есть полное философское основание утверждать, что небытие становится бытием и превращается в реальное бытие элементарных частиц: бытие элементарных частиц генерируется на инфляционной стадии в результате фазового перехода ложного (фальшивого) вакуума в истинный вакуум, когда потенциальная энергия скалярного поля освобождается.

Вакуум генерирует реальное: небытие творит бытие реальной Вселенной.

Вакуумный конденсат виртуальных частиц создается и образуется в результате специфических особенностей виртуальных частиц конденсироваться в одной точке (месте) фазового пространства бесконечно много: они могут находиться в одной точке (месте) фазового пространства бесконечно много, и поэтому вакуумный конденсат виртуальных частиц будет обладать силой тяжести, т. е. тяготения.

Поэтому можно сказать, что виртуальные частицы не подчиняются закону запрета Паули, согласно которому одинаковые фермионы со спином $1/2$ не могут вместе находиться в одном симметричном квантово-механическом состоянии.

Не только вакуумные виртуальные частицы не подчинены закону запрета Паули, но и бозоны как промежуточные векторные частицы с целочисленным значением спина $-1, 0, 2$ также не подчиняются закону запрета Паули: абсолютно тождественных бозонов может находиться в одной точке (месте) фазового пространства бесконечно много: так образуется бозонный конденсат.

Итак, вакуумный конденсат виртуальных частиц — источник неисчерпаемой концентрации энергии: конденсат скалярного поля, управляющего инфляцией, подобен вакуумному конденсату виртуальных частиц.

Чтобы наглядно представить бозонный конденсат, мы еще раз напомним о театре и его зрителях, о которых пишет известный итальянский физик, один из руководителей лаборатории высоких энергий в ЦЕРНе Антонио Дзикаки. Чем отличается, пишет А. Дзикаки, если зрителями в театре на 1 000 мест будут фермионы и бозоны? Каждый из фермионов имеет право занимать только одно место-кресло согласно закону Паули, а бозоны-зрители могут сидеть в одном месте-кресле по 1 000 и более. Таким образом, фермионов-зрителей будет 1 000, а бозонов-зрителей — 1 000 000 и более. Поэтому бозонный конденсат будет источником неисчерпаемой концентрации энергии.

Теперь нам понятно, в чем философский смысл в утверждении о том, что конденсат скалярного поля по всем характеристикам подобен вакуумному конденсату виртуальных частиц: конденсат скалярного поля является неисчерпаемым источником энергии генерации не только масс элементарных частиц, но и Λ -члена космологической постоянной как фундаментальной силы ускоренного расширения Вселенной.

Итак, в инфляции движущими силами расширения Вселенной являются:

- сила отталкивания как проявление потенциала скалярного поля;
- потенциал скалярного поля как источник генерации элементарных частиц и их масс;
- генерация Λ -члена как космологической силы ускорения расширения нашей Вселенной (о Λ -члене в дальнейшем мы специально будем писать).

После открытия двумя группами американских астрономов космического вакуума с антитяготением в самом конце прошлого века исключается эта возможность смены расширения Вселенной Большим сжатием, т. е. реколлапс Большого взрыва новым коллапсом Большого сжатия.

Если мы будем исходить из предположения о бесконечном множестве вселенных, рождающихся, существующих и умирающих, то универсальные законы бытия материи, такие как коллапс и реколлапс; симметрия и спонтанное нарушение ее; бифуркация и катастрофа; хаос и упорядоченность; турбулентность и странный аттрактор; случайность и фрактальность и т. д. и т. п., должны быть справедливыми (т. е. адекватными) для самоорганизованности и самоструктурирования любой вселенной как материальной суперсистемы: вышеперечисленные принципы-категории нелинейной философии должны быть справедливыми для всякой вселенной как материальной суперструктуры.

Поэтому наша Вселенная нас интересует в философском ракурсе не сама по себе (это задача космологии, а не философии), а как «великая экспериментальная лаборатория», в которой испытываются эти вышеотмеченные принципы-законы всеобщего бытия материи вообще, вне зависимости от конкретного типа вселенной: задача современной нелинейной философии не совпадает и совершенно не может совпадать с задачей современной космологии.

Космология как наука изучает конкретный тип Вселенной, ее строение и структуру, законы и принципы ее динамической эволюции, тогда как задача современной нелинейной философии, в отличие от традиционной, заключается в том, чтобы на строгом и точном знании важнейших достижений современной (теоретической и наблюдательной) космологии и философском анализе этих достижений вычленил всеобщие фундаментальные и универсальные суперпринципы, суперзаконы и суперкатегории, которые могут быть характерными для всякой вселенной, а не только нашей Вселенной. Такими суперпринципами, суперзаконами и суперкатегориями философии должны быть перечисленные нами выше. Мы считаем, что они являются характерными суперпринципами, суперзаконами и суперкатегориями для всех возможных материальных мульти-вселенных: вселенных может быть бесконечно много по своим специфическим конкретностям проявления материи вообще. Однако им должны быть присущи некие суперпринципы, суперзаконы и суперкатегории — коллапс и реколлапс; симметрия, асимметрия и СНС; бифуркация и катастрофа; хаос и фрактальность; турбулентность и странный аттрактор и т. д. и т. п., а также сингулярность, Большой взрыв, инфляция, Большой крах и т. д.

Поэтому для нас «темная» материя так архиважна как проблема № 1.

Однако вся триада — сингулярность, Большой взрыв и инфляционная стадия Вселенной — наши теоретические предположения для реконструкции самой ранней эпохи рождения и становления нашей Вселенной. Поэтому мы строим теоретические модели как системы теоретических предположений для реконструкции и воспроизведения давно минувшей (20 миллиардов лет тому назад) эпохи рождения и возникновения нашей Вселенной. Однако эти теоретические предположения (сингулярность, Большой взрыв, инфляция) суть гипотетические утверждения, основанные на фундаментальных экспериментально наблюдаемых фактах расширения Вселенной (ускорение, наличие во Вселенной 75 % водорода и 23 % гелия, крупномасштабная структура, анизотропия, «темная материя» и т. д.).

Значит, модели как системы теоретических предположений строим, и они предназначены, как отмечает великий советский физик-космолог академик Б. Я. Зельдович в своих избранных трудах «Частицы, ядра, Вселенная» (М., 1985), чтобы идти от наблюдаемой Вселенной к теоретической реконструкции давно минувшей самой ранней эпохи рождения нашей Вселенной.

Как мы уже отмечали, сингулярность — начало Большого взрыва, а Большой взрыв — катастрофическое разрушение сингулярности как бесконечности плотности материи и искривленного пространства-времени: Большой взрыв как катастрофа сингулярности есть чудовищно-космологическая катастрофа хаотизации коллапсированной материи и пространства-времени в сингулярности. Значит, Большой взрыв есть чудовищно-гигантский процесс разрушения сингулярности и созидания хаоса: наша Вселенная как высокоупорядоченная суперструктура рождается из этого хаоса и является продуктом этого хаоса (хаотизации и хаотичности), который не является абсолютным беспорядком, а наоборот, в себе содержит «странный аттрактор» как тонкую и упорядоченную структуру. Беспорядок — хаос, лишенный внутри себя «странного аттрактора», который является притягивающим фактором упорядочивания сложных структурных образований из простых хаотических элементов и процессов. Поэтому хаос нельзя идентифицировать с беспорядком: хаос является инновационным процессом, процессом, созидающим нечто новое и упорядоченное.

Инфляционная стадия Вселенной — теоретическая модель, роль и значимость которой заключаются в теоретической реконструкции рождения и становления Вселенной как высокоупорядоченной суперсистемы из хаоса: Вселенная рождается из хаоса благодаря и через инфляционную стадию.

Инфляция — это не просто катастрофическое вздутие: она есть источник и причина, механизм и закон расширения Вселенной. Источником и причиной, механизмом и законами строения и структурирования, расширения и ускорения нашей Вселенной является конденсат скалярного поля, который подобен вакуумному конденсату виртуальных частиц: вакуумный мир с его виртуальными квантовыми полями и виртуальными квантовыми флуктуациями является фундаментальным миром, лежащим в основании физически реального мира элементарных частиц, который является генетически и генеалогически производным от вакуумного мира виртуальных частиц.

Квантовый мир нельзя сводить только к миру квантовых частиц (т. е. реальных элементарных частиц) и их полей: квантовый мир есть также квантовый мир виртуальных частиц. Мало того, на самых передовых позициях теоретической физики элементарных частиц возникает настоятельная теоретическая необходимость отказа от идеологии физики частиц и философии частиц: частицы (как реальные, так и виртуальные) должны быть заменены фундаментальными суперструнами, возбужденными вибрационными состояниями которых являются все квантовые частицы (и их поля) подобно тому, как струна музыкальная воспроизводит музыку Бетховена, Моцарта или Чайковского. (Отметим, что в данном контексте речь идет только о генеалогии (т. е. генерации) частиц и их полей.)

Главный вывод из рассмотрения инфляционной стадии рождения нашей Вселенной состоит в программировании и конституировании Вселенной Фридмана как однородной и изотропной трехмерной и расширяющейся.

§6. Барийная материя как антиколлапсирующая материя

Вселенная в целом одинакова во всех точках пространства и во всех направлениях пространства. Но наша Вселенная — во времени развивающаяся Вселенная: она одинаково (т. е. симметрично) расширяется во времени во всех точках и во всех направлениях пространства: само пространство-время симметрично расширяется.

Собственно говоря, расширяющаяся Вселенная сохраняет свою симметричную структуру на протяжении около 15 миллиардов лет. Однако ранняя Вселенная после Большого взрыва была высокосимметричной: об этом говорит тот факт, что стандартная модель физики элементарных частиц представляет собой теорию с полной симметрией между кварками и лептонами, а также полной симметрией между всеми тремя типами взаимодействий — сильных цветных, электромагнитных и слабых — с одной константой связи. Все нам известные разнокачественные элементарные частицы и разнотипность сил взаимодействий — результат нарушения первоначальной симметрии: в раннюю эпоху нашей Вселенной сразу после Большого взрыва она представляла собой более высокую симметрию. Множественность и многокрасочность нашего мира, в котором мы обитаем и созерцаем, — результат нарушения симметрии: нарушение симметрии есть закон механизма образования множественности и многоцветия нашего мира.

Поэтому наше познание Вселенной есть всегда движение от настоящего к прошлому нашей Вселенной: в прошлом наша Вселенная была Вселенной более высокой симметрии.

Но здесь возникает, естественно, вопрос: каким образом расширяющаяся Вселенная сохраняет свою симметричность на протяжении почти 15-миллиардной эволюции? Без учета космического вакуума, открытого в самом конце прошлого века, во Вселенной 80 % составляет «темная материя» как сила гравитационного притяжения и только 20 % — барионная материя как атомарная, ядерная и субъядерная материя. Иными словами, почему, несмотря на то, что гравитационное притяжение «темной материи» превосходит и преобладает над барионной материей более 4 раз, Вселенная не подверглась гравитационному коллапсу до сих пор и продолжает свое симметричное шествие во временной действительности и пространственно-временном раскручивании, развертывании и расширении?

Абсолютное доминирование «темной материи» как силы гравитационного притяжения во Вселенной над барионной материей — фундаментальный факт, установленный в космологии и астрофизике элементарных частиц. Кроме того, нам хорошо известно, что «темная материя» — всепроникающая сила гравитирующей материи, а барионная материя, как считают ученые-физики и космологи, не является всепроникающей материей: она носит локальный характер.

Нам представляется, что с таким пониманием и интерпретацией проблемы соотношения «темной материи» и барионной материи вряд ли можно согласиться при философском осмыслении и понимании: почему Вселенная до сего времени не подверглась гравитационному коллапсу, если «темная материя» доминирует над барионной материей в 4 раза?

Оказывается, что природа Вселенной так устроена, что она не коллапсирует и развивается симметрично в однородном и изотропном пространстве во времени.

Каковы же нами выдвигаемые аргументы в поддержку всеобщей симметрии нашей Вселенной в расширяющемся пространстве-времени?

Во-первых, мы считаем, чтобы всеобщая симметрия Вселенной действительно реализовалась, необходима полная симметрия между «темной материей» и барионной материей. В противном случае абсолютно неизбежно коллапсирование нашей Вселенной.

Во-вторых, природа Вселенной в ходе своего расширения после Большого взрыва «выработала» такие законы и механизмы строения и структурной организации

барионной материи, которые противодействуют коллапсированию Вселенной «темной материи»: барионная материя своим бытием противодействует и препятствует коллапсированию Вселенной.

В чем это конкретно проявляется? Она проявляется во всеобщности существования во Вселенной, на всех уровнях строения и структурных образований (микрозернистых, мелкозернистых и космозернистых), фундаментальных принципов симметрии и фундаментальных законов сохранения (энергии, массы, импульса, углового момента импульса, а также законов абсолютного сохранения электрического заряда и цветового заряда в мире элементарных частиц): эти принципы симметрии и фундаментальные законы сохранения в физике вообще являются и выступают в качестве принципов и законов сохранения барионной и «темной материи»: они являются принципами, законами антиколлапса, препятствующими коллапсированию материи и противодействующими коллапсированию материи вообще.

К таким фундаментальным принципам симметрии, т. е. принципам симметрии как антиколлапсам, относятся именно принципы однородности и изотропности пространства и принцип однородности времени, которые являются глубокими проявлениями и выражениями единства взаимопроникновения и взаимопереходимости барионной материи и «темной материи»: при всей взаимопереходимости и взаимопорождении «темной материи» и барионной материи в ставшем и проявленном мире Вселенной они остаются самосохраняющимися в симметрии Вселенной как одинаковости ее во всех точках и во всех направлениях пространства во все моменты времени. Именно поэтому мы рассматриваем фундаментальные принципы симметрии однородности и изотропности пространства и однородности времени как антиколлапсирующие принципы, т. е. принципы самосохранения материи (как барионной, так и «темной материи»).

Но к принципам симметрии как антиколлапсам относятся не только нами рассматриваемые принципы симметрии пространства и времени, т. е. однородности и изотропии пространства и однородности времени. Это фундаментальные принципы симметрии Вселенной как принципы единства самосохранения «темной материи» как гравитирующей макроматерии и барионной материи как микроматерии и макроматерии.

Однако в мире элементарных частиц, где главным действующим субъектом-лицом является барионная материя как атомарная, ядерная и субъядерная материя, существуют свои принципы симметрии, функционирующие как принципы-антиколлапсы, которые выступают в качестве антиколлапсирующих принципов самосохранения барионной материи. К таким принципам симметрии как принципам антиколлапса относятся прежде всего дискретные симметрии пространственной четности — P , зарядового сопряжения — C , обращения времени — T , комбинированной четности CP , а также сверхкомбинированной четности — CPT . (Эти принципы дискретной симметрии будут предметом нашего исследования, поэтому нет необходимости здесь их рассматривать.)

Отметим только следующие моменты: во-первых, все эти принципы дискретной симметрии — P , C , T , CP — сохраняются в сильных и электромагнитных взаимодействиях, а в процессах слабых взаимодействий все они нарушаются, не сохраняются; во-вторых, во всех трех типах взаимодействий — сильных, электромагнитных и слабых — сохраняется только сверхкомбинированная CPT симметрия: пока не обнаружен ни один экспериментальный факт, который фальсифицировал бы (т. е. опровергал) сохранение CPT -симметрии.

В-третьих, почему мы говорим о принципиальной важности этих дискретных симметрий как принципов антиколлапса? Эти дискретные симметрии как антиколлапсирующие принципы симметрии важны и существенны не только сами по себе, как антиколлапсирующие симметрии, но и потому, что с этими принципами симметрии связаны инвариантные законы как законы-антиколлапсы: сохранение симметрии — инвариантность физических законов при совершении операции (т. е. преобразования) симметрии.

Значит, дискретные симметрии — P , C , T , CP — выступают в качестве антиколлапсирующих (самосохраняющихся) принципов и законов при их сохранении в сильных и электромагнитных взаимодействиях, а при нарушении их в слабых взаимодействиях они не являются и не могут быть антиколлапсирующими принципами и законами-антиколлапсами.

Собственно говоря, симметрии важны и существенны в философском понимании, потому что с ними связаны фундаментальные законы сохранения физики — энергии, импульса и момента количества движения, которые, согласно теореме Э. Нетер, выводятся из однородности времени, однородности и изотропности пространства.

Таким образом, принципы симметрии и связанные с ними (т. е. выводимые из них) законы сохранения (энергии, массы и т. д.) являются принципами и законами антиколлапса, т. е. самосохранения материи вообще.

Принципы симметрии и законы как антиколлапсы

Принципы симметрии и соответствующие им законы сохранения в физике космологии и элементарных частиц, как мы отметили, выступают в качестве антиколлапсирующих. Поэтому они являются антиколлапсирующими и потому самосохраняющимися принципами и законами материи (т. е. энергии и, следовательно, массы, импульса и момента импульса и т. д.).

Во-первых, сохранение симметрии есть самосохранение объекта при совершении операции симметрии. А это означает, что объект (явление, предмет, событие, физические процессы) остается инвариантным, т. е. неизменным и постоянным при преобразованиях операции симметрии: при осуществлении операции симметрии происходит самосовмещение объекта. О чем это говорит? Оно говорит о самосохранении объекта в результате осуществления операции симметрии, т. е. о самосохранении материи вообще при операции симметрии.

Во-вторых, самосохраняющиеся симметрии — антиколлапсирующие принципы, противодействующие процессу коллапсирования материи. Поэтому нарушенные симметрии P , C , T и CP во всех слабых процессах — отсутствие антиколлапса. Однако мир микрочастиц во Вселенной так устроен, что там сила гравитационного сжатия пренебрежимо мала, поэтому ею можно на практике пренебречь, что на практике ученые-специалисты и делают. Так, например, гравитационный эффект составляет 10^{-40} по сравнению с силой электромагнитных взаимодействий.

В-третьих, симметрия означает также инвариантность законов физических процессов при совершении той или иной операции симметрии. О чем это говорит? Оно означает самосохранение материи и повторяемость этого самосохранения материи, т. е. физических процессов и их законов. Поэтому мы считаем, что симметрии и соответствующие физические законы как инвариантные суть антиколлапсирующие принципы и законы.

Таким образом, барионная материя себя «защищает» от коллапса «темной материи» с помощью принципов симметрии и законов природы, выступающих в качестве антиколлапсов. Поэтому существует реальный баланс между барионной материей и «темной материей». К этому еще следует тот факт, что эффект гравитационной силы как «темной материи» пренебрежимо мал в мире микрофеноменов.

Во Вселенной на различных уровнях ее строения существуют абсолютные законы сохранения, которые также являются антиколлапсирующими законами природы: такими абсолютными законами сохранения материи являются законы сохранения электрического заряда и цветового заряда. (Пока только эти законы сохранения рассматриваются как абсолютные законы сохранения материи, а законы сохранения барионного, лептонного и мюонного зарядов не всегда выполняются).

Итак, антиколлапсирующие принципы и законы природы не носят во Вселенной локальный характер: они имеют универсальный, всеобщий и необходимый (физически и логически) характер.

Сначала мы рассмотрим удивительный закон запрета Паули, а затем идею кванта Макса Планка как идею антиколлапса на атомной модели Нильса Бора, а в дальнейшем поднимемся к звездному миру как миру антиколлапса.

Как известно, закон запрета Вольфгангом Паули сформулирован в 1925 г.: согласно этому закону запрета не могут находиться в одном и том же квантовомеханическом состоянии два одинаковых (т. е. тождественных) фермиона (например, два одинаковых электрона). Если бы не был в мире микрочастиц закон запрета Паули, как отмечает С. Хокинг в своей работе «Краткая история времени», то все фермионы сразу же после Большого взрыва коллапсировали, «образуя однородное и плотное желе».

Рассмотрим эту проблему несколько подробнее: она имеет фундаментальную философскую значимость в понимании становления Вселенной, ее состава и строения.

После Большого взрыва Вселенная представляла собой в первые миллиардные доли секунды горячее термодинамическое равновесие материи в виде плазменной смеси миллиардов миллиардов (10^{13} К) градусов. В результате расширения этой горячей Вселенной и ее похолодания ее становление проходит три стадии:

- 1 стадия — стадия горячей кухни и печки;
- 2 стадия — стадия теплой кухни и печки;
- 3 стадия — стадия холодной кухни и печки.

Мы также уже отметили в нашей работе, что самые изысканные и высококачественные блюда изготавливаются в горячей кухне — кварки и лептоны как фундаментальные частицы.

На второй стадии теплой кухни и печки происходит самый важный для нашего исследования проблемы антиколлапса процесс, связанный с конверсией кварков в адроны (протон, нейтрон и т. д.) как сильно взаимодействующие частицы.

Итак, на первой стадии горячей печки и кухни образуются путем «вымерзания частицы» из горячего термодинамического равновесия материи свободные кварки: кварки в горячей печке и кухне образуются как свободные частицы. И только в теплой печке и кухне происходит захват кварков адронами (протон, нейтрон, пи-мезон, ка-мезон и т. д.): процесс захвата кварков адронами — конверсия кварков в адроны. Именно в результате конверсии кварки стали структурными компонентами адронов: кварки являются компонентами структуры адрона.

Антиколлапсирующая значимость закона запрета Паули заключается в том, что если в мире микрочастиц не был закон запрета Паули, то, во-первых, все кварки как фермионы до конверсии коллапсировали бы, «образуя однородное и плотное желе», по словам С. Хокинга, а во-вторых, не были адроны как сильновзаимодействующие частицы.

Таким образом, если в мире микрочастиц не был бы закон запрета Паули, то трудно представить, как выглядел бы этот мир элементарных частиц: в нем имело бы место коллапсирование этих микрочастиц.

Следовательно, коллапсирование материи связано не только с силой гравитационного притяжения (т. е. со сжатием «темной материи»), но и с барионной материей: барионная материя также обладает силой барионного сжатия (т. е. коллапса).

Правда, сила барионного притяжения несравнима с силой гравитационного сжатия (т. е. коллапса): несравнимость эта объясняется тем обстоятельством, что сила барионной материи связана и определяется мелкозернистыми (т. е. атомными, молекулярными) объектами, масса которых значительно и несравнимо мала по сравнению с массами космических объектов, с которыми связана сила гравитационного притяжения.

Но несмотря на это обстоятельство, барионная материя сама по себе, вне зависимости от «темной материи», обладает свойством коллапсирования. Именно поэтому в мире Вселенной существуют принципы симметрии и соответствующие им законы природы, выступающие в качестве антиколлапсирующих принципов и законов, противодействующих коллапсированию барионной материи. Барионная материя как атомарная, ядерная и субъядерная материя по своей сущностной природе амбивалентна: она обладает противоречивой антиномичностью свойств притяжения и отталкивания, т. е. свойств коллапсирования и антиколлапсирования барионной материи. (Далеко за примерами нет необходимости ходить для подтверждения нашей идеи о противоречивой сущностной природе барионной материи как антиномичности коллапса и антиколлапса: в качестве наглядных примеров и иллюстрации можно указать на абсолютные законы сохранения электрического заряда и цветового заряда (на этом ниже более подробно остановим свое внимание).

А теперь отметим, что симметрии и соответствующие им законы в мире Вселенной существуют как антиколлапсирующие принципы и законы, противодействующие возможности коллапсирования барионной материи.

Итак, если бы в мире микромира не существовал закон запрета Паули, то все свободные кварки как фермионы в ходе конверсии в адроны коллапсировали и вряд ли мы имели бы адроны как сильновзаимодействующие частицы в том виде, в каком мы видим и наблюдаем в ускорителях эксперимента.

Наше исследование, еще раз подчеркнем, — философское, а не конкретно-научное: нам важно философское обобщение при максимально точном соблюдении научных (физических и космологических) фактов: факты нам нужны для широкого и глубокого понимания философского смысла происходящих в мире Вселенной физических и космологических явлений, событий и процессов в пространстве-времени: факты всегда локализованы в пространстве-времени и поэтому они конечны, а философское сознание всегда стремится и ищет в локальном беспредельное, а в конечном — бесконечное, в ограниченном — безграничное и т. д.

Именно поэтому коллапс и антиколлапс как фундаментальные научные и философские понятия сопряжены не только с силой гравитационной (т. е. «темной

материей») массы и, следовательно, энергии, но и также с природой барионной материи: барионная материя также может коллапсировать и антиколлапсировать.

Коллапс и антиколлапс есть не локальные (физические или космологические) процессы проявления силы материи, а всеобщие и универсальные процессы активности проявления силы материи: коллапс и антиколлапс — фундаментальные способы бытия и небытия материи. Они суть превращения бытия в небытие и небытия в бытие: они есть способы становления материи из небытия в бытие и бытия в небытие, т. е. из виртуальности — в вещественность, предметность, событийность и, наоборот, превращение вещественности, предметности снова в виртуальность. Это — первое. А второе заключается в том, что коллапс — превращение космического в микрокосмос, макрогравитации — в микрогравитацию, классического — в квантовое.

А антиколлапс — Большой взрыв, рождение нашей Вселенной, образование миров микрочастиц, атомарных и молекулярных, звездных и галактических, их скоплений и сверхскоплений. Только в таком широком и фундаментальном философском понимании состоит смысл коллапсирования и антиколлапсирования.

Цветная материя как антиколлапс

Мы начали наше рассмотрение проблемы антиколлапса с вопроса, почему Вселенная симметрична во всех точках и во всех направлениях пространства и во все моменты времени, хотя нам известно, что в основании расширяющейся Вселенной лежит явная асимметрия между «темной материей» и барионной материей. Иными словами, возникает естественный вопрос, почему наша расширяющаяся Вселенная симметрична, несмотря на то, что «темная материя» преобладает в четыре раза над барионной материей? Ведь абсолютно очевидно, что «темная материя» как сила гравитационного притяжения (т. е. сжатия, коллапса) давно могла бы коллапсировать барионную материю, и таким образом вся наша Вселенная коллапсировала в ходе пятнадцатимиллиардного существования.

Почему не произошло это великое коллапсирование (или суперколлапс Вселенной)? На этот философский вопрос мы можем дать философский ответ, который заключается в том, что гравитационному коллапсу «темной материи» противостоит во Вселенной на всех ее структурных уровнях (микрочернистом, мелкочернистом и даже крупнокосмическом зернистом) барионная материя как антиколлапс: барионная материя как атомарная, ядерная и субъядерная материя, проявляющаяся в трех фундаментальных типах сил взаимодействий — сильных (цветных и адронных), электромагнитных и слабых (также цветных и адронных) — антиколлапсирующая материя, противодействующая силе коллапсирующей «темной материи».

Здесь у читателя может возникнуть вопрос: как барионная материя может быть антиколлапсом над абсолютно превосходящей в 4 раза силой коллапса «темной материи»? Поэтому мы считаем, что к проблеме соотношения барионной материи и «темной материи» нельзя подходить ни с позиции формальной, ни чисто количественной: она более сложная и трудная, более глубокая и фундаментальная проблема философского исследования и понимания, чем кажется нам на первый взгляд. Если говорить о живой диалектике нашего мышления и понимания бытия материи во Вселенной, то именно проблема соотношения барионной материи и «темной материи», их взаимо-

действие и взаимопроникновение в реальном физическом мире представляет собой истинную живую диалектику противоположностей. Поэтому что бы ни говорили в последние годы о диалектике, абсолютно очевидно, что без нее не обойтись (требуется обновленная диалектика).

Барионная материя, как и «темная материя», во Вселенной как суперсистемной структуре существует в виде ставшего бытия:

1. Барионная материя в расширяющейся Вселенной существует как системно-структурированная материя, обладающая своими материальными носителями — фундаментальными (кварки и лептоны) и элементарными (адроны и др.) частицами, атомами и молекулами, которые образуют физические и химические элементы, и т. д.
2. Барионная материя не просто обладает материальными носителями (частицами, атомами, молекулами и т. д.): барионная материя, как и «темная материя», — фундаментальные силы взаимодействий (сильных, электромагнитных и слабых), без которых мир барионной материи представляет собой хаос и хаотизацию: хаос, лишенный упорядоченности, подвержен коллапсу материи, т. е. ее деструктурированию, дезорганизации, деформации. Силы взаимодействий барионной материи являются силами ее организации, структурирования и конституирования ее бытийности как целостной системы.
3. Эта организованность барионной материи проявляется в различных видах симметрий и соответствующих им законов природы, которые так или иначе в конечном счете выступают как свойства проявления философского триединства материи, пространства и времени: симметрии и соответствующие им фундаментальные законы сохранения этого триединства выступают в качестве антиколлапса, направленного и противодействующего хаосу и хаотизации коллапса. Именно поэтому мы обратили свое внимание на антиколлапсирующую значимость принципов симметрии и законов сохранения природы.

В этой связи мы выше рассмотрели закон запрета Паули как закон антиколлапса: без этого закона запрета все кварки как фермионы в процессе конверсии в адроны коллапсировали бы.

А теперь мы на примере кварковой материи покажем, как цветовая симметрия выступает в качестве антиколлапса.

Как известно, обнаружены шесть кварков — u, d, s, c, b, t . Все эти кварки называются ароматами. Значит, по аромату все кварки одинаковы, идентичны, тождественны. Кварки как фермионы не могут находиться в одном и том же квантово-механическом состоянии: фермион, как зритель в театре, имеет право занять только одно кресло-место в отличие от бозонов как промежуточных векторных переносчиков взаимодействий между фермионами, которые могут в одном кресле-месте сидеть хоть 1 000 и больше.

Итак, кварки как ароматы одинаковы, поэтому двум или более одинаковым кваркам категорически запрещено находиться в одном и том же квантово-механическом состоянии.

Как вышли из этой противоречивой эпистемологической ситуации физики? Решение было найдено ими самым простым, красивым и в высшей степени элегантным путем: они каждому аромату придали дополнительную степень свободы — цвет. Таким образом, три ароматических кварка, различающиеся по цвету — красному, зеле-

ному и синему, — могли и действительно составляют структурные компоненты изоспиновых мультиплетов.

Отметим, что в природе существуют только два унитарных мультиплетта — октет, состоящий из восьми частиц, составляющих четыре изомультиплетта, и декаплет, состоящий из 10 частиц в четырех изомультиплеттах: дельта-квадреплет, состоящий из 4 дельта-частиц — Δ^+ , Δ^+ , Δ^- и Δ^0 ; сигма-триплет — Σ^+ , Σ^+ и Σ^0 ; ксидублет — Ξ^- и Ξ^0 и синглет — омега-минус-гиперон (за предсказание его Гелл-Манн был удостоен Нобелевской премии в 1968 г.).

Нас интересует омега-минус-гиперон, состоящий из трех ароматических странных кварков — s, s, s: нахождение трех ароматических странных кварков s, s, s в одном и том же квантово-механическом состоянии абсолютно противоречит закону запрета Паули.

Решение было в высшей степени красивым и элегантным: все три ароматических странных кварка s, s, s могут находиться в одном и том же квантово-механическом состоянии, если им придать дополнительную степень свободы — цвет. Так три странных аромата стали различными по цвету кварками — красный кварк, зеленый кварк и синий кварк, которые могут находиться в одном и том же квантово-механическом состоянии.

Цвет — цветовой заряд кварков и глюонов, который как закон цветового заряда абсолютно сохраняется наряду с абсолютным законом сохранения электрического заряда: в физике элементарных частиц эти два закона сохранения электрического заряда и цветового заряда в настоящее время рассматриваются как абсолютные законы сохранения. Они как абсолютные законы сохранения барионной материи — законы антиколлапса.

Квантовая атомистика как антиколлапсирующая атомистика

Основная философская идеология, проводимая в нашей работе, очень проста и имеет фундаментальную значимость: она состоит в признании объективности барионной материи как антиколлапсирующей, противодействующей гравитационному сжатию (т. е. коллапсу, если не был со стороны барионной материи антиколлапс): барионная материя во Вселенной выступает как антиколлапс гравитационному притяжению.

Поэтому сосуществование барионной материи и «темной материи» во Вселенной есть противоборство их: симметрия Вселенной в целом есть динамическое равновесие противоборства барионной материи и «темной материи».

В этом и состоит физическая и философская значимость барионной материи как атомарной, ядерной и субъядерной материи, проявляющейся в трех фундаментальных типах сил взаимодействий.

Безусловно, сила гравитации как «темной материи» — всепроникающая сила тяготения (притяжения, сжатия, коллапса): по сравнению с этой всепроникающей силой гравитирующей материи, можно сказать, сила барионной материи носит локальный характер. Однако если не формально и не количественно сопоставить соотношение барионной материи и «темной материи», а исследовать их соотношение в живом контексте строения и структуры расширяющейся Вселенной в пространстве-времени, то мы должны убедиться в том, что антиколлапсирующая значимость барионной мате-

рии фундаментальна и глубоко объективна: барионная материя как антиколлапсирующая сила симметрична всепроникающей силе «темной материи» как коллапсирующей.

Иначе непонятна и необъяснима та феноменологическая симметрия, которая господствует и доминирует в расширяющейся Вселенной как проявленном и проявляющемся мире: в феноменологической симметрии Вселенной проявляется ноуменальная симметрия между барионной материей как антиколлапсом и «темной материей» как коллапсом (притяжением, сжатием).

В этом именно заключается философский смысл значимости анализа проблемы соотношения барионной материи и «темной материи»: коллапс и антиколлапс — диалектическое единство противоположностей.

Вселенная не только рождается после Большого взрыва, она расширяется и эволюционирует в пространстве и во времени. При всем том она структурно сохраняется: она симметрична в своем развитии и изменении.

Значит, симметрии и им соответствующие законы сохранения триады материи, пространства и времени, выступающие в качестве организующих и упорядочивающих хаос феноменов мира, являются еще и принципами и законами антиколлапсирующей силы барионной материи, противодействующей всепроникающей силе «темной материи» как силе коллапса, притяжения, сжатия гравитации.

Но в мире Вселенной существуют еще и мировые постоянные (Ньютона, Эйнштейна, Планка — G , c и h), которые также являются фундаментальными началами всего сущего и, выступая объективно организующими и упорядочивающими хаос феноменов мира началами, являются антиколлапсирующими началами: мировые постоянные суть антиколлапсирующие начала, направленные против дезорганизации, деформирования, деструктурирования феноменов во Вселенной как целостных системных образований: эти мировые постоянные как ноуменальные начала лежат в основе феноменологии мира.

В качестве примера рассмотрим постоянную Макса Планка — A , открытую им как мировую постоянную в 1900 г. и лежащую в качестве ноуменального начала всех начал квантовой материи (как барионной материи, так и «темной материи», если обнаружится квантовая микрогравитация, т. е. микрогравитационные квантовые частицы).

Итак, совершенно очевидно, что идея кванта как мировая постоянная составляет сущностное (т. е. ноуменальное) начало не только барионной материи, но и «темной материи». Поэтому именно так важно и необходимо создание квантовой теории микрогравитации.

Мы считаем, что если придет время конца физики и философии частиц, то идея кванта останется: суперструнная теория также должна быть квантовой.

Таким образом, квантовая идеология не эквивалентна квантовой частичной материи (как барионной материи, так и «темной материи»): природа суперфундаментальной струны также должна быть квантовой.

Чтобы была понятна идея кванта как идея антиколлапса, предметом исследования может быть атомная модель Нильса Бора. Как известно, планетарная модель атома без идеологии кванта, построенная по законам классической физики, — коллапсирующая в конечном счете модель атома: электроны, вращающиеся по своим стационарным орбитам, излучив, израсходовав всю энергию, в конце концов должны все упасть на ядро и должны коллапсировать; по законам классической физики без

квантовой идеологии Планка вся атомарная материя должна коллапсировать. Поэтому гениальность Нильса Бора состоит в том, что его атомная модель — квантовая, а не классическая. А квантовая атомная модель — антиколлапсирующая модель атома. Очень часто даже в физической литературе заслугу Нильса Бора видят в том, что он построил устойчивую и самосохраняющуюся модель атома.

Такая оценка творчества Н. Бора совершенно в философском отношении недостаточна, однобока и потому неверна: философская суть атомной модели Н. Бора заключается в антиколлапсирующей ее природе: квантовая атомистика — антиколлапсирующая атомистика как самосохраняющаяся материя, направленная против всепроникающей силы притяжения (сжатия, коллапса) «темной материи».

Еще раз мы напоминаем, что коллапс — разрушение системы, дезорганизация, наступление хаоса и хаотизации, а антиколлапс — сохранение устойчивости системы, организованности ее и структурированности: в этом состоит единство живой диалектики противоположностей коллапса и антиколлапса. Антиколлапсирующая атомистика носит универсальный и всеобщий характер: атомарное вещество — антиколлапс.

Глава 2. Реконструкция калибровочных теорий в ФЭЧ

§ 1. Электрослабая теория

Первой калибровочной теорией, объединившей электрические и магнитные явления, является классическая электродинамика Максвелла, построенная им в 1864 г.: при малых энергиях, т. е. когда скорость движения электрических и магнитных явлений мала ($|v| \ll c$), явления электричества и магнетизма существенно различаются,

поэтому невозможно их объединение в единой теории. Однако при больших скоростях, сравнимых со скоростью света, электрические и магнитные явления становятся сопоставимыми и соизмеримыми, т. е. одинаковыми, идентичными, едиными, что нашло свое отражение в максвелловской электродинамике. По существу она была первой великой калибровочной революцией, осуществленной Джеймсом Кларком Максвеллом в 1864 г.

Вторая калибровочная революция произошла только через сто лет, когда в 1968 г. независимо тремя выдающимися учеными С. Вайнбергом, Ш. Глэшоу и А. Саламом была построена единая калибровочная электрослабая модель (ЭСМ), объединившая совершенно, на первый взгляд, несравнимые и несопоставимые электромагнитные и слабые взаимодействия: при малых энергиях слабые и электромагнитные взаимодействия также абсолютно несравнимы и несопоставимы, поэтому при малых энергиях они остаются качественно различными типами взаимодействий. Однако при больших энергиях 100 ГэВ электромагнитные и слабые взаимодействия становятся тождественно-едиными, т. е. симметричными. Для нас важно то, что идеологией калибровочной теории является идея симметрии, которая реализуется при больших энергиях.

Проблема энергии — по существу фундаментальная проблема в построении единой калибровочной теории. Однако она — проблема внешнего фактора как объективного условия осуществления симметризации или асимметризации. Энергия — объективный и необходимый фактор превращения асимметричных явлений в симметричные.

Существует вторая сторона построения калибровочной теории: теория внутренне должна быть по своей архитектонике симметричной, т. е. она должна быть внутренне когерентной.

Такова именно единая калибровочная электрослабая модель С. Вайнберга, Ш. Глэшоу и А. Салама: самым значительным их теоретическим достижением явилась интуитивная идея о спонтанном нарушении симметрии и открытие механизма Хиггса, в результате действия которых как фермионы (e^- и e^+), так и бозоны (W^\pm и Z^0) становятся массивными (т. е. тяжелыми) частицами.

Именно благодаря идеологии спонтанного нарушения симметрии и действия механизма Хиггса электрослабая модель (ЭСМ) стала симметричной калибровочной теорией, отражающей реальную симметрию «слабых» и электромагнитных сил при

энергиях 100 ГэВ. Именно в этом смысле мы говорим о двух факторах построения единой калибровочной теории: внешний — фактор энергии и внутренний фактор — СНС и механизм Хиггса. Единая электрослабая теория явилась прекрасным предзнаменованием дальнейшего продолжения единой калибровочной революции в ФЭЧ: великолепным логическим продолжением построения единой калибровочной теории Большого объединения было создание в 60-е гг. XX в. КХД (квантовой хромодинамики) — $SU_{(3)}$.

Таким образом, ретроспективно 50-е гг. XX столетия в ФЭЧ ознаменовались замечательными достижениями в открытии и экспериментальном обнаружении огромнейшего количества элементарных частиц и соответствующих им античастиц: общее количество их составляло почти 500 (точнее, 491). В настоящее время продолжается обнаружение и открытие все новых частиц и их античастиц. Поэтому естественно стремление ученых-физиков к осуществлению их унификации: последние десятилетия ушедшего столетия в ФЭЧ проходят под знаком создания и построения унифицированных калибровочных теорий на пути познания и формирования единой теории всего сущего.

В основе всех теорий (и моделей) лежит замечательная идея человеческой мысли — мысли унификации всего многообразия мира микрочастиц:

- 1) единая ЭСМ (электрослабая модель — $SU_{(2)} \otimes U_{(1)}$);
- 2) КХД как калибровочная теория сильных цветовых взаимодействий (квантовая хромодинамика — $SU_{(3)}$);
- 3) стандартная модель ФЭЧ — $SU_{(5)} \supset SU_{(3)} \otimes SU_{(2)} \otimes U_{(1)}$ — как Большое объединение всех трех сил взаимодействий — электрослабых и сильных цветных взаимодействий;
- 4) суперсимметричные модели в ФЭЧ;
- 5) супергравитация.

Все эти достижения человеческой интуиции и разума представляют собой великолепную победу человеческого гения над силами хаоса и порядка в мире элементарных частиц и их античастиц: хаотический мир предстал перед изумленным человеческим разумом в высокоупорядоченном виде. Однако впечатляющих достижений и новых открытий достиг человеческий разум не только в ФЭЧ, но и в области познания Вселенной в целом, т. е. космологии.

Когда-то великий Евклид утверждал, что прямые параллельные линии никогда и нигде не пересекутся: эта математическая идеология господствовала над умами всего человечества более двух тысячелетий.

И вот в мир явился скромный гений математик — профессор Лобачевский вопреки очевидности провозгласил зависимость геометрии от сил физики: они (т. е. прямые параллельные линии) пересекаются.

Две науки XX в. (квантовая механика и ОТО) — это две фундаментальные физические теории, которые дают нам всю сумму человеческих знаний о мире в целом, на протяжении всего двадцатого столетия развивались параллельно, нигде не пересекаясь. Последние десятилетия прошлого столетия — годы «законного бракосочетания» этих двух фундаментальных научных теорий — физики элементарных частиц и космологии: проблемы физики элементарных частиц непосредственно становятся проблемами космологии и, наоборот, проблемы Вселенной, ее рождения и эволюции —

проблемами квантовой теории. Одним словом, появилась настоятельная необходимость постижения и осмысления эволюции частиц в эволюции Вселенной и эволюции Вселенной в контексте эволюции микрочастиц. Поэтому-то необходима калибровочная унификация гравитации со стандартной моделью ФЭЧ: необходима квантовая теория гравитации, точнее, теория квантовой микрогравитации.

В философском и физическом плане идея Большого объединения трех нам известных типов взаимодействий — сильных и электрослабых — основана на возможности сравнения трех констант взаимодействий — α_s (константа сильных взаимодействий), α_c (константа электромагнитных взаимодействий) и α_w (константа слабых взаимодействий) и их слияния в точке Большого объединения.

Эти константы взаимодействий α_s , α_c и α_w при низких энергиях несравнимы: они при малых энергиях качественно различаются: $\alpha_s = 1$, $\alpha_c = 10^{-2}$ и $\alpha_w = 10^{-6}$. Однако при росте энергии эти константы взаимодействий теряют свои качественные различия: они при энергиях 10^{15} и 10^{16} ГэВ, т. е. в точке Большого объединения, «сбегаются» к общему знаменателю.

При этом при росте энергии сила константы сильных взаимодействий резко уменьшается, а силы электромагнитных и слабых взаимодействий резко возрастают: точнее, при росте энергии сила константы слабых взаимодействий становится сравнимой с силой константы электромагнитных взаимодействий, за счет чего сила электрослабых взаимодействий одинакова. Сила константы взаимодействий определяется зарядом, значение величины которого не остается абсолютно постоянным. На этом вопросе следует остановиться более подробно.

Заряд, т. е. константа слабых взаимодействий $\alpha_w = 10^{-6}$, не остается неизменным: на самом деле сила константы зависит от массы и, следовательно, от энергии. (Все константы трех взаимодействий — $\alpha_s = 1$, $\alpha_c = 10^{-2}$ и $\alpha_w = 10^{-6}$ — не являются константами, как отмечает профессор МГУ И. М. Капитонов в своей книге «Введение в физику ядра и частиц» (М., 2000), а изменяются в зависимости от энергии и, следовательно, массы.)

Кроме того, в результате СНС и действия механизма Хиггса бозоны, осуществляющие фермионные слабые взаимодействия, становятся тяжелыми: W^\pm и Z^0 , влияние которых на массу фермионов и, следовательно, на заряд велико.

Заряд является основным понятием калибровочной теории: значение заряда выражает основную идеологию калибровочной теории, в том числе и единой электрослабой модели (ЭСМ). Но заряд как сила константы взаимодействий не является абсолютно неизменной величиной: значение его как физической величины зависит от энергии и, следовательно, от массы, которые подчиняются закону великого Эйнштейна:

$$E = M_0 c^2.$$

(Как не вспомнить его!)

Итак, построение калибровочной теории должно отвечать определенным требованиям ее:

1. Калибровочная теория должна быть лишена бесконечностей. Она должна быть перенормируемой.
2. Она должна содержать группу симметрии калибровочных преобразований и при всех преобразованиях должен сохраняться заряд.

3. Ее основные параметры (физические величины) должны обладать конечным значением, чтобы можно было экспериментально проверить.
4. Она должна быть лишена аномалии: внутренняя ее архитектура должна быть когерентной.
5. Истинность ее должна быть экспериментально подтверждена.

Построение Малого объединения ($SU_{(2)} \otimes U_{(1)}$)

Квантовая материя как фундаментальная и всеобщая физическая реальность несводима и не может быть сводима только к одностороннему упрощению и одностороннему философскому толкованию и пониманию ее природы и сущности как дискретной: квантовая материя по своей природе противоречива, она и дискретна, и непрерывна, а по своей сущности она диалектична, ее сущность — диалектическое единство непрерывности и дискретности.

Как фермионы, взаимодействующие между собой, так и бозоны, осуществляющие эти фермионные взаимодействия, по своей природе — противоречивое единство сущности: они (т. е. фермионы и бозоны) одновременно как частицы и дискретны (квантовые свойства и числа), и непрерывны (волны).

Поэтому квантово-полевые взаимодействия, в которых участвуют и фермионы, и бозоны, и осуществляемые ими, по своей природе и характеру дискретны, и непрерывны, а не только дискретны, как иногда часто представляют.

Значит, не только микрочастицы и поля носят противоречивый характер дискретности и непрерывности, но и их взаимодействия как квантово-полевые: квантово-полевые взаимодействия и дискретны, и непрерывны.

Такой философский подход к истолкованию и пониманию природы и сущности квантовой материи важен и плодотворен для адекватной интерпретации инфляционной модели Алана Гута как изначального начала всех начал нашей Вселенной до Большого взрыва.

В основе инфляционной модели Алана Гута лежит идея виртуального квантового вакуума, «вздутие» которого явилось главной причиной Большого взрыва и рождения нашей Вселенной. Именно поэтому мы так подробно остановились на рассмотрении виртуальной материи и квантовой материи. При этом здесь следует подчеркнуть, что по своему физическому объему и понятийной форме виртуальная материя и квантовая материя не тождественны и не совпадают: виртуальность есть одно из многообразных состояний квантовой материи. Квантовая материя как фундаментальная и всеобщая физическая реальность проявляется не только в вещественности, диссипативности, но и виртуальности: виртуальность — фундаментальное и обязательное состояние квантово-полевой материи.

Виртуальность является как бы мостиком, промежуточным состоянием для квантовой материи при переходе ее к вещественной материи или диссипативной материи. Поэтому квантово-полевая материя многолика. Она может быть вещественной, виртуальной или диссипативной, между которыми существует взаимопереходимость и взаимопорождаемость: по отношению к квантово-полевой материи и вещественность, и виртуальность, и диссипативность выступают необходимыми аспектами проявления ее бытийности. Только при таком глубоком и содержательном понимании истолкования сущностного смысла квантово-полевой материи мы можем понять и

причины Большого взрыва, и сущность возникновения нашей Вселенной в рамках инфляционной модели Алана Гута.

Рождение Вселенной в результате Большого взрыва из первоначального виртуального квантового вакуума есть:

1. Рождение нам еще неизвестных фундаментальных частиц (суперструны или другие): эти фундаментальные суперструны действительно подлинны, настоящие, физически реальные, из которых должны быть составлены кварки и лептоны, которые нами сейчас принимаются за фундаментальные. Поэтому поиск настоящих, изначальных, подлинных фундаментальных суперструн является основополагающей задачей на пути построения картины возникновения и эволюции нашей Вселенной как в крупномасштабном зернистом образовании, так и в мелкозернистом структурном образовании: только найдя изначальные фундаментальные суперструны, мы можем «получить» (т. е. объяснить) всю квантовую материю то ли в виде вещественного ее состояния, то ли в виде виртуальной или диссипативной материи.

Значит, первостепенной задачей на пути построения адекватной картины рождения Вселенной является поиск первоначальных (или изначальных) фундаментальных объектов, из которых по существу «конденсируются» природой все виды вещественной материи и соответствующих ей полей.

Поэтому вопрос о изначальных фундаментальных объектах, возникающих в результате Большого взрыва из виртуального квантового вакуума, — вопрос построения адекватной модели Вселенной, ее рождения и эволюции: фундаментальные объекты как подлинны и изначальны служат лишь «строительным» материалом для конструирования и построения здания Вселенной.

2. Если бы во Вселенной существовали лишь частицы, в том числе и фундаментальные объекты, то наша Вселенная не представляла бы собой прочного здания: она представляла бы собой хаос нагромождения «строительного» материала, но не здание, в котором можно было жить. Поэтому в природе существуют не только частицы как «строительный» материал, но силы, которые связывают эти частицы и тем самым хаос частиц упорядочивают и наводят строгий конструктивный порядок: в качествах конструктивных и упорядочивающих сил нам известны четыре типа взаимодействий — ЭМВ, СЛВ, СВ и ГВ. Однако эти типы взаимодействий не являются фундаментальными, изначальными и подлинными. Они являются результатами расщепления какого-то нам еще неизвестного одного, единственного, изначального, фундаментального взаимодействия: это расщепление произошло по мере похолодания нашей Вселенной в первые доли секунды после Большого взрыва.

На пути поиска изначальных фундаментальных частиц и сил взаимодействия в настоящее время построено малое объединение, т. е. электрослабая теория, объединившая ЭМВ и СЛВ: это первая единая теория, объединившая два типа взаимодействий: электромагнитные и слабые (атомные). Построение единой электрослабой теории показало убедительнейшим образом, что в основе качественных противоположностей и разнообразий в мире лежит какое-то единое начало: в обычных физических условиях электромагнитные и слабые взаимодействия абсолютно несравнимы, несопоставимы и несводимы: они и по силе интенсивности, и по радиусу действия не только несравнимы, но и взаимоисключающие типы взаимодействий (радиус действия ЭМВ бесконечен, а радиус действия СЛВ — 10^{-17} см, а сила СЛВ вообще не сравнима с силой ЭМВ). И несмотря на эти и другие качественные противоположности

между ЭМВ и СЛВ, взаимоисключающие их, ученым-физикам удалось осуществить малое объединение как синтез ЭМВ и СЛВ.

Как и каким образом Стивену Вайнбергу, Абдусу Саламу и Шелдону Глэшоу удалось осуществить этот единый синтез? Выше мы указали, что в обычных физических условиях силы ЭМВ и СЛВ абсолютно несравнимы, несопоставимы и несводимы. Прежде всего С. Вайнберг, Абдус Салам и Ш. Глэшоу теоретически предположили, что в иных (не обычных) условиях ЭМВ и СЛВ могут быть единой, одной и той же силой, т. е. электрослабой силой. Силы ЭМВ и СЛВ остаются расщепленными, противоположными, несравнимыми и несопоставимыми в обычных физических условиях, а в иных других условиях, т. е. условиях концентрации мощных высоких энергий, силы ЭМВ и СЛВ становятся сравнимыми, и не только равными, но и тождественными.

Отсюда следует глубокий философский смысл: в природе изначально существовала одна единая электрослабая сила, которая затем уже в силу физических условий (по мере похолодания Вселенной) расщепилась на два противоположных типа взаимодействий — ЭМВ и СЛВ.

Важно нам отметить из рассмотренного философского смысла: единое расщепляется на противоположности. При этом следует подчеркнуть, что единая электрослабая сила — это не просто синтез сил ЭМВ и СЛВ, а качественно новая физическая реальность, несводимая к двум противоположным силам взаимодействий — ЭМВ и СЛВ.

Создание единой теории электрослабых взаимодействий Вайнбергом, Саламом и Глэшоу явилось мощным обнадеживающим стимулом на пути осуществления великой мечты А. Эйнштейна, Г. Вейля, О. Клейна, П. Капицы и др. Мечтой всей жизни А. Эйнштейна была необходимость найти единое начало в мире: он был глубоко убежден и верил, что природа изначально едина, а качественные различия в ней есть результат поляризации, расщепления этого изначально единого: в поисках этого единого начала он отдал свои последние три десятилетия на попытку объединения гравитации и электромагнетизма. Для нас в данном случае не так важно, удалась эта попытка или нет, нам важна глубокая философская вера А. Эйнштейна в изначально единое одно в мире. Природа едина в своей сущности.

Таким образом, формирование Малого объединения как единой теории электрослабых взаимодействий явилось первым обнадеживающим шагом на пути осуществления мечты А. Эйнштейна в поисках единого строения Вселенной.

Современный методологический подход к идее объединения значительно отличается от Эйнштейновского тем, что он основывается на трех «китах».

Первый состоит в необходимости учета квантовой теории, прежде всего квантовых частиц и полей, чего А. Эйнштейн не учитывал и не хотел. Видимо, это объясняется двумя обстоятельствами:

1. А. Эйнштейн не хотел верить и не верил в фундаментальность и всеобщность квантово-полевой материи как основополагающей сущности строения Вселенной: квантово-полевая материя — основополагающий «строительный» материал строительства здания Вселенной.
2. Второе обстоятельство состоит в том, что А. Эйнштейн слишком верил в универсальность и фундаментальность гравитации как материала для построения здания Вселенной: у А. Эйнштейна была глубокая вера во всемогущество своей ОТО (общей теории относительности).

Второй «кит», на котором основывается современный методологический подход к идее объединения, состоит во всеобщем охвате и учете всех известных нам типов взаимодействий, прежде всего ядерных сильных и слабых взаимодействий: объединительный процесс начался с синтеза слабых и электромагнитных взаимодействий в единой теории электрослабых взаимодействий. А А. Эйнштейн ядерные силы (СВ и СЛВ), видимо, не хотел признавать в качестве фундаментальной и основополагающей физической материи в строении и структурной организации Вселенной.

Итак, мы должны подчеркнуть, что современный объединительный процесс в физике и космологии включает два из трех китов:

1. Учет квантово-полевой материи: квантово-полевая материя универсальна, фундаментальна и основополагающа как «строительный» материал для построения здания Вселенной.
2. Второй «кит» состоит в необходимости конструирования самого здания Вселенной: для конструирования из строительного материала самого здания Вселенной необходимы силы, т. е. типы взаимодействий, которые упорядочивают весь «строительный» материал, составляют отдельные блоки и осуществляют конструктивную деятельность по возведению самого готового здания Вселенной: таких сил нам известно четыре, которые упорядочивают весь мир и самоорганизуют его в структурном строении и эволюционном саморазвитии — ЭМВ, СЛВ, СВ и ГВ.

Третьим «китом», на котором основывается современный методологический подход к идее объединения в физике и космологии, состоит в необходимости учета пространства-времени: пространство-время есть не только каркас, фон, т. е. строительная площадка, для возведения здания Вселенной, оно есть по существу «конструктор», указывающий, где, как и каким образом нужно возводить здание Вселенной. По выражению А. Эйнштейна, пространство-время показывает, как материи двигаться, а материя указывает пространству-времени, как искривляться.

Все три «кита» — материя, силы взаимодействия, пространство-время — активны и играют конструктивную самоорганизующую роль в возведении здания Вселенной.

В этой связи нам хочется отметить следующие особенности построения С. Вайнбергом, А. Саламом и Ш. Глэшоу единой теории электрослабых взаимодействий:

1. Как и каким образом удалось объединить столь противоположные типы взаимодействий, как ЭМВ и СЛВ, радиус действия и интенсивность сил которых, на первый взгляд, абсолютно несравнимы и несоизмеримы?

Это удалось совершить благодаря теоретическому предсказанию авторами массивных промежуточных векторных частиц с большими массами, осуществляющих слабые взаимодействия в высоких энергиях. Такими частицами-переносчиками слабых взаимодействий в высоких энергиях оказались три массивных бозона: W^+ , W^- и Z^0 , которые были экспериментально обнаружены в ЦЕРНе в конце 1979 г. под руководством итальянского физика Рубиа.

Значит, теоретически предсказанные бозоны авторами единой теории электрослабых взаимодействий в 70-х гг. были экспериментально обнаружены в конце 70-х и начале 80-х гг. Это первое.

2. А вторая замечательная особенность в формулировании единой теории электрослабых сил заключается в идее спонтанного нарушения симметрии: в результате

спонтанного нарушения симметрии безмассовые голдстоуновские частицы (т. е. безмассовые промежуточные частицы: W^+ , W^- и Z^0) приобретают массы и становятся массивными бозонами, осуществляющими слабые взаимодействия. Сила слабых взаимодействий в результате этого стала сравнимой и соизмеримой с силой ЭМВ: благодаря тому, что промежуточные векторные частицы слабых взаимодействий стали массивными, силы ЭМВ и СЛВ стали реально равными. Именно это равенство (т. е. тождество) сил ЭМВ и СЛВ, теоретически предсказанное авторами, явилось основополагающей идеей построения единой теории электрослабых сил как синтеза ЭМВ и СЛВ.

3. Третьей замечательной особенностью построения единой электрослабой теории является сначала теоретическое предсказание, а затем экспериментальное обнаружение нейтрального тока и промежуточного нейтрального бозона — Z^0 , который явился переносчиком нейтральных токовых взаимодействий: нейтральный, но очень массивный бозон Z^0 есть частица-переносчик нейтральных токовых взаимодействий. Нейтральный бозон Z^0 был открыт в конце 70-х гг. наряду с другими бозонами (дубль ве — W^+ и W^-) в ЦЕРНе. (Стоит здесь отметить, что все три создателя единой электрослабой силы — С. Вайнберг, А. Салам и Ш. Глэшоу — стали лауреатами Нобелевской премии до экспериментального обнаружения трех промежуточных частиц — W^+ , W^- и Z^0 , настолько эта теория была внутренне самосогласованной, непротиворечивой, красивой, когерентной и, безусловно, необычной, имеющей фундаментальный смысл и значение на пути объединительного процесса Великого объединения, супергравитации и суперсимметрии.)

К каким философско-методологическим выводам должны мы прийти из рассмотрения теории малого объединения, синтезировавшей ЭМВ и СЛВ? Первый вывод: природа в своей сущностной основе едина; второй вывод: фундаментальное значение в физическом построении картины мира имеет не только симметрия, но и принцип спонтанного нарушения симметрии: природа антиномична в диалектическом сопряжении симметрии, асимметрии и спонтанного нарушения симметрии; третий вывод: малое объединение есть лишь первый важный шаг на пути дальнейшего объединительного процесса, шаг, весьма обнадеживающий.

Архитектоника единой теории электрослабых взаимодействий — $SU_{(2)} \times U_{(1)}$

Как мы уже отметили, теория должна быть самосогласованной. Она должна отвечать двум существенным требованиям: во-первых, она должна быть внутренне совершенной, т. е. не должна содержать внутренних противоречий (логических, математических, физических, семантических и т. д.). Иными словами, все структурные компоненты (принципы, законы, концепции и т. д.) теории должны находиться в самосогласованном соответствии: только в этом случае возможны теоретические предсказания и проверка следствий, вытекающих из данной теории.

Во-вторых, любая самосогласованная теория (т. е. истинная, лишенная внутренних противоречий) должна найти свое оправдание в эксперименте: это второе требование самосогласованности теории А. Эйнштейн называл требованием внешнего оправдания.

Значит, самосогласованная теория должна отвечать двум существенным требованиям:

- 1) внутреннего совершенства;
- 2) внешнего оправдания.

А теперь в этом контексте рассмотрим единую теорию электрослабых взаимодействий, создателями которой являются Стивен Вайнберг, Абдус Салам и Шелдон Глэшоу в 60-е гг. прошлого века.

Слабые и электромагнитные взаимодействия — на первый взгляд абсолютно несовместимые типы взаимодействий: если электромагнитные взаимодействия по силе слабее сильных взаимодействий, то слабые слабее сильных в миллион раз. Кроме того, радиус действия электромагнитных взаимодействий бесконечен, в то время как радиус слабых взаимодействий ограничивается внутри ядра в пределах 10^{-17} см. И третий момент в различии между электромагнитными и слабыми взаимодействиями заключается в том, что квантовая электродинамика (КЭД) как самосогласованная теория создана Р. Фейнманом, Е. Швингером и С. Томонагой (Япония), за что они были удостоены Нобелевской премии. Что касается теории слабых взаимодействий, то она не была еще самосогласованной.

Каковы конкретные требования к релятивистской квантовой теории, чтобы она была самосогласованной?

1. Теория должна быть перенормируемой. Это означает, во-первых, уметь устранить бесконечности, которые возникают: устранить бесконечные значения физических величин теории, чтобы можно было эти величины сопоставить с данными эксперимента. Во-вторых, физические величины должны иметь конечные значения для их проверки с наблюдаемыми данными эксперимента: только конечные значения физических величин проверяемы с данными эксперимента.
2. Заслуги авторов единой теории электрослабых взаимодействий состоят в том, что эта теория является перенормируемой, т. е. все физические величины ее имеют конечные значения, и поэтому она (т. е. эта теория) сопоставима с данными эксперимента и подтверждается экспериментальными фактами (одним из таких фактов является обнаружение в эксперименте нейтральных токов в 1972 г., предсказанных теорией Z-бозона).

Когда единая теория электрослабых взаимодействий будет перенормируемой? Тогда, когда она будет калибровочно-инвариантной. Поэтому проблема калибровки является проблемой № 1 при построении всех калибровочных релятивистских квантовых теорий поля (КЭД, единая теория электрослабых взаимодействий, КХД, Большое объединение — $SU(5)$ и т. д.): калибровка — это прежде всего квантование заряда, генерирующего силу взаимодействий, квантование всех сил, полей, частиц, как фермионов и бозонов.

Мы уже отметили в своем месте, что теорию слабых взаимодействий нельзя сделать калибровочно-инвариантной вне ее объединения с электромагнитными взаимодействиями. Поэтому только единая теория электрослабых взаимодействий является калибровочно-инвариантной — $SU(2) \times U(1)$. Она становится калибровочно-инвариантной, если симметрия $SU(2) \times U(1)$ спонтанно нарушена: механизмом спонтанного нарушения симметрии $SU(2) \times U(1)$ является механизм, найденный Питером Хиггсом в Эдинбургском университете и Киббалом в Имперском колледже (Лондон), где работал Абдус Салам.

Значит, единая теория электрослабых взаимодействий, построенная С. Вайнбергом, А. Саламом и Ш. Глэшоу в 60-70-е гг. прошлого века, является самосогласованной, отвечающей двум фундаментальным требованиям Эйнштейна: 1) внутреннего совершенства; 2) внешнего оправдания. Симметрия $SU_{(2)} \times U_{(1)}$ спонтанно нарушена механизмом Хиггса—Киббала: механизм Хиггса—Киббала — механизм, связанный с физическим вакуумом. В результате действия механизма Хиггса—Киббала частицы (как фермионы, так и бозоны) приобретают массу: особенно важно то обстоятельство, что бозоны W^{\pm} и Z^0 становятся массивными. Именно поэтому возможно было построение самосогласованной единой теории электрослабых взаимодействий. Такова роль триады СНС, механизма Хиггса—Киббала и физического вакуума как бесконечного источника энергии и, следовательно, массы.

В эпистемологическом процессе построения единой теории электрослабых взаимодействий важна логика последовательного развертывания понятийно-концептуального аппарата калибровочно-инвариантной теории:

- 1) симметрия и ее спонтанное нарушение;
- 2) механизм Хиггса—Киббала;
- 3) виртуальный конденсат физического вакуума как бездонной пропасти виртуальных частиц и античастиц (П. А. М. Дирак).

Таким образом, механизм Хиггса—Киббала — один из фундаментальных принципов образования массы из энергии физического вакуума: виртуальный конденсат физического вакуума есть бесконечный источник энергии для получения массы из чистой энергии и, в свою очередь, масса превращается в энергию по закону $E = M_0 c^2$.

Таким образом, только единая теория электрослабых взаимодействий является калибровочно-инвариантной и потому она является перенормируемой теорией. Перенормируемая теория — теория, лишенная бесконечностей и обладающая конечным значением физических величин, сопоставимых и проверяемых данными эксперимента. Любая физическая теория в конечном счете имеет реальный смысл, если ее величины проверяемы и подтверждаемы экспериментальными данными.

Каким образом творцам единой теории электрослабых взаимодействий С. Вайнбергу, А. Саламу и Ш. Глэшоу удалось построить единую теорию калибровочно-инвариантной и потому перенормируемой, обладающей реальным физическим смыслом?

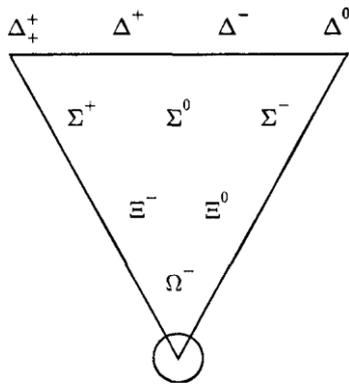
Прежде всего, им удалось построить в общем виде калибровочно-симметричную теорию слабых и электромагнитных взаимодействий с четырьмя промежуточными векторными бозонами — W^{\pm} , Z^0 и γ : все эти четыре бозона — переносчики сил взаимодействий — были безмассовыми. Нужно было решить ключевую проблему единой теории, т. е. из четырех калибровочных промежуточных бозонов три — W^{\pm} и Z^0 были массивными, чтобы эффективные константы связи слабых и электромагнитных взаимодействий были одинаковыми при энергии 100 ГэВ.

Именно в решении этой ключевой проблемы массы промежуточных калибровочных бозонов — W^{\pm} и Z^0 — проявилась философская и физическая интуиция разума С. Вайнберга и А. Салама: калибровочная симметрия $SU_{(2)} \times U_{(1)}$ единой теории электрослабых взаимодействий должна спонтанно нарушаться и должно быть действие механизма Хиггса—Киббала как преобразователя энергии скалярного конденсата

физического вакуума в массы. В результате СНС и действия механизма Хиггса—Киббала из четырех калибровочных бозонов три — W^\pm и Z^0 — приобретают массы и становятся массивными, а фотон γ остается безмассовым. Только в результате этого константы сил слабых и электромагнитных взаимодействий, обусловленных калибровочными векторными массивными бозонами — W^\pm и Z^0 — и безмассовым фотоном, становятся одинаковыми при энергиях 100 ГэВ: единая теория электрослабых взаимодействий стала калибровочно-инвариантной и потому перенормируемой, т. е. самосогласованной теорией, отвечающей двум требованиям А. Эйнштейна — требованиям внутреннего совершенства и внешнего оправдания.

§ 2. Реконструкция КХД (квантовой хромодинамики) Кварковая модель

Рис. 1.8



Итак, мы рассмотрели проблему унитарной симметрии — унитарный октет и декаплет. Было отмечено, что, во-первых, в природе, т. е. в мире элементарных частиц, существуют только два семейства унитарных мультиплетов — октет, состоящий из восьми элементарных частиц, и декаплет, состоящий из десяти элементарных частиц. Удивительно и странно весьма это обстоятельство, но факт остается фактом, еще теоретически не осмысленным. Во-вторых, более подробно анализируя декаплет, мы отмечали, что именно исследование Гелл-Манном природы декаплета унитарной симметрии привело к проявлению физической и математической интуиции о кварках как составных субмикрочастицах структуры адронов (p, n и т. д.), т. е. сильновзаимодействующих частиц. В-третьих, за выдающееся предсказание о существовании омега-минус-гиперона, заполнившего пустовавшее дно декаплета, Гелл-Манн был удостоен Нобелевской премии (а не за построение кварковой модели).

А теперь просто отметим основные особенности построения кварковой модели одновременно и независимо двумя физиками — теоретиками Гелл-Манном и Джорджем Цвейгом.

Первой наиважнейшей особенностью построения кварковой модели является, безусловно, интуитивное просветление экстравагантной идеи о дробности заряда кварков: дробность заряда кварков была наиболее экстравагантной идеей, ставшей методологическим принципом унификации и аппроксимации мира адронных частиц, участвующих в сильных взаимодействиях: математически численное значение дробности заряда кварков составляет $\pm 1/3$ и $\pm 2/3$. Так, у протона заряд равен плюс единице и, следовательно, кварки, составляющие элементы структуры протона, должны обладать такими численными дробными зарядами:

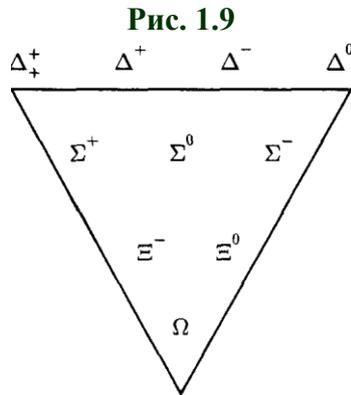
$$2/3 + 2/3 - 1/3 = 1.$$

Так и кварки, как составные структурные элементы нейтрона, должны обладать дробными численными зарядами:

$$1/3 + 1/3 - 2/3 = 0,$$

и мы знаем, что заряд нейтрона равен нулю, и т. д. Мы не будем больше приводить примеры. Просто отметим, что экстравагантность идеи дробности заряда кварков как неожиданность и необычность заключается в том, что всем нам известным зарядам (электрический, барионный, лептонный и т. д.) всегда было присуще целочисленное значение (1, 0 и т. д.).

В самом начале построения кварковой модели были известны три кварка *up* — *u*, *down* — *d* и *strange* — *s* (*u* — верх, *d* — низ, *s* — странный). А теперь посмотрим опять схему унитарного декаплета.



В самом верху помещается изомультиплет дельта-частиц, который состоит из валентных кварков — *u* и *d*, и не содержат члены этого изомультиплета дельта-частиц странного кварка. А теперь посмотрим нижележащий изомультиплет сигма-частиц, члены которого уже содержат по одному странному кварку и два валентных кварка — *u* и *d*.

Спрашивается, почему изомультиплет дельта-частиц не содержит странных кварков, а изомультиплет сигма-частиц содержит странные кварки?

Во-первых, странный кварк *s* тяжелее и массивнее, чем валентные кварки *u* и *d*, а во-вторых, изомультиплет сигма-частиц тяжелее и массивнее, чем изомультиплет дельта-частиц, и поэтому члены изомультиплета сигма-частиц содержат по одному странному кварку. (Предсказание и открытие странных кварков стало выдающимся событием, ибо оно подтвердило и объяснило, кроме всего прочего, проблему существования принципа симметрии странности, согласно которому рождение странных частиц происходит по каналу сильных взаимодействий, а распад — по каналу слабых взаимодействий.)

А теперь снова посмотрим на унитарный декаплет: ниже изомультиплета сигма-частиц лежит изомультиплет кси-частиц, уже содержащий по два странных кварка *s*. Это объясняется по тем же причинам, что изомультиплет кси-частиц тяжелее и массивнее изомультиплета сигма-частиц.

Мы уже писали, что по мере продвижения сверху вниз располагаются более массивные изомультиплеты: возрастание массивности, как мы уже отмечали, имеет точное численное значение, которое регулярно повторяется — 150 эВ. Это именно важное обстоятельство (закономерное) получает свое теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение в обнаружении странных кварков.

Итак, обнаружение и открытие странного кварка подтвердили истинность унитарного декаплета и явились ключевым моментом к построению кварковой модели.

А сейчас о второй фундаментальной особенности кварковой материи — это о ее конфинменте, т. е. отсутствии кварков в свободном состоянии и вечном их заточении внутри адронов, как «в вечном рабстве»: никто еще не видел кварков в свободном, вне адронов, состоянии. Они (кварки) находятся в вечном плену внутри

адронов: все попытки экспериментального обнаружения свободных кварков до сих пор остаются безуспешными. Пространственным «местожительством» существования кварков является «территория» между радиусом протона 10^{-13} см и 10^{-16} см, где они могут, и действительно свободно, «жить»: за пределами этой «территории» никто и никогда их не видел. Значит, конфайнмент кварковой материи заключается в отсутствии свободных кварков. Кварки находятся в вечном заточении внутри структуры адронов, как в «тюрьме», являясь компонентами (элементами, частями) этой структуры.

Конфайнмент как фундаментальная особенность кварковой материи, так же как и дробный ее заряд, — необычная и специфическая особенность кварковой модели, которая нам была до сих пор неизвестной. Но ученые физики-элементарщики — народ особый: они, придумывая и создавая самые необычные, изощренные методы и способы, формы и идеи физического и математического, теоретического и экспериментального мышления и интуиции, постоянно проникают в неизведанный и неожиданный мир материи, открывая нам мир неразгаданный и таинственный. Но мы знаем, что кварковый мир материи как реально физический существует, но мы знаем пока только не непосредственно, а косвенно, опосредованно в экспериментальных эффектах, как мы из великолепного эксперимента великого Резерфорда узнали о протоне, как входящем в ядро атома: кварки являются структурными компонентами протона. Отныне протон, как и другие все адроны, как частицы сильно взаимодействующие, не является элементарным в смысле фундаментальных частиц: фундаментальными частицами являются кварки как субмикрочастицы, принимаемые нами как точечные и бесструктурные.

Итак, конфайнмент — удивительное явление в квантовом мире: кварки находятся в пожизненном заключении внутри адрона. И, безусловно, физики-теоретики со дня обнаружения кварков косвенным путем пытаются понять этот странный феномен — конфайнмент — и найти теоретическое объяснение этому факту, столь необычному и неожиданному: объяснение конфайнмента находят в принципе асимптотической свободы.

В чем состоит суть асимптотической свободы как принципа кваркового конфайнмента? Она состоит из следующих положений.

Во-первых, кварки как структурные компоненты адронов существуют не как самостоятельные субстанции, а связаны между собой нитями как струнами, т. е. кварки связаны между собой в структуре адрона определенными струнами. Иными словами, связи кварков между собой струнные. Значит, первое предположение асимптотической свободы кваркового конфайнмента состоит в допущении струнной модели конфайнмента кварков: кварки связаны между собой натянутыми струнами.

Во-вторых, кварки хотя связываются между собой энергетически натянутыми струнами, они «чувствуют» себя свободными в «передвижении» на территории в пределах радиуса 10^{-16} см. Суть струнной модели заключается в том, что на малом расстоянии 10^{-16} см кварки существуют как свободные в своих «действиях», а на большом расстоянии 10^{-13} см происходит спонтанный катастрофический рост энергии натянутой между кварками струны. При попытке одного из кварков выйти за пределы 10^{-13} см энергетически натянутая струна мгновенно обрывается и моментально на концах обрыва струны появляются кварк и антикварк, и таким образом снова кварки, связанные струнами, остаются в вечном, пожизненном заключении внутри адрона, как в тюрьме, где сидят все пожизненные заключенные.

Наглядным примером может служить кинофильм Питера Устинова «Спартак», в котором в самом начале фильма показывается каменоломня, где цепями скованные между собой рабы работают: они свободно передвигаются в пределах расстояния закованных цепей. Однако как только один из рабов устремится дальше за предел этого расстояния, моментально натягивается цепь и не пускает раба за пределы этих цепей. Так раб остается рабом в вечном рабстве: кварки также по струнной модели находятся в вечном рабстве внутри адрона. В этом состоит конфайнмент кварковой материи, теоретическое объяснение которого на основании принципа асимптотической свободы предложили американские физики-теоретики в 70-е гг. прошлого столетия.

Итак, мы отметили две фундаментальные особенности построения кварковой теории: дробность заряда кварков и конфайнмент как отсутствие свободных кварков.

В-третьих, наиболее фундаментальной идеей кварковой теории является понятие цвет: кварки обладают цветовым зарядом (цвет как понятие не имеет ничего общего с оптическим термином цвет). Мы говорим о цветовом заряде как фундаментальном понятии кварковой теории, потому что на сегодняшний день абсолютно сохраняющимися законами в физике элементарных частиц два закона сохранения: закон сохранения электрического заряда и закон сохранения цветового заряда. А все остальные законы сохранения, барионного, лептонного, мюонного и т. д. зарядов часто нарушаются: их нельзя считать абсолютными законами сохранения, ибо они все не сохраняются и нарушаются в тех или иных процессах физических взаимодействий между элементарными частицами.

Кроме того, при переходе от кварковой модели к квантовой хромодинамике как квантово-полевой калибровочной теории кварк-глюонных взаимодействий понятие цвет как фундаментальное и универсальное лежит в основании ее фундамента:

- 1) закон сохранения цветового заряда являются абсолютно сохраняющимся законом природы;
- 2) сами кварк-глюонные взаимодействия как сильные — цветные взаимодействия, которые отличаются по силе и мощности от сильных адронных взаимодействий;
- 3) поэтому квантово-полевая калибровочная теория кварк-глюонных взаимодействий называется квантовой хромодинамикой (по-гречески *хромос* — цвет).

Итак, особенностями построения кварковой модели являются:

- 1) дробность кваркового заряда;
- 2) конфайнмент как отсутствие свободных кварков;
- 3) цветовой заряд.

Логика реконструкции КХД

Дальше мы рассмотрим КХД как квантово-полевую калибровочную теорию кварк-глюонных цветных взаимодействий — $SU_{(3)c}$. ($SU_{(3)c}$ — специальная группа симметрии.)

1. Первый вопрос, на котором мы должны остановиться, прежде чем рассмотреть КХД, — это вопрос о кварках как ароматах: все кварки называются ароматами и как ароматы они тождественны, идентичны. Итак, все кварки как фундаментальные субмикрочастицы ароматичны: по аромату кварки тождественны.

Мы при исследовании кварковой модели имеем дело только с тремя кварками-ароматами: u , d и s (верх — u , низ — d и странный кварк — s). К настоящему времени в природе известны шесть кварков: к трем ароматам-кваркам — u , d и s — прибавились еще три, более тяжелые кварки-ароматы: c , b и t ($charm$ — очарование, $bottom$ — низ и top — верх, иногда вместо $bottom$ называют b — $beauty$ — прелесть, а вместо top — $truth$ — истина).

На сегодня нам известны шесть ароматических кварков — u , d , s , c , b и t . u и d называются валентными кварками. Со странным кварком-ароматом связано решение многих загадочных проблем:

- 1) ароматический странный кварк массивнее, чем валентные u и d ;
- 2) как мы видели при анализе унитарного декаплета, именно странные кварки, входящие в состав изомультиплетов, решают проблему унитарной симметрии как октетного, так и декаплетного мультиплетов;
- 3) самым замечательным фактом следует признать тот факт, что в структуру частицы омега-минус-гиперона входят три странных ароматических, т. е. одинаковых, идентичных, тождественных, кварков — s , s , s . На этом следует более подробно остановиться, ибо с попыткой теоретического осмысления структурных компонентов частицы омега-минус-гиперона связано конструирование понятия цвета, которое явилось и является основополагающей идеей и принципом построения КХД как квантово-полевой калибровочной теории кварк-глюонных цветных взаимодействий — $SU_{(3)c}$ (где символ c означает цвет). Значит, КХД символически означает $SU_{(3)c}$.

Мы выше неоднократно отмечали, что унитарный декаплет явился ключевым моментом (трамплином) построения кварковой модели и перехода от этой модели к формированию КХД.

Почему? В чем состоит ключевой момент в построении КХД? Итак, омега-минус-гиперон в своей структуре в качестве ее компонентов содержит три одинаковых ароматических странных кварка — s , s , s , абсолютно противоречащих закону запрета Паули, согласно требованию которого совершенно недопустимо наличие в одном и том же квантово-механическом состоянии двух и более одинаковых, идентичных, т. е. симметричных, частиц: создалась интересная познавательная и теоретико-методологическая ситуация. Создалась какая-то антиномичная (т. е. на первый взгляд неразрешимая противоречивая) ситуация: с одной стороны, омега-минус-гиперон должен состоять из трех ароматических странных кварков — s , s , s по всем требованиям декаплета унитарной симметрии, с другой стороны, существует закон Паули о запрете наличия в одном и том же квантово-механическом состоянии двух и более одинаковых, идентичных, тождественных, т. е. симметричных, частиц.

И выдающейся заслугой физика-теоретика Оскара Гринберга (США) является блестящее и элегантное разрешение неразрешимого противоречия между наличием трех одинаковых ароматов-кварков s , s , s в структуре омега-минус-гиперона и законом запрета Паули: решение самое простое, как все гениальное. Гринберг вообще всем кварковым ароматам как одинаковым, симметричным частицам придал дополнительную степень свободы — цвет: одинаковые кварки-ароматы должны различаться по цвету — красному, зеленому и синему, а антиароматы-антикварки — по антицвету — голубому, розовому и желтому. Иными словами, каждый аромат-кварк имеет право находиться в одном из трех цветовых состояний: в красном, в зеленом, или в

синем состоянии, а антиаромат-антикварк — в одном из трех антицветовых состояний — в голубом, розовом или желтом.

С точки зрения философии, главный смысл гринберговского разрешения антиномии между наличием трех одинаковых ароматических странных частиц в качестве структурных компонентов частицы омега-минус-гиперон — s, s, s и законом запрета Паули заключается в том, что блестящее и элегантное решение гносеологического и логического противоречия привело к онтологии реального диалектического противоречия: ароматические кварки различаются по цвету. Точнее, признание онтологии реального противоречия явилось объективным основанием разрешения гносеологического и логического противоречия: ароматы все симметричны и они же по цвету асимметричны. От диалектики природы никуда не денешься.

Следовательно, три ароматических странных кварка — s, s, s — могут находиться в структуре частицы омега-минус-гиперон, ибо они различаются по цвету — красный странный кварк — s_k , зеленый странный кварк — s_z и синий странный кварк — s_c . Поэтому концепция цветовых ароматов кварков еще раз подтвердила справедливость присуждения Гелл-Манну Нобелевской премии за теоретическое физическое и математическое предсказание странной частицы омега-минус-гиперон, заполнившей дно декаплета унитарной симметрии.

А теперь мы должны остановиться на рассмотрении проблемы глюонов, прежде чем перейти к анализу природы и сущности КХД.

Глюоны (glue — клей по-английски) — это промежуточные векторные частицы, через посредство которых осуществляются кварк-глюонные цветные взаимодействия. Глюоны как промежуточные векторные частицы были открыты и обнаружены в результате разрешения гносеологического и логического противоречия: сумма импульсов кварков составляла лишь 50 % суммы импульсов протона, в состав которого входят кварки. Это обстоятельство реально противоречило закону аддитивности, согласно требованию которого сумма импульсов частей должна соответствовать (т. е. должна быть равна) сумме импульсов целого. Одним словом, сумма импульсов кварков, содержащихся в протоне как целом, должна быть равна сумме импульсов целого, т. е. протона. Однако сумма импульсов кварков, как мы отметили уже, составляет лишь 50 % суммы импульсов протона, поэтому возник вопрос: а куда девалась оставшая половина (50 %) импульсов частей протона как целого? Здесь также проявилась профессиональная интуиция физиков-теоретиков: остальную, недостающую половину (50 %) суммы импульсов забирают какие-то другие частицы в протоне как целом.

А какие частицы могут быть в структуре протона (адронов вообще) кроме кварков? Естественно, что в структуре протона могут находиться кроме кварков только промежуточные векторные частицы — бозоны, осуществляющие цветные кварковые взаимодействия: эти бозоны, которые служат «склеивающими» кварки частицами, были названы по-английски глюонами.

Так была сформулирована идея о глюонах как промежуточных векторных бозонах, осуществляющих кварк-глюонные цветные сильные взаимодействия. Глюонов всего восемь: 6 из них цветные, а остальные два глюона — нейтральные, т. е. бесцветные. Так была разрешена проблема недостающей половины суммы импульсов частей: сумма импульсов 8 глюонов плюс сумма импульсов трех кварков равно сумме импульсов протона как целого. Так была восстановлена справедливость и незыблемость закона аддитивности: онтология глюонов опять же разрешила логическое и гносеологическое противоречие, возникающее в ходе научного познания. Логический

и гносеологический ход построения кварковой модели и КХД (мы еще будем рассматривать), действительно, усеян логическими парадоксами и гносеологическими противоречиями: только разрешая эти парадоксы и антиномии, мы расчистим путь движения научного познания и проложим новую, неизведанную дорогу для построения истинной научной теории, в том числе и КХД.

После введения основных понятий КХД возникает настоятельная необходимость исследования (безусловно, философского) основных принципов фундамента КХД: их несколько, но выделим из этих основных принципов один главный, без которого бессмысленно построение современных физических теорий элементарных частиц. При этом данный главный принцип лежит в основе не только КХД, а и других теорий.

Таким главным, лежащим в основании фундамента КХД, является калибровочный принцип: КХД есть теория связи между кварками в адроне, основанная на принципе калибровочной теории перенормировок (уточнение понятия перенормировок ниже).

Блестящим развитием идеологии калибровочной теории являлась квантовая электродинамика, построенная тремя выдающимися физиками-теоретиками современности Р. Фейнманом, Дж. Швингером и С. Томонагой: квантовая электродинамика — блестящий образец перенормируемой квантово-полевой калибровочной теории, вычисляемые численные значения которой согласуются с экспериментально измеряемыми величинами, как отмечает академик Л. Б. Окунь, до девятого знака после запятой. Квантовая электродинамика (КЭД) — блестящий эталон не только построения всех калибровочных теорий, но и образец перенормируемой теории, устранившей расходящиеся бесконечности.

Итак, фундаментальными требованиями квантово-полевой калибровочной теории (а КХД именно такая теория) являются:

- 1) перенормируемость как согласование между вычисляемыми и экспериментально измеряемыми величинами и отсутствие расходящихся бесконечностей;
- 2) безмассовые промежуточные бозоны (глюоны), которые массы получают в результате СНС как в электрослабых взаимодействиях;
- 3) в основе всех квантовых калибровочных теорий лежит группа симметрии (так, мы знаем, что классическая электродинамика Максвелла построена на группе унитарного преобразования — $U(1)$, а слабое взаимодействие — на специальной группе — $SU(2)$, а единая теория электрослабых взаимодействий — на группе $SU(2) \otimes U(1)$: ниже мы рассмотрим КХД как калибровочную теорию, основанную на группе $SU(3)_c$, где SU — специальная группа, а (3) — триплет цвет кварка и с — цвет (по-английски colour).

Ниже мы переходим к непосредственному анализу философской специфики КХД — $SU(3)$. Выше мы рассмотрели общие требования построения всякой калибровочной теории: перенормируемость; отсутствие аномалий; группа симметрии и т. д.

Как мы изучаем и знаем о кварках как структурных компонентах адронных частиц, участвующих в сильных взаимодействиях?

Глубоко неупругое рассеяние лептонов (e и ν) на протонах и нейтронах служит источником информации о распределении кварков во внутренней структуре протона и нейтрона. Связанность кварков внутри адрона, их неразделимость друг от друга есть конфайнмент. Конфайнмент есть фундаментальное положение КХД об отсутствии свободных кварков: кварков еще никто не видел. Как решается в настоящее время эта проблема? Каково теоретическое объяснение странного и весьма загадочного яв-

ления — конфайнмента? В настоящее время имеется в решении проблемы конфайнмента два подхода:

1. Асимптотическая свобода (мы кратко уже коснулись этой проблемы);
2. Второй подход — деконфайнмент, т. е. превращение конфайнмента в деконфайнмент (это проблема освобождения раба-кварка из рабства).

Сначала об асимптотической свободе: в отличие от всех других взаимодействий (СЛВ, ЭМВ и ГВ) сила притяжения катастрофически растет с увеличением расстояния между кварками, с уменьшением расстояния между ними они становятся свободными. В связи с этим была сформулирована в 60-е гг. струнная модель кварков: кварки связаны между собой струнами. С увеличением расстояния между кварками катастрофический рост энергии приводит к обрыву струны между кварками и моментальному возникновению на концах обрыва струны кварка и антикварка, которые удерживают кварки в связанном состоянии внутри адрона: кварки находятся в вечном рабстве.

Второй подход к рассмотрению конфайнмента состоит в том, чтобы конфайнмент превратить в деконфайнмент: это есть идеология освобождения кварков-рабов из рабства вечного. Деконфайнмент связан с коллапсом, т. е. сжатием вещества. Если вещество путем коллапсирования, т. е. сжатия, довести до плотностей, значительно превосходящих плотность обычной ядерной материи, то кварки и глюоны освобождаются от состояния связанности и превращаются в кварк-глюонную плазму: в плазменном состоянии кварки и глюоны находятся и могут находиться в свободном состоянии.

Проблема коллапса вещества (вообще материи) и образования бесконечной плотности его и искривленного пространства-времени — не чисто физическая, не чисто математическая или же космологическая, а прежде всего проблема философского миропонимания: она есть проблема бытия и небытия материи.

Мы должны отказаться от традиционного подхода к ней, служившего на протяжении всей многотысячной истории философии, предметом которой всегда было и есть бытие, а небытие рассматривалось вне философии и науки: небытие столь же важная философская категория, как и бытие. Собственно говоря, в контексте истинной диалектики они (т. е. небытие и бытие) суть единые противоречивые стороны развития материи. Мы в развитии современной науки, прежде всего космологии и астрофизики, физики элементарных частиц и молекулярной биологии и т. д., наблюдаем, как из небытия становится бытие и снова это организованное структурированное бытие распадается, деформируется и рассеивается его материя, чтобы снова из небытия возникло и родилось бытие: суть истинной диалектики, как уже отмечали и Аристотель, и Гегель, не в бытии и не в небытии, а в их становлении.

Как отмечает М. Каку в своей книге «Введение в теорию струн», в современной физике элементарных частиц возникла настоятельная необходимость отказаться от одного или нескольких постулатов, принципов, почитаемых представлений о природе, сложившихся на протяжении всей философии и науки: речь идет о непрерывности, причинности, локальности, унитарности и точечных частицах, идеология которых (т. е. точечных частиц) восходит к грекам 2500 лет тому назад. Именно поэтому в 60-70-е гг. интенсивно разрабатывались струнные модели кварков.

Вопрос, на котором следует остановиться, — это вопрос о цветном заряде в КХД:

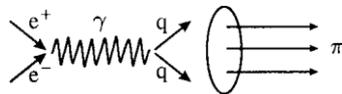
- а) цветные кварки и цветные глюоны как промежуточные бозоны (безмассовые), осуществляющие взаимодействия между кварками;

- б) само пространство, в котором осуществляются взаимодействия между кварками путем обмена глюонами, — цветное пространство: поле, на котором разыгрывается драма между кварками через посредство глюонов, — цветное;
- в) красный кварк, поглощая и изучая глюоны, превращается в зеленый кварк, который также, поглощая и изучая глюоны, превращается в синий кварк: кварки как цветные ароматы постоянно и непрерывно изменяют свои цветные лики, но так как КХД калибровочная теория, она должна сохранять цветовой заряд. Закон сохранения цветового заряда является абсолютным, как и закон сохранения электрического заряда: в природе два абсолютных закона сохранения — цветового заряда и электрического заряда.

Следующий вопрос — это проблема адронизации: как происходит рождение адронов из кварков? В настоящее время не все ясно в механизме адронизации, поэтому мы просто обрисуем схемы рождения адронов (пи-мезоны) из кварков.

Адроны рождаются в коллайдерах со встречными пучками, когда происходят лобовые столкновения частиц и античастиц (e^+ и e^-): из аннигиляции частиц и античастиц рождаются кварк и антикварк, которые движутся в прямо противоположных направлениях цветового пространства, т. е. кварк-глюонного цветового поля, где стягиваются кварк и антикварк, образуя адрон пи-мезон как систему пары кварк-антикварк: цветное пространство как кварк-глюонное цветовое поле служит цветовым фоном, который не дает кварку и антикварку, родившемуся из высоких энергий аннигиляции частиц (e^-) и античастиц (e^+), разлететься и стягивает их в структуру пи-мезона.

Рис. 1.10. Схема адронизации



В мощных современных коллайдерах со встречными пучками с помощью магнитных подушек электрон e^- и позитрон e^+ разгоняются до скоростей, приближающихся к скорости света, и в определенный момент и в определенном месте в коллайдере происходит их лобовое столкновение, и в результате аннигиляции происходит мощный клубок концентрации энергии (файлбол): из этого файлбола рождается пара кварк—антикварк. Кварк и антикварк (q и \bar{q}), движущиеся по цветовому полю, как строительной площадке, где монтируется дом, рожают адрон пи-мезон как систему кварка и антикварка.

Так условно можно представить адронизацию из кварков и антикварков: адроны рождаются из кварков и антикварков (барионы состоят из трех кварков, а мезоны — π , K — из пары кварка и антикварка).

Итак:

1. Ядерная материя, строительными блоками которой являются адроны как сильно-взаимодействующие, создается кварковой материей: ядерная материя является производной от кварковой материи.
2. Кварки и антикварки рождаются из аннигиляции частиц и античастиц. Следовательно, опять мы видим, что главным действующим лицом во всей этой драме являются энергия, и следовательно, масса:

$$E = m_0 c^2.$$

3. Сильные адронные взаимодействия являются вторичными по отношению к цветным кварк-глюонным взаимодействиям: цветные взаимодействия намного превосходят по силе и интенсивности адронные взаимодействия.

94

4. Суть взаимодействий между элементарными частицами заключается в сохранении симметрии: вне принципа симметрии немислимо построение калибровочной теории.
5. КХД — теория, которая сумела с помощью шести кварков (u, d, s, c, b, t) и трех цветов описать адронный мир огромнейшего количества частиц, достигающего более 300!

Но физики — народ беспокойный, на этом не хотят ставить точку. Их взоры, как взоры философов-мыслителей, всегда устремлены вдаль — высоко-высоко и глубоко-глубоко: они ищут всегда связь высокого с глубоким и, наоборот, глубокого с высоким.

Самое удивительное и поразительное в природе кварковой материи заключается в том, что она принципиально по природе отличается от природы сил электромагнитных и гравитационных взаимодействий, фундаментальным и всеобщим универсальным законом которых является закон обратного квадрата расстояния: силы гравитационных взаимодействий, а также в общем силы электромагнитных взаимодействий, по мере увеличения расстояния между частицами (т. е. телами и объектами), уменьшаются, а при уменьшении расстояния между ними происходит резкое возрастание сил гравитационного притяжения, а также сил электромагнитного притяжения (если разноименные электрические заряды).

Следовательно, силы гравитационного притяжения, действующие между космическими объектами (звезды, планеты, галактики и т. д.), при увеличении расстояния между ними резко уменьшаются, а при уменьшении расстояния — резко возрастают. (Пока мы оставляем в стороне вопрос о силе гравитационного отталкивания и об электромагнитном отталкивании при одноименном заряде.)

А теперь после объединения электромагнитных и слабых сил в единой электрослабой модели можно считать, что в природе существуют не четыре фундаментальные силы, а три:

- 1) электрослабая сила;
- 2) сила гравитационного взаимодействия;
- 3) сила цветных кварк-глюонных взаимодействий внутри протона (вообще внутри всех адронов).

Так, первые два типа сил взаимодействий (электрослабая и гравитационная) подчиняются закону обратного квадрата расстояния, а третья сила — сила цветных межкварковых взаимодействий внутри протона и нейтрона (вообще адронов) не подчиняется закону обратного квадрата расстояния.

В этом состоит фундаментальная особенность (т. е. принципиальная специфика) сил цветных взаимодействий, разыгрывающихся внутри адронной материи: кварковая материя не подчиняется закону обратного квадрата расстояния, а адронная материя — подчиняется.

Поэтому еще раз следует в философском исследовании силы сильных взаимодействий внести четкое различие между такими понятиями, как адронная материя и кварковая материя.

Под адронной материей мы понимаем:

- 1) *адроны* (барионы и мезоны: пи-мезоны и ка-мезоны) (как ядерные сильно взаимодействующие между собой частицы);

- 2) *силы их взаимодействий* как ядерные силы между адронами;
- 3) *заряды*, генерирующие эти ядерные силы.

А что мы понимаем под кварковой материей? В основном три также момента:

- 1) кварки и глюоны;
- 2) цветные силы межкварковых взаимодействий;
- 3) цветной заряд, генерирующий цветные силы межкварковых взаимодействий.

Адронная материя и кварковая материя — это два совершенно тесно связанных и вместе с тем противоположных уровня строения физической материи внутри атомов: эти два совершенно различных мира материи существуют лишь внутри атомов, из которых мы, уважаемый читатель, состоим с вами.

Как мы уже писали в нашей работе, в исследовании кварковой материи и построении ее теории — квантовой хромодинамики — особое место занимают открытия, связанные с эффектами скейлинга и конфайнмента и сделанные американскими физиками-теоретиками: открытие в 60-е гг. XX в. эффекта скейлинга связано с именами замечательных ученых Политцера, Гросса и Вилчека, а открытие конфайнмента принадлежит также трем американским физикам-теоретикам — Ковуту, Вильсону и Зускиндю.

Чтобы осознать и понять всю специфичность природы и сущность квантовой хромодинамики как локальной калибровочной теории, необходимо еще раз вернуться к краткому рассмотрению эффектов скейлинга и конфайнмента, ибо именно эти эффекты являются специфическими проявлениями самой глубинной природы и сущности кварковой материи, ее силы взаимодействий и генерирующего эту силу заряда: цветная сила межкваркового взаимодействия генерируется цветным кварковым зарядом.

Мы также в нашей работе отметили, что теоретическая интерпретация эффектов скейлинга и конфайнмента была дана учеными на основе асимптотической свободы. Эффект скейлинга заключается в следующих моментах: во-первых, цветные силы межкварковых взаимодействий на малом расстоянии 1 ферми (1 ферми равняется одной десятой доле одной миллиардной сантиметра) при большой энергии не связаны с ядерными силами между адронами. Поэтому кварки на этом малом расстоянии при большой энергии находятся в свободном, независимом друг от друга состоянии.

Иными словами, кварки с большой энергией на малом расстоянии 10^{-16} см теряют цветные силы и, следовательно, исчезает взаимодействие между ними: кварки становятся свободными. В этом состоит принципиальное отличие цветных межкварковых сил как субъядерных сил от ядерных сил между адронами: таково фундаментальное отличие кварковой материи от адронной материи. Мало того, адронная материя является структурно и генетически продуктом кварковой материи.

Во-вторых, кварки на малом расстоянии при бомбардировке электронами (или нейтрино) с большой энергией теряют свой собственный цветовой заряд, генерирующий цветные силы: кварки теряют заряд и поэтому исчезают силы и цветное взаимодействие между кварками, а также и между глюонами.

Но, спрашивается, почему кварки теряют свой цветовой заряд?

Интересно отметить любопытный для философского раздумья факт: происходит низвержение закона сохранения зарядов. Так, низвергнуты со своего абсолютного пьедестала законы сохранения барионного и лептонного чисел. До самого последнего времени считалось, что абсолютными законами сохранения являются законы сохранения электрического заряда и цветового заряда. Теперь мы видим, что и цветовой

заряд как абсолютный закон сохранения в эффекте скейлинга повержен. Остается только один все еще закон абсолютного сохранения — закон сохранения электрического заряда. Происходит крушение когда-то считавшихся незыблемыми и несокрушимыми истин: все истины относительны (как был прав Эрнест Мах).

Нет абсолютно несокрушимых научных (да и философских) истин: в этом мире все относительно и все подвержено гибели.

А что остается абсолютным? Только и только одна материя — энергия в сингулярности как точке бесконечности: даже пространство-время в сингулярности как коллапсированной бесконечности исчезают, чтобы возродиться при новом Большом взрыве сингулярности: пространство-время реколлапсирует в ходе нового Большого взрыва.

Все сущее бытие зависит от материи-энергии. Мы должны радикальным образом изменить свое философское представление о мире, нашей Вселенной, о мироздании в целом и выработать новую картину мира, Вселенной, мироздания: мир и Вселенная наша во всем мироздании не одно и то же. Философский мир как целостное мироздание — один, а вселенных в нем бесконечное и бесчисленное множество. Одни вселенные рождаются из сингулярности в результате нового Большого взрыва, а другие гибнут в коллапсе сингулярности. Вечной остается материя-энергия в сингулярности, а все остальное, в том числе и наша Вселенная в целом, временно: время есть феномен, который пожирает всех своих детей (Ф. Ницше).

Философское значение и смысл скейлинга заключается в низвержении цветового заряда как абсолютного закона сохранения со своего несокрушимого пьедестала: кварки теряют свой заряд на малом расстоянии 10^{-16} см при больших энергиях и, следовательно, исчезает сила межкварковых взаимодействий.

Значит, скейлинг не просто зависит от большой энергии, а также от структуры малого пространства-времени: заряд цветовой является в философском видении проявлением философской триады: материи-энергии и пространства-времени. Без изменения нашего представления о заряде как изменчивой физической величине нельзя построить не только теорию Большого объединения, но и «теорию всего сущего» как теорию объединения всех четырех фундаментальных взаимодействий на планковском масштабе уровня энергии 10^{19} ГэВ. Поэтому нас интересует в философском значении не сам по себе скейлинг, а в контексте построения Большого объединения и «теории всего»: относительность цветового заряда в эффекте скейлинга — одно из условий возможности построения как Большого объединения, так и «теории всего» — все заряды всех фундаментальных взаимодействий должны слиться в один какой-то фундаментальный, единственный заряд.

Только в этом случае возможно слияние всех сил взаимодействий в одну какую-то фундаментальную и единственную силу взаимодействий: один фундаментальный заряд генерирует одну фундаментальную силу взаимодействия.

Таким образом, в физике частиц до последнего времени учеными специалистами считалось, что в ней, после низвержения законов сохранения барионного и лептонного чисел, остаются незыблемыми абсолютными законами сохранения законы сохранения электрического и цветового зарядов: цвет (красный, зеленый и синий) меняется, а заряд цветовой сохраняется абсолютно так же, как и электрический заряд. Из этих двух абсолютных законов сохранения остается абсолютным только один — закон сохранения электрического заряда. Ничто не вечно под Солнцем: все относительно и изменчиво.

Таков философский вывод, вытекающий из исследования и анализа эффекта скейлинга, открытого тремя выдающимися американскими физиками-теоретиками Политцером, Гроссом и Вилчеком.

А теперь очень кратко и эскизно остановимся на философском осмыслении и понимании второго эффекта — эффекта конфайнмента как «вечного заточения» кварков внутри адронов: по мере роста расстояния между взаимодействующими кварками катастрофически растет сила цветового притяжения межкваркового взаимодействия. Поскольку сила цветового притяжения катастрофически растет, по мере роста расстояния между взаимодействующими кварками, кварки не могут «покинуть» пространственный радиус протона — $1 \text{ (Г}^{-13} \text{ см)}$ (адрона вообще): именно поэтому кварки не могут быть свободными. Они являются «вечными рабами», находясь в «вечном рабстве» внутри протона. Концепция «вечного рабства» кварков находит свое объяснение в струнной модели: по мере катастрофического роста расстояния разрывается межкварковая струна и на месте обрыва появляются кварк и антикварк из виртуального вакуума. Так цветная сила удерживает кварки в «вечном рабстве» внутри адронов. В этом состоит фундаментальная особенность цветового заряда и, следовательно, им генерируемой цветовой субъядерной силы.

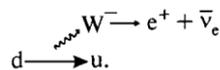
Таким образом, конфайнмент — отсутствие свободных кварков и их невидимость, а скейлинг — реальность свободных кварков на малом расстоянии при большой (т. е. высокой) энергии.

Значит, мы видим, что и конфайнмент, и скейлинг зависят от фундаментальной философской триады: материи-энергии и пространства-времени. Вся эта драма с кварками разыгрывается в их экстерритории, в пределах от радиуса протона 10^{-13} см до 10^{-16} см , где кварки чувствуют себя свободными в пределах 1 ферми.

Стоит здесь отметить три важных и существенных момента.

1. Как мы уже писали в нашей работе, в самую раннюю эпоху Вселенной, когда она после Большого взрыва находилась в младенческом состоянии, кварки, до конверсии их протонами и нейтронами, были свободными. Так, кварки не всегда были «рабами» и находились в «вечном рабстве» внутри адронов: они родились свободными в первые доли секунды. А затем в первые 100 секунд после Большого взрыва происходит конверсия — захват кварков протонами (нейтронами и другими адронами).
2. Поэтому ученые специалисты предполагают, что возможен деконфайнмент в состоянии, когда вещество находится в плазме. Плазма — это состояние вещества, когда в атомах произошел разрыв между ядром-протоном и электроном. Плазма как термоядерные реакции и термоядерный синтез может стать источником и причиной деконфайнмента. И тогда мы увидим раскрепощенные, свободные кварки: раб, по словам Гегеля, становится свободным господином. Это будет осуществление мечты Спартака и спартаковцев в Древнем Риме.
3. Кварки могут стать свободными, жертвуя собой, как спартаковцы, и порождая другие частицы: они жертвуют собой во имя всеобщей свободы.

Рис. 1.11



d-кварк превращается в u-кварк, и одновременно происходит эмиссия W^- , который распадается на электрон e^- и электронное антинейтрино $\bar{\nu}_e$

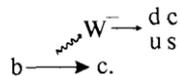
Проблема кварков на сегодняшний день — самая фундаментальная, представляющая собой философско-мировоззренческую проблему: распад протона, чего требует теория Большого объединения — $SU(5)$, — это не чисто научная (т. е. физическая или космологическая), а философско-мировоззренческая проблема. Проблема распада протона — это большая и фундаментальная философско-мировоззренческая проблема стабильности материи, вообще нашей Вселенной, состоящей из вещества (75 % водорода и 25 % гелия): наша Вселенная по своему строению является кристаллической, а по своей структуре — расширяющейся, эволюционирующей.

Концепция кварковой материи противоречит закону Демокрита, согласно которому все сложное делимо на части и существует последняя мельчайшая частица — атом как неделимый.

Во-первых, протон, состоящий из кварков как мельчайших составных частей, пока остается экспериментально неделимым на части: в экспериментах с самыми высокими (т. е. большими) энергиями не удастся расщепить протон. Он пока, несмотря на теоретическое предсказание о распаде его, остается стабильным. Эксперимент с целью распада протона очень сложен и невероятно труден: в одной тонне вещества содержится 10^{28} протонов, из которых распад одного протона происходит в течение 10 лет. Пока мы не имеем ни одного факта о распаде протона, несмотря на то, что во многих лабораториях мира (в Индии, Японии, Европе и США) ученые специалисты десятилетиями ставят эксперименты с целью опытного обнаружения распада протона. Протон упорно «молчит», а кварки все еще остаются нам «невидимыми»: сложное не распадается на части.

Вторая идея закона Демокрита заключается в том, что элементарное (как атом) неделимо: атом навсегда остается неделимым атомом. Самое удивительное и парадоксальное заключается в том, что кварки могут превращаться в другие частицы — лептоны и адроны (рис. 1.12).

Рис. 1.12



Эта схема показывает:

- 1) b-кварк (тяжелый) превращается в c-кварк (также тяжелый);
- 2) одновременно происходит эмиссия (излучение) W^- -частицы;
- 3) W^- -частица в свою очередь распадается на d-кварк и u-кварк ИЛИ же c-кварк и s-кварк.

Рис. 1.13



Все эти распады кварков, рассматриваемые нами, — распады, связанные со слабыми взаимодействиями: в сильных взаимодействиях кварки меняют только цвет, а аромат в сильных взаимодействиях остается неизменным. Аромат кварка изменяется только в слабых взаимодействиях.

Аромат как тип кварка изменяется в слабых распадах, а цвет кварка меняется в сильных взаимодействиях.

Структура — движение

Наша Вселенная как расширяющаяся суперсистема является подлинно диалектическим единством асимметрии и симметрии: симметрия Вселенной постоянно и спонтанно (т. е. самопроизвольно) нарушается, и нарушенная симметрия восстанавливается на новом уровне высоких энергий. Симметрия всегда связана с уровнем более высоких энергий, а асимметрия — с более низким уровнем энергии.

Эволюция нашей Вселенной (ее рождение из сингулярности в результате Большого взрыва, становление ее как генерация элементарных частиц и античастиц на инфляционной ее стадии, первичный нуклеосинтез и рекомбинация атомно-ядерной материи и образование крупномасштабной структуры Вселенной) — по существу фазовый переход от более высокой симметрии к более низкой симметрии: происходит непрерывный процесс смены симметрии асимметрией и спонтанным нарушением симметрии и восстановления нарушенной симметрии менее высокой симметрией. Такова глубокая и фундаментальная закономерность эволюции Вселенной. В самом общем смысле эта универсальная закономерность является проявлением динамики порядка и хаоса: развитие есть диалектика упорядоченности и хаоса. Порядок как структурная упорядоченность постоянно и систематически хаотизируется. А без хаоса невозможно само упорядочивание структуры непрерывного динамического движения и изменения. Поэтому хаос и порядок — не рядом стоящие или параллельно существующие физические процессы, а взаимопроникающие и взаимоопределяющие физические реальности: в хаосе существует порядок (странные аттракторы Э. Лоренца) и из хаоса возникает упорядоченная структура как динамическое движение ее компонентов, взаимодействие их (например, в структуре атома, ядра, адрона и т. д.).

Атомная структура (например, водорода) представляет собой не статическое состояние ядра и орбитального электрона, а непрерывное динамическое электромагнитное взаимодействие между электроном и ядром-протоном в атоме водорода. (Такова же ситуация во всех атомах элементов: структура атомов есть непрерывное движение и взаимодействие ее частей, компонентов.)

Структура ядра атомов также представляет собой непрерывное и на первый взгляд хаотическое движение и взаимодействие двух противоположных сил — сил электромагнитного отталкивания между положительно заряженными протонами и сил ядерных взаимодействий между протоном и нейтроном: стабильность структуры ядра атомов обеспечивается противоборством этих двух сил электромагнитного отталкивания и ядерного притяжения.

Ядерные силы, связывающие взаимодействие между протоном и нейтроном в ядре атома, превосходят в 10 миллиардов раз электромагнитные силы между ядром и электроном в структуре атома.

Кварковая структура адронов не есть статическая, а динамическая структура: она характеризуется неистовым движением цветных взаимодействий между кварками посредством переносчиков-глюонов: цветные кварки, поглощая и излучая глюоны, превращаются в другие цветные кварки (красный кварк — в зеленый, а зеленый — в синий и т. д.). Поэтому кварковая структура адронов как динамическая структура представляет собой непрерывное и безостановочное движение цветных межкварковых взаимодействий: она есть единство хаоса и порядка.

Поэтому структура как движение и взаимодействие частиц (в атоме, ядре и адроне) есть диалектика постоянной смены порядка хаосом и, наоборот, хаоса — порядком: упорядоченная структура есть эта смена порядка и хаоса.

Именно поэтому эволюцию Вселенной мы рассматриваем как непрерывную смену хаоса порядком и порядка хаосом: в этом состоит созидательная функция хаоса. Созидательная и деструктивная функции хаоса представляют собой двуликого Януса: созидание является оборотной стороной деструкции, а деструкция — оборотной стороной упорядочивания.

Симметрия как структура есть порядок, а спонтанное нарушение симметрии — разрушение структуры симметрии как порядка и созидание хаоса, из которого формируется новая симметрия, менее высокая: результатом спонтанного нарушения симметрии Большого объединения $SU(5)$ является отщепление силы цветных межкварковых взаимодействий от силы электрослабых взаимодействий, а спонтанное нарушение симметрии электрослабых взаимодействий приводит к расщеплению электромагнитных и слабых сил на два самостоятельных типа взаимодействий.

Поэтому рождение и становление молодой Вселенной представляет собой постоянный переход от более высокой симметрии к менее высокой симметрии: в основе этого перехода лежит фундаментальная закономерность порядка и хаоса. При этом суть этой закономерности порядка и хаоса заключается не в статическом порядке или в полном господстве хаоса, а в их динамическом единстве и взаимоопределяемости их (хаос нельзя полностью идентифицировать с беспорядком: беспорядок есть момент хаоса, как и порядок).

Это схема упорядочивания как структурообразующего процесса:

Рис. 1.14



1. Этот треугольник не статический, а динамический треугольник, показывающий превращение хаоса в порядок, а порядка — в беспорядок, который в свою очередь превращается в хаос.

2. Хаос и беспорядок не тождественны: в хаосе есть странный аттрактор как тонкая упорядоченная структура, и вместе с тем он есть беспорядок.

Таким образом, хаос есть двуликий Янус: с одной стороны, он есть порядок как странный аттрактор, а с другой стороны, он есть беспорядок как непрерывная хаотизация.

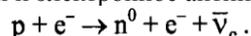
3. Поэтому структура не есть статическое строение ее частей, а динамическое непрерывное движение этих частей и их взаимодействий: определяющим фактом непрерывной хаотизации компонентов структуры и ее упорядочивания является сила взаимодействий частиц между собой. Сила взаимодействия частиц между собой лежит в основе структурной хаотизации и упорядочивания структурной организованности: самосохранение структуры происходит через ее самодвижение как хаотизацию и упорядочивание ее. Хаотизация представляет собой двойственный и противоречивый процесс: с одной стороны, она как беспорядочный, аperiodический процесс — деструктивный, дезорганизующий структурные компоненты, а с другой стороны, она как процесс упорядочивания есть конструктивный, инновационный процесс. Поэтому беспорядок и порядок есть существенные моменты хаотизации. Именно поэтому хаос лежит в основе и порядка,

Рис. 1.15. Схема хаотизации

и беспорядка: хаотизация представляет собой двуединый процесс непрерывного взаимопревращения беспорядка и порядка в упорядочивание и самосохранение структуры через самодвижение. Упорядочивание есть превращение беспорядка в порядок через хаос, а хаотизация есть превращение порядка в беспорядок через хаос: хаотизация и упорядочивание есть две противоположные и взаимосвязанные стороны самодвижения и самосохранения структуры. Самодвижение структуры есть непрерывная смена упорядочивания хаотизацией и хаотизации упорядочиванием через хаос как единство беспорядка и порядка: в этом сложном и противоречивом процессе происходит самосохранение структуры.

Для самосохранения структуры молекул, состоящих из атомов, необходима постоянная смена хаотизации и упорядочивания: жизнь как структурная организация молекул и атомов абсолютно невозможна вне постоянного и вечного движения молекул и атомов. Вне движения структуры молекул и атомов, вне их непрерывной хаотизации и упорядочивания невозможна жизнь: для безостановочного движения структуры молекул и атомов, ее хаотизации и упорядочивания необходимо постоянное поступление извне высококачественной энергии нашей свечи — Солнца. Без постоянного поступления на нашу Землю высококачественной энергии нашей звезды Солнца жизнь как таковая вообще невозможна — ни ее появление на нашей планете, ни ее существование как структуры молекул и атомов. Если мысленно представить на минутку исчезновение нашей звезды, то в окружающей нас Вселенной почти мгновенно температура станет 270° ниже нулевой отметки. При 270 -градусном морозном холоде абсолютно исключено существование жизни как вечного движения структуры молекул и атомов. При такой температуре ниже нуля все молекулы и атомы будут находиться в «замороженном» состоянии вне всякого движения: они превратятся в ледяной панцирь и будут находиться в «застывшем» состоянии вне движения и хаотизации.

Как мы выше отметили, самосохранение структуры атома, состоящей из электронов и ядра, осуществляется через ее самодвижение как непрерывные электромагнитные взаимодействия между ядром и орбитальными электронами, движущимися вокруг этого ядра по строго стационарным орбитам, которые являются для электронов как бы «смирительными рубашками». Если бы электроны двигались вне своих стационарных орбит, произвольно, то неизбежен коллапс: электрон рано или поздно упадет на ядро (протон) и неизбежен коллапс атомарной материи. Столкновение электрона с протоном приведет к рождению нейтрона, который распадается на протон, электрон и электронное антинейтрино:



В результате такого коллапса атом как структура движения орбитальных электронов вокруг ядра исчезнет. Поэтому так принципиально важна и существенна квантовая атомная теория Нильса Бора: она является антиколлапсирующей теорией, направленной против коллапса атома как нейтральной и устойчивой системы реальной атомной материи. Атомы в недрах массивной звезды могут быть разрушены и дейст-

вительно разрушаются под действием и влиянием чудовищной силы тяготеющей материи (гравитационной массы), и тогда происходит вдавливание электрона в ядро и столкновение протона с электроном.

Таким образом, атом как структурное единство электрона и ядра (протона) сохраняется через самодвижение этого структурного единства: самосохранение структуры осуществляется и может осуществляться через ее самодвижение. Это — во-первых. А во-вторых, квантовая природа атомной структуры — антиколлапсирующая, противодействующая коллапсу атомарной материи; в-третьих, в недрах массивной звезды, масса которой превосходит M_{\odot} в 10 и более раз, неизбежно разрушение атомов и коллапс атомарной материи: самосохранение движущейся структуры материи находится в зависимости от силы взаимодействий (СВ, СЛВ, ЭМВ и ГВ).

Таким образом, структура ядра — не просто строение протона и нейтрона, а их взаимодействие, обусловленное сильной ядерной силой. Структура ядра — это непрерывная связь и взаимодействие ядерных сил между протонами и нейтроном.

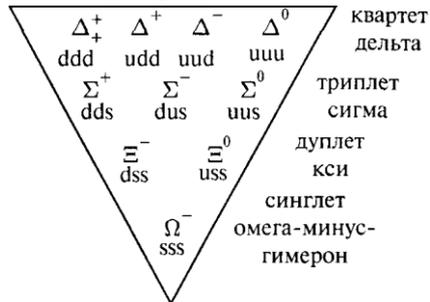
Открытие и протона, и нейтрона и обнаружение между ними сил ядерных взаимодействий принадлежит одному из великих физиков XX в. Эрнесту Резерфорду (новозеландцу по происхождению, руководителю Кавендишской лаборатории в Кембридже, лауреату Нобелевской премии): разорвать ядерные силы между протоном и нейтроном очень и очень трудно. Самосохранение ядерной структуры атома обеспечивается непрерывным взаимодействием хаотизации и упорядочивания ядерных сил между протоном и нейтроном. Стабильность структуры ядра обеспечивается постоянной хаотизацией и упорядочиванием этих ядерных сил: происходят непрерывная хаотизация и упорядочивание их.

Ядерные силы между протоном и нейтроном являются производными от субъядерных (т. е. цветных) сил межкварковых взаимодействий: ядерные силы между протоном и нейтроном являются остаточным проявлением сильных цветных сил взаимодействий между кварками посредством глюонов.

Кварковая материя как антиколлапсирующая

Выше нами рассмотрена проблема структуры как движения и взаимодействия ее компонентов: структура — не статическое строение ее частей, а динамическое их движение и взаимодействия, на примере молекулярной, атомарной и ядерной материи. В этой связи нами было отмечено, что структурное движение как динамическое основано на глубоком единстве процессов хаотизации и упорядочивания: оно есть постоянное взаимодействие хаоса и порядка.

Для исследования этих вопросов и других следует более подробно остановиться на специфических особенностях проблемы кварковой материи: кварковая материя как квантованная на сегодняшний день рассматривается как конечная фундаментальная частичная материя. Существует мнение о том, что с кварковой материей (т. е. с конфайнментом) заканчивается бытие частичной материи: дальше необходимо допущение более фундаментальной материи, чем кварковая, — струнной материи. Иными словами, с конфайнментом кварковой материи заканчивается существование частичной материи: бытие частиц материи заканчивается, и на смену ей приходит струнная материя. Частицы (как фундаментальные, так и элементарные) являются определенными состояниями вибрации струнной материи. При этом под частичным бытием материи понимается и материя суперсимметричных суперпартнеров всех частиц.

Рис. 1.16. Супермультиплет-декаплет

Логика объединения начинается с формулирования в 30-е гг. прошлого (XX) века великим физиком современности В. Гейзенбергом идеи изотопического спина — $SU(2)$ (который ничего общего не имеет с понятием спина Дирака): согласно изотопическому спину протон и нейтрон рассматриваются не как две самостоятельные частицы, а как два состояния одного и того же нуклона — N. Физическим обоснованием такого обобщения является закон зарядовой независимости, т. е. сила ядерных взаимодействий между протоном и нейтроном (протоном и протоном, нейтроном и нейтроном) остается инвариантной.

В дальнейшем, в 50-60-е гг. прошлого века, на основе гейзенберговской идеи изотопического спина $SU(2)$ были сформулированы изомультиплеты — синглет, дублет, триплет, квартет.

Но самым замечательным обобщением познания нового уровня материи — кварковой материи, лежащей в основании всех адронов, — явилось построение двумя выдающимися физиками Мюрреем Гелл-Манном (США) и Ювелом Нееманом (Тель-Авив) супермультиплета, структурными компонентами которого являются изомультиплеты (об этом мы в нашей работе уже достаточно писали, поэтому здесь нет необходимости повторения).

Для философского анализа КХД (квантовой хромодинамики) важно отметить общее значение супермультиплета.

Во-первых, познавательно-методологическое значение супермультиплетов (т. е. октета и декаплета) заключается в том, что они стали физическим основанием для выдвинутой идеи кварковой материи. Адроны обладают структурой, составляющими которой являются кварки: барионы состоят из трех кварков — u, d и s, а мезоны — из пары кварк—антикварк. Тем самым удалось свести все огромное количество (более 300) многообразных, разнообразных адронных частиц к трем кваркам и антикваркам.

Во-вторых, но самым замечательным и существенным было решение проблемы статистики кварковой материи Оскаром Гринбергом в 1964 г. В философском отношении введение О. Гринбергом идеи цвета и его трехцветности явилось признанием кварковой материи как антиколлапсирующей: кварки как фермионы подчиняются закону запрета Паули, который является законом запрета коллапса материи.

Сама по себе идея цвета как антиколлапсирующая идея была выдвинута для объяснения кварковой цветной природы частицы омега-минус-гиперон, лежащей на самом дне декаплета, состоящей из трех одинаковых странных s-кварков в одном и том же квантово-механическом состоянии:

Супермультиплет-декаплет состоит из четырех изомультиплетов — квартета дельта, триплета сигма, дублета кси и синглета омега-минус-гиперон:

- 1) квартет дельта состоит из двух ароматов кварков и- и d-кварков без странного кварка s;
- 2) триплет сигма содержит и- и d-кварки и один странный s-кварк;

- 3) дублет кси состоит из двух странных кварков — s- и и- и d-кварков;
- 4) омега-минус-гиперон как синглет состоит из трех одинаковых странных кварков — s, что противоречит закону запрета Паули, согласно которому в одном и том же квантово-механическом состоянии не могут находиться две и более одинаковых частицы (т. е. фермионы со спином 1/2).

Мы уже писали, что закон запрета Паули им был сформулирован еще в 1925 г.: этот закон Паули в философском значении и смысле является фундаментальным антиколлапсирующим законом физической материи. В этом состоит глубокое мировоззренческое значение закона Паули: он направлен против коллапса материи, ее дезорганизации, деструктурирования и деградации.

Именно поэтому мы считаем, что формулированная Оскаром Гринбергом (США) в 60-е гг. прошлого (XX) века идея цвета как антиколлапсирующая идея стала основополагающей идеей, лежащей в самом фундаменте КХД. В синглете омега-минус-гиперон три ароматических странных кварка s различаются по цвету: s-кварк красный, s-кварк зеленый и s-кварк синий. Следовательно, в синглете омега-минус-гиперон могут находиться три ароматических кварка, которые различаются по цвету в соответствии с законом запрета Паули: он является антиколлапсирующим изосинглетом.

В настоящее время известны шесть кварков (u-, d-, s-, c-, b- и t-кварк). Они являются фундаментальными частицами, из которых состоит структура адронов: кварки являются составляющими структуры адронов.

Природа должна быть симметрична: шести кваркам симметрично соответствуют шесть лептонов — e^- , ν_e , μ , ν_μ , τ -лептон, ν_τ .

Значит, фундаментальных частиц на сегодня насчитывается 12 — шесть кварков и шесть лептонов. Они образуют по три семейства:

1	2	3
u	s	B
d	c	T
e	μ	τ -ЛЕПТОН
ν_e	ν_μ	ν_τ

Самое интересное, загадочное и таинственное заключается в том, что окружающая нас Вселенная построена из первого семейства кварков — u и d и лептонов — e и ν_e : в основном вся Вселенная построена из кварков u и d первого семейства и лептонов e и ν_e первого также семейства. Пока остается не совсем ясным, «кто заказал остальные кварки и лептоны, для чего и с какой целью?», — мы можем только вопрошать.

Проблема кварковой цветной материи и ее калибровочной теории КХД представляет собой особый философский интерес и смысл, поэтому она стала предметом всестороннего философского исследования и осмысления: кварковая материя как цветная является не только фундаментальной, но и специфической, отличной от остальных форм материи как атомарной, ядерной, электромагнитной, а также и от гравитационной.

Кварковая материя характеризуется следующими специфическими особенностями:

- 1) она — ароматическая;
- 2) она — цветная;
- 3) она — конфайнментная;
- 4) она — скейлинговая материя;
- 5) она — струнная.

Из этих пяти важнейших и существенных особенностей основополагающей сущностной природой кварковой материи является цветная ее природа, а остальные особенности являются так или иначе определенными аспектами проявления цветной сущности кварковой материи.

Спрашивается, в чем заключается основополагающий философский смысл кварковой цветной материи? Он заключается в антиколлапсирующей ее природе. Кварковая материя как цветная является универсальной и фундаментальной антиколлапсирующей, противостоящей и противодействующей коллапсирующим силам материи, прежде всего гравитации.

При целостном рассмотрении КХД как калибровочной цветной теории ее сердцевиной является цвет как цветовой заряд, генерирующий цветные (точнее, трехцветные и трехантитрехцветные) силы межкварковых взаимодействий: цветовой заряд генерирует цветные силы межкварковых взаимодействий.

По аромату все кварки симметричны, т. е. одинаковы, идентичны, тождественны: ароматическая симметрия кварков не является и не может быть защитой кварков от их коллапса (мы видели, как ароматическая симметрия трех страных sss-кварков в синглете омега-минус-гиперон противоречит закону запрета Паули и неизбежен их коллапс).

Поэтому придание Оскаром Гринбергом дополнительной степени свободы кваркам явилось философским осмыслением и осознанием антиколлапсирующей сущности кварковой материи вообще. В философском аспекте цвет как цветовой заряд, генерирующий цветные силы, — установление реального различия между симметричными ароматическими кварками: ароматическая симметрия кварка нарушается спонтанно более глубокой и фундаментальной цветной симметрией. При всех хаотических цветных межкварковых взаимодействиях, в их взаимопревращениях и взаимопорождениях путем излучения и поглощения цветных глюонов закон цветового заряда сохраняется.

Концепцию конфайнмента сформулировали Джон Когут, Кенет Вильсон и Леонард Зускинд (все — США): они для объяснения конфайнмента предположили принцип асимптотической свободы, суть которой заключается в том, что с ростом расстояния между кварками катастрофически растет сила их притяжения, а с приближением к радиусу протона 10^{-13} см моментально обрывается струна, связывающая кварки, и на концах обрыва струны появляются кварк и антикварк: такова природа цветных сил, связывающих кварки между собой.

Какие же философские размышления наводит конфайнмент Когута, Вильсона и Зускинда? Он наводит на следующие философские раздумья.

1. Не является ли конфайнмент концом существования частичной материи как таковой, т. е. концом дискретной материи в виде фундаментальных и элементарных частиц? В самом деле, два класса фундаментальных частиц — кварки и лептоны —

взаимопереходимы при больших энергиях 10 ГэВ в рамках Большого объединения, и, следовательно, они не являются фундаментальными субстанциями материи: понятие субстанция теряет всякий реальный физический смысл.

Наступил конец бытия частиц материи, и наступает эпоха фундаментальной суперструны, возбужденными состояниями вибрации которой являются частицы: частицы являются производными феноменами вибрации фундаментальной суперструны, как симфоническая музыка великих композиторов — Баха, Бетховена, Моцарта, Чайковского и многих других — является сложным комплексом вибрации самых различных по интонации и тембру звуков и звуковых колебаний: колебания и вибрации одной фундаментальной суперструны творят прекрасный и неповторимый мир самых разнообразных и многообразных частиц материи, как звуковые колебания и вибрации творят совершенный мир музыки.

2. Конфайнмент наводит на философские размышления о конце бесконечной регрессии все малых и малых структур, т. е. о конце бесконечной делимости материи. Всем известно, что демокритовский атомизм был призван остановить дурную бесконечность делимости материи: атом был неделим. Дальше атома нет материи: в атоме завершает свой путь делимость материи.

3. Конфайнмент завершает процесс непрерывной и бесконечной регрессии делимости материи: фундаментальная суперструна в философском видении есть победа волноподобной физической реальности над корпускулярной природой материи.

Корпускулярно-волновой дуализм заменяется суперструной как фундаментальной волноподобной физической реальностью.

А теперь в философском ракурсе рассмотрим проблемы скейлинга: концепция скейлинга была разработана также тремя американскими физиками Джоном Гроссом, Джоном Политцером и Фрэнком Вилчеком.

Еще раз следует подчеркнуть, что и конфайнмент, и скейлинг — особые феномены проявления специфической сущностной природы кварковой материи как калибровочной цветовой материи: сущностной природой кварковой материи является ее цветовая сущность.

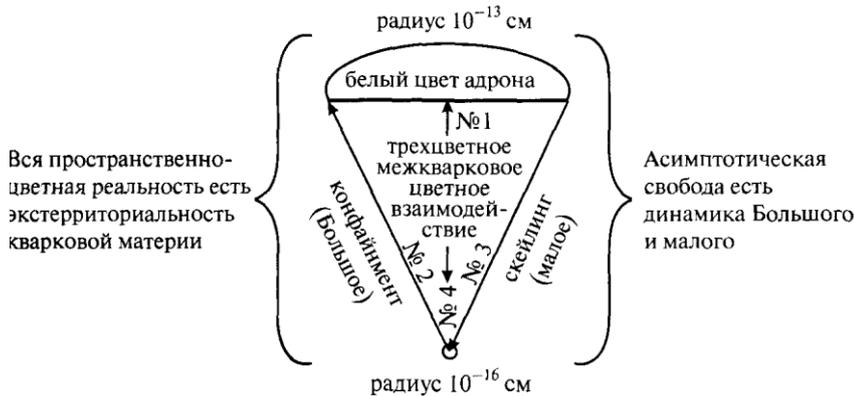
Конфайнмент и скейлинг — две стороны одного проявления цветовой силы межкварковых взаимодействий. Конфайнмент связан с катастрофическим увеличением цветовой силы, связывающей кварки между собой, с ростом расстояния между ними, а скейлинг (Политцера, Гросса и Вилчека) означает, что при малом расстоянии 10^{-16} см (радиус протона равен 10^{-13} см) и при очень высоких энергиях сила цветного притяжения межкварковых взаимодействий катастрофически убывает и исчезает взаимодействие между кварками: кварки становятся на малом расстоянии 10^{-16} см свободными. Они свободны и независимы друг от друга. Они свободны в радиусе 10^{-16} см, но от вечного рабства внутри адрона они не свободны и никогда не могут освободиться от этого вечного рабства.

Следовательно, концепции конфайнмента (Д. Когут, К. Вильсон и Л. Зускинд) и скейлинга (Д. Политцер, Д. Гросс и Ф. Вилчек) были теоретически объяснены на основе теории асимптотической свободы.

1. Стрелка № 1 (см. рис. 1.17) — это самая важная стрелка, показывающая сущность и назначение трехцветных межкварковых взаимодействий: как отмечает Шелдон Глэшоу, суть трехцветных межкварковых взаимодействий заключается в том,

чтобы адрон был белым, т. е. бесцветным. Все кварки — цветные, а адроны — бесцветные: ядерные силы между протоном и нейтроном (адронами вообще) являются производными остатками сильных цветных сил межкварковых взаимодействий.

Рис. 1.17



2. Вторая стрелка № 2 и третья стрелка № 3 показывают глубокую противоречивую природу сущности цветной кварковой материи: она заключается в неразрывной динамике Большого и малого, т. е. как малое становится большим и большое — малым. Малое и большое в мире цветных кварков не находятся в равнодушном и отчужденном состоянии, а, наоборот, они взаимопереходимы и взаимопревращаемы.

3. Четвертая стрелка № 4 показывает, как большое исчезает в малом: в скейлинге происходит деконфайнмент. Деконфайнмент — освобождение цветных рабов-кварков от рабства в малом (10^{-16} см). Однако свободные рабы-спартаковцы, при попытке их выйти за пределы протона (адрона) и осуществить полное освобождение от вечного рабства, кончают одни свою жизнь на виселицах, а другие попадают еще в более невыносимое вечное рабство: таковы судьба и цена жизни цветных рабов-кварков. Поэтому конфайнмент и скейлинг — два неразрывно связанных полюса, из которых нет и не может быть никакого выхода: в этом состоит философская суть трехцветности кварковой материи и синглетной бесцветности протона (адрона вообще).

Поэтому цветная кварковая материя как антиколлапсирующая принципиально отличается от гравитационной материи как силы коллапса: цветовой заряд, генерирующий цветные силы межкварковых взаимодействий, является антиколлапсирующим зарядом.

Конфайнмент и скейлинг, как фундаментальные законы цветового бытия кварковой материи и сотворенные самой этой цветовой материей, — механизмы антиколлапса, противодействующие и противостоящие силе гравитационного коллапса и сжатия: они, т. е. конфайнмент и скейлинг, — законы и механизмы самосохранения цветной кварковой материи, ее самобытности и устойчивой стабильности в бурном океане штормовых ветров четырех (а может быть, больше) сил фундаментальных взаимодействий — ГВ, ЭМВ, СЛВ и СВ.

Логика построения КХД ($SU_{(3)}$)

В заключение мы только отметим логику построения КХД как самосогласованной теории, отвечающей двум фундаментальным требованиям А. Эйнштейна — требованиям внутреннего совершенства, лишённого логических противоречий, и внешнего оправдания экспериментом.

КХД есть калибровочно-инвариантная и потому перенормируемая теория поля: она основана на точной локальной калибровочной группе $SU_{(3)}$ симметрии. Поскольку наша работа философская, необходимо разъяснение самого положения «точной локальной калибровочной группы $SU_{(3)}$ симметрии».

1. Точная симметрия — $SU_{(3)}$ — абсолютный закон сохранения цветового заряда, генерирующего силу цветовых межкварковых взаимодействий: закон сохранения цветового заряда является абсолютным законом сохранения цветовой симметрии при всех цветовых изменениях межкварковых взаимодействий. Цветовая симметрия является законом абсолютного сохранения: закон сохранения цветовой симметрии, наряду с законом сохранения электрического заряда, является абсолютным в физике частиц.
2. Симметрия бывает глобальная и локальная: локальная симметрия, в отличие от глобальной, есть переход от точки к точке в фазовом пространстве. Цветовая симметрия — локальная симметрия, которая в цветовом пространстве осуществляется от точки к точке: цветовая симметрия при локальном преобразовании от точки к точке в цветовом пространстве межкварковых взаимодействий остается сохраняющейся симметрией.
3. Калибровочная симметрия — симметрия цветового заряда, генерирующего силу цветовых межкварковых взаимодействий: калибровка квантовой теории поля — квантование частиц поля, сил и заряда. В квантовой теории поля взаимодействующие частицы как фермионы, промежуточные векторные частицы как бозоны, и ими генерируемые силы взаимодействий представлены квантованными полями: такими квантованными полями являются трехцветные квантованные поля межкварковых взаимодействий — $SU_{(3)}$.

КХД является самосогласованной теорией внутреннего совершенства, лишённого логических противоречий, и внешнего оправдания экспериментом. Она совершенно специфическая теория точной локальной калибровочной группы — $SU_{(3)}$ симметрии. Как и каким образом ее создателям удалось построить самосогласованную теорию КХД?

В самом общем виде ответ может быть таким: создателям КХД удалось решить ключевую проблему специфической особенности силы цветовых взаимодействий между кварками. Цветовая сила межкварковых взаимодействий, генерируемая цветовым зарядом как калибровочным, принципиально отличается от сил гравитации и электромагнетизма: ее специфическая особенность состоит в том, что она не подчиняется закону обратного квадрата расстояния. Эта особенность проявляется в блестящем объяснении двух моментов: 1) конфайнмента; 2) скейлинга.

1. Конфайнмент: нужно было объяснить, почему кварки и глюоны заточены на вечные времена внутри адронов и не наблюдаются на опыте.
2. Скейлинг: в малом при больших энергиях кварки и глюоны становятся свободными.

Оба эти парадокса, на первый взгляд совершенно не разрешимые, были разрешены двумя группами ученых (США) на основе теории «асимптотической свободы».

Следовательно, КХД как самосогласованная калибровочно-инвариантная и потому перенормируемая теория была построена благодаря теоретическому объяснению двух, на первый взгляд непреодолимых, парадоксов на основе теории «асимптотической свободы»:

- 1) катастрофический рост энергии по мере роста расстояния;
- 2) эффективная константа связи падает до нуля по мере того, как характерная энергия процесса стремится к бесконечности: исчезает цветное межкварковое взаимодействие, и кварки и глюоны становятся свободными в пределах радиуса 10^{-16} см.

Каков же философский смысл всего этого? Он заключается в той специфичности цветной кварковой материи, которая направлена против ее коллапса со стороны силы гравитации.

Цветная кварковая материя, существующая на самом глубоком фундаментальном уровне физики частиц, — антиколлапсирующая материя: цветная кварковая материя — самобытная и самодостаточная материя, существующая и защищающая себя от коллапса.

§3. Теория Большого объединения (ТБО)

В основании объединения всех элементарных частиц и сил их взаимодействий лежат:

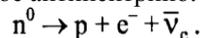
- 1) нестабильность материи;
- 2) распад частиц;
- 3) структура движения, т. е. динамика взаимодействий частиц.

Сущность частиц не в их стабильности, а в их нестабильности.

Естественно, что все калибровочные теории — электрослабая и КХД — являются блестящими достижениями человеческого разума и интуиции в постижении сложного противоречивого мира микрочастиц: они явились великолепными образцами систематизации и проникновения в глубинные слои и пласты мира элементарных частиц.

Однако недостатком всех этих объединительных теорий было то, что исследовались они изолированно друг от друга: известные четыре типа фундаментальных взаимодействий — электромагнитные, слабые, сильные и гравитационные — изучали и исследовали независимо друг от друга.

1. Классическим примером ядерного слабого распада является распад нейтрона на протон и электрон и электронное антинейтрино:



Это на уровне ядерной материи.

2. Распад слабой ядерной материи на более глубоком субъядерном уровне, т. е. на языке кварков, выглядит следующим образом. Поскольку нейтрон состоит из трех кварков — d , d , и u , а протон — u , u и d , постольку один из d -кварков в нейтроне распадается на u -кварк в протоне и рождает электрон и электронное антинейтрино:

$$d\text{-кварк} \rightarrow u\text{-кварк} + e^- + \bar{\nu}_e.$$

Следовательно, нейтрон превращается в протон и рождает электрон и электронное антинейтрино:

$$d \rightarrow u + e^- + \bar{\nu}_e.$$

3. Но самым замечательным является то, что в процессе субъядерного слабого распада, т. н. кваркового слабого распада, происходит эмиссия W^- -частицы, т. е. в процессе превращения d-кварка в u-кварк рождается новая массивная W^- -частица, которая в свою очередь распадается на электрон и электронное антинейтрино:

$$d \xrightarrow{W^-} u, \quad W^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e$$

Значит, d-кварк, распадаясь на u-кварк, рождает одновременно W^- -частицу, которая в свою очередь распадается на:

$$W^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e.$$

Таким образом, материя на самом глубоком субъядерном уровне, т. е. на кварковом, нестабильна: кварки не только распадаются на другие кварки, но порождают новые частицы, которые участвуют в слабых и электромагнитных взаимодействиях.

Итак, кварковая материя как фундаментальная нестабильна: она распадается и на другие виды материи — ядерной (сильной и слабой) и электромагнитной.

1. Кварки — это частицы субъядерной материи: субъядерная материя двулика — сильная и слабая.
2. Протоны и нейтроны — это частицы ядерной материи: она также двулика — сильная и слабая.
3. W^- и $\bar{\nu}_e$ — это частицы слабых взаимодействий, участвующие в них как на уровне субъядерной, так и на уровне ядерной материи взаимодействий: самым неожиданным сюрпризом для ученых специалистов оказалась эмиссия W^- -частицы d-кварком в процессе превращения его в u-кварк в протоне.

Так распад d-кварка на u-кварк показал фундаментальное и глубинное единство всех трех типов частиц, участвующих в сильных (кварки), слабых (W^- и $\bar{\nu}_e$) и электромагнитных (e^-) взаимодействиях: это единство частиц и сил их взаимодействий явилось мощным источником интеллектуального стимула к Большому объединению всех трех фундаментальных взаимодействий — СВ, ЭМВ и СЛВ.

Поэтому философская суть необходимости Большого объединения трех фундаментальных сил взаимодействий заключается в нестабильности частиц, в их взаимопереходимости и взаимопорождении. Как отмечает лауреат Нобелевской премии Ш. Глэшоу в своей замечательной книге «Очарование физики», «материя внутренне нестабильна. Сущность частиц не в их стабильности, а их нестабильности». (Родители Ш. Глэшоу эмигрировали в США в начале 20-х гг. прошлого века из России (г. Бобруйска). Настоящая фамилия их — Глебовские.)

Ш. Глэшоу, как мы отметили, — один из основателей единой теории электрослабых взаимодействий.

1. Именно он является автором разработки общего вида электрослабой теории как калибровочной теории; фундаментальным принципом, лежащим в основании ее структуры, является положение о том, что силы взаимодействий генерируются зарядами.
2. Ш. Глэшоу предсказал теоретически существование нейтральных токов — Z^0 , которое было экспериментально открыто в 1974 г.
3. Именно Ш. Глэшоу принадлежит предсказание о существовании четвертого кварка — charm (очарование): экспериментальное обнаружение очарованного кварка и очарованного антикварка в Брукхейвенской (С. Тингом) и Стенфордской (Б. Рихтером) лабораториях США стало подлинной сенсацией, названной настоящей ноябрьской революцией 1974 г.

Создатель электрослабой теории как калибровочной теории (т. е. в общем виде симметричной), как отмечает сам Ш. Глэшоу, не знал, каков механизм приобретения промежуточными векторными бозонами W^\pm и Z^0 массы и как они становятся массивными частицами, величина которых в 100 раз превышает массу протона: масса W^\pm - и Z^0 -бозонов равна 100 ГэВ.

Поэтому выдающейся заслугой С. Вайнберга и А. Салама (Пакистан) является глубокое интуитивное и теоретическое осознание спонтанного нарушения симметрии и действия механизма Хиггса: единая электрослабая теория обладает $SU(2) \times U(1)$ -калибровочной инвариантностью при всех калибровочных преобразованиях. Эта $SU(2) \times U(1)$ -калибровочная инвариантность как симметрия спонтанно нарушается, и в результате действия механизма Хиггса промежуточные векторные бозоны W^\pm и Z^0 как безмассовые приобретают массу, при этом большую массу. Механизм Хиггса — взаимодействие реального мира частиц с физическим вакуумом как миром виртуальных частиц и античастиц: структура вакуума спонтанно нарушает симметрию $SU(2) \times U(1)$ -калибровочной инвариантности, и промежуточные бозоны W^\pm и Z^0 приобретают массу и становятся тяжелыми (т. е. массивными) частицами, осуществляющими в качестве переносчиков слабые взаимодействия. В результате слабые взаимодействия стали сравнимыми с электромагнитными взаимодействиями: слабые взаимодействия стали «сильными», соизмеримыми с электромагнитными взаимодействиями.

Поэтому единая электрослабая теория — творение трех выдающихся ученых Ш. Глэшоу (Гарвард), С. Вайнберга (Гарвард) и А. Салама (умер в 1989 г., трагически непонятый своим народом — пакистанцами. Он в последние годы работал в Лахорском университете: Биназир Бхудо, будучи премьер-министром, отказалась принять Нобелевского лауреата — великого сына Пакистана Адбуса Салама).

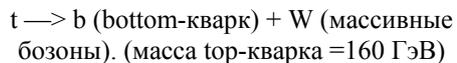
В философском ракурсе слабые взаимодействия (как на уровне ядерной материи, так и на уровне субъядерной материи) фундаментальны: они демонстрируют философскую манифестацию о внутренней нестабильности материи. Нестабильность — сущностная природа материи.

Философский анализ слабых взаимодействий показал фундаментальную значимость слабого распада как показателя нестабильности частиц материи на уровнях ядерных и субъядерных сил взаимодействий: распад — это одна из семи асимметричных стрел нашей Вселенной Р. Пенроуза наряду с расширением ее, возрастанием энтропии, со стрелой времени, асимметрией причинности, асимметрией вещества над антивеществом, запаздыванием излучения от источника — в целом наша Вселенная асимметрична.

Асимметричны фундаментальные принципы, лежащие в самом глубоком и универсальном основании нашей Вселенной и по существу определяющие общую эволюцию ее.

В 60-70-е гг. XX в. была сформулирована КХД как калибровочная теория связи кварков в структуре адрона: по существу, с помощью шести кварков и трех цветов описывается весь мир адронов как сильновзаимодействующих частиц.

В процессах обнаружения промежуточных бозонов W^{\pm} и Z^0 был обнаружен топ-кварк, который распадается в реакции



Следовательно, топ-кварк весьма интересен тем, что он распадается на b-кварк и W^{\pm} -бозоны, осуществляющие электрослабые взаимодействия: этот исключительно интересный факт наводит нас на мысль о внутренней симметрии электрослабых и кварк-глюонных цветовых взаимодействий.

В стороне от этой дороги объединительного процесса всегда находилась и до сих пор находится гравитация: гравитация всегда находится особняком от этой столбовой дороги калибровочных объединительных теорий.

Главная и основная трудность в создании квантовой теории гравитации — это проблема квантования. Как отмечает М. Каку в своей книге «Введение в теорию струн», наивная вера квантования ОТО Эйнштейна всегда безуспешно кончалась. ОТО Эйнштейна — классическая теория, как отмечает Стивен Хокинг в своей книге «Краткая история времени», поэтому ее законы должны нарушаться вблизи сингулярности в черной дыре как бесконечной плотности материи (массы и энергии) и искривленного пространства-времени: ОТО неприменима к сингулярной точке в черной дыре. Необходимо создание квантовой теории микрогравитации, основанной на калибровочной теории, обязательным требованием которой является, как мы отмечали, наряду с другими требованиями, перенормируемость, а общая теория относительности не является перенормируемой.

И все же из множества трудностей построения теорий Великого объединения главной является отсутствие связи гравитации с физикой элементарных частиц, тем более в планковских масштабах длины 10^{-33} см и массы 10^{19} ГэВ возникает настоятельная необходимость учета гравитационных поправок (эффектов).

Итак, два типа фундаментальных взаимодействий — СЛВ и ЭМВ — объединены в единой теории электрослабых взаимодействий, а третий фундаментальный тип кварк-глюонных взаимодействий представлен в КХД, а гравитация ни с какой стороны не связана с миром элементарных частиц: гравитация безраздельно господствует в мире крупномасштабных структур Вселенной. Поэтому проблема связи физики элементарных частиц и космологии не может быть решена в принципе без создания квантовой теории микрогравитации (мы согласны с мнением автора книги «Макроскопическая гравитация» Захарова, который предлагает провести четкую демаркацию между макроскопической и микроскопической гравитацией).

К теориям Большого объединения мы относим следующие модели, над которыми физики-элементарщики работают:

1. Это модель Джорджи—Глэшоу $SU_{(5)} = SU_{(3)} \otimes SU_{(2)} \otimes U_{(1)}$. Естественно стремление к объединению двух формировавшихся калибровочных теорий — единой теории электрослабых взаимодействий и квантовой хромодинамики (КХД): целью этого

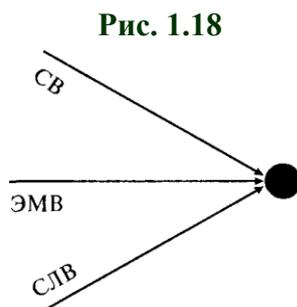
113

объединения двух калибровочных теорий является, безусловно, объединение всех трех фундаментальных взаимодействий в единстве. Иными словами, на основе расширенной симметрии $SU_{(5)}$ осуществить объединение трех типов взаимодействий частиц между собой: во-первых, как отмечают авторы книги «Астрофизика элементарных частиц» Г. В. Клайдор-Клайнгротхаус и К. Цюбер, группа симметрии $SU_{(5)}$ должна быть простой; во-вторых, она должна быть единственной константой связи; в-третьих, с одним мультиплетом, члены которого должны быть симметричными, т. е. взаимопереходимыми друг в друга.

Группа $SU_{(5)}$ как простая и расширенная должна содержать группу $SU_{(3)} \otimes SU_{(2)} \otimes U_{(1)}$ в качестве подгруппы, что означает установление между группой $SU_{(5)}$ и подгруппой симметрии: $SU_{(3)} \otimes SU_{(2)} \otimes U_{(1)}$ являются подгруппами группы $SU_{(5)}$. На философском языке это означает, что в более простой и расширенной группе $SU_{(5)}$ сильные кварк-глюонные и электрослабые взаимодействия должны быть тождественны, т. е. идентифицированы: они должны быть симметричными.

Основная идеология расширения группы симметрии $SU_{(5)} \supset SU_{(3)} \otimes SU_{(2)} \otimes U_{(1)}$ заключается в попытке идентификации, т. е. симметризации трех различных типов взаимодействий — ЭМВ, СЛВ и СВ. Это — формально-теоретическая сторона. А как реально осуществить эту идентификацию электрослабых и сильных цветных взаимодействий?

То есть вопрос стоит, как физически реально возможна эта симметризация этих трех типов взаимодействий? Но поскольку в единой теории электрослабых взаимодействий осуществлена эта симметризация двух типов взаимодействий — слабых и электромагнитных, постольку в данном случае речь идет о симметризации в рамках группы $SU_{(5)}$ как простой и расширенной двух типов взаимодействий — электрослабых и сильных цветных взаимодействий: как сделать так, чтобы электрослабые силы стали такими же сильными, как сильные цветные взаимодействия? Это можно осуществить в том случае, если при высоких энергиях 10 ГэВ все три константы сил должны сливаться в одну точку: все три константы связи слабых, электромагнитных и сильных цветных взаимодействий должны иметь одну и ту же константу сил. Константы сил находятся в зависимости от энергии, именно поэтому при очень высоких энергиях 10^{15} ГэВ (пока они недостижимы на современных ускорителях-коллайдерах) все три константы связи сливаются в одну константу связи (рис. 1.18).



Еще раз мы подчеркиваем, что группа $SU_{(5)}$ должна быть простой, включающей в качестве своей подгруппы $SU_{(3)} \otimes SU_{(2)} \otimes U_{(1)}$ и эта группа $SU_{(5)}$ должна быть группой с одной единственной константой сил: $SU_{(5)}$ — группа с единственной константой сил.

А теперь посмотрим, как реально происходит симметризация различных элементарных частиц — кварков и лептонов: кварки — фермионы сильных цветных взаимодействий, а лептоны (e^+ и e^-) — фермионы электрослабых взаимодействий. На первый взгляд, эти типы взаимодействий, также как и слабые и электромагнитные взаимодействия до создания их единой теории, несравнимы и несоизмеримы: электрослабые и сильные цветные взаимодействия, действительно, несравнимы и несоизмеримы при низких энергиях, а при энергиях 10^{15} ГэВ они становятся не только сравнимыми и соизмеримыми, но и тождественными, идентичными, т. е. симметричными.

А когда мы можем утверждать, что силы электрослабых и сильных цветных взаимодействий тождественны, идентичны, симметричны? В том случае, если кварки и лептоны будут находиться в одном мультиплете и в нем они взаимопереходимы друг в друга, мы убедимся в тождестве двух сил электрослабых и сильных цветных взаимодействий: взаимопереходимость, взаимопревращаемость кварков и лептонов показывает глубокое единство всех трех фундаментальных типов взаимодействий — слабых, электромагнитных и сильных цветных взаимодействий. Следовательно, группа симметрии $SU(5)$ как простая с единственной константой сил при высоких энергиях 10^{15} ГэВ показывает взаимопереходимость и взаимопревращаемость кварков и лептонов и, тем самым, симметрию сил электрослабых и сильных цветных взаимодействий.

$SU(5) \supset SU(3) \otimes SU(2) \otimes SU(1)$ — группа называется стандартной моделью физики элементарных частиц: в ней существуют два мультиплета:

- 1) в мультиплете находятся кварки и лептоны, которые взаимопереходимы;
- 2) во втором мультиплете находятся барионы и лептоны, которые также взаимопереходимы.

Проблема взаимопереходимости лептонов и барионов имеет фундаментальный философский смысл, ибо она ставит вопрос о распаде протона, а распад протона — это проблема нестабильности материи. Почему? Да потому что вещество в нашей Вселенной состоит в основном из водорода — 75 % вещества и только 23 % приходится на гелий: протон — это основной строительный материал в водороде и, следовательно, и в веществе, а вещество — это вопрос о стабильности Вселенной:

p -> водород -> вещество -> Вселенная.

Поэтому для философии вопрос о распаде протона — проблема нестабильности вещества в нашей Вселенной, да и самой Вселенной. Вопрос о распаде протона — очень сложный вопрос: в одной тонне вещества содержится $6 \cdot 10^{29}$ нуклонов, и можно ожидать распад одного протона за десятилетие. Поэтому все эксперименты по поиску распада протона пока были unsuccessful.

Итак, стандартная модель физики элементарных частиц

$$SU(5) \supset SU(3) \otimes SU(2) \otimes SU(1)$$

решила фундаментальную задачу объединения электрослабых и сильных цветовых взаимодействий, т. е. трех сил.

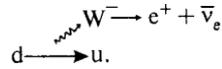
Самое важное в единой теории электрослабых взаимодействий — это механизм спонтанного нарушения симметрии Хиггса, в результате действия которого как фермионы — e^- и e^+ , так и бозоны — W^\pm и Z^0 — приобретают массу: бозоны W^\pm и Z^0 как промежуточные векторные частицы становятся массивными, что делает при опреде-

ленном уровне энергии 100 ГэВ слабые взаимодействия сравнимыми (соизмеримыми) с электромагнитными взаимодействиями.

Самое важное в построении КХД — это введение дополнительной степени свободы кваркам и глюонам. Кварки как типы частиц называли ароматами: аромат кварка как определенный тип частицы (u, d, s) в сильных взаимодействиях остается неизменным, а цвет кварка меняется, u-кварк (красный), поглощая и излучая глюоны, может стать зеленым u-кварком, а зеленый — синим и т. д.

Главная специфика кварковой материи состоит в распаде кварков.

Один d-кварк в n^0 распадается на u-кварк в протоне:



На этой схеме мы видим, что распад d-кварка на u-кварк сопровождается одновременно эмиссией W^+ частицы, которая распадается в свою очередь на два лептона — e и $\bar{\nu}_e$. Отметим, что эмиссия W^- -частицы не наблюдаема, потому что она — виртуальная, которая рождается и исчезает за время 10^{-24} с. Мы получаем информацию о ней по ее продуктам — e и $\bar{\nu}_e$, которые фиксируются в эксперименте.

Слабый распад кварков интересен и существенен в том философском понимании, что, во-первых, в слабых взаимодействиях изменяется аромат кварка: один аромат кварка как его тип превращается в другой аромат кварка:



Во-вторых, слабый распад одного аромата кварка в другой аромат другого кварка сопровождается эмиссией виртуальной W^- -частицы, которая является промежуточным векторным бозоном, осуществляющим слабые взаимодействия в электрослабых взаимодействиях: распад фундаментального фермиона кварка порождает бозон. Поэтому нам представляется, что именно в рождении бозона фундаментальным фермионом-кварком проявляется суперсимметрия как бозонно-фермионная симметрия. Наконец, в-третьих, изменение аромата кварка сопровождается образованием лептонов — e и $\bar{\nu}_e$: кварки превращаются в лептоны. Значит, в слабых взаимодействиях лептоны могут быть образованы из распада кварков: кварки переходимы в лептоны.

Это явилось одним из экспериментальных оснований необходимости и возможности осуществления Большого объединения.

Теория Большого объединения основана прежде всего на идеологии симметрии между фундаментальными фермионами — кварками и лептонами. А суперсимметрия как логическое продолжение и осуществление идеологии симметрии между фундаментальными фермионами (как кварками, так и лептонами) и калибровочными бозонами (4 — γ , W^+ , W^- и Z^0 , осуществляющими электрослабые взаимодействия, и 8 глюонов для межкварковых цветных взаимодействий).

Итак, мы имеем две фундаментальные симметрии:

- 1) кварк-лептонная симметрия,
- 2) бозон-фермионная симметрия.

Как известно, когда в 1964 г. независимо друг от друга М.Гелл-Манн и Д. Цвейг построили кварковую модель, они оперировали тремя кварками — u, d и s. До 1974 г., т. е. в течение 10 лет, многие физики рассматривали кварки как матема-

тические символы для описания, но не как реальные структурные компоненты физической материи.

Революционный переворот в представлении о кварках происходит в ноябре 1974 г., который по праву физики окрестили «ноябрьской революцией» в физике кварков: был открыт одновременно в двух лабораториях США (в Брукхейвенской под руководством С. Тинга и Стенфордской под руководством Б. Рихтера) предсказанный Ш. Глэшоу очарованный кварк — s : после экспериментального обнаружения чармония как связанной системы $c\bar{c}$, т. е. пары очарованных кварка и антикварка, вопрос о реальности кварков был снят.

Но самое замечательное заключается в том, что с открытием очарованного кварка была восстановлена кварк-лептонная симметрия: число фундаментальных фермионов — кварков равно числу фундаментальных фермионов — лептонов.

I поколение	II поколение
e ν_e	μ ν_μ
u d	c s

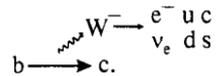
Как мы видим, в каждом поколении фундаментальных фермионов поровну лептонов и кварков: кварк-лептонная симметрия является выражением равенства чисел кварков (4) и лептонов (4). Требование симметрии между кварками и лептонами представляет собой фундаментальный закон природы. Однако уже через год после открытия четвертого, очарованного кварка — s , в 1975 г. были экспериментально обнаружены самый тяжелый τ (тау)-лептон и соответствующее ему тау-лептонное нейтрино ν_τ . Таким образом, лептоны как фундаментальные фермионы составляют не два поколения, а три:

I поколение	II поколение	III поколение
e ν_e	μ ν_μ	τ ν_τ
u d	c s	?

Таким образом, опять была нарушена кварк-лептонная симметрия: число фундаментальных кварков — 4 и составляет два поколения: u, d и c, s , а фундаментальных лептонов — 6 и составляют три поколения: e, ν_e ; μ, ν_μ и τ, ν_τ .

Физики-специалисты в этой теоретико-познавательной ситуации глубоко были убеждены в фундаментальной незыблемости и справедливости закона природы — закона кварк-лептонной симметрии. Поэтому они верили в реальное существование третьего поколения и кварков. Тем более еще до «ноябрьской революции» 1974 г., т. е. до открытия s -кварка, два японских ученых М. Кобаяши и Т. Масква разработали теоретическую схему, согласно которой слабое взаимодействие приводит к CP -несохранению. Поэтому они считали, что необходимо третье поколение фундаментальных тяжелых кварков, слабый распад которых может служить физическим процессом, «ответственным» за CP -несохранение.

Начался поиск кварков третьего поколения, который увенчался открытием пятого тяжелого кварка — b , который распадается в слабых взаимодействиях по схеме:



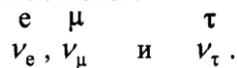
А последний, самый тяжелый кварк (т. е. шестой) — t (топ-кварк) был открыт, как отмечают в своей книге «Введение в экспериментальную физику частиц» Ю. Любимов и Д. Киш, через 18 лет после экспериментального открытия b -кварка, в 1995 г. (№, 2001. С. 199-206).

Так была восстановлена кварк-лептонная симметрия как фундаментальный закон природы:

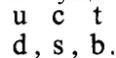
I поколение	II поколение	III поколение
e ν_e	μ ν_μ	τ ν_τ
u d	c s	t b

Теперь мы видим, как и насколько важна и существенна идеология симметрии как эпистемологического и методологического принципа познания в физике частиц — фундаментальных кварков и лептонов: симметрия является принципом научного познания, двигателем и светильником, указывающим наикратчайший путь постижения мира фундаментальных фермионов — кварков и лептонов.

Естественно, как отмечают авторы вышеуказанной книги Ю. Любимов и Д. Киш, возникает вопрос: а почему только три поколения фундаментальных фермионов? А почему не два или четыре? На этот вопрос отвечают типы нейтрино: экспериментально многократно установлено, что в мире микрочастиц существуют и могут существовать только три типа нейтрино: ν_e , ν_μ и ν_τ . В соответствии с этим существуют только три поколения лептонов:



В соответствии с тремя типами нейтрино существуют и три поколения кварков:



Более или менее пока ясно одно — назначение и роль фундаментальных фермионов первого поколения: в общеполитическом плане фермионы первого поколения



настолько важны и играют незаменимую роль в существовании вещества во Вселенной, что трудно даже переоценить их значимость в ней. В конечном счете все вещество во Вселенной (75 % водорода и 25 % гелия) состоит из частиц первого поколения

$$\begin{matrix} e & u \\ \nu_e, & d. \end{matrix}$$

Назначение и роль фундаментальных фермионов второго поколения не совсем ясны пока; еще не ясными остаются частицы третьего поколения.

Пока мы можем сказать, что тяжелый лептон тау распадается на μ , а $\mu \rightarrow e^-$. А тяжелые кварки — b и t — как нестабильные распадаются в слабых взаимодействиях на другие частицы:

$$\begin{aligned} t &\rightarrow b, \\ t\bar{t} &\rightarrow W^+ b W^- \bar{b}, \\ W^- &\rightarrow \begin{matrix} e & u & c \\ \nu_e & \text{или } d, & s \text{ и т. д.} \end{matrix} \end{aligned}$$

Одним словом, тяжелые кварки b и t третьего поколения могут распадаться в слабых взаимодействиях и распадаются на лептоны, бозоны и кварки: они нужны и необходимы для образования как лептонов и кварков, так и бозонов — W^\pm .

Итак, мы видим, что частицы — фермионы первого поколения являются наиболее устойчивыми и стабильными частицами, образующими все вещество Вселенной. Поэтому они имеют не только микроскопическое, но и космическое, космологическое значение: без нейтрино наша свеча Солнце не горела бы и не могла давать Земле и Земля — нам свет и тепло.

Что касается тяжелых кварков b и t , как считают физики-специалисты и космологи, они, видимо, играли фундаментальную роль в самую раннюю эпоху рождения Вселенной, когда только началась генерация элементарных частиц.

Природа не любит лишнего и не терпит его: они зачем-то нужны. Весь вопрос заключается в том, кто их «заказал» и с какой целью?

С точки зрения философского видения мира микрочастиц важно и существенно в принципиальном отношении то, что схема трех поколений фундаментальных фермионов показывает глубокую внутреннюю связь между фермионами (лептонами и кварками), их относительную противоположность и взаимопереходимость также фермионов и бозонов:

$$t\bar{t} \rightarrow W^+ b W^- \bar{b} \text{ и т. д.}$$

Это обстоятельство является необходимой основой теории Большого объединения как синтеза фундаментальных фермионов. Поэтому кварк-лептонная симметрия является основополагающим фактором Большого объединения. Однако нельзя рассматривать этот фактор как единственный для осуществления Большого объединения. На самом деле Большое объединение должно представлять фундаментальную триаду: 1) фермионы; 2) бозоны; 3) сила взаимодействия.

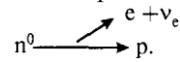
О фермионах мы достаточно говорили.

Большое объединение, как КХД и электрослабая теория, должно быть теорией локальной калибровочной симметрии: главным действующим лицом является заряд, генерирующий силу взаимодействия.

Локальная калибровочная симметрия должна сохраняться при калибровочных преобразованиях: это — важнейшее требование всех локальных калибровочных тео-

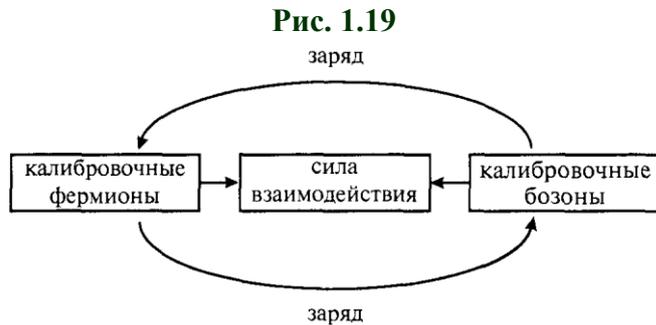
рий. Электрослабая теория является локальной калибровочной теорией: законом сохранения является электрический заряд, носителями которого являются не только фундаментальные фермионы — лептоны (e и e^+), но и такие бозоны, как переносчики этих фермионных взаимодействий: W^{\pm} и Z^0 . Кроме того, сохраняется нейтральный ток, носителем которого является нейтральный бозон — Z^0 .

Следует отметить, что теория слабого четырехкомпонентного распада Ферми



не может быть калибровочной теорией и не является калибровочной теорией, потому что в ней отсутствуют промежуточный калибровочный бозон, осуществляющий калибровочные фермионные взаимодействия. Поэтому, как мы уже отмечали в нашей работе, слабое взаимодействие является калибровочным только в единой электрослабой теории: промежуточными калибровочными бозонами-переносчиками являются три векторные частицы — W^+ , W^- и Z^0 , которые приобретают массу в результате СНС (спонтанного нарушения симметрии) и действия механизма Хиггса.

Мы об этом еще раз напоминаем, чтобы подчеркнуть ту философскую мысль, что локальная калибровочная теория должна отражать сущность фермионных взаимодействий посредством промежуточных калибровочных бозонов: сила и интенсивность фермионных взаимодействий определяются также и промежуточными калибровочными бозонами (как электрически заряженными — W^+ , W^- , так и нейтральным током Z^0):

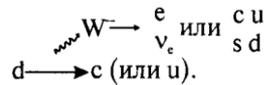


Поэтому мы считаем, что теория Большого объединения — $SU(5)$ — в своем наипростейшем виде должна отражать именно идеологию калибровочности: калибровочная симметрия (т. е. заряд) должна сохраняться при всех калибровочных преобразованиях фермионных и бозонных взаимодействий. Это означает необходимость при построении локальной калибровочной теории Большого объединения учета не только фундаментальной кварк-лептонной симметрии, но и более глубокой и фундаментальной симметрии природы — бозонно-фермионной: бозонно-фермионная симметрия, сформулированная в теории суперсимметрии, является в философском видении и понимании мироздания несравнимо более не только глубокой симметрией по сравнению с симметрией единства всех фундаментальных фермионов — кварков и лептонов, но и является более радикально-революционным изменением нашего миропонимания: различие между фермионной и бозонной материей

глубже и фундаментальнее, чем существующее различие между кварковой и лептонной материей.

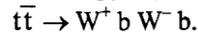
Поэтому в исследовании бозонно-фермионной симметрии, как отмечает Антонио Дзикаки в своей книге «Творчество в науке» (Дзикаки является автором проектов pp-и ee-коллайдеров в ЦЕРНе и руководителем лаборатории в ЦЕРНе), основная задача суперсимметрии состоит в том, чтобы фермионы обладали свойствами бозонов и, наоборот, бозоны обладали фермионными свойствами: фермионная и бозонная материи должны быть взаимопревращаемы точно так же, как кварковая и лептонная материи, как мы выяснили, взаимопревращаемы.

Как мы увидели, тяжелые кварки (b и t) в слабых взаимодействиях распадаются на более легкие кварки и одновременно этот процесс распада всегда сопровождается эмиссией виртуальных бозонов (W^+ , W^- и Z^0), которые в свою очередь распадаются и могут распадаться на фундаментальные фермионы — кварки и лептоны:



В слабом распаде тяжелого кварка b рождается массивный бозон — W^- (а также могут рождаться W^+ и Z^0).

Возьмем самый тяжелый кварк (точнее, пару $t\bar{t}$):



Значит, пара топ-кварка и анти топ-кварка распадается на два b-кварка (тяжелые) и бозоны W^\pm .

Следовательно, мы со всей очевидностью видим, что тяжелые кварки (b и t) в слабых взаимодействиях распадаются непременно на бозоны (W^\pm и Z^0).

Поэтому в философском ракурсе противоположность между фундаментальными фермионами (тяжелыми кварками) и калибровочными массивными бозонами — W^\pm и Z^0 не следует рассматривать как абсолютную, никогда не преодолимую пропасть. На самом деле эта противоположность между фермионами и бозонами относительна: фермионная материя может стать на более глубоком уровне бозонной и, наоборот, бозонная — фермионной. Почему? Потому что нельзя абсолютизировать понятие спина Дирака и даже статистические законы Ферми—Дирака и Бозе—Эйнштейна.

Спин, безусловно, фундаментальный принцип микроматерии, но не является и не может быть всеобщим принципом всякой и любой микроматерии: Хиггсова материя, как предполагают физики-теоретики, не имеет спин и, следовательно, она не подчиняется ни закону статистики Ферми—Дирака (1/2), ни закону Бозе—Эйнштейна (0, 1, 2). Иными словами, при всей важности и значимости понятия спина Дирака оно не может служить преградой для реализации бозонно-фермионной симметрии: фермионная и бозонная материя — генетически и исторически ставшие физические реальности, из некоторого более глубокого и фундаментального единого изначала. С точки зрения философского миропонимания бозонная и фермионная материя, точно так же, как и кварковая и лептонная материя, сейчас совершенно ясно, в контексте теории Большого взрыва и инфляционной Вселенной есть нечто генетически возникшее и исторически ставшее из единого начала — сингулярности.

На современном уровне физики частиц и космологии таким единым началом, по предположению ученых специалистов, являются хиггсы, главное предназначение которых состоит: «давать всем частицам (фермионам и бозонам) массу».

А может быть, в первые 100 секунд (от нуля до 100 с) в инфляционной Вселенной при скатывании виртуальности из ложного вакуума к реальному вакууму происходит генерация (т. е. рождение) элементарных частиц, которым дают хиггсы не только массу, но и заряд и спин: вся эта фундаментальная триада обладает «бегущим значением».

Таким образом, философское рассмотрение Большого объединения как теории синтеза трех фундаментальных взаимодействий — сильных цветных и электрослабых — заключается в том, что оно (Большое объединение) в своей концептуальной структуре должно выражать: во-первых, кварк-лептонную симметрию как взаимопереходимость фундаментальных фермионов — кварков и лептонов. Главным следствием этой относительности фермионов должен быть распад протона. Во-вторых, как нам в философском видении представляется, Большое объединение в своей теоретической структуре должно отражать и бозонно-фермионную симметрию как взаимопереходимость фундаментальных фермионов и фундаментальных бозонов как переносчиков фермионных взаимодействий. Поэтому суперсимметрия как теория бозонно-фермионной симметрии должна составить необходимый структурный компонент теории Большого объединения. (Пока в этой связи мы оставляем в стороне проблему суперсимметричных партнеров — скварки и слептоны, фотино, глюино, зино, вино, гравитино и т. д. Это предмет особого философского исследования и осмысливания.) Когда мы пишем о бозонно-фермионной симметрии в контексте теории Большого объединения, то под бозонами мы понимаем те реальные калибровочные бозоны, которые являются реально физическими переносчиками реальных фермионных фундаментальных взаимодействий — сильных цветных кварк-глюонных и электрослабых взаимодействий, промежуточными бозонами которых являются глюоны, фотон, W^{\pm} и Z^0 .

Что касается вышеперечисленных суперсимметричных партнеров, то они еще не обнаружены в эксперименте и потому они являются еще гипотетическими: как гипотетические суперпартнеры известных нам фермионов и бозонов не должны быть структурообразующими компонентами теории Большого объединения.

Наша философская мысль заключается в том, что Большое объединение как теория реальной локальной калибровочной симметрии должно быть отражением в своей концептуальной структуре двух реальных классов реальных фундаментальных фермионно-бозонных взаимодействий — сильных цветных кварк-глюонных и электрослабых взаимодействий, фундаментальными фермионами которых являются реальные лептоны и бозоны — γ , W^{\pm} и Z^0 . Все эти фундаментальные фермионы — кварки и лептоны — и фундаментальные бозоны — глюоны, фотон, W^{\pm} и Z^0 — воспроизводимы многократно в эксперименте и потому являются реальными микрочастицами, т. е. объективными. В этом философском ракурсе Большое объединение является реальной теорией, отражающей в своей концептуальной структуре коррелят объективной истины.

А теперь, чтобы лучше философски осмыслить теорию Большого объединения, насколько она истинна и достоверна, необходимо исследовать реальный генезис исторического становления и развития трех фундаментальных взаимодействий —

сильных цветных и электрослабых в контексте эволюции Вселенной: все эти фундаментальные взаимодействия — объективно-ставшие реальности, имеющие начало своего рождения, становления и формирования в целостные структурные образования.

Можно только схематически в философском ракурсе предположить генезис исторического образования этих фундаментальных взаимодействий (сразу же оговоримся, что нижеследующие рассуждения представляют собой попытку философского осмысливания и понимания реального генезиса, а не научного описания и объединения: философское понимание реального генезиса должно основываться на точном знании и фиксации научных данных).

Начнем с «самого начала»: «началом всех начал является сингулярность» как бесконечная плотность материи-энергии. В сингулярности пространство-время «остановилось». В силу каких-то внутренних, нам еще не известных, противоречивых процессов (может быть, плотность, давление и гипервысокая температура) происходит катастрофически Большой взрыв, который служит источником и причиной разрушения сингулярности, в результате чего образуется энтропийный хаос материи-энергии.

Самым впечатляющим моментом, захватывающим философский дух видения Вселенной, является слияние и взаимопроникновение трех ветвей (т. е. физики частиц, астрофизики и современной космологии) единого (как определил Декарт, математического) ствола, корни (философские) которого глубоко уходят вглубь тысячелетней истории человеческой мысли: философский симбиоз физики частиц, космологии и астрофизики — самое выдающееся достижение последних десятилетий прошлого века.

Физика частиц неудержимо проникает в самую глубокую тайну природы, раскрывая и устанавливая всеобщие принципы и законы Вселенной: создано величественное здание современного естествознания, основными структурными каркасами являются единая электрослабая теория, КХД и Большое объединение как философский синтез электрослабых и цветных сильных взаимодействий. Разрозненные, на первый взгляд, миры слабых, электромагнитных и цветных взаимодействий встают перед удивленным человеческим взором как различные аспекты проявления единой внутренней природы нашего мироздания.

В космологии благодаря величайшему интеллектуальному прозрению Г. Гамова (американо-советскому физику-теоретику) создана стройная основополагающая космологическая модель Большого взрыва, описывающая и объясняющая рождение, становление и эволюцию расширяющейся Вселенной в целом: Большой взрыв Г. Гамова — это эволюционная теория Вселенной, точно так же, как дарвиновская теория является эволюционной теорией живой природы. А астрофизические наблюдения и исследования Вселенной и ее космических объектов с помощью методов, идей и законов физики частиц и космологии дают нам невосполнимую прелесть единства микромира и космоса, единства всех миров Вселенной: Вселенная предстает перед нами как единая и целостная суперструктура (рис. 1.20).

Современное философское мировосприятие и миропонимание немислимы вне этой фундаментальной триады ошеломляющих достижений физики частиц, астрофизики и космологии: философия обязана пересмотреть свои традиционные представления о мирах Вселенной и заново осмыслить эти фундаментальные достижения, преобразующие наше воззрение на природу Вселенной.



Наша философия до сих пор «прозябает» все еще в старом «одеянии»: ее нельзя свести ни к социологии, ни к науке только о культуре или цивилизации. Она не может быть сведена к науке о ценностях, т. е. аксиологии; она есть прежде всего философия познания истины, причем объективной. Философия зародилась как философия прежде всего космоса, его происхождения из хаоса, его строения и мельчайших строительных кирпичиков, из которых он построен.

Поэтому, естественно, сначала великие греки героической эпохи развивали и разрабатывали философию как учение о природе космоса, а затем уже занимались проблемой социологии и нравственности как науки о добре и зле и т. д.

Вся история философской мысли человечества свидетельствует, что ни одна крупная философская школа, ни один великий философ-мыслитель не проходили мимо исследования и понимания природы мироздания, космоса, Вселенной: вся история философии, уходящая вглубь тысячелетий, — в целом попытка объяснить законы мироздания, его рождения и развития и попытка понять роль, место и смысл человеческого бытия в этом необъятном мире.

И только фундаментальная триада физики частиц, астрофизики и космологии на современном уровне знаний о Вселенной дает нам основание для истинно философского мировосприятия и миропонимания: эта триада дает ответ на те философско-мировоззренческие вопросы (проблемы), которые обуревали человеческий дух и интеллект на протяжении всей истории человеческого бытия и мысли. Философия — это не только наука, теория, учение о мире: она есть само человеческое бытие в мироздании.

Поэтому, следуя за Мерабом Мамардашвили, философия — само человеческое существование во вселенском мироздании. В этом состоит основное предназначение философии: знать это мироздание, чтобы понять смысл своего существования в нем.

В чем же состоит главное философское значение Большого объединения как теории синтеза трех фундаментальных взаимодействий? Все-таки главное философское значение теории (модели) Большого объединения заключается не в том, что она объединила три совершенно разные типа взаимодействий. Безусловно, объединение в одной модели трех различных взаимодействий и рассмотрение их как различных аспектов проявления более глубокого и универсального единого взаимодействия являются выдающимся достижением физической теоретической мысли о микрочастицах. Мы нисколько не стремимся в какой-то степени принизить это великолепное обобщение трех взаимодействий — электрослабых и сильных цветных. Наоборот, Большое объе-

динение $SU(5)$, построенное Джорджи и Глэшоу, на самом деле великое сооружение теоретической мысли и математической интуиции: оно — важное и существенное осмысление и понимание нами глубокого единства микромира, и все же мы должны предельно ясно и точно очертить демаркацию между физическим и философским значением теории Большого объединения.

А она, т. е. эта демаркация, заключается в том, что главное философское значение Большого объединения состоит в научном объяснении асимметрии нашей Вселенной, прежде всего асимметрии между веществом и антивеществом: наша Вселенная есть вещественная без антивещества.

Следовательно, главное философское значение теории Большого объединения заключается в асимметрии нашей Вселенной по отношению к веществу и антивеществу: наша Вселенная есть вещественная без антивещества. А куда исчезло антивещество? Ведь в самую раннюю эпоху Большого объединения при энергиях 10^{15} и 10^{16} ГэВ существовала фундаментальная симметрия между фундаментальными фермионами:

- 1) симметрия между кварками и антикварками;
- 2) симметрия между лептонами и антилептонами (т. е. электронами и позитронами);
- 3) кварк-лептонная симметрия.

Иными словами, в этот период Большого объединения число кварков равно числу антикварков, а также число лептонов равно числу антилептонов (т. е. число электронов равно числу позитронов). Следовательно, в эпоху Большого объединения число фундаментальных фермионов (т. е. кварков и лептонов) было равно числу фундаментальных антифермионов (т. е. антикварков и антилептонов). Одним словом, в эпоху Большого объединения при энергиях 10^{15} и 10^{16} ГэВ наша микровселенная была симметричной по отношению к фундаментальным фермионам и антифермионам: количество фермионов и антифермионов было одинаковым.

Спрашивается, почему современная наша Вселенная, нами наблюдаемая, асимметрична, т. е. состоит только из вещества без антивещества: она состоит из кварков и лептонов без антикварков и антилептонов, из адронов без антиадронов, из ядер без антиядер, из атомов без антиатомов. Куда исчезло все это антивещество? Почему и каким образом оно исчезло с арены Вселенной? Одним словом, почему, как и каким образом ранняя симметричная Вселенная в настоящее время стала асимметричной Вселенной?

Безусловно, над этой уникальной и таинственной проблемой размышляли многие и многие выдающиеся умы физиков и космологов: она оставалась неразрешимой тайной до середины 60-х гг. прошлого века, пока в 1966-1967 гг. великий наш соотечественник — физик и мужественный гуманист Андрей Дмитриевич Сахаров не разгадал эту великую тайну природы.

Как было отмечено в нашей работе, духовным отцом антиматерии явился великий физик всех времен Поль Андриен Морис Дирак, который в своем замечательном математическом уравнении 1927 г. сформулировал фактически впервые идею симметрии зарядового сопряжения как конкретное тождество частицы (электрона) и античастицы (позитрона). А изящное математическое обоснование идеи симметрии зарядового сопряжения — как фундаментального принципа природы: взаимная сопряженность частицы и античастицы — неотъемлемый закон сохранения природы.

Однако, как мы об этом писали, 1957 г. стал великим переломным моментом крушения в слабых взаимодействиях одного принципа симметрии за другим: сначала низвергаются со своего абсолютного пьедестала P — четность, а затем C -симметрия. Не успели Л. Ландау, Ли и Янг сформулировать комбинированную CP -теорию, пришли вести о несохранении в слабых взаимодействиях CP -симметрии и T -инвариантности в 1964 г.: слабое взаимодействие предстало перед удивленным взором физиков-элементарщиков настоящим «кладбищем» низвергнутых принципов симметрии — P , C , CP и T . Оставалась одна CPT -теория неизменной во всех экспериментах: только одновременное преобразование трех операций симметрии является фундаментальным законом сохранения природы.

В этой драматической научной атмосфере академик А. Д. Сахаров выдвинул совершенно «дикую», «сумасшедшую» идею о том, что асимметрия нашей Вселенной по отношению к веществу и антивеществу является следствием CP -несохранения в самую раннюю эпоху Вселенной: положение о том, что CP -несохранение — причина асимметричности Вселенной, было замечательной революционной гипотезой, которая находит свое теоретическое обоснование в Большом объединении: великая идея академика Сахарова явилась основополагающей в построении самосогласованной теории Большого объединения.

Мы остановимся только на трех моментах, не входя ни в математические, ни в физические детали и тонкости: наша задача более скромная — философски объяснить и понять асимметричность нашей Вселенной:

- 1) симметричность ранней Вселенной;
- 2) тотальная «вселенская» аннигиляция фундаментальных фермионов и антифермионов как нарушение изначальной симметрии ранней Вселенной;
- 3) эпоха господства асимметрии: Вселенная асимметрична.

Общая природная логика развития Вселенной состоит в переходе от более высокой симметрии в эпоху ранней Вселенной к более низкой симметрии в последующем ее развитии: механизмом этого перехода от более высокой симметрии к более низкой симметрии является спонтанное нарушение высокой симметрии. В этом философском контексте Большое объединение как локальная калибровочная теория взаимодействия всех фундаментальных фермионов — кварков и лептонов — посредством промежуточных калибровочных (гипотетических) бозонов Хиггса занимает особое положение: философское значение анализа Большого объединения заключается в том, что он дает нам возможность объяснить и понять — почему и каким образом Вселенная из высокой симметрии превратилась в асимметричную суперсистему по отношению к веществу и антивеществу.

При энергиях 10^{15} и 10^{16} ГэВ, т. е. при энергиях Большого объединения, Вселенная была молодой и потому она была высокосимметричной: все фундаментальные фермионы — кварки и лептоны — и антифермионы — антикварки и антилептоны — были симметричны: симметрия была между кварками и антикварками, т. е. число кварков было равно числу антикварков. Такая же симметрия существовала между лептонами и антилептонами: число лептонов (электронов) было равно числу антилептонов (позитронов).

Таким образом, при энергиях Большого объединения существовала изначальная симметрия между всеми фундаментальными фермионами (кварками и лептонами) и

антифермионами (антикварками и антилептонами): ранняя Вселенная, действительно, была высокосимметричной по отношению к фундаментальным частицам и античастицам.

Их взаимодействия посредством массивных калибровочных бозонов Хиггса происходят в сверхмалом радиусе 10^{-28} см, который даже мысленно трудно себе представить. Для наглядного представления может служить следующий пример: если радиус протона 10^{-13} см увеличить до размеров нашего Солнца, то соответствующий радиус взаимодействия фермионов с хиггсами сравним с 1 мк.

В Большом объединении функция хиггсов состоит не только в том, что они являются промежуточными калибровочными бозонами: их роль значительна и существенна. Основное их предназначение состоит и в том, чтобы «давать» всем частицам массу, как отмечают авторы книги «Введение в экспериментальную физику частиц» Ю. Любимов и Д. Киш (М., 2001).

Поэтому роль хиггсов фундаментальна, ибо абсолютно немислим без массы не только микромир, но и космический и космологический мир в целом: без массы, особенно гравитационной, совершенно невозможно представить и образование нашей Вселенной в ее крупномасштабной структуре.

Рис. 1.21

Спин (1/2 и 0, 1, 2)



Триада: масса, заряд и спин — три типа, из которых сооружается наше мироздание и на которых оно держится (рис. 1.21).

Роль спина так же фундаментальна, как и роль массы и заряда, ибо именно спин является определяющим квантовым числом проведения четкой демаркации между фермионами со спином 1/2 и бозонами с целочисленным значением спина 0, 1, 2,...

В суперсимметрии как теории бозонно-фермионной симметрии и понятие спина имеет не абсолютное значение, а «бегущее значение»: оно также является относительным и изменчивым. Фермионы должны обладать в суперсимметрии бозонными свойствами и, наоборот, бозоны должны обладать фермионными свойствами. Основное требование суперсимметрии — взаимопереходимость фермионов и бозонов: бозоны и фермионы взаимозаменяемы, как кварки и лептоны в Большом объединении.

Вспомним тот наглядный пример, который приводит Антонио Дзикаки в своей книге «Творчество в науке» (М., 2000), со зрителями — господами фермионами и господами бозонами — в театре на 1 000 мест: каждый фермион занимает в силу закона запрета Паули только одно место-кресло в театре: число фермионов-зрителей в театре может быть только 1 000. А господ бозонов на одном месте-кресле может сидеть сколько угодно — 1 000 и даже больше миллиона. В этой связи нам представляется весьма интересным и оригинальным размышление Антонио Дзикаки о природе пространства: природа пространства бозонная. Во времени мы не можем двигаться вперед и назад, а в пространстве возможно двигаться вперед и назад во всех четырех направлениях. Если в самом деле природа пространства бозонная, то из этого положения, нам представляется, следует очень важный и существенный философский вывод: положение — в малом содержится великое — не связано ли с бозонной природой пространства? (Примеры: черные дыры, квазары и т. д.) В малом пространстве как точке бесконечности содержится необъятное великое — сингулярность в черных дырах и т. д.

Поэтому мы считаем, что философское значение бозонной материи выходит далеко за пределы области просто переносчиков фермионных взаимодействий.

В чем же состоит философский смысл и значимость планковского масштаба массы 10^{19} ГэВ; $l_{pl} = 10^{-35}$ см; $t_{pl} = 10^{-45}$ с; плотность 10^{96} г/см³; температура $t = 10^{30}$ ° С?

В философском смысле планковский масштаб — возможность построения теории Великого объединения всех четырех взаимодействий, в том числе и гравитационного: теория Великого объединения — «теория всего сущего».

А в чем же философский смысл этой «теории всего сущего»? Ответ прост: в бесконечно малом содержится бесконечно великое. Как иначе мыслить, если в планковском масштабе плотность материи достигает 10^{96} г/см³?! Это возможно, если природа пространства бозонная, если «в одном месте-кресле могут сидеть не только тысячи господ бозонов, но и миллионы и более».

Поэтому, как отмечает один из авторов Большого объединения Ш. Глэшоу в своей книге «Очарованная физика» (М., 2002), Большое объединение — теория о бесконечно малом, содержащем бесконечно великое: малое и великое взаимопроникают.

§4. Асимметрия Вселенной

Чтобы лучше и яснее представить, почему и каким образом высокосимметричная ранняя, молодая Вселенная превратилась в асимметричную Вселенную по отношению к веществу и антивеществу, мы обратимся к самому началу рождения Вселенной: таким началом будет Большой взрыв, который в первые сто секунд вызывает инфляционную стадию становления молодой Вселенной.

Инфляционная стадия Вселенной интересна не только тем, что она представляет собой катастрофическое «вздутие» в ее размерах: завершением инфляционной стадии молодой Вселенной является генерация элементарных частиц, прежде всего фундаментальных фермионов и бозонов. А генерация частиц связана с расщеплением единого фундаментального взаимодействия на различные типы взаимодействий — гравитационное, сильное и электрослабое. Точная картина генерации частиц и их взаимодействий еще не совсем ясна. Одно несомненно, что генерация частиц вызывает их взаимодействия. Однако для всего этого необходимо, чтобы рождаемые частицы приобрели массу, заряд, спин: спин необходим для различения фермионов и бозонов, а заряд необходим для константы связи. А от массы зависит не только само сущее бытие частиц, но и их взаимодействие.

Одним словом, без массы, заряда, спина немислимо не только само сущее бытие частиц, но и их типов взаимодействий.

1. Спин четко разделяет все частицы на фермионы и бозоны: фермионы — источник калибровочных полей (квантовых), а бозоны — калибровочные промежуточные переносчики этих фермионных взаимодействий.
2. Заряд, носителями которого являются как фермионы, так и бозоны, определяет силу взаимодействия: заряд генерирует силу взаимодействия. Он является определителем константы связи.
3. Масса определяет само бытие частиц и их взаимодействие: от массы зависит наш мир как в микрокосмосе, так и в макрокосмосе.

Первой картиной мира после инфляционной Вселенной является «теория всего сущего» как единства всех четырех взаимодействий, включая и гравитационное, рисуемая нами на планковском масштабе массы 10^{19} ГэВ.

Второй картиной мира молодой Вселенной является нами рассматриваемая теория Большого объединения: Большое объединение объединяет в своей структуре три типа взаимодействий — сильные цветные кварк-глюонные и электрослабое. Оно не включает гравитационное взаимодействие, которое отщепилось в результате СНС от единства трех других взаимодействий — СВ и ЭСВ.

В Большом объединении сильное цветное кварк-глюонное взаимодействие и электрослабое взаимодействие симметричны (т. е. одинаковы, идентичны, тождественны) в силу слияния всех трех констант связи (α_s , α_e и α_w) в одну универсальную константу связи: при энергиях 10^{15} и 10^{16} ГэВ, т. е. энергиях Большого объединения, все три константы связи (α_s , α_{em} и α_w), совершенно несопоставимые, несравнимые, несоизмеримые при обычной энергии, становятся сравнимыми, соизмеримыми, т. е. одинаковыми, идентичными, тождественными, и потому несравнимые силы трех взаимодействий становятся симметричными (т. е. одинаковыми, тождественными).

Какие же частицы являются носителями этих трех симметричных взаимодействий? Ими являются фундаментальные фермионы — кварки и лептоны (электроны и электронное нейтрино), а бозонами как переносчиками этих симметричных взаимодействий фундаментальных фермионов — кварков и лептонов — являются хиггсы как гипотетические бозоны, нами еще не наблюдаемые и экспериментально не обнаруженные. Эти Хиггсовы бозоны не очень тяжелые и массивные, которые как таковые только могут обеспечить симметричную инвариантность всех трех взаимодействий: основное предназначение Хиггсов — «давать частицам массу».

Философское значение всех этих рассуждений и размышлений заключается в проявлении трех принципов симметрии в Большом объединении:

- 1) кварк-лептонной симметрии;
- 2) бозонно-фермионной симметрии (хиггсы как бозоны);
- 3) симметрии трех взаимодействий — СЦВ и ЭСВ.

Мы еще раз хотим подчеркнуть, что 1-й и 3-й принципы симметрии немислимы и невозможны без тяжелых и массивных Хиггсов как промежуточных переносчиков — бозонов. По существу здесь мы сталкиваемся с аналогичной ситуацией при построении электрослабой теории, которая стала возможной благодаря приобретению промежуточными бозонами W^\pm и Z^0 массы в результате СНС и действия механизма Хиггса.

Таким образом, Большое объединение — локальная калибровочная теория, отражающая высокую симметрию трех взаимодействий фундаментальных фермионов и антифермионов посредством промежуточных бозонов Хиггса: эта ранняя эпоха молодой Вселенной — господство высокой симметрии. В ней господствовали принципы симметрии:

- 1) между кварками и антикварками: число кварков равно числу антикварков;
- 2) между лептонами и антилептонами: число лептонов равно числу антилептонов;
- 3) между кварками и лептонами: число кварков равно числу лептонов.

Результатом всего этого явилась симметрия всех трех взаимодействий — сильных цветных кварк-глюонных и электрослабых: эта симметрия явилась следствием слияния всех трех констант связи в одну универсальную константу связи при энергиях 10^{15} и 10^{16} ГэВ Большого объединения.

Следовательно, молодая Вселенная, представленная в Большом объединении, была высокосимметричной.

Почему эта высокосимметричная Вселенная по отношению к частицам и античастицам — фундаментальным фермионам и антифермионам — стала асимметричной без антивещества.

Таков фундаментальный философский вопрос нашего человеческого бытия в нашей вещественной Вселенной без антивещества: наше бытие — вещественное бытие без антивещественности. Наше бытие асимметрично так же, как и наша Вселенная (спиральная молекулярная структура ДНК — асимметричная; почти все строение и структура живой материи носит асимметричный характер; асимметрия — принцип борьбы против энтропии, разрушительной силы хаоса, беспорядка; жизнь — высокоупорядоченная асимметрия строения молекул и т. д.).



Развитие Вселенной — постоянное нарушение высокой симметрии, которое приводит к асимметрии, которая восстанавливается в новой симметрии мира: непрерывная смена этой трихотомии лежит в основе эволюции нашей Вселенной.

Поэтому разработка философии этой трихотомии — симметрии, СНС, асимметрии точно так же, как и хаос, порядок, случайность, коллапс, реколлапс, антиколлапс и т. д., — настоящая необходимость развития современного философского миропонимания и выработки современного философского мировоззрения.

Я не могу без волнения писать о тех достижениях физики частиц и, конечно, космологии 50-60-х гг. прошедшего века: научная атмосфера была накалена до предела. Каждый день приходили вести о новых и новых открытиях в области физики элементарных частиц и космологии: «воздух» был наполнен такими понятиями, как античастица, странность, гипероны, мультиплеты и супермультиплеты, белые карлики, пульсары, черные дыры, Большой взрыв, горячая Вселенная, кварки и цвет, реликтовое излучение и т. д. и т. п. (сущность всех этих происходящих в науках открытий, конечно, тогда я не представлял и не мог осознать).

Но самым волнующим моментом был 1957 г., когда двум молодым китайским ученым, работавшим в Принстонском институте высших исследований, Ли (31 год) и Янгу (35 лет) была вручена Нобелевская премия за теоретическое предсказание в 1956 г. несохранения симметрии пространственной четности — P , а затем — симметрии зарядового сопряжения — C . Экспериментальное сокрушение этих фундаментальных принципов симметрии — P и C — явилось по существу революционным переворотом, низвергшим традиционные представления о P -четности, сформулированной Вигнером в 1925 г., и о симметрии «частица — античастица» П. Дирака и Г. Вейля

(конец 20-х - начало 30-х гг. XX в.): зашаталась почва под ногами физиков, у которых была абсолютная вера в незыблемость этих двух фундаментальных принципов симметрии — P и C .

Они инвариантно сохранялись в сильных и электромагнитных взаимодействиях, поэтому никто из физиков даже не догадался проверить их справедливость в слабых взаимодействиях: именно слабые взаимодействия оказались ареной сокрушения C - и P -симметрии.

Вслед за этим 1964 г. был годом в тех же слабых взаимодействиях экспериментального установления несохранения и комбинированного преобразования CP -инвариантности: CP -несохранение по своей природе требовало нарушение T -инвариантности. T -инвариантность в микромире была симметрией святая святых: стрелу времени признавали в макромире, но не в микромире.

Поэтому в философском видении мироздания и его структурного основания низвержение со своего абсолютного пьедестала всех этих фундаментальных принципов симметрии — P , C , CP и T — на самом фундаментальном субатомном уровне явилось коренным пересмотром наших традиционных представлений о философской триаде материи, пространства и времени: мир не только симметричен, но он и асимметричен.

В такой атмосфере всеобщего крушения считавшихся незыблемыми принципов симметрии — P , C , CP и T , с одной стороны, а с другой — впечатляющих и ошеломляющих открытий в физике частиц и космологии стал размышлять А. Д. Сахаров над ключевой философской проблемой Вселенной: почему она стала асимметричной, тогда как она родилась после Большого взрыва симметричной? Эту великую тайну Вселенной многие физики и космологи пытались разрешить. Но, как всегда бывает на тернистом пути движения науки, не всем было дано разгадать тайну, которую скрывает природа в своих тайниках.

Велика заслуга академика Сахарова в философском осмыслении и научном решении проблемы асимметрии Вселенной как вещественной без антивещества: ключом к разгадке этой тайны Вселенной считал А. Д. Сахаров CP -несохранение в самую раннюю эпоху становления нашей Вселенной.

Мы выше уже отметили, что наша молодая Вселенная была симметричной по отношению к фундаментальным фермионам и антифермионам: число кварков равно числу антикварков, а также число лептонов равно числу антилептонов.

Почему и каким образом эта фундаментальная асимметрия между фундаментальными фермионами и антифермионами была нарушена? В чем заключается причина этого нарушения?

Причиной послужила тотальная, как отмечают Ю. Любимов и Д. Киш в выше нами названной книге, вселенская аннигиляция фундаментальных фермионов и антифермионов, в огненных актах которой происходило самоуничтожение фундаментальных фермионов и антифермионов.

Кварки и антикварки в этих огненных актах аннигиляции исчезли, превратившись в фотоны, причем первозданные антикварки исчезли бесследно, и остались одни «избыточные» кварки, которые образовали протоны и нейтроны. Из этого следует, во-первых, что в связи с бесконечным исчезновением первозданных антикварков остались только одни «избыточные» кварки, которые составляют кварковую асимметрию; во-вторых, поскольку в тотальной аннигиляции были самоуничтожены антикварки, постольку будущая нарушенная симметрия была «задушена» в са-

мом зародышевом состоянии; в-третьих, так образовалась барионная асимметрия. Для барионной симметрии не осталось материала — антикварков.

Точно такая же участь постигла лептоны и антилептоны: первозданные антилептоны «самосожглись» в огненных актах тотальной вселенской аннигиляции, и остались лишь «избыточные» лептоны — электроны, которые вместе с протонами и нейтронами образуют нейтральные атомы без антиатомов в нашей окружающей Вселенной.

Так, плазма превращается и превратилась в газ, который под действием силы гравитации образует космические структуры.

Итак, результатом тотальной вселенской аннигиляции первозданных фундаментальных фермионов и антифермионов явилось образование трех фундаментальных законов асимметрии:

- 1) кварковая асимметрия;
- 2) лептонная асимметрия;
- 3) барионная асимметрия.

Антиматерия

Духовным отцом антиматерии, как уже было сказано, является великий физик всех времен Поль Андриен Морис Дирак, который еще в 1927 г. (в возрасте 28 лет) написал свое знаменитое уравнение о взаимодействии релятивистского электрона с электромагнитным полем. Решение этого уравнения содержало идею отрицательной энергии: отрицательная энергия лишена физического смысла. Поэтому физики-теоретики находились в состоянии неопределенности и недоумения: как понимать и интерпретировать отрицательную энергию, вытекающую из строго математического уравнения связи электрона с отрицательным зарядом с электромагнитным полем? Ведь с математикой не спорят: ее вердикту должны просто следовать. Так, отрицательная энергия самым настоящим образом привела физиков-теоретиков в полное замешательство.

В этой теоретической ситуации неопределенности выход нашел сам автор идеи отрицательной энергии Поль Дирак, который дал экстраординарную интерпретацию отрицательной энергии: отрицательная энергия должна быть представлена как положительная энергия для антиэлектрона как античастицы электрона с отрицательным электрическим зарядом. Следовательно, антиэлектрон как античастица электрона должен иметь положительный электрический заряд.

Значит, электрон обладает отрицательным электрическим зарядом, а его антипод — антиэлектрон — положительным электрическим зарядом. Что это означает в философском смысле осознания и понимания этого фундаментального факта?

Дело не только в открытии Полем Дираком антиэлектрона как античастицы электрона, т. е. антиматерии, а в том философском видении природы: природа симметрична по отношению к электрическому заряду. Сумма отрицательного и положительного зарядов равна нулю: Вселенная в целом электрически нейтральна. Нейтральны атомы, из которых состоят молекулы (а из молекул и атомов состоим мы с вами, уважаемый читатель).

Поэтому величие творчества математического гения Поля Дирака в глубоком философском видении природы мира: Вселенная симметрична по отношению к электрическому заряду.

Само понятие «позитрон» было введено в научный оборот автором открытия позитрона как античастицы электрона Андерсоном в 1933 г.: электрон как частица и позитрон как античастица по всем свойствам одинаковы, тождественны, а различаются только по заряду.

В этом же году Дираку была вручена Нобелевская премия: в Нобелевской лекции Поль Дирак отметил, что существует не только антиэлектрон, но должны существовать антиматерия, антивезды и антигалактики.

Астрофизические наблюдения показывают, что в окружающей нас Вселенной почти отсутствует антиматерия — антивещество, из которого бы состояли звезды, галактики, их скопления и сверхскопления. Одним словом, в крупномасштабной структуре нашей Вселенной почти отсутствует антиматерия — антивещество и объекты (космические), построенные и состоящие из антиматерии-антивещества. В космических лучах доля антипротонов составляет менее 10^{-4} от доли протонов, а антиядра же вообще не наблюдались. В нашей галактике антивещество составляет 10^{-10} от космического вещества — подчеркивают А. Любимов и Д. Киш в своей книге «Введение в экспериментальную физику частиц» (М., 2001, с. 118).

Проблема материи и антиматерии представляет собой исключительно глубокий философский интерес. Поэтому ниже к этой проблеме вернемся при рассмотрении проблемы нарушения комбинированной симметрии — *CP* в слабых взаимодействиях.

Триумфом идеи антиматерии Поля Дирака можно было бы считать 1955-1956 гг., когда были открыты сначала антипротон, а через год — антинейтрон: в последующие годы лавинообразно открываются в эксперименте все античастицы соответствующих частиц.

Создавалось такое впечатление, что вся наша Вселенная, где мы с вами, уважаемый читатель, живем, симметрична по отношению к материи и антиматерии, к веществу и антивеществу, к атому и антиатому, к частицам и античастицам.

Переломный момент наступил уже в 1957 г., когда Ли и Янг теоретически низвергли симметрию пространственной четности *P* Юджина Вигнера со своего пьедестала: пространственная четность *P* должна нарушаться в слабых взаимодействиях.

Симметрия пространственной четности *P* была сформулирована в 1925 г., и до 1956 г. никто из физиков-элементарщиков не сомневался в ее абсолютной сохраняемости. Так, укрепилась аксиоматическая вера в справедливость симметрии зеркального отражения: в паритетности правого и левого никто не сомневался. При бета-распаде электроны всегда вылетали абсолютно симметрично во всех направлениях: никто в этом никогда не сомневался.

Ли и Янг тщательно и скрупулезно проанализировали проблему симметрии пространственного отражения — *P* — и пришли к выводу о том, что имеющиеся данные о сохранении ее относятся к сильным и электромагнитным взаимодействиям, но никак не к слабым взаимодействиям. Поэтому они (т. е. Ли и Янг) предложили проверить их теоретическое предсказание о возможности несохранения *P*-четности в процессах слабых взаимодействий.

Через год в своих блестящих экспериментах с кобальтом Co^{60} Ву (китайка) и ее сотрудники из лаборатории Колумбийского университета подтвердили факт нарушения симметрии пространственного отражения *P* в процессах слабых взаимодействий: был зафиксирован преимущественный вылет электрона при распаде Co^{60} влево. Нарушен паритет левизны и правизны в пространстве слабых взаимодействий: левое можно отличить от правого.

Значит, левое и правое нельзя различить в процессах сильных и электромагнитных взаимодействий, а в процессах слабых взаимодействий пространство чуть-чуть «перекошено»: в глубине Вселенной на расстоянии 10^{-17} см левое можно отличить от правого.

Как известно, пространство Вселенной обладает тремя фундаментальными принципами симметрии: однородности, изотропности и четности зеркального отражения.

Все эти симметрии — это большие идеализации. Вселенная как крупномасштабная структура галактик, скоплений галактик и сверхскоплений не может быть и не является однородной: она является однородной в том смысле, если мы в крупномасштабном плане выровняем все эти «комки», «комочки», «бугры» (т. е. галактики, звезды, скопления галактик и т. д.).

Поэтому в философском аспекте реальное пространство Вселенной и неоднородно и однородно: оно — единство противоположностей.

Изотропность пространства нашей Вселенной доказывает реликтовое излучение (т. е. микроволновое фоновое излучение), идущее к нам от Большого взрыва со всех сторон изотропно, т. е. одинаково, равномерно. Однако, как мы об этом уже писали, в последнее десятилетие прошлого, XX, века установлен фундаментальным факт анизотропности реликтового излучения.

Таким образом, пространство Вселенной и изотропно и анизотропно: оно, действительно, по природе — единство противоположностей. С реальной диалектикой Вселенной бесполезно спорить и тем более ее отвергать!

P-четность в одних типах взаимодействий (СВ и ЭМВ) сохраняется, а в других — слабых взаимодействиях — нарушается. В мире Вселенной нет и не может быть ничего абсолютного: абсолютное — это наше представление о мире на том или ином этапе нашего восприятия, познания фрагмента этого мира. Поэтому в философском восприятии мира для нас абсолютное постоянно становится относительным: диалектика абсолютного и относительного реализуется в обогащении и укреплении объективного знания о нем, т. е. мире микрочастиц или космическом и космологическом.



1. Окружность — объективное знание.
2. Стороны треугольника — абсолютное и относительное познание: познание движется от абсолютного к относительному и от относительного к абсолютному.
3. Окружность как объективное знание не может суживаться в принципе: оно может только расширяться и увеличиваться.

Рис. 1.24

P — пространство	}	симметрия	}	физические		
M — материя					однородности	законы
Вселенной					и изотропии	сохранения P и M

Такая же философская ситуация с P -четностью: одни силы взаимодействий (СВ и ЭМВ) сохраняют P -четность, а другие (СЛВ) нарушают ее. P -четность — сохранение инвариантности физических процессов при переходе от нашего мира к миру зеркального отражения, т. е. при изменении координат $x \rightarrow -x$, $y \rightarrow -y$ и $z \rightarrow -z$.

Поэтому все эти симметрии пространства Вселенной (однородность, изотропия, четность) имеют не только большое физическое и космологическое, но и философско-мировоззренческое значение: они имеют большое философско-мировоззренческое значение, потому что они являются фундаментальными принципами симметрии структуры пространства Вселенной. Поэтому их не следует рассматривать в чисто локально-физическом аспекте: они являются космологическими и потому философскими принципами симметрии, лежащими в основе нашего миропонимания Вселенной.

Это философское положение со всей очевидностью проявляется, когда мы начнем рассматривать симметрию зарядового сопряжения C и комбинированной четности CP .

Великий Поль Андриен Морис Дирак как духовный отец антиматерии был, видимо, глубоко убежден, что Вселенная абсолютно симметрична по отношению к материи и антиматерии, веществу и антивеществу, частицам и античастицам, иначе бы он в своей Нобелевской лекции не сказал бы, что «существует не только антиэлектрон, антиматерия, но и антизвезды, антигалактики».

Творческая ситуация в физике частиц складывалась таким образом, что Вселенная симметрична по отношению к веществу и антивеществу, частицам и античастицам: открытие К. Андерсоном позитрона как античастицы электрона; блестящие эксперименты парного рождения электрона и позитрона, осуществленные в Кавендишской лаборатории Кембриджа великим П. Блэккетом (адмирал британского флота и лорд, впоследствии, в 1938 г., ставший лауреатом Нобелевской премии) и Окиалини (Италия); лавинообразное открытие в экспериментах середины 50-х гг. прошлого века всех античастиц соответствующих частиц; знаменитые диаграммы великого Ричарда Фейнмана, заменившие дираковские эзотерические «дырки», «море виртуальных частиц и античастиц» как бездонную пропасть энергии и превратившие дираковский хаос в порядок, а также создание КЭД тремя авторами — Р. Фейнманом, Е. Швингером и С. Томонага — все эти и другие экспериментальные данные говорили о правоте великого Поля Дирака как автора математического уравнения, из решения которого следовало неизбежное существование антиматерии: Вселенная должна быть симметрична по отношению к частицам и античастицам.

Так обстояло дело в физике микрочастиц: во Вселенной должно быть равенство микрочастиц и микроантичастиц, т. е. равное количество вещества и антивещества.

А какова ситуация в космологии? Каковы реальное строение Вселенной и ее структура? Из чего она состоит? Каковы строительные кирпичики, из которых сооружена природой наша Вселенная? Она сооружена из частиц или из античастиц, или же она сооружена из равного количества вещества и антивещества?

Астрономические и астрофизические наблюдения в современной космологии однозначно и точно показывают, что во Вселенной почти нет ни антиядер, ни антиатомов, ни антимолекул. Эти наблюдаемые данные показывают, что в окружающей нас части Вселенной нет ни антизвезд, ни антигалактик, о которых говорил великий Поль Дирак.

Так, в современной космологии возникло великое космологическое противоречие между теоретическим предсказанием в физике частиц о симметрии частиц и античастиц и наблюдаемым экспериментально фактом об отсутствии почти антивещества в нашей метагалактической части Вселенной: наша Вселенная вся почти построена из вещества без антивещества. Она асимметрична по отношению к веществу и антивеществу: так возникла асимметрия вещества над антивеществом. Видимо, наше счастье, уважаемый читатель, что Вселенная построена исключительно из вещества без антивещества: почти нельзя мысленно представить наше бытие при симметрии между веществом и антивеществом, ибо оно находилось бы в состоянии фотонов и нейтрино.

Но наша философская задача состоит не в констатации реального противоречия между теорией и наблюдаемым: задача науки и философии состоит в объяснении — как и почему это противоречие возникло?

Первым, кто дал теоретическое объяснение асимметрии между веществом и антивеществом в нашей части Вселенной, был Андрей Дмитриевич Сахаров (великий физик, мужественный гуманист). Еще в 1967 г. А. Д. Сахаров показал, что асимметрия между веществом и антивеществом в современной Вселенной является следствием *CP*-несохранения в самую раннюю эпоху рождения и становления нашей Вселенной после Большого взрыва: далекое прошлое определило настоящее.

CP-несохранение

Наиболее важным экспериментальным событием, подтвердившим идею П. Дирака о симметрии между электроном и позитроном, явились знаменитые эксперименты Блэккета и Окиалини в Кавендишской лаборатории в Кембридже, в которых было осуществлено рождение пары электрона и позитрона: электрон распадается в паре с позитроном и, наоборот, позитрон — в паре с электроном.

Рождение пары электрона и позитрона глубоко связано с виртуальным конденсатом физического вакуума, о котором писал Поль Дирак, «море» виртуальных частиц и античастиц: рождение пары частицы и античастицы — рождение реального из виртуального.

Поэтому заслуга Поля Дирака заключается в философском отношении не только в сформулировании впервые необычайной и неожиданной идеи о симметрии между частицей и античастицей, но и о физическом вакууме как виртуальной «бездонной пропасти» бесконечного источника энергии рождения пар частиц и античастиц: физический вакуум как «море» виртуальных частиц и античастиц — бесконечный источник рождения готовых реальных частиц и античастиц из виртуальных.

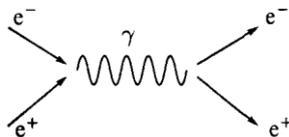
Правда, в дальнейшем это дираковское «море» виртуальных частиц и античастиц как нечто неопределенное строго упорядочил и сделал закономерным Ричард Фейнман (США), введя в этот мир хаоса «моря» виртуальных частиц и античастиц свои знаменитые диаграммы рождения частиц и античастиц и их взаимодействий через посредников-бозонов (рис. 1.25).

Самая замечательная философская идея Р. Фейнмана заключается в том, что позитрон — электрон, движущийся по времени в обратном направлении: ось времени

относительна по крайней мере, по мнению Р. Фейнмана, в микроскопическом мире частиц и античастиц.

Рассматривая симметрию зарядового сопряжения между частицей и античастицей, следует отметить еще одно очень существенное обстоятельство: изящное математическое обоснование C -симметрии дал великий Герман Вейль: C -симметрия как универсальный закон природы носит всеобъемлющий характер в мире частиц и античастиц.

Рис. 1.25



Итак, мы видим явное противоречие между теоретическим предсказанием Поля Дирака о симметрии между веществом и антивеществом во Вселенной и наблюдаемой реальностью почти полного отсутствия антивещества (античастицы, антиядра, антиатомы) в окружающем нас мироздании. (А ведь это наше космологическое счастье: как не воздать хвалу творцу Вселенной!)

Естественно, возникает самый глубокий философский вопрос нашего человеческого бытия на маленьком клочке Земли Солнечной системы, движущейся со скоростью 290 км/с на периферии от центра нашей галактики, содержащей более 100 миллиардов таких же солнц, как наша родная звезда-свеча, которая обогревает нас и светит днем и ночью непрерывно: почему наша Вселенная вещественная, а не антивещественная? Почему наша Вселенная не симметричная по отношению к веществу и антивеществу и как и каким образом она стала вещественно-кристаллической? А что было бы, если наша Вселенная оставалась симметричной по отношению к веществу и антивеществу?

Тогда нас, уважаемый читатель, не было бы, и вряд ли бы при симметрии нашей Вселенной по отношению к веществу и антивеществу произошло бы и образование крупномасштабной структуры нашей Вселенной: Вселенная до образования этой крупномасштабной структуры (галактики, звезды, скопления галактик и т. д.) под действием силы гравитационного притяжения «схлопнулась» бы. Тогда бы не было бы никакого всеобщего удаления галактик друг от друга и никакого расширения крупномасштабной структуры: при симметрии Вселенной по отношению к веществу и антивеществу абсолютно исключено образование крупномасштабной структуры ее и тем самым существование нас, уважаемый читатель.

Поэтому CP -несохранение, наблюдаемое на самом глубоком фундаментальном уровне слабых взаимодействий, имеет очень важное и существенное значение для космологии нашей Вселенной: CP -несохранение дает нам ответ на вопрос о том, почему и каким образом наша Вселенная стала асимметричной по отношению к веществу и антивеществу.

CP -несохранение было окончательно экспериментально подтверждено двумя американскими физиками в Брукхейвене Джеймсом Кронином и Белой Фитчем в 1964 г. (Нобелевская премия им была вручена только через 16 лет, в 1980 г.).

Не случайно то, что над проблемой значимости CP -несохранения для космологии молодой Вселенной в 60-е гг. глубоко и серьезно размышлял академик А. Д. Сахаров: он также интересовался вопросом об асимметрии Вселенной по отношению к веществу

и антивеществу в связи с нарушением комбинированной четности — CP — в слабых распадах нейтральных каонов.

В 50-е гг. прошлого столетия были обнаружены странные частицы, которые рождались по каналу сильных взаимодействий очень быстро, за 10^{-24} с, а распадались слишком медленно, по каналу слабых взаимодействий, за время 10^{-10} с. В дальнейшем эта «странность» поведения странных частиц была разрешена на уровне кварковой модели в связи с открытием странного s-кварка: s-кварк явился той частицей, которая отвечала за «странность» поведения странных частиц.

Однако загадкой оставались «тау- и тета-частицы»: одна и та же частица распадалась по-разному на 2 пиона и 3 пиона. Почему одна и та же частица электрически нейтральная и с одной и той же массой распадается на 2 пиона и 3 пиона?

«Загадкой тау- и тета-частиц» стали интересоваться Ли и Янг: они пришли к выводу о том, что «тау и тета» (нейтральный каон) — не две самостоятельные частицы, а два обличия одной и той же частицы — каона.

Тогда каон, распадающийся на 2 пиона, называли короткоживущим, а каон, распадающийся на 3 пиона, называли долгоживущим, время его распада превышало в сотни раз время распада короткоживущего каона.

Проблему короткоживущих и долгоживущих каонов стали активно исследовать Д. Кронин и В. Фитч в Брукхейвене: после тщательных исследований этих короткоживущих и долгоживущих каонов в эксперименте они (Кронин и Фитч) пришли к неожиданному выводу о том, что и долгоживущие каоны распадаются на 2 пиона, а не на 3 пиона. Следовательно, каоны (краткоживущие, распадающиеся на 2 пиона, и долгоживущие, распадающиеся на 2 пиона и на 3 пиона) являются двумя обличиями одной и той же частицы: они не являются двумя самостоятельными частицами, а двумя обличиями одной и той же частицы. Так было экспериментально обосновано Д. Кронином и В. Фитчем CP -несохранение, за что они были удостоены Нобелевской премии через 16 лет после их открытия в 1964 г.

Парадокс симметрии и асимметрии

Итак, мы в этой части нашей работы рассмотрели философское значение трех теоретических обобщений — электрослабой теории, КХД и Большого объединения, основополагающими принципами построения структуры которых были:

- 1) локальная калибровочная симметрия;
- 2) спонтанное нарушение симметрии и действие механизма Хиггса;
- 3) константы связи, определяющие силу взаимодействий, генерируемую зарядом.

Эти теоретические обобщения физики частиц по существу в философском видении есть дорога с двухсторонним движением.

1. Построение их есть движение от настоящего к далекому прошлому самой ранней эпохи Большого взрыва и рождения нашей Вселенной: все эти калибровочные теории (электрослабая, КХД и Большое объединение) — теоретическая реконструкция генезиса и истории рождения и становления мира микрочастиц после Большого взрыва и инфляционной стадии молодой Вселенной. Эта теоретическая реконструкция генезиса и истории микрокосмоса представляет собой движение теоретической мысли от менее высокой симметрии к более высокой симметрии при более высокой энергии.

2. Обратное движение теоретической мысли по реконструкции становления микрокосмоса осуществляется через спонтанное нарушение симметрии и действие механизма Хиггса, которые являются принципами конкретизации многообразия и разнообразия частиц микромира: это обратное движение теоретической мысли представляет собой переход от более высокой симметрии при высоких энергиях к все менее и менее высокой симметрии при низких энергиях.
3. Движение теоретической мысли ко все более высокой симметрии при высоких энергиях и обратное движение к низкой симметрии при низких энергиях связаны с изменением констант связи:
 - 1) высокая симметрия при высоких энергиях связана со слиянием констант связи;
 - 2) менее высокая симметрия при низких энергиях связана с разделением констант связи;
 - 3) константы связи, определяющие силу взаимодействия между частицами, не являются неизменными: они изменчивы.

Поэтому симметрия, а также спонтанное нарушение симметрии, являются основными руководящими принципами теоретического мышления при построении обобщающих теоретических моделей в физике частиц: они являются структурообразующими и системообразующими принципами теоретического мышления.

Природа симметрична при всем своем многообразии и разнообразии, многокрасочности и многоцветности: симметрия — закон бытия природы. Симметрия как единство противоположностей не есть нечто статичное. Она есть живое единство конкретных противоположностей. Разрушителем этого «живого» единства конкретных противоположностей является спонтанное нарушение симметрии, функция которого заключается в воссоздании новой, более низкой или более высокой симметрии: спонтанное нарушение симметрии — это не просто разрушитель, но и одновременно созидатель вместе с механизмом Хиггса.

Поэтому природа и симметрична, и спонтанно ее симметрия нарушается: в этом суть развития бытия природы.

Природа не только симметрична и спонтанно ее симметрия нарушается: она асимметрична. Если симметрия — единство противоположностей (например, пара «частица — античастица» или неразличимость левого и правого и т. д.), то асимметрия — лишенность этого тождества противоположностей (например, асимметрия Вселенной по отношению к веществу и антивеществу, кварковая асимметрия, лептонная асимметрия, барионная асимметрия и т. д.).

В философском ракурсе значимость (познавательная и методологическая) и ценность (мировоззренческая) категории асимметрии не меньше, чем категории симметрии или спонтанного нарушения симметрии (СНС): система категорий симметрии, СНС и асимметрии в ее внутренней логике — незаменимая ценность для познания не только явлений микрокосмоса, но и макрокосмоса. Без триады категорий симметрии, СНС и асимметрии невозможно не только построение теоретических моделей о микрокосмосе, но и макрокосмосе, т. е. Вселенной: эта фундаментальная триада симметрии, СНС и асимметрии значима и для познания глубинных тайн микромира частиц, и для теоретической реконструкции генезиса и истории рождения и эволюции Вселенной.

Эта философская (не только, но и научная — микрофизическая и макрокосмологическая) триада служит в наших руках мощным методологическим «светильником»

139

для постижения тайн микрокосмоса и макрокосмоса (космос мы понимаем как упорядоченную Вселенную, по мнению Гесиода, возникающую из хаоса).

А в нашем понимании космос (микро- и макро-) возникает из сингулярности благодаря Большому взрыву и инфляции: космос как таковой есть нечто единое целое, не делимое реально и объективно на микро- и макро-. Микро- и макрокосмос — это единая неразделимая целостностная Вселенная: Вселенная — одна охватывающая в неразделимом и нерасщепимом едином целом микрокосмос и макрокосмос. Микрокосмос и макрокосмос — взаимопроникающие и взаимоопределяющие физические, космические и космологические структуры: образование крупномасштабной структуры Вселенной (галактики, звезды, скопления галактик, сверхскопления и т. д.) немисливо без облаков газа, состоящего из химических элементов (водород и гелий), молекул и атомов, протонов и нейтронов, электронов и нейтрино и т. д. Безусловно, определяющей силой этого образования является гравитационная сила, но в недрах звезд участвуют все нам известные силы взаимодействий — СВ, ЭМВ, СЛВ. Термоядерный синтез, происходящий в недрах звезд, немислив не только без силы гравитации, но и без сил СВ, СЛВ и ЭМВ: особенно исключительна роль сильного взаимодействия и слабого взаимодействия:

$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e.$$

Крупномасштабная структура Вселенной образуется во времени через 3—4 миллиарда лет после Большого взрыва. Однако физические предпосылки для образования этой космической и космологической структуры Вселенной формировались и конституировались с момента Большого взрыва и инфляции:

- 1) фундаментальные частицы — кварки и антикварки, лептоны и антилептоны и их силы взаимодействий — СВ, ЭМВ и СЛВ;
- 2) адроны и их силы взаимодействий — СВ, ЭМВ и СЛВ;
- 3) образование ядер, прежде всего легких — водорода и гелия, соответственно составляющих во Вселенной 75 % и 25 %;

4) рекомбинация как образование атомов, прежде всего водорода и гелия;

5) молекулы из атомов и образование химических элементов.

В целом можно этот период, длившийся почти больше миллиарда лет, рассматривать как период превращения плазмы в газ, который под действием силы гравитации образует космические и космологические структуры.

Мы выше рассмотрели проблему Большого объединения как теории синтеза трех взаимодействий — СВ, ЭМВ и СЛВ. Большое объединение предсказывает, как и почему наша Вселенная асимметрична по отношению к веществу и антивеществу. Это стало возможным благодаря нарушению фундаментальной симметрии между фундаментальными фермионами и антифермионами — кварками и антикварками, а также лептонами и антилептонами — в результате тотальной вселенской аннигиляции. Таким образом, фундаментальная симметрия между фундаментальными фермионами и антифермионами была самоуничтожена в огненном горниле тотальной вселенской аннигиляции: образовались из «избыточных» кварков и лептонов три асимметрии — кварковая, лептонная и барионная. Эта асимметрия стала основным материалом для формирования асимметрии Вселенной по отношению к веществу и антивеществу в целом: наша Вселенная вещественная без антивещества, однако макроскопическая

Вселенная асимметрична не только по отношению к веществу и антивеществу: она в целом и в фундаментальных параметрах (стрела времени, возрастание энтропии, расширение Вселенной, процессы распада в слабых взаимодействиях, апричинность, запаздывание излучения и т. д.) асимметрична. Это по существу та проблема, над которой размышлял еще Л. Больцман, который считал, что макроскопический мир асимметричен, тогда как микроскопический мир, состоящий из атомов, симметричен в целом. Иными словами, Л. Больцман видел и чувствовал парадоксальность (антиномичность, амбивалентность) двух миров — макроскопического и микроскопического (Л. Больцман под микроскопическим миром понимал лишь уровень атомов, из которых состоят молекулы: он не знал и не мог знать о внутреннем строении и структуре атома).

Тем не менее даже большая ошибка великих людей, по словам Н. Бора, содержит долю великой истины. Для нас в данном случае не имеет значения, как Л. Больцман разрешил этот великий парадокс между двумя мирами — макроскопическим и микроскопическим. Важно другое: он поставил фактически впервые проблему асимметрии макроскопической Вселенной и симметрии микроскопической Вселенной.

По существу парадокс асимметрии Вселенной в крупномасштабной ее структуре и симметрии микромира частиц оставался неразрешенным и незыблемым: Вселенная была расколота и расщеплена на асимметрию и симметрию.

Эта идея расколотости единой и целостной Вселенной как суперсистемы на асимметричную макроструктуру и симметричную микроструктуру служила господствующим мировидением в сознании большинства не только философов, но и физиков до середины 50-х гг. прошлого века, т. е. до 1957 г., когда впервые в микромире дало основательную трещину несохранение зеркальной симметрии.

Многие ученые физики, уже не говоря, о философах, считали, что мир микрочастиц абсолютно симметричен: в нем незыблемо и нерушимо господствуют симметрии пространственной P -четности, зарядового сопряжения между частицами и античастицами C и обращение времени как святая святых T .

Пространственная четность P как закон абсолютного паритета левизны и правизны в микромире считалась нерушимой до середины 50-х гг. прошлого века.

Неразличимость правого и левого считалась нерушимым принципом природы, поэтому заслуга двух выдающихся китайских физиков Ли и Янга, работавших с 1946 г. в США, в Принстонском институте высших исследований, в котором в то время работал А. Эйнштейн, состоит в том, что они разрушили «неразрушимую» четность — P — в слабых взаимодействиях и тем самым они положили начало крушения незыблемых принципов симметрии в микромире. До этого в течение более тридцати лет, с 1925 г., с момента формулирования Э. Вигнером симметрии P -четности, до 1957 г., считали, что мир микрочастиц является неприступной крепостью для асимметрии: он являлся несокрушимым бастионом симметрии. (Этим двум молодым китайским ученым Ли и Янгу читали лекции великие физики XX в. Э. Ферми и С. Чандрасекар, который после вручения Нобелевской премии Ли и Янгу сказал: все мои первоклашки стали Нобелевскими лауреатами. А самому С. Чандрасекару вручение Нобелевской премии произошло только через 50 лет после его знаменитой работы в начале 30-х годов XX в., в которой он сформулировал так называемый «предел Чандрасекара».)

Поэтому совершенно не случайно, что в своей известной статье «Сингулярности и асимметрия по времени» известный физик-космолог Р. Пенроуз снова поднимает ту проблему, над которой так размышлял и бился великий Л. Больцман.

«Локальные физические законы, известные и понятные нам, все симметричны по времени. И все-таки на макроскопическом уровне наблюдается явная асимметрия по времени. Действительно, можно указать ряд на первый взгляд различных макроскопических стрел времени.

...Итак, я позволю себе, — пишет Р. Пенроуз, — перечислить семь, по-видимому, независимых стрел... распад K^0 -мезона, квантово-механические наблюдения, общий рост энтропии, запаздывание излучения, психологическое время, расширение Вселенной и соотношение черных и белых дыр» (Р. Пенроуз. Сингулярности и асимметрия по времени // Общая теория относительности: Сб. статей / Под ред. С. Хокинга, В. Израэля. Пер. с англ. М.: Мир, 1983. 233 с).

Из этой цитаты статьи Р. Пенроуза мы выделим пока только два положения, которые нас интересуют:

1. Парадокс между симметричными локальными физическими законами и асимметрией, лежащей в основании всех этих симметричных законов: все законы классической механики, СТО и ОТО Эйнштейна, в том числе законы квантовой механики, симметричны, хотя время на уровне макромира необратимо течет асимметрично от прошлого к будущему. Значит, Р. Пенроуз раскрыл ту философскую идею о том, что природа скрывает за симметрией локальных физических законов в своей глубине семь фундаментальных стрел асимметрии.
2. Вселенная на макроуровне современного состояния асимметрична: 1) по отношению к веществу и антивеществу; 2) по отношению к расширению Вселенной; 3) по отношению ко всеобщему росту энтропии и т. д., как об этом пишет Р. Пенроуз в своей статье «Сингулярности и асимметрия по времени».

В этой связи стоит кратко еще раз напомнить о парадоксе между симметрией и асимметрией, которая всегда скрывается в глубине симметрии: двуспиральная молекулярная структура ДНК представляет собой асимметричную левовинтовую спиральность, а красная роза симметрична в своем совершенстве — красоте и гармонии.

Общеизвестно, что все молекулярные структуры живой материи асимметричны: они обладают либо левовинтовой спиральностью, либо правовинтовой спиральностью. Поэтому эти асимметричные молекулярные структуры живой материи усваивают только те вещества, которые адекватно отвечают их (левовинтовой или право-винтовой) спиральности.

Асимметрия живых существ и организмов предназначена для борьбы с возрастанием энтропии и, следовательно, с увеличением в окружающем их мире беспорядка и хаоса: жизнь — это борьба с неупорядоченностью.

Еще об одном парадоксе между симметрией и асимметрией. Как известно, макропространство-время асимметрично в расширяющейся и реколлапсирующей Вселенной. Однако их свойства симметричны — однородность и изотропность пространства и однородность времени, и поэтому законы сохранения импульса, момента количества движения и энергии симметричны: законы физики симметричны как выражение этих принципов симметрии — однородности и изотропности. Следовательно, в глубине симметрии мира природа скрывает асимметрию.

А какова философская природа микромира?

Здесь нам необходимо остановиться более подробно на распаде K -мезона, на который указывает Р. Пенроуз как на фундаментальную стрелу асимметрии на уровне

мира микрочастиц. Необходимо отметить и подчеркнуть, что мир микрочастиц есть микромир двухуровневый:

1. Первый уровень его — уровень сильных (адронных) и электромагнитных взаимодействий: это уровень адронной и лептонной материи. На этом уровне все спокойно и симметрично: в сильных адронных и электромагнитных взаимодействиях все принципы симметрии — P , C , T , CP сохраняются: в мире этих взаимодействий нерушима зеркальная симметрия как неразличимость левизны и правизны, незыблема симметрия «частица — античастица» и, конечно же, абсолютно несокрушима T -инвариантность как симметрия обращения времени.
2. Второй уровень мира микрочастиц представляет собой более глубокий и ниже лежащий, чем уровень адронной и лептонной материи: этот уровень — уровень царства слабых взаимодействий. Это царство слабых взаимодействий представляло собой, как мы уже отмечали, до середины 50-х гг. XX в. неприступную крепость для асимметрии. Оно было бастионом нерушимых принципов симметрии — P , C , T и CPT .

Как мы уже писали, начало разрушения этого несокрушимого бастиона симметрии положили Ли и Янг, а окончательно завершили разрушение этого бастиона симметрии два американских физика Джеймс Кронин и Вела Фитч, работавшие в Брукхейвене.

В 50-е гг. с открытием и экспериментальным обнаружением новых, странных частиц перед физиками встала одна удивительная загадка «тау- и тета-частиц»: одна и та же частица (т. е. K^0 -мезон или каон) распадалась по-разному: на два π -мезона или на три π -мезона. Каон — электрически нейтральная частица, и с одинаковой массой странным образом она распадалась на 2 π -мезона и 3 π -мезона: каоны, распадающиеся на 2 π -мезона, называли короткоживущими, потому что они очень быстро распадались, а каоны, распадающиеся на 3 π -мезона, называли долгоживущими, потому что они очень медленно, в сотни раз дольше распадались.

Ли и Янг «тау- и тета-частицы» считали не двумя самостоятельными частицами, а двумя обличиями одной и той же частицы: одна и та же частица проявляется в двух обличиях.

В 1963 г. загадкой каонов — короткоживущих и долгоживущих — заинтересовались Д. Кронин и В. Фитч, и через год они написали статью, в которой удивили мир физиков сообщением о том, что и долгоживущие каоны распадаются — очень редко, один случай из 1 000 событий, — на 2 пиона, а не на 3. Так Кронин и Фитч подтвердили экспериментально предположение Ли и Янга о том, что «тау- и тета-частицы» не есть две самостоятельные частицы и античастицы, а два обличия одной и той же частицы.

Так было установлено несохранение в слабых взаимодействиях комбинированной CP -четности — свергнуты со своего пьедестала не только симметрии P и C , но и CP -симметрия: CP -несохранение явилось крушением надежды физиков на сохранение комбинированной симметрии пространственной четности P и зарядового сопряжения C .

CP -несохранение имело далеко идущие последствия: оно связано также с необходимостью сокрушения со своего бастиона симметрии T -инвариантности.

В результате взятия неприступной крепости для асимметрии и сокрушения несокрушимого бастиона симметрии — P , C , CP и T — мир микрочастиц на глубоком

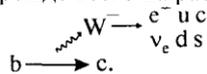
фундаментальном уровне слабых взаимодействий предстал перед удивленным взором человечества не только «кладбищем» низвергнутых принципов симметрии, но и асимметричным: в нем можно теперь отличить правое от левого и, наоборот, левое — от правого; частицы могут существовать без своих античастиц; время там, в глубине слабых взаимодействий, течет стрелой необратимым образом.

Одним словом, в мире слабых взаимодействий (как на уровне адронно-лептонном, так и на уровне кварк-лептонном) установилось царство асимметрии. Значит, и здесь, в мире микрочастиц, в основе симметрии лежит асимметрия: асимметрия — нечто глубинное, а симметрия является фактическим проявлением врожденной асимметрии материи.

Поэтому врожденное материи — асимметрия, а фактическое материи — симметрия: врожденное — нечто сущностное, а фактическое — нечто феноменологическое.

В последние десятилетия продолжались интенсивные исследования слабого распада каонов преимущественно на уровне их кваркового состава. Эти исследования действительно показали, что CP -несохранение глубоко связано с нарушением T -инвариантности. На самом глубоком фундаментальном уровне микромира, т. е. на уровне слабого распада фундаментальных фермионов — кварков и лептонов, — обнаруживается глубокая связь между CP -несохранением и нарушением T -инвариантности: на этом уровне слабого распада кварков очень редко, но наблюдается необратимость течения времени, т. е. асимметрия времени.

- Во-первых, кварковая конструкция каонов эволюционирует во времени, показывая, как отмечает автор книги «Антиматерия» (М., 2001) Г. Фрейзер — один из руководителей ЦЕРНа, — «возраст каона»;
- во-вторых, сравнение скорости превращения каонов в антикаоны со скоростью превращения антикаонов в каоны демонстрирует существенное различие между этими двумя скоростями, которые при сохранении T -инвариантности должны совпадать;
- в-третьих, ученые специалисты большую надежду возлагают на стрелу времени при распаде тяжелых кварков, прежде всего на распад b -кварка на c -кварк:



Здесь, естественно, возникает интересный философский вопрос: почему природа «прячет» асимметрию в своих самых глубинных тайниках, а симметрия всегда некое внешнее, фактическое существование этой глубинной асимметрии?

Асимметрия есть некое внешнее проявление врожденной нестабильности материи вообще: материя по своей сущностной природе нестабильна. Сущность ее, как отмечает Ш. Глэшоу, не в стабильности, а в нестабильности.

Нестабильность материи — самый нижний, глубокий уровень, представляющий собой некое единство квантового хаоса и квантовых флуктуаций: она проявляется как турбулентность через случайность. Однако турбулентность как квантовый хаос включает аттракторы, которые представляют собой глубинные высокоупорядоченные структуры.

Асимметрия — однонаправленное по времени проявление этой нестабильности материи: асимметричны распад каонов и вообще все слабые распады фундаменталь-

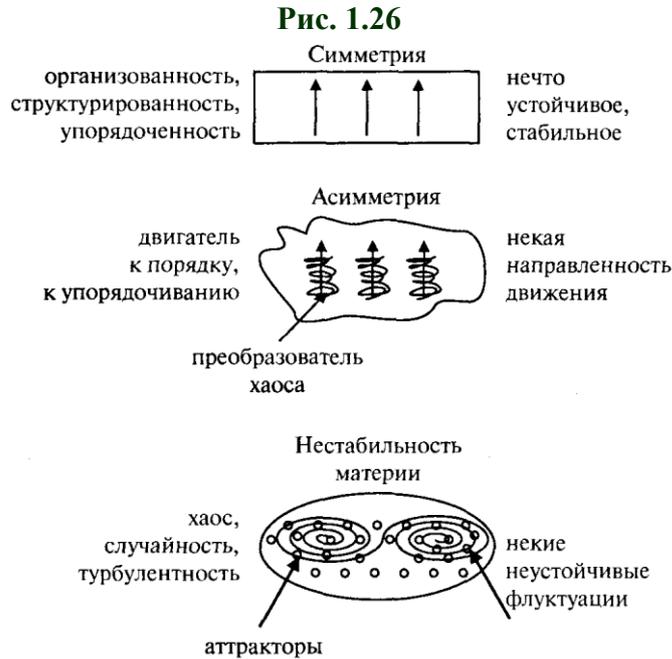
ных фермионов — кварков и лептонов. Все тяжелые кварки так или иначе распадаются на более легкие кварки:

$$t \longrightarrow b \longrightarrow c \longrightarrow s \longrightarrow d \longrightarrow u\text{-кварк.}$$

Такая же ситуация с лептонами: тяжелые лептоны распадаются на легкие:

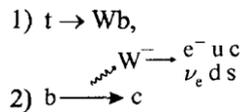
$$\tau \text{ (тау-лептон)} \longrightarrow \mu^- \longrightarrow e^-$$

и т. д.



Одним словом, все фундаментальные фермионы — кварки и лептоны — подвержены слабым взаимодействиям на самом глубоком фундаментальном уровне строения и структуры материи: чем мы глубже проникаем вглубь материи от стабильности атома и ядра, от адронной материи — к материи фундаментальных фермионов, тем отчетливее проявляется и тем яснее наблюдается нестабильность материи вообще.

И даже когда мы спустимся от уровня электромагнитных и сильных (радиус 10^{-13} см) взаимодействий к уровню слабых распадов (радиус 10^{-17} см) фундаментальных фермионов и бозонов, совершенно отчетливо наблюдается асимметрия как фактическое проявление врожденной нестабильности материи: врожденная нестабильность материи проявляется в фактической асимметрии слабых распадных процессов:



Все эти и другие слабые распадные процессы по времени асимметричны и необратимы: мы не можем получить из легких фундаментальных фермионов и бозонов более тяжелые.

Следовательно, материя на самом глубоком фундаментальном уровне скрывает асимметрию как фактическое сущее своей врожденной нестабильности: асимметрия в философском ракурсе есть фактическое сущее врожденной нестабильности материи.

Таков философский смысл распада каонов как первой асимметрии из семи знаменитых стрел по времени Р. Пенроуза: асимметрия так же, как и симметрия, — конструктивные принципы самоорганизации материи. Поэтому их назначение (как познавательное, так и реально-объективное) заключается в самоорганизации материи, в ее конструктивном структурировании и структурализации объектов как микромира, так и макрокосмоса. Поэтому в реальной расширяющейся и реколлапсирующей Вселенной функция этих конструктивных принципов симметрии и асимметрии исключительно важна и существенна: они являются принципами самоорганизации материи.

Следует отметить, что как в познавательном процессе, так и в реальном мире симметрия и асимметрия постоянно меняются местами: они являются принципами конструирования как реального мира, так и познавательной картины об этом мире.

Мы выше видели, как фундаментальная симметрия между фундаментальными фермионами и антифермионами была нарушена в актах тотальной аннигиляции их в самую раннюю эпоху молодой Вселенной: результатом «самоуничтожения» этой фундаментальной симметрии явилась барионная асимметрия нашей Вселенной.

В этой связи нам представляется уместным еще раз обратиться к идейному наследию академика А. Д. Сахарова, к его философским размышлениям и видению происхождения Вселенной в результате Большого взрыва.

Это был 1964 г. Он был исключительно плодотворным и особым, до предела насыщенным великими открытиями, годом. Каждый месяц приносил все новые и новые, неожиданные и внезапные открытия, которые были не только впечатляющими, но и захватывающими и дух, и наше воображение.

М. Гелл-Манну и Д. Цвейгу принадлежит построение кварковой модели, которая превращается в КХД в результате введения О. Гринбергом цвета как антиколлапсирующей силы. 1967 год можно назвать годом открытия пульсара как нейтронной звезды учеными Беллом и Хьюшем из Кембриджа, плотность материи которой составляет триллион тонн в одном кубическом сантиметре. Этот год был годом осознания и понимания главной тайны жизни — двуспиральной молекулярной структуры ДНК, открытие которой принадлежит двум молодым ученым — Джону Уотсону (США) и Фрэнсису Крику (Англия): открытие ими было сделано 10 лет назад, но Нобелевская премия была вручена шестерым, ибо разгадка тайны жизни настолько была ошеломляющей и долгожданной. И все же самым фундаментальным открытием не только 1964 г., но и XX в. явилось случайное экспериментальное обнаружение двумя американскими учеными Арно Пензиасом и Робертом Вилсоном космического микроволнового чернотельного фона, т. е. реликтового излучения как электромагнитного, идущего к нам с Большого взрыва изотропно со всех направлений и т. д. и т. п.

И вот в такой духовной атмосфере стал размышлять А. Д. Сахаров о *CP*-несохранении и асимметрии Вселенной по отношению к веществу и антивеществу: для него была загадкой эта асимметрия Вселенной. Почему и как образовалась эта

асимметрия вопреки закону симметрии закона зарядового сопряжения — C ? На основе CP -несохранения А. Д. Сахаров считал:

- 1) скорость Большого взрыва была больше скорости света и в соответствии с ней скорость рождения частиц и античастиц была также больше c : в результате этого частицы и античастицы не смогли аннигилировать;
- 2) затем молодая Вселенная резко похолодала в 10 миллиардов раз: началась тотальная вселенская аннигиляция частиц и античастиц, в огненных актах которой были они самоуничтожены;
- 3) миллиарду античастиц соответствовал миллиард частиц + 1 протон: эти миллиарды частиц и античастиц бесследно «сгорели» и превратились в фотоны, и остался 1 протон: соотношение их стало — 1 протону 10^9 фотонов, т. е. миллиард.

Так, по А. Д. Сахарову, возникла барионная асимметрия и, следовательно, асимметрия Вселенной по отношению к веществу и антивеществу.

В этой связи мы еще раз остановим свое внимание на концепции А. Д. Сахарова о возникновении и образовании барионной асимметрии, над проблемой которой он серьезно работал в 1964—1967 гг.

1. Он придерживался теории Большого взрыва Г. Гамова. Однако он считал, что скорость Большого взрыва была больше скорости света. Поэтому скорость рождения частиц и античастиц также была больше скорости света: частицы и античастицы обладали сверхрелятивистскими скоростями. Это обстоятельство привело к тому, что частицы и античастицы не могли сталкиваться и вступить в аннигиляцию.
2. Частицы и античастицы рождались симметрично: миллиарду античастиц соответственно рождался миллиард частиц + один протон. Происходит резкое похолодание Вселенной: она в десятки миллиардов раз похолодела и тем самым создалось условие для аннигиляции частиц и античастиц. В этой тотальной вселенской аннигиляции все фермионы — кварки и лептоны — и антифермионы — антикварки и антилептоны — самоуничтожились: в огненном горниле аннигиляции «сгорели» все кварки и лептоны. Остались лишь «избыточные кварки» и «избыточные лептоны»: протоны и нейтроны были образованы из «избыточных кварков».

Так образовалась барионная симметрия.

Глава 3. Теория суперструн как теория всего сущего (ТВС)

§ 1. Теория всего сущего (ТВС) Суперсимметрия

Мы уже отмечали, что суперсимметрия — это совершенно новый вид симметрии, коммутатор которой переводит фермион в бозон и, наоборот, бозон в фермион. Таким образом, существует полная симметрия между фермионом и бозоном. Суперсимметрия есть такая фундаментальная симметрия, какой является симметрия между частицей и античастицей. Так, мы имеем полную симметрию между частицами и античастицами: частицы и античастицы подчиняются одному и тому же закону. В природе существует только один закон для частиц и античастиц, поэтому возможна смена системы частиц системой античастиц и наоборот: в этом состоит смысл полной симметрии между частицей и античастицей.

Основной смысл стандартной модели физики элементарных частиц — $SU(3) \otimes SU(2) \otimes U(1)$ — заключается в полной симметрии между кварками и лептонами: кварки и лептоны находятся в одном мультиплете и они взаимопревращаемы. Мы все же считаем, что установление полной симметрии между кварками и лептонами значительным достижением группы $SU(5)$.

- Во-первых, при низких энергиях лептоны абсолютно несравнимы и несоизмеримы по силе и интенсивности с кварками.
- Во-вторых, лептоны (их шесть: e^- и ν_e ; μ и ν_μ ; τ и ν_τ) симметричны по количеству шести кваркам: в природе существует симметрия между количествами лептонов и кварков. Шести лептонам количественно соответствует шесть кварков и наоборот (эта идея была сформулирована физиками в 1956 г. на Конференции высоких энергий в г. Киеве).
- В-третьих, фундаментальная значимость полной симметрии между кварками и лептонами объясняется прежде всего тем, что кварки и лептоны на сегодняшний день рассматриваются как фундаментальные частицы, т. е. как точечные, далее неделимые, даже при высоких энергиях остающиеся частицы: практически с помощью шести кварков (u, d, s, c, b и t) и трех цветов (красный, зеленый и синий) можно описать многоликий мир адронов как частиц, участвующих в сильных ядерных взаимодействиях и объяснить его. Из полной симметрии между кварками и лептонами, т. е. их взаимопереходимости при очень высоких энергиях 10^{15} ГэВ, следует логический вывод об относительности понятия фундаментальности кварков и лептонов: если кварки и лептоны взаимозаменяемы, то естественно напрашивается вывод о более глубоком сущем, феноменами которого являются кварки и лептоны; таким сущим могут быть преоны, солитоны или суперструны (о них мы будем ниже писать).

Поэтому естественно стремление физиков к поиску более глубинного уровня суперсимметричных частиц, выступающих в качестве суперпартнеров нам известным элементарным частицам: между миром нам известных элементарных частиц и миром суперсимметричных суперпартнеров существует полный изоморфизм, т. е. однозначное соответствие между частицами и суперпартнерами их.

Основная философская идеология суперсимметрии, на наш взгляд, заключается в полной симметрии между частицами и их суперсимметричными суперпартнерами: в этой полной симметрии раскрывается философия материального единства мира. Но мир не только один в своей глубинной сущности, но он многолик, многообразен и многоспектрален: мир и един, и различен.

Симметрия — всегда выражение единого, а нарушение симметрии есть выражение множественности: единое — нечто ноуменальное, а множественность — нечто феноменальное. Поэтому симметрия неизбежно должна нарушаться: симметрия ноумена должна нарушаться, чтобы оправдаться (т. е. верифицировать) в феноменологии. Поэтому путь научного познания есть всегда движение от феноменологии к ноуменологии и от нее снова к феноменологии: от фактов к построению теоретической модели и от нее снова к феноменам, чтобы объяснить их и понять.

Суперсимметрия, в конечном счете, есть: во-первых, теоретическая попытка поиска более глубокого уровня строения материи, чем кварковый; во-вторых, попытка, рассматривая кварковый уровень как феноменологический, объяснить бытие кварковой материи и понять ее природу: все элементарные частицы как феномены сопряжены со своими суперсимметричными суперпартнерами как ноуменальными сущностями; в-третьих, главная цель суперсимметрии все же заключается в едином синтезе всех четырех типов фундаментальных взаимодействий — электрослабых, сильных цветных и гравитации. История развития физики элементарных частиц и сил их взаимодействий такова, что, во-первых, каждый тип сил взаимодействий частиц изучался и исследовался отдельно от всех других; во-вторых, всегда на протяжении всей истории развития физики элементарных частиц гравитация находилась в стороне от этой истории: без гравитации и вне ее абсолютно невозможно и немыслимо единое описание природы.

В порядке философского раздумья и размышления можно предположить, что суперсимметричные суперпартнеры (сэлектрон, снейтрино, скварки, фотино, глюино, вино, зино и особенно гравитино) не могут ли выступать кандидатами на роль суперчастиц «темной» материи: не связана ли гравитация с «темной» материей? Если гравитино как суперпартнер гравитона может оказаться кандидатом на роль суперчастицы «темной» материи, то мы сделаем еще важный шаг к более глубокому представлению о гравитации как универсальной силе взаимодействий как в космосе, так и микромире. Гравитация — единственная сила из всех четырех типов взаимодействий, без познания которой невозможно и немыслимо создание единой картины миропонимания, абсолютно исключено построение единой всеобщей физической теории обо всем: единое во всем и все в одном.

Заканчивая суперсимметрию, отметим следующие моменты:

- 1) суперпартнеры в одном суперсимметричном мультиплете тождественны друг друга: они симметричны, потому что они взаимопереходимы и взаимопревращаемы;
- 2) частицы и суперпартнеры образуют суперполя, которые существуют в суперпространстве, где разыгрывается их драма, т. е. порождение их друг друга и их распад;

- 3) при сохранении пространственной четности P суперсимметричные частицы рождаются парами, тяжелые суперсимметричные частицы распадаются на легкие, а самая легкая остается стабильной, и поэтому эта легкая стабильная частица может быть кандидатом на роль суперчастицы «темной» материи;
- 4) «пустыня» между высокими энергиями 10^{15} ГэВ и планковским масштабом 10^{19} ГэВ может оказаться совсем не «пустыней»: в ней полным-полно новых, нам неизвестных сверхсильных сил и экзотических частиц. В этом случае кварки, лептоны, бозоны — W^\pm и Z^0 и др. — перестанут быть фундаментальными и они могут быть образованы при чудовищно сверхсильных взаимодействиях из суперструн: все нам известные элементарные частицы предстанут как проявления суперструн;
- 5) таков уж наш мир бесконечности в своей сущности, скрывающий от нас свои сокровенные тайны, которые расколдовывает наш разум.

Супергравитация

И все же при всех впечатляющих достижениях одна ключевая проблема остается неразгаданной: безусловно, такой осевой проблемой является проблема супергравитации. Без супергравитации не может идти речи о полном единении ФЭЧ и современной космологии: теорией этого полного единения должна стать квантовая гравитация.

Многие фундаментальные проблемы космологии и ФЭЧ находятся в тупиковой ситуации из-за отсутствия теории квантовой гравитации. Поэтому проблема создания теории квантовой гравитации является ключевой проблемой и для космологии, и для ФЭЧ.

В этом отношении суперсимметрия, включающая и супергравитацию, является важным шагом в направлении полного единения ФЭЧ и космологии: и все-таки главная цель философского понимания мира в большом и малом состоит в осмыслении глубочайшего единства этого мира. Большое и малое — аспекты проявления этого одного мира: большое и малое взаимопроницаемы в своем единстве.

Почему же все-таки теория квантовой гравитации является ключевой проблемой самой космологии и физики элементарных частиц?

Потому что на стыке современной космологии и физики элементарных частиц возникла такая проблема, которая требует для своего решения формулирование единой теории квантовой гравитации: такой архисложной проблемой является проблема сингулярности как бесконечности плотности материи и искривленного пространства-времени. (Когда мы пишем о сингулярности, то имеем в виду физическую сингулярность, а не математическую бесконечность: физическая сингулярность как особое состояние не сводима к математической точке бесконечности.)

Мы уже отметили, что супергравитация есть часть суперсимметричной модели, ибо она (суперсимметрия) предполагает наличие частиц-суперпартнеров, претендующих на роль «темной материи»: в качестве претендентов-суперпартнеров на роль «темной материи» выступают гравитино, тяжелые нейтрино ν_μ и ν_τ , а может быть, аксионы, монополи и т. д.

Одним словом, для нас важно то, что суперсимметричная модель предполагает частицы-суперпартнеры, претендующие на роль «темной материи». В этом отношении супергравитация является неотъемлемой структурной компонентой суперсимметричной модели.

Однако наличие частиц-суперпартнеров «темной материи» — лишь одна сторона решения проблемы супергравитации: существует вторая ее сторона, не менее важная, чем первая сторона.

Супергравитация — теоретическая модель, основным требованием которой является объединение всех четырех типов взаимодействий — СВ, СЛВ, ЭМВ и ГВ — в единое, одно фундаментальное взаимодействие, результатом СНС которого выступали бы эти четыре типа взаимодействий: теоретическим основанием требования одного фундаментального взаимодействия является планковский момент, включающий следующие масштабы:

1. $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ, т. е. на 4 порядка выше, чем энергия стандартной модели ФЭЧ;
2. $l_{pl} = 10^{-35}$ см;
3. $t_{pl} = 10^{-45}$ с;
4. $T_{pl} = 10^{30}$ К;
5. 10^{94} г/см³ — масштаб планковской плотности материи.

Планковский момент — требование объединения четырех типов взаимодействий: три типа взаимодействий объединены в стандартной модели ФЭЧ —

$$SU_{(5)} \supset SU_{(3)} \otimes SU_{(2)} \otimes U_1.$$

В стандартной модели ФЭЧ осуществлены:

- 1) кварк-глюонные взаимодействия;
- 2) при энергиях 10^{15} ГэВ катастрофически ослабевает сила сильных взаимодействий и тем самым стало возможным объединение СВ с силой электрослабых взаимодействий;
- 3) поэтому стало возможным слияние всех трех сил взаимодействий — СВ, ЭМВ и СЛВ — в одну константу взаимодействий.

Следовательно, мы имеем, с одной стороны, предполагаемые суперсимметричной моделью частицы-суперпартнеры, претендующие на роль частиц «темной материи», а с другой стороны, планковский момент, основным требованием которого является объединение силы гравитационного взаимодействия с тремя другими силами взаимодействий. Однако вся основная трудность объединения гравитации со всеми другими типами взаимодействий заключается в чрезвычайно малом (т. е. незначительном) гравитационном эффекте — 10^{-39} на уровнях элементарных частиц и атомарном: на планковском моменте сила гравитационного эффекта резко должна возрастать и проявляться. Но эта надежда ученых-специалистов почти непроверяема из-за ограниченности разрешаемой способности современных ускорителей-коллайдеров. Тем более ни одна частица-суперпартнер, предсказываемая в суперсимметричной модели, экспериментально пока не обнаружена. Поэтому наше философское утверждение о супергравитации можно свести к следующим моментам:

Должна быть установлена суперсимметричная и супергравитационная трансформационная фермион-бозонная симметрия: должна быть осуществлена полная симметрия между всеми суперсимметричными частицами-суперпартнерами и супергравитационными частицами-суперпартнерами «темной материи».

Таким образом, суперсимметрия — суперсимметричная трансформационная фермион-бозонная симметрия:

фермион \leftrightarrow бозон.

Иными словами, как мы уже писали, суперсимметрия — взаимопереходимость фермионов и бозонов, как в стандартной модели ФЭЧ симметрия между кварками и лептонами означает их взаимопереходимость: отличие суперсимметрии заключается в трансформационной симметрии между фермионами и бозонами. Это первая существенная особенность суперсимметричной модели. А вторая существенная особенность состоит в полной симметрии между нам известными элементарными частицами и их суперпартнерами, при этом суперсимметрия заключается в симметризации фермиона с его суперпартнером — бозоном, а бозону симметрично соответствует суперпартнер — фермион. Так, например, гравитон со спином 2 — бозон, т. е. квант силы гравитационного взаимодействия, и ему симметрично соответствует его фермионный суперпартнер — гравитино.

Симметрия — идея инвариантности законов природы. В этом отношении идее инвариантности законов физических процессов соответствует спонтанно нарушение симметрии как разрушение этой инвариантности физических процессов: СНС — не просто разрушение инвариантности, а закономерный процесс (механизм) созидания нового многообразия, разнообразия и неоднородности.

Суперсимметрия и супергравитация при всех их впечатляющих значимостях все же остаются фундаментальными принципами симметрии, выражающими философию частиц (и, конечно, физику частиц): все попытки объединения гравитации со всеми тремя силами взаимодействий не увенчались успехом и не могут увенчаться успехом, ибо гравитон как квант — частица гравитационного поля — при взаимодействии с другими гравитонами приводит к неразрешимым бесконечностям: гравитация в принципе в рамках физики частиц (и, конечно, философии частиц) не может быть объединена с тремя силами взаимодействий.

Поэтому ученые специалисты по-инному подошли к решению проблемы объединения гравитационного взаимодействия со всеми тремя взаимодействиями — СВ, ЭМВ и СЛВ: философия частиц (и, конечно, физика частиц) была заменена философией суперструн (и физикой суперструн).

Первая суперструнная революция как великое объединение всех четырех сил взаимодействий произошла в середине 70-х годов прошлого века и связана с именами Грина и Шварца, которые установили, что в спектре мод резонансных колебаний струн существует мода колебаний струны, связанная с безмассовой частицей со спином 2: этой частицей, как известно, является гравитон как безмассовая частица со спином 2, движущаяся со скоростью света.

Таким образом, три силы взаимодействия — сильная и электрослабая объединены в стандартной модели ФЭЧ как Большом объединении, в которое не включена гравитация: она в принципе не может быть включена в Большое объединение как объединении философии частиц.

Великое объединение, в отличие от Большого объединения, основано не на философии частиц, а на суперструнной философии: в Великом объединении все частицы и все силы их взаимодействия обусловлены модами резонансных колебаний суперструн. Фундаментальной природой всех частиц, в том числе и гравитона, и их сил взаимодействий, в том числе и гравитационной, являются моды резонансных колебаний суперструн.

нансных колебаний струн. Эти моды резонансных колебаний струн не могут быть и не являются произвольными и случайными: определенной частице и силе ее взаимодействия соответствует вполне определенная мода резонансных колебаний струны.

Эти струны своими резонансными колебаниями создают и творят красоту и совершенство гармонии мира частиц и их сил взаимодействий, как скрипичная струна своими модами резонансных колебаний воспроизводит мир красоты и гармонии великих творений Бетховена, Шопена, Чайковского, Верди, Моцарта, Баха, Штрауса и многих других.

Суперструнная философия представляет собой фундаментальную и всеобщую платформу научно-теоретического описания, объяснения и понимания смысла и значимости мира микрочастиц и сил их взаимодействия.

Итак, четко вырисовываются калибровочные теории:

- 1) электродинамика Максвелла;
- 2) единая электрослабая модель (ЭСМ); 3) КХД;
- 4) стандартная модель ФЭЧ (т. е. теория Большого объединения);
- 5) теория всего сущего.

Стандартную модель ФЭЧ, если строго подойти к ней, нельзя рассматривать как теорию Великого объединения. Дело не только в том, что она оставляет в стороне от объединения гравитационные взаимодействия как универсальную силу, взаимодействующую со всей материей: нет материи, с которой она (т. е. сила гравитации) не взаимодействовала бы.

Поэтому вполне понятно, что теория, оставляющая гравитационные взаимодействия в стороне от объединительного процесса, не может считаться теорией Великого объединения.

Это — первое. А второе заключается в том, что для объединения всех четырех типов взаимодействий требуется уровень энергий планковского масштаба массы — $m_{pl}=10^{19}$ ГэВ.

Как отмечают ученые специалисты, уровень высоких энергий планковского масштаба $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ не может быть достигнут человечеством в ближайшие 1 000 лет: сейчас строятся ускорители, в которых максимальное достижение высоких энергий определяется 500-800 ГэВ.

Любая физическая теория, каким бы внутренним совершенством не обладала (т. е. физическим, математическим и логическим), ее истинность как внутренняя самосогласованность становится достоверной только, как отмечал А. Эйнштейн, в результате внешнего оправдания, т. е. экспериментального подтверждения.

Вообще перед человечеством стоят две проблемы в ФЭЧ: первая — необходимость создания теории всего сущего, т. е. фундаментальной теории объединения всех четырех типов взаимодействий; вторая — проблема проверки и верификации (т. е. подтверждения) фундаментальной теории в условиях научного эксперимента, т. е. в ускорителях (коллайдеры на встречных пучках и т. д.).

Поэтому главная трудность в ФЭЧ не в построении единой фундаментальной теории всех четырех типов взаимодействий, а в ее экспериментальной проверке и подтверждении.

Как отмечает в своей работе «Введение в теорию струн» М. Каку, единая фундаментальная теория может быть построена в ближайшие 50-100 лет, а экспериментальные ускорители частиц, возможно, человечеством будут построены через 500-1000 лет. В этом состоит великий парадокс нашей эпохи и в ФЭЧ: теория так или иначе может быть построена в течение ближайших десятилетий. Однако человеческая мысль не может ждать ее проверки и верификации 500-1000 лет, пока не появятся соответствующие ускорители частиц.

Какой выход из создавшегося парадоксального положения?

Один выход: необходимо создать такую единую фундаментальную теорию, симметрия которой спонтанно должна нарушаться. На этом вопросе стоит более подробно остановиться.

Каковы требования калибровочной теории, которая должна быть лишена бесконечностей и перенормируемой: теория должна быть перенормируемой — это главное требование калибровочной теории.

Кроме того, она должна содержать группу симметрии калибровочных преобразований: это есть требование сохранения заряда. Так, в электродинамике Максвелла сохраняется электрический заряд, а в электрослабой модели сохраняющимися величинами являются электрический заряд и нейтральные токи, носителями которых являются бозоны — Z^0 . В стандартной модели ФЭЧ — $SU(5)$ — сохраняющимися величинами являются кварковый и лептонный заряды.

Таким образом, кроме перенормируемости, фундаментальным требованием калибровочной теории является закон сохранения заряда. В калибровочных преобразованиях должен сохраняться заряд, т. е. симметрия заряда. (Как увидим, в КХД сохраняется закон цветового заряда и т. д.)

Какой же должен сохраняться заряд в единой фундаментальной теории всех четырех типов взаимодействий?

Во-первых, единая теория всех четырех типов взаимодействий должна прежде всего вбирать в себя стандартную модель ФЭЧ, где сохраняющимися величинами являются кварковый (т. е. цветовой) и лептонный (т. е. электрический) заряды: пока эти две величины рассматриваются как абсолютные законы сохранения. Но сохраняются ли на уровне высоких энергий планковского масштаба $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ эти заряды (т. е. кварковый и лептонный)?

Фундаментальная теория как теория всех четырех типов взаимодействий станет единой теорией всего сущего в том случае, если у нее также будет единая точка фундаментального объединения, в которой сольются все четыре константы взаимодействий, образуя общий знаменатель: у единой теории всего сущего должна быть единая одна константа сил взаимодействий. (Еще раз напомним: $\alpha_s = 1$, $\alpha_e = 10^{-2}$, $\alpha_w = 10^{-6}$ и $\alpha_g = 10^{-40}$.)

Гравитационная сила на уровне микрочастиц настолько мала, что ею можно пренебречь. Однако в единой фундаментальной теории всего сущего на уровне планковского масштаба $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ нельзя пренебречь константой гравитационных взаимодействий 10^{-40} : как считают ученые специалисты, выше планковского масштаба $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ, возможно, произойдет резкое возрастание значения константы гравитационных взаимодействий. Тогда возможно слияние всех четырех констант взаимодействий ($\alpha_s = 1$, $\alpha_e = 10^{-2}$, $\alpha_w = 10^{-6}$ и $\alpha_g = 10^{-40}$) в одну единую точку фундаментального объединения.

Но это предположение относится к уровню высоких энергий выше планковского масштаба $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ.

А при энергии ниже планковского масштаба $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ фундаментальная симметрия единого заряда должна спонтанно нарушаться:

1. Результатом спонтанного нарушения фундаментальной симметрии единой теории всего сущего должно быть отщепление силы гравитационных взаимодействий от трех остальных типов взаимодействий — СВ, СЛВ и ЭМВ.
2. В результате спонтанного нарушения фундаментальной симметрии наступает эпоха теории Большого объединения, т. е. эпоха стандартной модели ФЭЧ. Конец эпохи Большого объединения характеризуется отщеплением сильных цветных взаимодействий от электрослабых взаимодействий и наступает эпоха электрослабых взаимодействий.
3. Эпоха электрослабых взаимодействий — это эпоха экспериментального подтверждения электрослабой модели при 100 МэВ.

Следовательно, путем многократного СНС можно проверить фундаментальную теорию всего сущего. Поэтому, как отмечает Каку, самый сложный и трудный вопрос — это проблема не построения фундаментальной теории, а разработка теории механизма спонтанного нарушения симметрии и действия механизма Хиггса: только через механизмы СНС и Хиггса можно проверить фундаментальную теорию всего сущего. Поэтому единственным механизмом проверки фундаментальной теории объединения всех четырех типов взаимодействий являются теория СНС и механизм Хиггса. Тогда фундаментальная теория всего сущего остается фундаментальной на уровне энергий, достижимых в современных ускорителях частиц.

Значит, разработка теоретических принципов, идей и концепции СНС и действия механизма Хиггса — такая же актуальная и сложная задача, которой является само построение теории, ибо всякая построенная теория становится достоверной, если она операционально путем СНС и механизма Хиггса проверяется и доказывается в эксперименте, в том числе и компьютерном.

На роль единой фундаментальной теории на уровне планковской длины $l_{pl} = 10^{-33}$ см пока может претендовать и действительно претендует суперструнная теория, включающая прежде всего стандартную модель ФЭЧ и гравитон как квант гравитационного поля. Кроме того, она включает суперсимметрию и супергравитацию. Одним словом, теория суперструн пока одна претендует на роль «теории всего сущего»: все нам известные частицы и силы, их связывающие, а также теоретически предсказываемые суперпартнеры всех частиц и сил их взаимодействий суперструнная теория объясняет колебаниями струн, как колебания струны производят все краски и тончайшие звуки музыки, красоты, прекрасного и совершенства.

На роль супертеории всего сущего могут претендовать: 1) суперструнная теория; 2) преонная программа; 3) солитоновая теория. Так или иначе она должна быть фундаментальной на уровне планковского масштаба массы — $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ и соответственно $l_{pl} = 10^{-35}$ см, $t_{pl} = 10^{-40}$ с, $T_{pl} = 10^{30}$ К (температура), плотность материи 10^{94} г/см³. Этот планковский масштаб называют планковским моментом.

Такая фундаментальная теория всего единого сущего может быть построена в ближайшем десятилетии (или столетии). Однако для экспериментального подтверждения необходимы высокие энергии на уровне планковского масштаба. Но такого

уровня человечество не сможет достичь в ближайшие 500 или 1000 лет, если вообще возможно такое состояние энергии.

Некоторые ученые специалисты считают, что периметр ускорителя для экспериментальной проверки фундаментальной теории должен в несколько раз превосходить Солнечную систему.

Максимально достижимый современный уровень энергии определяется 1 000 ГэВ. Уровень энергий объединения единой теории электрослабых взаимодействий — 100 ГэВ, а для подтверждения стандартной модели ФЭЧ — $SU_{(5)}$ — необходим уровень высоких энергий 10^{16} ГэВ, который, как отмечают ученые специалисты, неосуществим в ближайшие 500-1000 лет.

Каков же выход?

Во-первых, если фундаментальная теория всего единого сущего истинна, т. е. она является фундаментальной калибровочной теорией, то она остается фундаментальной на уровне энергий, достижимых в современных ускорителях (коллайдеры); во-вторых, проблема экспериментального подтверждения фундаментальной теории — проблема разработки теории спонтанного нарушения симметрии, поэтому так важно сформулирование и построение такой фундаментальной теории, которая обладала бы механизмом спонтанного нарушения симметрии; в-третьих, в результате спонтанного нарушения симметрии фундаментальная теория должна превратиться в стандартную модель ФЭЧ, которая в свою очередь должна спонтанно нарушиться в единую теорию электрослабых взаимодействий — $SU_{(2)} \otimes U_{(1)}$: эта единая электрослабая теория подтверждена и подтверждается энергией, достижимой в современных ускорителях, — 100 ГэВ.

Поэтому экспериментальное подтверждение фундаментальной теории остается архипроблемой в силу того, что в ближайшие 500 или 1000 лет человечеством невозможно достижение уровня высоких энергий планковского масштаба. Значит, построение фундаментальной теории архиважно: она должна обладать свойством механизма СНС. Поэтому так важна и существенна разработка теории и механизма СНС.

Из трех теоретически предлагаемых моделей — суперструнной, преонной и солитоновой — наибольший шанс стать «теорией всего сущего» имеет суперструнная теория, первая революция которой связана с именами Грина и Шварца, которые в спектре мод резонансных колебаний струн нашли моду, связанную с безмассовой частицей со спином 2: это первая суперструнная революция, объединившая все четыре силы взаимодействий, в том числе гравитацию.

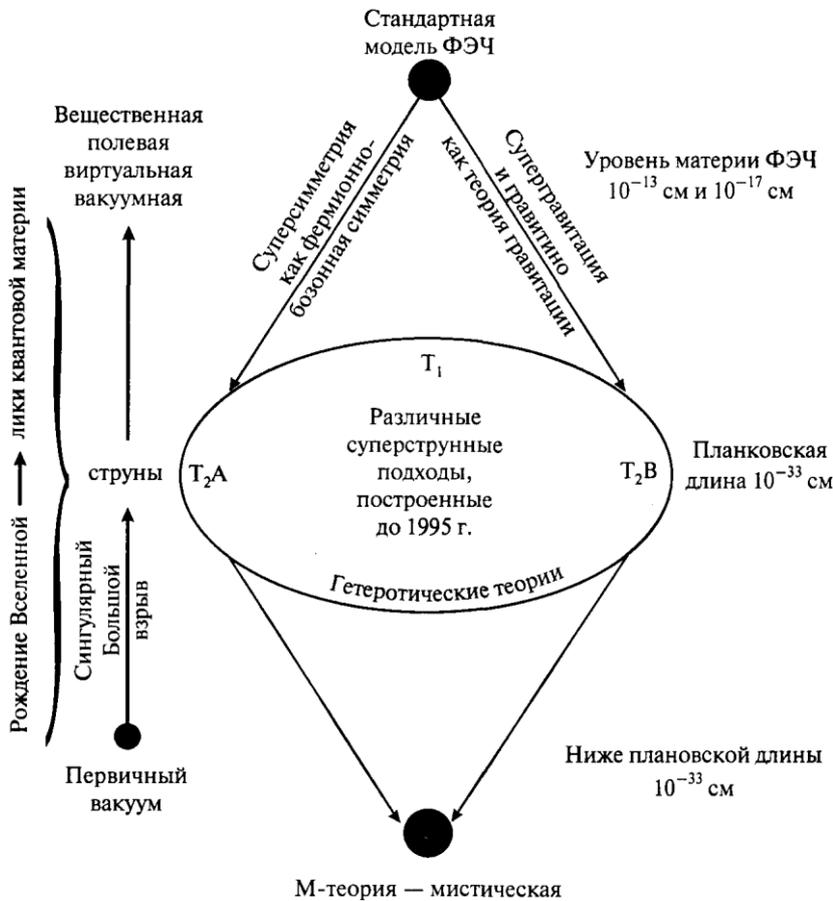
Вторая суперструнная революция произошла после некоторого спада интереса к теории суперструн в 1995 г., когда ведущий специалист Эдвард Виттен выступил в Университете Южной Калифорнии с заданным докладом «Суперструны-95», где он провозгласил идею дуальности: все до сих пор построенные и существующие теории суперструн, рассматриваемые специалистами как самостоятельные, не связанные между собой, дуальны, т. е. взаимноизоморфны. Все эти дуальные и взаимноизоморфные суперструнные модели не являются и не могут быть самостоятельными теориями: они являются различными подходами к поиску одной единой суперструнной теории, которую Э. Виттен называл «мистической» (а другие специалисты называли матричной, материнской).

Все теории (модели), которые нами рассмотрены в нашей работе, — не только теории ФЭЧ, но и теории космологии, без которых на современном уровне нельзя исследовать ни одной из фундаментальных проблем космологии, точнее, астрофизи-

ческой космологии: астрофизическая космология является поэтому великолепным синтезом передовых теоретических достижений современной ФЭЧ и космологии как науки о Вселенной в целом.

Астрофизическая космология является «законным бракосочетанием» (т. е. венчанием) теоретической ФЭЧ и космологии как науки о Вселенной в целом: отныне философия в современном значении и понимании не может и не имеет права обходиться без астрофизики Вселенной, когда ее предметом является Вселенная в целом.

Рис. 1.27



Этим утверждением мы несколько не намерены претендовать на подмену научного решения проблемы философским. Отнюдь нет и нет. Наша задача более скромная — философская разработка категориального смысла и значения эпистемологической и мировоззренческой роли и ценности таких категорий, как коллапс, реколлапс и антиколлапс, симметрия и СНС, бифуркация и катастрофа, диссипация и самоорганизация, хаос и порядок и т. д. и т. п. Одним словом, мы глубоко убеждены, что современная философия не может быть линейной: современная философия должна быть

нелинейной философией, впитывающей все самые современные достижения нелинейной динамики (теории хаоса, синергетики, фрактальной геометрии и т. д.).

1. В области физики частиц, астрофизики и космологии во второй половине прошлого (XX) века достигнуты впечатляющие результаты: построена стандартная модель физики элементарных частиц как Большое объединение трех сил взаимодействий — СВ и электрослабых взаимодействий. В стороне от этого объединительного процесса все еще остается гравитация. Строятся различные модели суперструнной теории, включающей и гравитон как квант гравитационного поля. Но самым замечательным фактом философии является конец философии частиц и начало суперструнной философии: бытие частиц определяется колебаниями суперструн как истинно фундаментальных. Отныне философия должна быть философией суперструн, колебания которых создают всю красоту и гармонию микромира, как струны музыкальных инструментов производят музыку Баха, Бетховена, Чайковского, Штрауса и т. д.
2. Не менее глубокие и удивительные открытия совершены во второй половине XX в. в области астрофизики: открыты белые карлики, пульсары как нейтронные звезды, черные дыры (звездные и сверхмассивные в ядрах активных галактик), квазары, светимость каждого из которых сравнима со светимостью целой галактики, состоящей из 100-200 миллиардов звезд. Все эти и другие открытия абсолютно невозможно философски осмыслить и понять без синергетических идей, законов и принципов: бифуркация, катастрофа, диверсификация и инновация, порядок и хаос, диссипация и диссипативные структуры, турбулентность и аттракторы (странные) и др.
3. Наиболее в философском аспекте осязаемые и неожиданные открытия произошли в современной космологии, предметом активного исследования которой является сингулярный Большой взрыв, «темное вещество» в короне галактик, космический вакуум с его антигравитацией, антигравитацией как причиной ускоренного расширения нашей Вселенной и т. п.

Наша Вселенная не только вещественная как асимметричная над антивеществом, но и вакуумная сфера, энергия которой составляет 70 % всей мировой энергии, а энергия «темного вещества» составляет лишь 30 % всей мировой энергии.

Главный философский вопрос все еще остается открытым: с одной стороны, открытие в самом конце ушедшего (XX) века космического вакуума с его антигравитацией, антигравитацией показало, что он является источником и причиной бесконечного и ускоренного расширения нашей Вселенной, а с другой — в конечном счете, через много миллиардов лет, Λ-член, как математически описывающий энергию космического вакуума, может «устареть», и тогда неизбежен Большой крах всей Вселенной и коллапс превратит ее в новую сингулярность № 2, чтобы все начинать снова.

Так или иначе, мы должны пересмотреть проблему материи как философской категории: она не может быть сводима к вещественности или к космическому вакууму как чистой, неизменной и постоянной в пространстве-времени энергии.

Для философского решения этой проблемы материи самой предпочтительной концепцией является Мега-Вселенная, состоящая из мульти-вселенных, одни из которых рождаются во взрыве, другие существуют, а третьи — умирают в результате коллапса, а материя при всех трансформациях мульти-вселенных остается самосохра-

няющейся. Лики ее постоянно и непрерывно изменяются, превращаясь во все новые рождающиеся и умирающие мульти-вселенные, а материя самосохраняется.

Поэтому концепция мульти-вселенных Андрея Линде в философском отношении предпочтительнее, чем концепция единственной нашей Вселенной во всем мироздании.

Как отмечает А. А. Старобинский (один из ведущих специалистов по астрофизике и космологии), существует возможность «старения» Λ -члена как математического описания космического вакуума с его антитяготением, тогда возможны коллапс всей нашей Вселенной и превращение ее в новую сингулярность № 2.

§2. Необходимость перехода от частиц к суперструнам

«Главный конфликт»

20-е гг. XX в. были годами создания квантовой механики и объединения ее принципов с требованиями специальной теории относительности: этот процесс объединения квантовой механики и специальной теории относительности продолжался в 30—40-е гг. XX в. Результатом этого объединения явилось создание квантовой теории поля, на основе которой в 40-е гг. была создана тремя выдающимися физиками — Р. Фейнманом, Джулианом Швингером и Синитиро Томонагой — квантовая электродинамика, которая стала образцом (эталон, парадигмой) построения квантовой хромодинамики в 60-е и в 70-е гг. и электрослабой теории, объединившей электромагнитные и слабые взаимодействия, которые на первый взгляд были абсолютно несовместимыми и взаимоисключающими.

Естественно желание физиков-теоретиков идти дальше в объединении квантовой хромодинамики и электрослабой теории в модели Большого объединения: так сконструирована была стандартная модель элементарных частиц как модель Большого объединения трех фундаментальных сил взаимодействий — СВ, ЭМВ и СЛВ.

В стороне от стандартной модели элементарных частиц оказалась гравитация, т. е. сила тяготения, играющая фундаментальную и основополагающую роль в мире галактик, звезд, скоплений галактик и сверхскоплений.

Общая теория относительности А. Эйнштейна — теория тяготения, основанная и построенная на законах и требованиях специальной теории относительности: теория тяготения Эйнштейна — самая красивая физическая теория, когда-либо построенная человеческим гением: она красива, потому что она проста. Ее простота заключается не в красивом механическом расположении математических символов, знаков, а в простоте фундаментальной идеи: такой идеей, лежащей в основе теории тяготения Эйнштейна, является принцип эквивалентности сил тяготения и инерции; принцип равноправности (т. е. симметричности) всех систем отсчета, движущихся равномерно с постоянной скоростью, ускоренно или вращающихся; при этом законы тяготения и движения остаются неизменными, они не меняют свою форму и вид при всех преобразованиях. Законы природы остаются инвариантными при всех преобразованиях, хотя физические события, происходящие в различных системах, по природе могут быть самыми различными.

Общая теория относительности, т. е. теория тяготения Эйнштейна, основывается на трех принципах симметрии — симметрии сил тяготения и инерции, равномерности всех систем отсчета и симметрии законов тяготения и движения. Поэтому она Внутренне совершенна, самосогласована и непротиворечива; она безупречно красива,

потому что ее красоту определяют идеи симметрии. Она является именно единственной физической теорией, как мы увидим в нашей работе, адекватно описывающей крупномасштабную структуру нашей Вселенной — галактико-звездный мир, мир скоплений галактик и сверхскоплений: во всем фундаментальном блеске красота теории тяготения Эйнштейна проявляется при исследовании финальной части эволюции звезд и галактик (образование белых карликов, нейтронных звезд, звездных черных дыр и сверхмассивных черных дыр в ядрах активных галактик, а также квазаров и т. д.) и философском понимании и осмыслении тех внутренних и глубинных процессов, происходящих в звездно-галактическом мире, которые перед нашим удивленным взором выступают как катастрофические, т. е. чудовищно-гигантские, внезапные и неожиданные, абсолютно немислимые в наших земных условиях и несоизмеримые ни с чем на нашей маленькой (крохотной) планете. Поэтому мы должны отказаться от тех наших представлений о природе материи, пространства и времени, которые сложились и сформировались в земных условиях нашего повседневного бытия, когда мы переходили к созерцанию и видению крупномасштабной структуры Вселенной с помощью теории относительности Эйнштейна: она как исключительно красивая физическая теория дает нам для восприятия и видения истинную картину мира, принципиально отличную от обычной картины мира повседневного бытия и даже от картин мира Ньютона и Максвелла.

Вселенная — это не только царство спокойствия и тишины, но и царство неистового буйства и ярости, она не только царство устойчивости и стабильности, но и царство неустойчивой бифуркации и всеограшающей катастрофы, она не только царство размерности и порядка, но и царство величайшего хаоса и турбулентности, в сердцевинах которых зарождаются аттракторы (странные аттракторы как сокрытые высокоупорядоченные структуры). Поэтому наша Вселенная представляет собой глубоко противоречивое единство аполлонизма и дионисизма: суть бытия Вселенной заключается в вечной и непрерывной смене аполлонизма как порядка дионисизмом как хаосом и, наоборот, дионисизма как турбулентности аполлонизмом как упорядоченной тишиной и спокойствием. Сама эта смена катастрофична: катастрофа должна быть нами рассмотрена как одна из могущественных категорий (наряду с хаосом, турбулентностью, бифуркацией, симметрией, коллапсом, сингулярностью и т. д. и т. п.) не только философского мышления, но и общего миропонимания и мировидения.

Катастрофа включает в себя моменты случайности, неожиданности и внезапности, т. е. те моменты, которые трудно поддаются предсказанию. Катастрофа всегда приводит к хаосу: как бы мы хорошо ни знали начальные условия хаоса, всегда имеет место непредсказуемость, случайность, неожиданность, внезапность, и поэтому результат хаотизации развития событий не всегда находится во власти нашей воли. Все эти моменты многократно возрастают при турбулентности, которая также связана с катастрофой и хаосом. Поэтому мы, людской род на Земле, должны беречь ее: нет и не может быть ей альтернативы.

Основной конфликт в современной теоретической физике и космологии состоит в расколе представления о едином одном вселенском мире: мир макроскопический описывается общей теорией относительности Эйнштейна, а другой мир микроскопический — квантовой механикой (квантовой теорией поля). Однако эти две физические теории, дающие нам всю сумму наших знаний о нашей Вселенной, в течение всего двадцатого века развивались параллельно, нигде не пересекаясь.

Таким образом, основной конфликт в современной теоретической физике и космологии — это конфликт между ОТО Эйнштейна и квантовой теорией поля как синтезом квантовой механики плюс СТО. Антагонизм между этими двумя фундаментальными теориями состоит в непримиримом противоречии между ними, которое заключается в том, что ОТО Эйнштейна — классическая макрогравитация, а квантовая теория поля — требование квантовой микрогравитации. Поэтому ОТО Эйнштейна и квантовая теория поля находятся в непримиримом антагонизме, т. е. конфликте.

Мало того, все попытки квантования гравитации вдребезги разбивались, ибо все попытки устранить бесконечности, возникающие в результате столкновений гравитонов между собой, заканчивались также безуспешно. Наконец, ученые-специалисты пришли к осознанию того, что ОТО Эйнштейна неперенормируемая теория как классическая. Это означает, что на уровне квантовых микрочастиц объединение гравитации в стандартную модель физики элементарных частиц неосуществимо: оно возможно при переходе от уровня квантовых микрочастиц, т. е. уровня частичной материи, к уровню ультрамикроскопических флуктуаций и планковской длины $l_{pl} = 10^{-33}$ см, где фундаментальными объектами являются не квантовые частицы, а квантовые суперчастицы.

Первая суперструнная революция, связанная с именами Грина и Шварца (США), произошла в 1984 г., когда Грин и Шварц обнаружили в спектре мод резонансных колебаний суперструн существование моды, связанной с безмассовой частицей со спином 2, т. е. гравитоном. Так появилась надежда возможности объединения всех четырех сил взаимодействий — ГВ, СВ, ЭМВ и СЛВ на основе идеологии суперструн как фундаментальных: суперструны все абсолютно одинаковы, но они различаются модами резонансных их колебаний. Именно определенные моды резонансных колебаний суперструн обуславливают и определяют все частицы (как фермионы, так и бозоны, а также суперсимметричные суперпартнеры) и их силы взаимодействий, в том числе прежде всего их массу и заряд.

Значит, основной конфликт между ОТО Эйнштейна и квантовой теорией поля может быть разрешен и преодолен только на пути построения суперсимметричных теорий, а не на уровне квантовой частичной материи: должен быть революционный прорыв от частичной материи к суперструнной материи. Должно осуществляться торжество суперструнной философии, включающей частичную материю в качестве своего подмножества.

«Лоскутное одеяло»

Итак, с одной стороны, создана стандартная модель элементарных частиц как Большое объединение трех фундаментальных сил взаимодействий — СВ, ЭМВ и СЛВ, а с другой стороны, общая теория относительности Эйнштейна как единственная физическая теория, адекватно описывающая Вселенную в ее крупномасштабной структуре галактико-звездного мира, мира скоплений галактик и сверхскоплений.

И эти обе физические теории, одна описывающая микромир, а другая — макромир, по своему содержанию и структуре красивы, потому что они основываются на принципах симметрии: принципы симметрии делают их неизбежными, жесткими и завершенными. Неизбежность как свойство красоты теории означает, что вся непротиворечивая самосогласованная логическая структура ее определяется принципом симметрии и все элементы структуры подчинены этому принципу симметрии. Имен-

но поэтому, как отмечает Стивен Вайнберг в своей замечательной книге «Мечты об окончательной теории», при построении физических теорий (модели) на современном уровне физики элементарных частиц важны не вещи, а симметрия законов природы, которые, являясь отражением внутреннего структурного единства этих непрерывно изменяющихся вещей, остаются инвариантными при всех преобразованиях их: важны не вещи, а симметрия их законов.

Симметрия законов природы — принцип инвариантности. В физике элементарных частиц важны два вида симметрии при построении квантовой хромодинамики (КХД) и электрослабой теории:

- 1) внутренние симметрии (симметрия цветового заряда $SU(3)$ и электрослабая симметрия $SU(2) \otimes U(1)$);
- 2) локальные калибровочные симметрии, зависящие от точек пространства и моментов времени.

Поэтому стандартная модель элементарных частиц как Большое объединение трех сил взаимодействий основывается на синтезе произведения симметрии цветового заряда — $SU(3)$ — и электрослабой симметрии — $SU(2) \otimes U(1)$: $SU(5) = SU(3) \otimes SU(2) \otimes U(1)$.

И все же стандартную модель элементарных частиц нельзя рассматривать как теорию, завершённую с логическую полнотой: в ней есть свои безусловные достоинства и есть «большие недоделки-недостатки»:

Вне стандартной модели элементарных частиц находится в стороне одна из четырех фундаментальных сил взаимодействий — сила гравитационного взаимодействия, т. е. та сила взаимодействия, которая является главным действующим лицом во Вселенной (вещественной с тяготением), управляющим поведением вещественной крупномасштабной структуры. (После открытия в самом конце XX в., в 1998-1999 гг., двумя группами американских астрономов, как мы писали в нашей работе, наша Вселенная представляет собой единство вещественной и вакуумной космической сфер, т. е. сферу вещественного тяготения и сферу вакуумного антитяготения.)

Итак, стандартная модель элементарных частиц — $SU(5) = SU(3) \otimes SU(2) \otimes U(1)$ не включает гравитационную силу взаимодействия: она оставляет в стороне тяготение как главную силу вещественной сферы Вселенной. Стандартная модель — модель элементарных частиц, поэтому она не может и не имеет права включить гравитацию общей теории относительности Эйнштейна, которая является макрогравитацией: стандартная модель — это модель микрочастиц и сил их взаимодействий, основанная на принципах внутренней симметрии и локальной калибровочной симметрии. Именно поэтому макрогравитация, замечательно описываемая теорией тяготения Эйнштейна как классической, а не квантовой, должна быть превращена в микрогравитацию. А это возможно в том случае только, если будет создана квантовая теория гравитации, т. е. теория квантовой микрогравитации на основе квантовой теории поля как синтеза принципов квантовой механики и требований специальной теории относительности.

Во-первых, идея неизбежности и необходимости создания квантовой теории гравитации — это не новая идея, а зародившаяся уже давно, в 30-е гг. XX столетия, когда советский физик-теоретик М. П. Бронштейн выдвинул гипотезу гравитона как кванта гравитационного поля, и с тех пор она никогда не угасала. Наоборот, в настоящее время идея гравитона стала одной из самых главных и перспективных (если не самой главной) у физиков, астрофизиков и космологов. Пока гравитоны как кванты гравита-

сионного поля в эксперименте не обнаружены, хотя никто из ученых-физиков не сомневается в реальном существовании гравитона в мире.

Неимоверная трудность экспериментального обнаружения гравитонов как квантов гравитационного поля объясняется, как мы отметили, пренебрежимо малой силой гравитации на уровне микромира — 10^{-49} по сравнению с силой сильных ядерных взаимодействий. В этой связи одни ученые считают, что поскольку сила гравитационного взаимодействия становится сравнимой с силой сильных ядерных взаимодействий только при планковском масштабе энергии — 10^{19} ГэВ, в ближайшие 500 лет достижение человечеством такого уровня высоких энергий исключается. А другие ученые физики-специалисты категорически возражают против скептицизма в достижении планковского масштаба энергии — 10^{19} ГэВ: в этой связи Стивен Вайнберг (Нобелевский лауреат) в своей книге «Мечты об окончательной теории» пишет, что «планковская энергия равна энергии химической реакции сгорания полного бака бензина в автомобиле». Но, продолжает С. Вайнберг, вся суть проблемы заключается в том, как эту энергию сконцентрировать в протоне или электроне. Однако эта проблема коллапсирования планковской энергии в протоне или электроне — это не чисто техническая проблема, а представляет собой чрезвычайно сложную и трудную научно-физическую проблему — найти силу, способную физически коллапсировать эту планковскую энергию 10^{19} ГэВ в малом объеме протона или электрона.

Кроме проблемы экспериментального обнаружения гравитона существует математическая трудность сокращения бесконечностей, возникающих при соударениях гравитонов друг с другом: эта математическая трудность сокращения бесконечностей также еще не решена, хотя над решением ее работают лучшие умы физиков-теоретиков и физиков-математиков.

Таким образом, стандартная модель как Большое объединение трех фундаментальных сил — КХД и электрослабой теории — замечательное достижение во все более глубоком познании мира элементарных частиц и сил, связывающих их в их единстве. Однако стандартная модель оставляет в стороне от столбовой дороги фундаментального и всеобщего объединения гравитацию, играющую не последнюю роль в ходе Большого взрыва сингулярности как бесконечной плотности материи и искривленного пространства-времени. Ведь совершенно очевидно, что «распутать» весь этот «сингулярный клубок» способна только и только одна гравитационная сила, а именно антигравитационная сила космического вакуума, которая, как мы писали, была открыта экспериментально в самом конце прошлого (XX) века.

Именно поэтому известный математик и физик-теоретик Роджер Пенроуз (друг и сотрудник Стивена Хокинга по Лукасовской кафедре математики в Кембриджском университете) называет современное состояние соотношения между общей теорией относительности как классической теорией макрогравитации и стандартной моделью физики элементарных частиц, не включающей и не способной включать в себя квантовую микрогравитацию, «лоскутным одеялом», потому что швы их сшиты плохо (см.: *Пенроуз Р.* Большое, малое и человеческий разум).

Не только швы между ОТО и квантовой механикой плохо сшиты, но и также в самой стандартной модели физики элементарных частиц швы между ее структурными компонентами сшиты не всегда самосогласованно. В стандартной модели как Большом объединении объединены две самосогласованные теории — КХД и электрослабая теория, которые обладают сами по себе и основываются на точных законах сохранения симметрии цветового заряда $SU_{(3)}$ и электрослабой симметрии $SU_{(2)} \otimes U_{(1)}$. Однако эти

две теории — КХД и электрослабая — не представляют собой, как отмечает С. Вайнберг в своей книге «Мечты об окончательной теории», единую теорию, поскольку КХД стоит в Большом объединении особняком от электрослабой теории: для симметризации КХД с электрослабой теорией необходимы высокие энергии 10^{15} ГэВ, т. е. на четыре порядка меньше энергии планковского масштаба — 10^{19} ГэВ, что недостижимо не только в современных существующих ускорителях, но и в ближайшие 300-500 лет.

Уточним более конкретно, о чем идет речь. Для симметрии электромагнитных сил и слабых ядерных сил, поскольку последние силы в 1 000 раз слабее электромагнитных сил, требуется спонтанное нарушение симметрии и действия механизма Хиггса, в результате чего частицы (как фермионы e и $\bar{\nu}_e$ и бозоны W^\pm и Z^0) приобретают массы и становятся массивными, сила слабых взаимодействий которых становится сравнимой с силой электромагнитного взаимодействия при энергиях 100 ГэВ.

Итак, для реального осуществления симметрии сил ЭМВ и СЛВ необходимы энергии 100 ГэВ. А для симметрии сил электрослабых взаимодействий и сильных сил кварк-глюонных взаимодействий необходим неимоверно более высокий уровень энергий — 10^{15} ГэВ, что пока остается недостижимой мечтой физиков-теоретиков и экспериментаторов. Эта пропасть бездны между уровнями энергий КХД и электрослабой теории представляет собой второй момент «лоскутного одеяла» стандартной модели после гравитона как кванта гравитационного поля.

Но существует еще более серьезная и фундаментальная неразрешимая проблема в «лоскутном одеяле» стандартной модели элементарных частиц: это проблема иерархии. Проблема иерархии — это проблема масс элементарных частиц и прежде всего: в чем состоит причина и источник их появления и их различия, почему в одном и том же семействе (лептонном или кварковом) между членами-частицами существует такая большая и сверхбольшая разница масс. Так, например, масса тау-лептона (τ -лептон) превышает массу электрона более чем в 4 000 раз. Почему такая сверхразница между массой i - и d -кварков и массой t -кварка, которая превосходит в 40 тысяч раз массу валентных кварков u и d ?

Как мы уже отметили, наша Вселенная в ее вещественной сфере состоит исключительно из легких частиц кваркового и лептонного семейств:

кварковое семейство						
		левая	средняя	правая		
сторона	u	c	t	b	сторона	
	d	s	b			

лептонное семейство						
		левая	средняя	правая		
сторона	e^-	μ^-	τ^-	$\bar{\nu}_\tau$	сторона	
	$\bar{\nu}_e$	$\bar{\nu}_\mu$	$\bar{\nu}_\tau$			

Вещественная Вселенная состоит из левых кварков — i - и d - и левых лептонов — e^- и $\bar{\nu}_e$

Пока нам не совсем ясно: для чего необходимы правые частицы. Поэтому физики задают вопрос: кто их заказал? (Как американцы-посетители китайских ресторанов обычно спрашивают: кто заказал экзотическое блюдо?)

Итак, лоскутами «лоскутного одеяла» стандартной модели ОТО являются:

- 1) отсутствие факта экспериментального открытия гравитона как кванта гравитационного поля, что представляет настоящую необходимость разработки и построения квантовой теории гравитации;
- 2) то, что в стандартной модели КХД стоит особняком от электрослабой теории: для симметрии этих двух фундаментальных теорий в единой необходимы энергии 10^{15} ГэВ;
- 3) самой загадочной и вместе с тем самой фундаментальной проблемой, настоятельно требующей разгадки, является проблема иерархии масс элементарных частиц: поразительно непостижима значимость эйнштейновского закона $E = Mc^2$, который им открыт на кончике пера ровно сто лет назад в 1905 г. «Самая удивительная непостижимость в природе — это человеческий разум и интуитивное озарение: это непостижимое чудо» (А. Эйнштейн).

Программа объединения

20-е гг. XX в. ознаменовались созданием квантовой механики, совершенно изменившей наше представление о природе: вместо однозначного точного познания появились неопределенность и вероятность. Перед взором человека встал новый мир случайностей и хаоса частиц и сил, их связывающих: квантовая механика — дуалистическая философия частиц и их сил.

30-40-е гг. были годами синтеза квантовой механики и специальной теории относительности, начатого в конце 20-х гг. Полем Андрианом Дираком — великим физиком всех времен. Именно в 40-е гг. XX в. была создана одна из первых квантово-полевых теорий — квантовая электродинамика (КЭД), которая была и до сих пор остается образцом (эталоном, парадигмой) создания и построения новых квантово-полевых теорий — квантовой хромодинамики (60-е гг.) и электрослабой теории (70-е гг.).

Переход от квантовой механики к квантовой теории поля был в философском ракурсе периодом смены дуализма частицы и силы квантово-полевым монизмом: частицы и их силы стали рассматривать как сгустки энергии поля. При этом сердцевинной всех квантово-полевых теорий — КЭД, КХД и электрослабой теории — является принцип симметрии, который служит основополагающим принципом, делающим их красивыми теориями, основанными на простоте фундаментальной идеи, логической полноте ее структуры, т. е. ее неизбежности, жесткости и завершенности. Эта красота теории означает, что из теории логической полноты ничего нельзя отнять и ничего нельзя прибавить: красивая теория — дорогая хрустальная ваза, от которой нельзя отколоть какую-то часть, не разрушив ее целостность (по словам С. Вайнберга). Такими «хрустальными вазами» являются КХД, основанная на точном законе сохранения цветового заряда, и электрослабая теория со спонтанным нарушением симметрии как «скрытой» симметрией и действием механизма Хиггса.

В философском видении логика развития физической мысли от квантовой механики к квантовой теории поля, а от последней — к физике элементарных частиц

осуществление фундаментальной программы объединительного процесса всех известных нам сил взаимодействий — СВ, ЭМВ, СЛВ и ГВ. Как мы уже писали, в стороне от этого объединительного процесса находится гравитация, с проявлением которой, т. е. гравитационной силы, связано «темное вещество» («скрытые массы»), которое в короне галактик и их скоплений составляет 90-95 % всей массы галактик и их скоплений. А пока нам совершенно неизвестна природа этого «темного вещества»: является ли она квантовой или нет — этот вопрос остается открытым. Предположение ученых-физиков о том, что квантовые микрочастицы «темного вещества» имеют массу, равную $1\ 000 m_p$ (т. е. массы протона), пока экспериментально не подтверждается. Требуется время для дальнейшего исследования, ибо без раскрытия природы «темного вещества» и знания о ней исключено дальнейшее продвижение по пути объединительного процесса в физике элементарных частиц: сила «темного вещества» представляет собой основную и главную силу движения галактик и их скоплений, а также их сверхскоплений, их столкновений, их трансформаций и их метаморфоз в метagalacticком пространстве и времени нашей Вселенной.

Поэтому без выяснения вопроса о том, является ли природа «темного вещества» квантовой или нет, не может идти речь об объединении всех сил взаимодействий в одной единой теории всего сущего (или теории всего, по-английски — theory of everything). Так рассуждали и так представляли не только физики-экспериментаторы, но и физики-гравитационисты до недавнего времени, т. е. до самого конца ушедшего (XX) века.

Однако в самом конце прошлого столетия (1998-1999), как мы писали, произошло по сути и по-настоящему революционное событие, связанное с экспериментальным открытием космического вакуума с его антигравитацией, антигравитацией: природа этого космического вакуума также неизвестна.

Является ли природа космического вакуума квантовой или нет — вопрос остается открытым. Необходимо дальнейшее исследование и изучение этого космического феномена, энергия которого составляет почти 70 % всей мировой энергии (энергия «темного вещества» — только 30 %, а энергия «видимого вещества» (т. е. ядерной материи и электромагнетизма) — лишь 3 %).

Квантовая материя как универсальная и фундаментальная физическая реальность является:

- 1) вещественной, т. е. частичной реальностью;
- 2) полевой реальностью, т. е. частицы и их силы — сгустки энергии поля;
- 3) виртуальным квантовым вакуумом, где кишмя кишат виртуальные частицы и античастицы.

Стоит отметить и подчеркнуть, что все различия между этими видами квантовой материи (вещественной, полевой и виртуальной) относительно: в сверхэкстремальных условиях коллапса все эти различия моментально исчезают, уничтожаются абсолютно и вещество, и поле, а также и виртуальность. Остается одна сингулярность как бесконечная плотность материи и искривленного пространства-времени: в результате коллапса все превращается в сингулярность, в микрогравитационные волны, а пространство-время теряет свой физический (обычный — трехмерность и одномерность) статус. В суперструнной теории пространство обладает десятью измерениями и одним временным: шесть из десяти измерений свернуты в области 10^{-33} см.

Космический вакуум (как сила антитяготения, антигравитации)

Открытие космического вакуума как силы антитяготения, антигравитации представляет собой радикальное изменение нашего представления о структуре и эволюции нашей Вселенной, которая по своему строению состоит из космического вещества и космического вакуума, а ее космическая структура определяется не одним тяготением, силой гравитационного притяжения, но и антитяготением, силой антигравитационного отталкивания: эволюция фридмановско-хаббловского расширения Вселенной происходит и будет происходить в будущем неограниченно ускоренно. При этом сила антитяготения космического вакуума во Вселенной превосходит более чем вдвое силу тяготения, гравитационного притяжения. Поэтому во Вселенной нет и не существует физической силы, которая могла бы воспрепятствовать безграничному ускоренному расширению нашей Вселенной, причиной которого является космический вакуум с его антитяготением, антигравитацией, отталкиванием связанных между собой силой гравитационного притяжения галактик, скоплений галактик и сверхскоплений скоплений их: две пробные частицы (т. е. галактики) связаны между собой силой гравитационного притяжения, в пространстве между которыми (т. е. пробными частицами) существует и действует антитяготение как сила антигравитационного отталкивания этих частиц друг от друга.

Тяготение как сила гравитационного притяжения — сила структурирования космических объектов (звезды, галактики, скопления галактик и сверхскопления) в крупномасштабную структуру Вселенной и их удержания в их связанном состоянии, а антитяготение космического вакуума действует в противоположном направлении: антигравитация как сила отталкивания является силой удаления связанных между собой силой гравитации пробных частиц (т. е. галактик и т. д.) друг от друга, при этом чем больше между этими частицами космическое расстояние, тем они с большей скоростью удаляются, разлетаются и разбегаются друг от друга. (В некоторых случаях скорость разлета этих космических объектов достигает сотни тысяч км/с.)

Поэтому так удивительна и поразительна познавательная и методологическая значимость эйнштейновского знаменитого закона $E = Mc^2$ (который был им сформулирован за десять лет (1905) до общей теории относительности (1915)). Проблема физической природы космического вакуума, как и природа «темного вещества» («скрытых масс») остается открытой: нам еще неизвестна природа космического вакуума — является ли она квантовой или нет.

Нам известен дираковский физический квантовый вакуум, где «кишмя кишат виртуальные частицы и античастицы», из которых при определенных энергиях могут родиться реальные готовые частицы и античастицы (например, пара электрон — позитрон). Одним словом, виртуальное и реальное в дираковском вакууме взаимопорождаются и взаимопределяются.

Но космический вакуум — физическая реальность, лишенная частиц и полей, в том числе виртуальных. Этот космический вакуум — реальность «чистой» энергии без частиц и полей: эта энергия вакуума неизменна во времени и постоянна в пространстве. Она может и действительно воздействует на все остальное другое во Вселенной, но ничто в ней не способно оказывать своего воздействия на этот космический вакуум.

Что означает: космический вакуум — абсолютная лишенность частиц и полей? Это значит, в нем нет и не может быть ни «видимого» («светящегося») вещества, ни

«темного вещества» («скрытых масс»). А это означает, что в космическом вакууме нет и не может быть ни ядерной материи, ни сильных ядерных, ни слабых ядерных сил, ни электромагнитных сил (ни электрических, ни магнитных, ни волн, ни света), ни частиц поля. К «видимому веществу» относится также гравитационная масса и сила звездного мира галактики: суммарная масса всех звезд в галактике составляет не более 5-10 % всей массы галактики, а остальные 90-95 % массы галактики приходятся на «темное вещество».

Таким образом, если космический вакуум — абсолютная лишенность частиц (как взаимодействующих между собой фермионов, так и бозонов как квантов полей) и самих полей и их сил, то он не может быть описан, объяснен и понят в рамках квантовой теории поля и не может быть объединен в физике элементарных частиц, в частности в стандартной модели. Поэтому так важна и существенна проблема изучения природы космического вакуума. Если, например, эта природа космического вакуума окажется квантовой, то вся наша Вселенная — квантовая. В этом заключается суть философской предельности как научного, так и философского мышления.

Является ли наша Вселенная как структурное единство вещества и вакуума квантовой? Какие бы достижения ни были достигнуты в физике частиц, астрофизике и космологии, проблема природы всей нашей Вселенной в целом — центральная ось и стержень науки и философии.

Многомерность пространства

В последние десятилетия XX в. физика частиц, астрофизика и космология, в связи с построением теории суперструн, все чаще обращаются к проблеме дополнительных измерений пространства: проблема дополнительных измерений пространства находится в центре внимания ученых физики частиц, астрофизиков и космологов, работающих на самых передовых позициях построения суперструнных теорий.

Как было отмечено, идея о четырехмерности пространственных измерений принадлежит молодому польскому ученому Теодору Калуце, который еще в 1922 г. сформулировал свою концепцию четырехмерных пространственных измерений для синтеза тяготения и электромагнетизма: гравитационная сила связана и осуществляется в трех пространственных измерениях, а электромагнетизм — в четвертом пространственном измерении. Четвертое измерение пространства существенно отличается от протяженных трех пространственных измерений — свернутое, закрученное, компактифицированное пространственное измерение, т. е. невидимое нами, малое свернутое измерение.

В дальнейшем, через четыре года, в 1926 г. концепцию четырехмерности пространства обобщил Оскар Клейн, который сформулировал теорию множественности измерений пространства: пространство имеет не только четыре измерения, оно является многомерным феноменом.

Концепция многомерности пространства Калуцы—Клейна была забыта, и только через почти полвека снова ученый мир физиков, астрофизиков и космологов вспомнил и начал интенсивно разрабатывать учение о многомерности пространства в связи с разработкой и построением теории суперструн. Суперструны существуют в области планковской длины 10^{-33} см, где трехмерность пространства теряет свой реальный физический смысл. Свернутое, закрученное, компактифицированное пространственное измерение также существует в малой области планковской длины 10^{-33} см.

Первая суперструнная революция связана с именами Грина и Шварца, которые в спектре резонансных мод колебаний струн обнаружили моду резонансных колебаний струны, связанную с безмассовой частицей со спином 2: такой безмассовой частицей со спином 2 оказался гравитон как квант гравитационного поля.

Таким образом, суперструнная теория осуществила то, чего не могла и не способна была сделать стандартная модель ФЭЧ — объединить все частицы и все четыре силы взаимодействия в единой теории: все частицы и их силы взаимодействия обуславливаются и определяются строго определенными модами резонансных колебаний струн, физическая реальность которых разыгрывается и связана со скрученными, свернутыми и компактифицированными пространственными измерениями в области планковской длины 10^{-33} см.

Суперструнная теория Грина—Шварца построена на 10 пространственно-временных измерениях: 9 измерений — пространственных и одно — временное измерение. Из пространственных измерений — три протяженные, а шесть — свернутые, скрученные и компактифицированные. Частицы не могут и не способны наматываться на эти скрученные, свернутые и компактифицированные пространственные измерения, а струны могут: струны обладают не только модой резонансных колебаний, но и способны наматываться на скрученные, свернутые и компактифицированные измерения пространства.

Частицы, нами познанные, разыгрывают свои драматические действия в области 10^{-16} см (т. е. кварки) и 10^{-17} см (т. е. слабые силы), а струны — в области 10^{-33} см, т. е. на 17 порядков меньше, чем область бытия частиц и полей, а также их взаимодействия.

Вторая суперструнная революция состоялась в 1995 г., когда ведущий специалист ее Эдвард Виттен выступил с докладом в Университете Южной Калифорнии на тему «Суперструны-95». В своем докладе Виттен сформулировал следующие идеи:

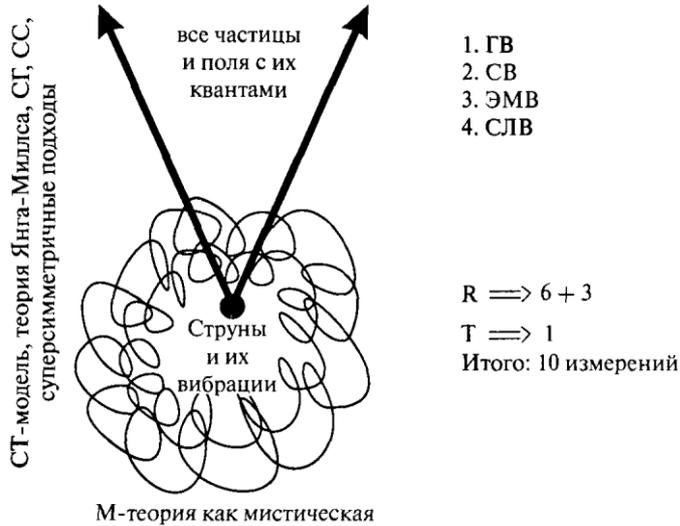
1. Теория возмущений неприменима к разработке суперструнной теории.
2. Идею дуальности. К этому времени были построены различные суперструнные теории: T_1 , T_2A , T_2B , гетеротические теории, которые специалистами рассматривались как самостоятельные теории. Виттен утверждал, что эти теории не являются различными теориями, а являются различными подходами к поиску одной общей суперструнной теории.
3. Идею М-теории, которую Виттен называл мистической теорией, а другие называют ее матричной, материнской и т. д. М-теория должна объяснять стандартную модель физики элементарных частиц, супертеорию Янга—Миллса, супергравитацию, суперсимметрию, а также вышеперечисленные частичные суперсимметричные подходы.

Наше протяженное физическое пространство трехмерно, а время одномерно: мы и все вещи в окружающем нас пространстве — четырехмерные. Четырехмерность — фундаментальная особенность нашего бытия и бытия всех вещей, с которыми постоянно мы сталкиваемся во всех сферах нашей жизнедеятельности.

Однако это не означает, что само пространство нашей Вселенной также трехмерно: трехмерность пространства нашей Вселенной — пространство протяженное, развернутое и расширяющееся ускоренно. Кроме этого развернутого, протяженного пространства, пространства как такового, в нашей Вселенной имеется еще шесть пространственных измерений, неразвернутых и непротяженных. Эти шесть измерений существуют

как свернутые, закрученные и компактифицированные, т. е. нами еще «не видимые». Эти свернутые и закрученные пространственные измерения существуют в слишком малом для нас расстоянии, сравнимом с планковской длиной 10^{-33} см, и поэтому они являются до сих пор компактифицированными, т. е. «невидимыми» («непознанными»).

Рис. 1.28



«Малое и большое»

Итак, струнный уровень квантовой материи — более глубокий, нижеследующий уровень, чем уровень квантово-полевой: на этом струнном уровне квантовой материи нет ни частиц, ни сил их взаимодействий, ни полей. На самом глубоком уровне квантовой материи существуют только одномерные и вечно вибрирующие струны в виде петелек, палочек, волокон, число которых бесконечное множество, и мод колебаний (вибраций), которых также бесконечно много: бесконечное множество одномерных струн в виде петелек (палочек, волокон) постоянно и непрерывно вибрируют в бесконечном числе мод колебаний. Следствием этого являются частицы: частицы включают в себя струны, вечно вибрирующие без остановок.

Поэтому теория струн свободна от бесконечностей: бесконечно вибрирующие струны в бесконечном числе мод колебаний сами по себе сокращают бесконечности. Это одно из важнейших достоинств теории струн.

Значит, в теории струн осуществляется великое объединение всех частиц, в их числе и гравитон как квант гравитационного поля, и их существование объясняется вечно и непрестанно вибрирующими струнами: струны представляют собой внутреннюю сущность всех частиц. Частицы состоят из одномерных вибрирующих струн. Таким образом, струны представляют собой единую сущность всех самых различных частиц (как фундаментальных фермионов, так и фундаментальных бозонов). Поэтому путь движения от квантовой механики к квантовой теории поля, а от последней — к теории струн —

переход от многообразия к постижению единства, от разнообразия — к постижению единой сущности: струны — единая сущность, лежащая в основе самых различных частиц. Частицы — это феномены как проявление ноуменов как их единой сущности.

Как мы писали, стандартная модель элементарных частиц явилась замечательным достижением на пути Большого объединения КХД и электрослабой теории: она объединила три силы взаимодействий частиц между собой — СВ, ЭМВ и СЛВ. Однако она оказалась неспособной объединить силу гравитации.

Поэтому стандартная модель — лишь квантово-полевая теория, никак и ничем не связанная с общей теорией относительности Эйнштейна как теорией, объясняющей поведение движения и развития Вселенной в ее крупномасштабной структуре. В этом состоит проблема «лоскутного одеяла», суть которого заключается в непримиримом конфликте и антагонизме между квантовой механикой (точнее, квантовой теорией поля) и ОТО Эйнштейна.

Следовательно, малое хорошо описывается квантовой механикой, а большое — ОТО Эйнштейна, но они (малое и большое) никак не стыкуются. Получается странная философская ситуация: малое (микромир) существует само по себе и большое (макромир) — само по себе, хотя нет большого без малого и, наоборот, не существует малого без большого. Мало того, как мы рассмотрим в дальнейшем в нашей работе, макроскопическое как большое коллапсирует в микроскопическое (малое) на финальной стадии эволюции звезд (а также квазары и сверхмассивные черные дыры в ядрах активных галактик). Макроскопическое в ходе коллапса как катастрофического гравитационного сжатия звезд превращается в микроскопическое, содержащее большое. Поэтому микроскопическое как малое и макроскопическое как большое не только взаимосвязаны и взаимопереходимы, но и представляют собой неразделимое единое целое.

Еще один наглядный пример — Большой взрыв, который малое как микроскопическую сингулярность превращает в макроскопическую Вселенную: Вселенная как большое (великое) рождается из малого как микроскопической сингулярности.

Итак, микроскопическое превращается в макроскопическое, которое в свою очередь превращается в микроскопическое. В этом состоит единство Вселенной, и, следовательно, квантовая механика и общая теория относительности Эйнштейна должны быть так «сшиты», чтобы «лоскутное одеяло» стало гобеленом, сотканным из тысяч и миллионов нитей, образующих красивые узоры, радующие глаз человека.

Поэтому так важна и актуальна теория струн как теория симметрии всех частиц и сил их взаимодействий — СВ, ЭМВ, СЛВ и ГВ, построенная на уровне струнной квантовой материи и основанная на вибрирующих струнах как единой сущности всех частиц и их сил взаимодействий.

Главная идея теории струн заключается в идее квантовой гравитации, т. е. кванта гравитационного поля — гравитона: если природа «темного вещества» — квантовая гравитация, то законный и справедливый брак ОТО и квантовой механики будет счастливым.

Суперструны как фундаментальные колебания

Все попытки построения квантово-полевой теории гравитации не увенчались успехом: общая теория относительности Эйнштейна как классическая теория макрогравитации оказалась в конфликте с квантовой механикой. Стоит отметить еще раз:

конфликт (антагонизм) между общей теорией относительности Эйнштейна и квантовой механикой стал основным противоречием в современной физике элементарных частиц, астрофизике и космологии. Поэтому дальнейшее развитие научного прогресса зависит от того, как будет решен этот конфликт между общей теорией относительности и квантовой механикой и в какой форме будет преодолено это основное противоречие в физике частиц, астрофизике и космологии.

Вопрос о струне как колеблющейся фундаментальной составляющей мироздания является самым главным вопросом в теории струн, поэтому в философском аспекте следует на нем подробно и детально остановиться.

До создания теории струн господствующим философским мировоззрением была философия частиц: все состоит в конечном счете, так или иначе, из элементарных частиц. В качестве фундаментальных частиц в физике элементарных частиц рассматривались кварки и лептоны: кварков шесть — u -, d -, s -, c -, b - и t -кварк, а лептонов также шесть — e^- , ν_e , μ , ν_μ , τ -лептон, ν_τ . Таким образом, в природе существует симметрия между кварками и лептонами, т. е. полное соответствующее равенство между фундаментальными частицами.

Кроме этих фундаментальных фермионов, участвующих в различных взаимодействиях, существуют частицы-переносчики этих взаимодействий: частицами переносчиками являются фотоны как переносчики электромагнитных взаимодействий, глюоны как переносчики сильных ядерных взаимодействий, калибровочные бозоны W^\pm и Z^0 как переносчики слабых взаимодействий и гравитон как частица-переносчик гравитационного взаимодействия. Значит, частиц-переносчиков различных взаимодействий всего 12, включая гравитон.

Итак, 12 фундаментальных фермионов и 12 фундаментальных бозонов составляют 24 фундаментальные частицы, принимаемые в рамках физики элементарных частиц.

Выдающимся достижением физики частиц является формулирование суперсимметрии: всем этим вышеперечисленным реально наблюдаемым (кроме гравитона) частицам соответствуют гипотетические суперпартнеры, которые с легкой руки Гелл-Манна получили названия — скварк, сэлектрон, снейтрино и т. д., а также фотино, глюино, вино и зино, а также гравитино как суперпартнер гравитона.

Все эти частицы, осуществляющие различные взаимодействия, и частицы-переносчики этих взаимодействий — физически различные частицы, обладающие различной массой и зарядом. Различны также константы их взаимодействий: сила ЭМВ в 1 000 раз слабее СВ, а сила СЛВ почти в 100 000 раз слабее СВ, а сила ГВ — в 10^{-49} .

Таковы многообразие и разнообразие в мире физики элементарных частиц: стандартная модель не дает и не способна дать единого теоретического объяснения, исходя и на основе единого фундаментального принципа. Она не способна давать объяснение, почему существует различие масс у частиц (или заряда); чем определяется такая большая разница в константах взаимодействий; почему масса тау-лептона в 4 000 раз больше массы электрона или масса t -кварка превосходит массу u - или d -кварка в 40 200 раз. Нам известно только общее правило о том, что в самую раннюю эпоху после Большого взрыва образовались сверхтяжелые, тяжелые частицы, которые по мере похолодания Вселенной распались путем последовательного распада и превращались в обычные, нами наблюдаемые легкие частицы — кварки u и d или e^- и ν_e и т. д.

Нам также неизвестно, почему окружающая нас Вселенная состоит только из первых семейств частиц — и- и d-кварка и e^- и ν_e . Для чего существуют тяжелые (и сверхтяжелые) частицы, с какой целью природа их породила? И т. д.

Стандартная модель все эти многообразие и разнообразие мира частиц рассматривает как экспериментально наблюдаемые входные данные без единого их теоретического объяснения. Несмотря на замечательные достижения в рамках стандартной модели, ей присущи фундаментальные недостатки.

1. То, что она оставляет, как мы уже подчеркивали, в стороне гравитон как частицу-переносчика гравитационного взаимодействия: квантово-полевая теория гравитации несостоятельна из-за ее неспособности справиться с возникающими в ходе столкновений гравитонов бесконечностями.
2. Разнообразие и многообразие мира физики элементарных частиц не могут быть в рамках стандартной модели объяснены теоретически, и они остаются феноменологическими данными: они остаются феноменами без понимания их ноуменов как сущностей.
3. Третьим недостатком стандартной модели в философском ракурсе является то, что существование элементарных частиц выводится в конечном счете из существования сверхмощных тяжелых частиц — хиггсов: частицы являются продуктами распада Хиггсовых частиц, которые еще экспериментально не обнаружены и не открыты. Эта концепция порождения частиц частицами представляет собой картину «замкнутого процесса», находящегося в противоречии с фундаментальным теоретическим положением астрофизики и космологии о том, что не всегда в самую раннюю эпоху после Большого взрыва существовали частицы, в том числе и фундаментальные — кварки и лептоны (e^- и ν_e): после сингулярного взрыва частицы возникают из сверхгорячей плазмы в результате «вымерзания». Одним словом, до появления частиц как результата «вымерзания» было что-то «неопределенное», из которого возникает что-то определенное как структурирование частиц. Важно в философском аспекте отметить, что сначала само сингулярное начало представляло собой нечто абсолютно неопределенное в виде апейрона Анаксимандра, из которого (т. е. сверхгорячего и сверхплотного) по мере расширения и похолодания (т. е. после инфляции) происходит «вымерзание» фундаментальных частиц — кварков и электронов, которые принимают в рамках стандартной модели как фундаментальные. Но они не являются и не могут быть фундаментальными, ибо теория суперструн отказывает частицам быть фундаментальными: фундаментальными составляющими нашего мироздания на ультрамикроскопическом уровне, размер которого сравним с планковской длиной 10^{-33} см, являются не частицы, а колеблющиеся одномерные струны, резонансные колебания которых порождают все элементарные частицы и их фундаментальные свойства — массу и заряд, в том числе и цветовой: каждая элементарная частица содержит внутри себя колеблющуюся струну и поэтому во всех без исключения частицах находятся имманентные колеблющиеся струны, вибрации, дрожание которых определяют и порождают все фундаментальные свойства частиц — массу и заряд. Резонансные колебания струны также определяют константы взаимодействий, сила которых зависит от интенсивности резонансных колебаний струн.

Еще раз мы хотим подчеркнуть философский аспект нами рассматриваемых проблем. Частицы как таковые существуют постольку, поскольку во всех них присутствуют струны, которые определяют их бытийный физический статус: независимо от того, являются ли частицы фермионами (т. е. кварками или лептонами — электронами или электронными нейтрино) или бозонами (частицами-переносчиками разных взаимодействий — фотонами, глюонами, калибровочными бозонами и гравитонами), их физическое бытие определяет и организует их в их структурных целостностях не просто струны, а струны колеблющиеся: резонансные колебания струны создают все элементарные частицы и их фундаментальные свойства — массу и заряд, в том числе кварковый цветовой заряд. Поэтому эти резонансные колебания струн и определяют константы разных взаимодействий — СВ, СЛВ, ЭМВ и ГВ. Частицы различны, а струны как таковые все идентичны, одинаковые, тождественные: тождество создает и творит различие — многообразие и разнообразие в мире элементарных частиц.

Но как и каким образом тождество творит реальное физическое различие? Потому что это тождество — реальное тождество, а не формальное: струны тождественны и вместе с тем они различаются по характеру колебаний. Все зависит от характера интенсивности колебаний струны, т. е. от моды колебания струны: мода колебания струны — способ и характер колебания струны. Колебание — это не бытие струны, а ее сущность: сущностью струны является колебание (вибрация, дрожание, осцилляция). Вне колебаний, вне вибраций нет струн. Именно вибрации, колебания струны все определяют и все создают и творят: колебание есть суть струны.

Вот как описывает замену точечных частиц струнами в качестве фундаментальных компонентов мироздания автор замечательной книги «Элегантная Вселенная» Брайан Грин, который отмечает, что эта замена ведет к далеко идущим последствиям. «Первое и самое главное состоит в том, что теория струн, по-видимому, разрешает противоречие между общей теорией относительности и квантовой механикой. Как мы увидим ниже, пространственная протяженность струн является новым ключевым звеном, позволяющим создать единую гармоничную систему, объединяющую обе теории. Во-вторых, теория струн действительно представляет объединяющую теорию, поскольку в ней все вещество и все взаимодействия обязаны своим происхождением одной фундаментальной величиной — колеблющейся струной. Наконец, — продолжает Брайан Грин, — как будет показано более подробно в последующих главах, помимо этих блестящих достижений, теория струн еще раз радикально изменяет наши представления о пространстве-времени» (Грин Б. Элегантная Вселенная. М.: УРСС, 2004. С. 96).

Из этих высказываний автора великолепной книги по глубине рассматриваемых им сложнейших проблем и доступности (без детальных математических выкладок и технических подробностей) изложения их, Брайана Грина, мы отметим только три момента:

1. Теория суперструн Б. Грином рассматривается как окончательная теория, законы которой не требуют объяснения другими, более глубокими законами природы: она является последней окончательной теорией, объясняющей все виды материи и все силы взаимодействий в природе.
2. Однако позиция Брайана Грина отличается в этом вопросе от позиции Нобелевского лауреата Стивена Вайнберга, которую он отстаивает в своей книге «Мечты об окончательной теории»: позиция Брайана Грина не так категорична и однозначна, как позиция Стивена Вайнберга. С. Вайнберг, как убежденный редуционист, считает, что существует окончательная теория, законы которой не требуют

объяснения другими, более глубокими законами природы: единственным претендентом на роль этой окончательной теории является теория суперструн. При этом С. Вайнберг добавляет, что проблески окончательной теории в виде разрабатываемой ныне теории суперструн видны: законы теории суперструн представляют собой последние, окончательные законы природы, не требующие их объяснения более глубокими законами.

Что касается Брайана Грина, то его позиция не так категорична и непримирима, как позиция Стивена Вайнберга. Брайан Грин подходит к вопросу об окончательной теории о законах природы более мягко и терпимо, т. е. его позиция более толерантна: теория суперструн еще не может претендовать на роль «теории всего сущего» («ВС»). Она может стать со временем такой «теорией всего сущего», но может случиться так, что на смену теории суперструн придет другая, более глубокая, всеохватывающая теория. Нам, безусловно, в философском ракурсе более импонирует толерантная позиция автора превосходной во всех отношениях, особенно в философском, книги «Элегантная Вселенная».

3. Вопрос окончательной теории по существу есть вопрос философский в двух отношениях: наше знание о Вселенной в ее макро- и микромирах является ли полноценным и абсолютным или неполным и неокончательным? Путь прогресса науки тернист: никто на этот философский вопрос не может ответить однозначно и категорически. (Кто мог подумать 50-60 лет тому назад о КХД, электрослабой теории, стандартной модели физики элементарных частиц или о черных дырах (звездных и сверхмассивных в ядрах активных галактик) и т. д. 10 лет тому назад никто не знал о существовании космического вакуума как силы антигравитации, антитяготения, темным пятном для нас все еще остается «темное вещество», природа которой остается неразгаданной тайной, и т. д. и т. п.)

Поэтому утверждение о том, что теория суперструн охватывает все виды материи и силы взаимодействий в природе и их объясняет, не совсем корректно: она охватывает и объясняет все нам известные и наблюдаемые виды материи и силы взаимодействий. Не означает ли это, что в природе больше нет никаких других видов материи и сил взаимодействий, которые могут быть человечеством познаны через 50-100-1000 лет?! Иными словами, ограничивается вся наша Вселенная только нам в данный момент времени известными и познанными видами материи и сил взаимодействий: в настоящий момент времени блестящие и фундаментальные научные достижения и открытия физики частиц, астрофизики и космологии — только часть, фрагмент, «кусочек» большой Вселенной.

Нам представляется интересным и философски плодотворным утверждение автора «Элегантной Вселенной» Б. Грина, анализирующего хаотическую космологию Андрея Линде, который работает в настоящее время в Стэнфордском университете США. Согласно хаотической космологии Линде, существует не одна наша Вселенная, а бесконечное множество мульти-вселенных, объединенных в Мега-Вселенную. В каждой мульти-вселенной свои законы природы, отличные от законов в других мульти-вселенных, и, следовательно, своя материя, свои пространство-время и свои особые взаимодействия: если же станет возможным контакт с этими мульти-вселенными, то наше познание законов природы не может быть окончательным и поэтому достижение окончательной теории неосуществимо. В прогрессе науки невозможна последняя станция остановки: любая станция — промежуточный пункт остановки.

§ 3. Амбициозность суперструнных теорий

Суперструнная группа $SO(32)$ и $E_8 \otimes E_8$ — симметрия калибровочных преобразований как максимально-расширенная группа симметрии калибровочных преобразований, подгруппой которой являются не только стандартная модель физики элементарных частиц — $SU(3)$ и супертеория Янга—Миллса, но и суперсимметрия и супергравитация. Поэтому группа Грина—Шварца $SO(32)$ или $E_8 \otimes E_8$ как группа симметрии калибровочных преобразований — максимально-расширенная группа симметрии. Она исключительно обширная группа калибровочных преобразований, когда-либо знакомая нам.

Суперструнная теория требует отказа от идеализированных точечных частиц, выработанных еще древними греками (Демокритом—Левкиппом) более 2500 лет тому назад. Гравитация должна быть связана со всеми другими типами взаимодействий на планковском масштабе $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ, что соответствует длине $l_{pl} = 10^{-33}$ см и времени $t_{pl} = 10^{-44}$ с. Поэтому возникает необходимость создания квантовой теории гравитации. Четвертое состоит в том, что суперструнные теории перепрыгивают «пустыню», где полным-полно должны кишмя кишеть различные экзотические частицы и сверхсилы их сверхвзаимодействий: для исследования «пустыни» необходим десертрон радиусом нашей галактики.

Амбициозность суперструнных теорий заключается еще и в том, что ставится вопрос о самом бытийном статусе элементарных частиц.

Мы уже отметили, что струнная модель разрабатывалась в связи с адронной физикой еще в 60-е гг. прошлого столетия.

Суперструны строятся в двух различающихся топологиях: одни струны — открытые со свободными концами, а другие — замкнутые. Струны обладают еще внутренними степенями свободы. В открытых струнах со свободными концами квантовые числа располагаются на этих свободных концах, а в замкнутых струнах квантовые числа размазаны по всей струне.

Струны также обладают внутренней ориентацией: они бывают ориентированные и неориентированные. А взаимодействие между суперструнами осуществляется путем разрыва струны и соединения двух струн. Элементарные частицы в суперструнных моделях рассматриваются как квантово-полевые возбуждения струн, которые обладают вращением и вибрацией.

Квантово-полевые возбуждения (вращение и вибрация) рассматриваются как наблюдаемые экспериментально элементарные частицы. Вся «низкоэнергетическая физика» включается в состав суперструнной теории.

Суперструнная теория должна быть симметричной: она симметрична не в обычных пространствах, а в пространствах высших размерностей, которые разрабатывались Калуцей—Клейном для осуществления мечты А. Эйнштейна об объединении гравитации и электромагнетизма в 20-е гг. прошлого века: в ней силы сталкивались как пространства высших размерностей для объединения электромагнетизма и гравитации на чисто геометрической основе.

В своей теории Грин и Шварц рассматривают пространство 10 измерений: 4 — наш четырехмерный реальный мир — и 6 компактифицированных размерностей, т. е. невидимых и ненаблюдаемых.

Природа суперструн проявляется на энергиях выше масштаба Планка: $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ, $l_{pl} = 10^{-33}$ см, $t_{pl} = 10^{-44}$ с.

Квантовая теория и ОТО воплощают всю сумму человеческих знаний о природе Вселенной: ошеломляющий диапазон познания нами мира в 45 порядках. В микромире диапазон познания достигает 10^{-17} см, а в Космосе — 10 см.

Калибровочная группа симметрии калибровочных преобразований Грина—Шварца включает $E_8 \otimes E_8$, супертеорию Янга—Миллса, ОТО, супергравитацию и стандартную модель физики элементарных частиц.

Рис. 1.29



Калибровочная теория как единое и свободное от аномалий и расходимостей — описание квантовой гравитации.

Это революционный прорыв в развитии современной физики точечных частиц. Смена точечной физики суперструнной физикой — революция перехода от философии точечной к суперструнной философии: есть окончание эры точечной философии в физике и начало новой эры суперструнной философии в физике частиц.

Кварки и их суперпартнеры в суперсимметрии рассматриваются как точечные частицы. Суперсимметрия есть теория, позволяющая объяснить и понять точечные частицы с помощью точечных суперпартнеров: точечные частицы объясняются с помощью суперсимметричных суперпартнеров. В квантовой гравитации также гравитация истолковывается и рассматривается как взаимодействие между гравитонами как точечными частицами.

Суперсимметрия включает в себя супергравитацию как подмножество: в суперсимметрии гравитон имеет суперпартнера — гравитино. Гравитино как суперпартнер гравитона есть точечная частица. Поэтому происходит то же самое — с помощью точечных частиц объяснить и понять те же точечные частицы: в этом суть суперсимметрии и супергравитации.

Квантовая теория поля как теория Янга—Миллса локальной симметрии связывает точечные частицы с пространством-временем параметрами жестко. Внутренние степени свободы частицы связаны с внешними пространственно-временными степенями свободы.

Точечные частицы связаны жестко с принципом причинности, локальности, непрерывности, унитарности. Следовательно, необходим отказ от всех почитаемых постулатов природы. Поэтому суперструнная теория должна включать в себя всю «низкоэнергетическую физику»: энергии ниже 10^{15} ГэВ.

Локальная квантовая теория, оперирующая точечными частицами, содержит расходимости на энергиях выше $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ. Вообще следует отметить (это важно для

философии), что отказ от идеализированных точечных частиц необходимо правильно философски истолковать:

- 1) отказ означает отказ от точечных частиц как элементарных объектов;
- 2) отказ означает отказ от рассмотренных точечных частиц на основе локальной калибровочной симметрии (т. е. от пространственно-временной точки к точке);
- 3) физическую реальность не обязательно рассматривать в виде точечных частиц, взаимодействующих локально от одной пространственно-временной точки к другой точке: это означает, что в суперструнной теории физическая реальность не подчиняется теории Янга—Миллса, благодаря которой точечная физика, т. е. квантовая локальная теория, добилась несомненных и блестящих успехов; речь идет об отказе от одного из фундаментальных принципов миропонимания, т. е. от точечного миропонимания (от точечной философии).

Возрождение исследовательского интереса к струнам началось в 1984 г., когда Грин и Шварц сформулировали суперструнную теорию в 10 измерениях — с помощью групп внутренней симметрии $SO(32)$ и $E_8 \otimes E_8$:

1. Группа внутренней симметрии E_8 включает в себя всю «низкоэнергетическую физику», т. е. всю физику ниже энергий 10^{15} ГэВ. Следовательно, E_8 включает всю стандартную модель физики элементарных частиц $SU(5)$ в качестве подгруппы.
2. Другая группа E_8 представляет собой гравитационные взаимодействия в нашей Вселенной.

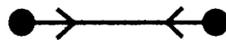
Квантовая теория гравитации — точечная, локальная теория взаимодействия между гравитационными точечными частицами. В суперструнной теории гравитация рассматривается как обмен между замкнутыми струнами. Поэтому если у гравитона обнаружится, действительно, суперпартнер — гравитино, то эта суперсимметричная частица может претендовать на роль «темной материи»: и гравитон, и гравитино как суперпартнеры есть частицы точечные, которые должны подчиняться всем квантовым калибровочным и локальным законам теории Янга—Миллса; в суперструнной теории точечные частицы суть возбуждения струн: они образуются и взаимодействуют путем разрыва струн и объединения двух струн.

Одним словом, как все известные элементарные частицы (кварки, лептоны и другие), так и гравитоны и их суперсимметричные суперпартнеры гравитино суть возбуждения струн: возбуждения — квантово-механические вращения, вибрации, резонансы.

Точечные частицы суть возбуждения струн. В этом состоит философия суперструнной физики.

Струна фундаментальна: один объект генерирует множество элементарных частиц.

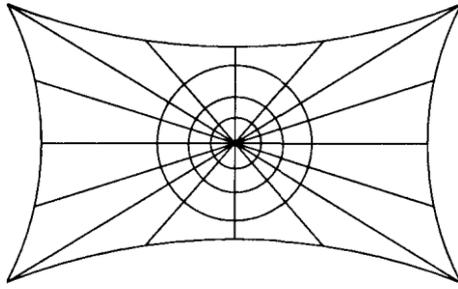
Рис. 1.30



1. Гравитация у Ньютона рассматривается как сила, передающаяся мгновенно на расстоянии:

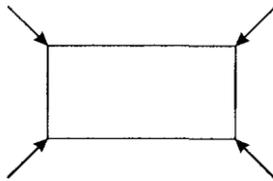
2. А у Эйнштейна гравитация рассматривается как кривизна пространственно-временного многообразия:

Рис. 1.31



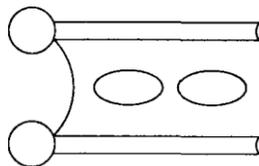
3. В теории квантовой гравитации рассматривается гравитация как взаимодействие между гравитонами как точечными частицами. Прибавляется теперь к эйнштейновскому пониманию гравитации:

Рис. 1.32



4. В суперструнной теории гравитация рассматривается как обмен между замкнутыми струнами:

Рис. 1.33



Мы рассмотрели теории Великого объединения — минимальная модель — ($SU(5)$) и суперсимметрия: эти теоретические модели имеют свои преимущества и недостатки. Мы не будем их перечислять: самым большим недостатком КХД является конфайнмент (кварков никто не видел), а для суперсимметрии главным недостатком является отсутствие экспериментальных фактов, подтверждающих суперсимметричные модели.

Однако не эти события вызвали к возвращению суперструнные модели, которые активно и интенсивно разрабатывались физиками в связи с адронной физикой в 60 гг. прошлого века, — т. е. с проблемой конфайнмента.

Существует главная фундаментальная проблема философии единого описания всего. Эта философская проблема конкретизируется в необходимости объединения двух великих физических теорий XX в. — квантовой механики и ОТО Эйнштейна — на единой теоретической основе.

Парадоксально, но факт остается фактом: квантовая теория и теория относительности (ОТО) вместе дают нам всю сумму человеческих знаний о мире микрочастиц и Вселенной, т. е. о природе, однако они развивались изолированно, никогда не пересекаясь друг с другом. Как будто в природе, отмечает М. Каку в своей книге «Введение в теорию струн», существуют два ума: один познает микромир, а другой — Вселенную в целом.

Квантовая теория добилась блистательных успехов в познании малого во Вселенной, а ОТО — большого в ней. Общая теория относительности, сотворенная гением одного человека, — единственная теория о Вселенной в целом: она описывает красоту мира и совершенство его строения и структурной организации. Пока нет физической теории, способной конкурировать в познании самоорганизации Вселенной в ее крупнозернистых и крупномасштабных образованиях (звезды, галактики, скопления, сверхскопления): она дает нам целостное знание об эволюции Вселенной, фактически целостное философское миропонимание о Вселенной, ее рождении, эволюции и дальнейшей судьбе: ОТО, как отмечают специалисты, — самая изящная и самая строгая математически-физическая теория, когда-либо сотворенная человеческим гением.

Не менее красивая и изящная физико-математическая теория — квантовая механика (квантовая теория поля): она дает нам возможность проникнуть в самые фундаментальные и глубокие слои строения и структуры материи. Квантовая теория поля дает нам возможность познать и исследовать самые глубинные основания нашего мироздания: в космосе мы проникли до 10^{28} см, а в микромире — до 10^{-17} см. Таким образом, две великие теории XX в. — квантовая теория поля и ОТО — дают вместе сумму нашего знания о мире в 45 порядках: это великое достижение человеческой мысли.

Однако это знание о мире не есть единое знание о нем: философское знание о мире не может быть суммой о мире, а целостное единое знание. Одно во всем и все в одном.

Нельзя сказать, что не было попыток объединения квантовой теории поля и ОТО: их было множество, но все эти попытки вдребезги разбивались об, казалось, непреодолимые трудности построения одной теории всего сущего.

Основными трудностями ОТО Эйнштейна были:

1. Все решения общих уравнений ОТО Эйнштейна неизбежно приводят к сингулярной точке, где законы ОТО становятся неприменяемыми (мы об этом узнаем, когда будем рассматривать проблему черных дыр).
2. Без квантовой гравитации (т. е. ОТО) совершенно бессмысленно ставить вопрос об объединении квантовой теории и ОТО. Однако, как отмечает М. Каку, наивная вера в возможности квантования ОТО всегда кончалась провалом.
3. Все квантовые теории об элементарных частицах, как мы показали выше, основаны на калибровочной теории, фундаментальным достижением которой является перенормировка, т. е. возможность устранить бесконечные расходимости: перенормируемая теория в принципе не проверяема, а ОТО — теория перенормируемая.

Квантовая теория поля достигла блестящих и внушительных успехов на пути построения калибровочных квантовых теорий частиц и сил их взаимодействий: построены калибровочные теории электрослабых взаимодействий, КХД и стандартная модель физики элементарных частиц —

$$SU_{(5)} = SU_{(3)} \otimes SU_{(2)} \otimes U_{(1)}.$$

Несмотря на огромные успехи в построении калибровочных квантовых теорий частиц и сил их взаимодействий, в стороне остались основные трудности теории Великого объединения.

На пути объединения теорий всего сущего имеются, как отмечает М. Каку, почитаемые представления о природе, выработанные на протяжении всей истории философии и науки. Они следующие:

- 1) непрерывность;
- 2) причинность;
- 3) унитарность;
- 4) локальность;
- 5) точечные частицы.

М. Каку считает, что необходимо отказаться от одного или нескольких почитаемых представлений о природе, сформулированных на уровне здравого смысла.

Самым безболезненным считает М. Каку отказ от идеологии идеализированных точечных частиц: отказ от идеализированных точечных частиц для построения суперструнных моделей не наносит никакого вреда ни квантовой теории поля, ни ОТО.

Ключом к объединению квантовой теории поля и ОТО является калибровочная симметрия, т. е. группа калибровочных преобразований.

Как мы показали, все квантовые теории физики элементарных частиц являются калибровочными теориями, фундаментальными достижениями которых являются перенормировка, отсутствие аномалий и расходимостей, группа симметрии, безмассовые калибровочные бозоны и другие требования.

Все попытки связать гравитацию с физикой элементарных частиц обескураживающе разбивались вдребезги из-за невозможности устранить бесконечности (расходимости). Именно поэтому все попытки построения квантовой теории гравитации неизменно оказывались безуспешными: без объединения гравитации со всеми другими силами взаимодействий — СЛВ, ЭМВ и СЦВ — абсолютно исключено создание единой теории всего сущего.

Настоятельная необходимость создания квантовой теории гравитации вызывается в суперструнных моделях тем, что в суперструнных моделях исследуется физическая реальность в плановских масштабах массы, длины и времени:

$$m_{pl} = 10^{19} \text{ ГэВ},$$

$$l_{pl} = 10^{-33} \text{ см},$$

$$t_{pl} = 10^{-44} \text{ с},$$

когда обязательным требованием является учет гравитационных эффектов. Поэтому физики и космологи возлагают большие надежды на теорию суперструн, где возмож-

но устранение всех бесконечных расходимостей: теория суперструн является максимально расширенной и обширной группой калибровочных преобразований.

Все группы симметрии калибровочных преобразований, на которых построены все квантовые калибровочные теории поля, узки и недостаточно обширны, поэтому в рамках этих узких групп калибровочных преобразований нельзя было устранить расходимости: одной из главных целей построения суперструнной калибровочной теории является решение проблемы перенормировки. А без решения проблемы перенормировки, т. е. устранения бесконечностей (расходимостей), невозможно объединение гравитации с остальными типами сил фундаментальных взаимодействий — СЛВ, ЭМВ и СЦВ (сильные цветные взаимодействия). Естественно, здесь встает вопрос: а как возможно это сделать?

В чем же состоит основная идеология струнной модели? Она заключается в порождении струной точечной частицы: точечные частицы есть струнные порождения.

Итак, как при исследовании космического объекта черной дыры, так и микромира в планковском масштабе, диктуется настоятельная необходимость объединения квантовой теории поля и ОТО на новой, единой идейно-теоретической основе: этот синтез не может быть механическим. Кандидатом на роль единой идейно-теоретической основы объединения квантовой теории поля и гравитации выступила и выступает суперструнная теория, которая ни в коей мере не отвергает начисто своих предшественниц (стандартная модель физики элементарных частиц, теория Великого объединения, суперсимметрия и супергравитация, супертеория Янга—Миллса, теория Калуцы—Клейна и т. д.), а наоборот, суперструнная теория включает их в себя в качестве подмножеств: все квантовые и калибровочные теории частиц и сил выступают подгруппами максимально расширенной и обширной супергруппы суперструнной теории. Почему? Потому что суперсимметрия суперструнной группы теории должна так или иначе нарушаться, чтобы себя оправдать в феноменологии элементарных частиц при низких энергиях современных экспериментальных ускорителей: вопрос о динамической редукции суперструнной теории к феноменологии частиц и сил очень сложен и труден.

§4. Философия суперструнной теории

Мы уже отметили, что струнная модель разрабатывалась уже в 60-е г. XX в. для объяснения адронной физики, т. е. проблемы конфайнмента и асимптотической свободы. Однако в связи с огромным успехом в развитии стандартной модели физики элементарных частиц разработка струнных моделей была приостановлена: они были почти забыты.

Возрождение интереса к струнным моделям произошло в 1984 г., когда Грин и Шварц сформулировали суперструнную теорию в 10 измерениях с помощью групп внутренней симметрии $SO_{(32)}$ и $E_8 \otimes E_8$: эти группы внутренней симметрии представляют собой максимально-расширенные и исключительно-обширные группы, которые включают в себя все нами рассмотренные группы ($SU(5)$, $SO_{(10)}$ и другие) в качестве подгрупп. А М. Каку в своей книге «Введение в теорию суперструн» даже отмечает, что суперструнная группа калибровочных преобразований является единственно всеохватывающей группой, включающей всю «низкоэнергетическую физику» (т. е. ниже энергии 10^{15} ГэВ) в качестве подмножества.

В самом деле, как мы уже отмечали, стандартная модель физики элементарных частиц $SU(5)$ справедлива при энергиях 10^{15} ГэВ, а суперструнная теория — даже при энергиях 10^{19} ГэВ, т. е. в планковском масштабе $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ, содержит расходимости (бесконечности). Существование их даже при планковском масштабе $m_{pl}=10^{19}$ ГэВ показывает настоятельную необходимость связи гравитации с остальными силами взаимодействий — ЭМВ, СЛВ и СЦВ: при планковском масштабе $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ и за его пределами наступает объективная необходимость внутренней и органической связи всех четырех типов фундаментальных взаимодействий — ЭМВ, СЛВ, СЦВ и ГВ.

Однако чтобы суперструнная теория была калибровочной, т. е. лишенной расходимостей, когерентной, т. е. внутренне самосогласованной, и проверяемой, т. е. верифицируемой, на уровне феноменологии элементарных частиц, необходим прежде всего отказ от одного из почитаемых представлений о природе Вселенной, т. е. отказ от идеализированных точечных частиц, служивших философским основанием развития естествознания вообще и миропонимания. Только отказ от идеологии точечных частиц даст возможность построения суперструнной теории (как калибровочной, когерентной и верифицируемой на уровне феноменологии элементарных частиц). Вопрос верификации суперструнной теории на уровне феноменологии элементарных частиц, как отмечают М. Каку и авторы книги «Астрофизика элементарных частиц» Г. В. Клайдер-Клайнротхаус и К. Цюбер, — самый сложный и трудный: пока же не найдены способ и механизмы динамической редукции суперструнных моделей к феноменологии элементарных частиц. И философски, и научно-теоретически приемлема та теория, которая проверяема путем динамической редукции нарушения симметрии на уровне феноменологии элементарных частиц, ибо элементарные частицы в суперструнных моделях рассматриваются как квантово-полевые возбуждения струн: струна возбуждается, она вращается и вибрирует, порождая эмпирически и экспериментально наблюдаемые частицы. Точечные частицы — возбуждения струны, т. е. квантово-полевые флуктуации.

Суперструнная теория дает нам единое видение и описание природы: она есть теория единого объяснения и понимания многокрасочного и многоспектрального мира феноменологии элементарных частиц. В суперсимметричной теории отныне не кварки и лептоны и даже не преоны рассматриваются как фундаментальные, а суперструна, лишенная точечности элементарных частиц и их локальности: суперструна как фундаментальная физическая реальность на уровне за пределами планковского масштаба $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ лишена как точечности, так и локальности.

«Грубо говоря, — пишет М. Каку в своей книге «Введение в теорию суперструн», — теория суперструн объединяет различные силы и частицы тем же способом, которым скрипичная струна дает единое описание музыкальных тонов. Сами по себе ноты ля, си, до и др. не являются фундаментальными, однако, скрипичная струна фундаментальна; один физический объект, может объяснить множество музыкальных нот и даже гармоний, которые можно из них построить. Весьма сходным образом суперструны дают единое описание элементарных частиц и сил. Фактически музыка, создаваемая суперструной, — это силы и частицы, существующие в мире...» (с. 27).

Итак, суперструна есть такая фундаментальная реальность, которая порождает мир всех элементарных частиц: не частицы и силы их взаимодействий отныне фундаментальны, а суперструна, порождениями которой являются частицы и силы, существующие в природе на уровне феноменологии ниже планковского масштаба массы $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ. Еще раз мы хотим подчеркнуть ту мысль М. Каку, что суперструна,

как и музыкальная струна создает музыку целостную из музыкальных тонов, создает и творит частицы и силы их взаимодействий: суперструна порождает и частицы, и силы. Что это означает в философском ракурсе? Это означает, во-первых, элементарные частицы, в том числе и кварки и лептоны, которые нами на сегодняшний день рассматриваются как фундаментальные, не являются ни элементарными, ни фундаментальными: они суть порождения суперструны как фундаментальной физической реальности; во-вторых, силы также являются порождениями суперструны: суперструна как единая суперсила порождает и расщепляет эту единую суперсилу на четыре типа взаимодействий — ЭМВ, СЛВ, СЦВ и ГВ. В-третьих, если так, то и с этой точки зрения диктуется настоятельная необходимость в суперструнной теории объединения всех четырех типов взаимодействий: точнее, объединения гравитации с остальными тремя типами взаимодействий, поскольку в стандартной модели физики элементарных частиц $SU(5)$ уже достигнуто объединение трех сил — электрослабых и сильных цветных взаимодействий.

Таким образом, суперструна, как и музыкальная струна, фундаментальная физическая реальность, лежащая как субстациональная реальность в основе мира феноменологии элементарных частиц и сил, создает и творит многокрасочный и многогранный мир красоты и прекрасного, величественного единства и совершенства, которые проявляются в принципах симметрии и законах сохранения природы: суперструна есть нечто одно, единое (Дао), а частицы и силы несут множественность.

Рассмотрим в философском исследовании группу внутренней симметрии $E_8 \otimes E_8$. Сразу же отметим, что она, составляющая суперсимметричную группу симметрии, максимально-расширенная и исключительно обширная группа, когда-либо знакомая нам: суперсимметричная группа — $E_8 \otimes E_8$ калибровочная и свободная от аномалий конечная и симметричная группа.

Однако эта группа симметрии суперструн симметрична не в обычных пространствах, а в пространствах высших размерностей: теория пространств высших размерностей разработана в 20 гг. XX в. двумя учеными — Калуцей и Клейном. Поэтому эта теория пространств высших размерностей называется теорией Калуцы—Клейна: в ней трактуется истолкование сил как пространств высших размерностей для объединения электромагнетизма и гравитации на чисто геометрической основе. Для философского исследования теории Калуцы—Клейна важно то обстоятельство, что фактически она разрабатывалась Калуцей и Клейном для реализации Эйнштейновской программы — мечты об объединении электромагнетизма и гравитации на чисто геометрической основе. Что это означает?

Прежде всего мы отметим, что суперструнная теория включает в себя теорию пространств высших размерностей Калуцы—Клейна как свое подмножество: теория Калуцы—Клейна есть подгруппа суперструнной группы симметрии — $E_8 \otimes E_8$.

Как мы уже отмечали, суперструнная теория включает в себя также в качестве подгрупп стандартную модель физики элементарных частиц как теорию объединения трех взаимодействий — электрослабых и сильных взаимодействий (СЦВ); суперсимметрию, допускающую всем элементарным частицам суперпартнеров, между которыми существует полная суперсимметрия, и супергравитацию как локальную квантовую теорию гравитации как взаимодействие между гравитонами. Итак, суперструнная теория, основанная на максимально-расширенной и исключительно обширной группе внутренней симметрии — $E_8 \otimes E_8$, — воплощает в себе в качестве подмножеств:

- 1) теорию пространств высших размерностей Калуцы—Клейна;
 - 2) стандартную модель физики элементарных частиц — $SU(5)$;
 - 3) суперсимметрию и супергравитацию.
- Во-первых, все эти теории мы вслед за авторами книги «Астрофизика элементарных частиц» Г. В. Клайдер-Клайнротхаусом и К. Цюбером назовем «низкоэнергетической физикой» ниже энергии 10^1 ГэВ;
 - во-вторых, все эти теории являются локальными квантовыми теориями, оперирующими точечными частицами;
 - в-третьих, все локальные квантовые теории поля, оперирующие точечными частицами, на энергиях выше планковского масштаба массы $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ, содержат расходимости (бесконечности). Значит, вся «низкоэнергетическая физика» остается калибровочно-справедливой теорией на энергиях ниже 10^{15} ГэВ;
 - в-четвертых, суперструнная теория «перепрыгивает» «пустыню» от энергии 10^{15} ГэВ до энергии 10^{19} ГэВ, где полным-полно, кишмя кишат неведомые нам частицы, поля и силы, включая сверхсильные взаимодействия;
 - в-пятых, в суперструнной теории фундаментальными являются не кварки и лептоны, а фундаментальной является суперструна, производящая, как музыкальная струна, весь спектр феноменологии элементарных частиц и сил их взаимодействий: одна суперструна фундаментальна как источник генерации многокрасочного и многогранного мира феноменологии элементарных частиц, сил и полей их взаимодействий.

Группа внутренней симметрии суперструнной теории $E_8 \otimes E_8$ в целом отражает:

1. E_8 отражает всю «низкоэнергетическую физику», т. е. все три типа взаимодействий — электрослабых и сильных цветных взаимодействий, зафиксированные и представленные в стандартной модели физики элементарных частиц. Кроме того, суперструнная теория воплощает в себе суперсимметрию как теорию (экспериментально не подтвержденную) полной симметрии между элементарными частицами и их суперсимметричными суперпартнерами, если таковые вообще существуют в природе.
2. А второе E_8 проявляет себя в гравитационном взаимодействии: с одной стороны, E_8 как группа симметрии суперструнной теории отражает гравитацию как взаимодействие не между гравитонами, а как взаимодействие между замкнутыми струнами, а с другой — устанавливает связь суперструнной гравитации с остальными тремя типами сил взаимодействий — электрослабых и сильных цветных взаимодействия. Каким образом? Здесь мы видим явное противоречие: с одной стороны, E_8 как группа суперструнной теории отражает не квантовую теорию гравитации как взаимодействие между гравитонами как точечными частицами, а суперструнную гравитацию как взаимодействие между замкнутыми струнами. А с другой стороны, три силы взаимодействий — электрослабые и сильные цветные силы, объединенные в стандартной модели физики элементарных частиц, представляют собой не суперструнные силы, а локальные квантовые калибровочные силы, связанные со взаимодействиями точечных частиц (кварки и лептоны). Как разрешить эту антиномию между суперструнной гравитацией как взаимодействием между замкнутыми струнами и силами точечных взаимо-

действий между точечными частицами? Эта антиномия может быть разрешена с помощью теории Калуцы—Клейна: силы должны быть интерпретированы как пространства высших размерностей, а сами пространства высших размерностей редуцированы к супергеометрии.

Итак, чтобы в суперструнной теории объединить все четыре силы взаимодействий — электрослабые, сильные цветные и гравитационные, — необходима супергеометризация пространств высших размерностей, и тогда возможно и осуществление объединения всех четырех сил в суперсилу на энергиях планковского масштаба $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ. Поэтому мы выше писали, что суперструнная теория является калибровочной и свободной от аномалий, конечной во всех порядках возмущения и симметричной: суперструнная теория симметрична не в обычных пространствах, а в пространствах высших размерностей. Поэтому, чтобы получить феноменологию обычных элементарных частиц и сил взаимодействий, необходимо нарушение суперструнной группы симметрии: в результате нарушения суперструнной симметрии:

1. Супергеометрия трансформируется в обычные геометрии.
2. Пространства высших размерностей в 10 измерениях трансформируются в обычные 4-мерные пространство-время нашего мира и в компактифицированные, т. е. свернутые, скрученные и ненаблюдаемые: важно, чтобы сумма компактифицированных и некомпактифицированных измерений всегда составляла 10 измерений.
3. Суперструнная суперсила как единый монолит раскололась на 4 силы обычных взаимодействий: суперсила суперструнной физической энергии расщепляется на обычные четыре силы взаимодействий — СЛВ, ЭМВ, СЦВ и ГВ.

Итак, суперструнная симметрия наблюдается только на энергиях выше планковского масштаба массы $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ, а ее нарушение приводит к «низкоэнергетической физике», где на энергиях ниже 10^{15} ГэВ царство обычной феноменологии точечных частиц, полей и сил их взаимодействий — СЛВ, ЭМВ, СЦВ и ГВ.

Итак, суперструнная философия есть отказ от точечной философии только на фундаментальном уровне материи.

Понятие «фундаментальное». Мы не будем входить в историю философии и физики. Отметим лишь, что в истории развития человеческой мысли оно сыграло и играет важную роль: с одной стороны, оно всегда служило и служит опорным и узловым пунктом, в котором в концентрированном виде фиксировался итог достижения человеческого познания и мышления, а с другой стороны, оно постоянно изменялось и заменялось новым понятием «фундаментальное»: понятие «фундаментальное» — это относительное понятие.

Не вдаваясь в глубокую историю этого понятия, отметим лишь, что в области физики современной происходит постоянная смена понятия «фундаментальное»: несколько десятилетий (20-30 лет) тому назад за «фундаментальные» принимали адроны как сильновзаимодействующие частицы, в частности протон — p и нейтрон — n . Я вспоминаю слова великого физика современности Ричарда Фейнмана (лауреата Нобелевской премии): дайте мне протон и антипротон — \bar{p} , и я вам построю все мироздание. А уже через буквально несколько лет сам Фейнман выдвинул «партоновую модель» адронов и тем самым сам отверг идею фундаментальности протона и антипротона. Общеизвестна модель Саката, в которой за «фундаментальные» частицы

признавались три элементарные частицы — ρ , η и Λ для объяснения адронного мира как мира сильновзаимодействующих частиц.

Идеология «фундаментальности» в научном познании, как и философском размышлении, не только необходима и обязательна для объяснения и понимания феноменологии мира элементарных явлений и вещей: она необходима для построения философской картины и научного видения этой картины.

А разве кварки как фундаментальные частицы для нас имеют только научно-теоретическое значение для объяснения адронной физики? КХД есть блестящая локальная калибровочная квантовая теория поля, которая систематизировала и дала теоретическое объяснение многообразного мира спектра адронных частиц. Но это только лишь научная сторона дела. А в чем состоит философский смысл КХД как теории кварковой материи, точнее, в чем философский смысл кварковой материи как фундаментальной? Можно с моим утверждением согласиться и можно не согласиться, но то, что без идеологии фундаментальности кварковой материи нельзя осуществить объединение трех сил взаимодействий, неоспоримо и бесспорно: идея фундаментальности кварковой (кварки) материи послужила для симметризации лептонов (e и ν) и кварков. Ведь в философском отношении стандартная модель физики элементарных частиц как синтез трех сил взаимодействий — величайшее достижение философского миропонимания.

Кварки явились как фундаментальные частицы опорным пунктом симметризации лептонов (e и ν) и кварков и тем самым объединения трех сил взаимодействий — электрослабых и сильных цветных: идеология «фундаментальности» — узловой момент и опорный пункт симметризации разнородного и неоднородного и установления глубокого единства в философском и научном миропонимании и видении.

Суперструнная теория в философском ракурсе — отказ от философии точечных частиц и новая философия: отказ от философии идеализированных точечных частиц означает прежде всего то, что точечные частицы, т. е. элементарные частицы, в том числе кварки и лептоны, не могут быть кандидатами на роль фундаментальных частиц вообще и не могут претендовать никогда на эту роль. Поэтому суперструнная теория — смена идеологии фундаментальной философской парадигмы: точечная философия сменяется суперструнной философией.

Современная философия не может быть и отныне не является точечной, а является суперструнной, включающей точечную философию как предельную: суперструна отныне есть фундаментальная физическая объективная реальность. Суперструна фундаментальна как источник и причина феноменологии мира частиц и сил вообще. Отказ от точечной философии ни в коем случае не означает и не может означать вообще отказ от идеализированных точечных частиц в той или иной науке, прежде всего физике и космологии: любая наука (прежде всего современная наука) не может не оперировать идеализированными точечными частицами как объектом своего изучения и исследования, объяснения и понимания мира как Вселенной в целом, построенной и сотворенной из точечных частиц (элементарные частицы, атомы, молекулы, звезды и т. д.).

Нет, не об этом идет речь! А идет речь о фундаментальном уровне материи: могут ли отныне на фундаментальном уровне материи элементарные частицы вообще, в том числе кварки и лептоны, претендовать на роль фундаментальных? Ответ однозначен: нет и не могут вообще точечные частицы выполнять роль фундаментальных. Отныне на фундаментальном уровне материи фундаментальна суперструна, которая,

как и скрипичная струна воспроизводит гармонию и красоту музыки Бетховена и Моцарта, Шопена и Чайковского, Верди и великого Йоганна Штрауса и др., своим квантово-полевым возбуждением, вибрацией и вращением производит всю генерацию мира феноменологии частиц и сил: суперструна фундаментальна.

Каков критерий фундаментальности уровня материи? Уровень материи на сегодняшний день физиками и космологами принимается как фундаментальный на энергиях выше планковского масштаба массы $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ, что соответствует планковской длине $l_{pl} = 10^{-33}$ см и планковскому времени $t_{pl} = 10^{-44}$ с.

Итак, мы рассмотрели проблему идеи «фундаментальности»: «фундаментальное» — опорный пункт симметризации как установления (точнее, осущестления) однородности между качественно различными неоднородностями.

Приведем только два примера из нами выше рассмотренных калибровочных квантовых теорий поля, основанных на принципе локальной симметрии — электрослабая модель (ЭСМ) и стандартная модель физики элементарных частиц — $SU(5)$.

Чтобы осуществилась полная симметрия между абсолютно, на первый взгляд, несравнимыми и несоизмеримыми силами взаимодействий — электромагнитными и слабыми силами, — необходимо было прежде всего выдвинуть идею фундаментальности электрослабых сил взаимодействий при, безусловно, очень высоких энергиях. Именно при очень высоких энергиях, т. е. на более глубоком и фундаментальном уровне материи, две абсолютно несравнимые и несоизмеримые на обычных энергиях силы взаимодействий становятся идентифицируемыми, т. е. тождественными. Следовательно, идея «фундаментальности» как уровня высоких энергий материи является физически-фундаментальным основанием осуществления полной симметрии между силами слабых и электромагнитных взаимодействий: фундаментальное — «стягивание» разнородного в одно единое.

А нарушение симметрии есть обратный, т. е. противоположный, процесс расщепления и раздвоения этого одного единого на множественность феноменологии мира частиц и сил. Поэтому симметрия есть установление единого, однородного тождества, а нарушение этой симметрии вообще противоположный процесс генерации множественной феноменологии частиц и сил. Однако под генерацией необходимо понимать процесс рождения и возникновения нового. Точно также под симметрией нельзя понимать простой процесс обобщения одного единого целого: симметризация, основанная на идеологии «фундаментальности», — рождение нового, единого, общего.

Так, кварки есть фундаментальные цветные частицы: во-первых, однородными более или менее делают адронные частицы, а во-вторых, отождествляют лептоны с самими кварками как фундаментальными частицами, т. е. лептоны превращаются в стандартной модели физики элементарных частиц на энергиях 10^{15} ГэВ в фундаментальные частицы, тождественные с кварками: лептоны тождественны кваркам.

Итак, нам важно понять, что симметрия как тождество, а нарушение симметрии как расщепление этого тождества на множественную феноменологию частиц и сил есть объективная двуединая антиномичная закономерность природы и потому фундаментальный принцип, обладающий познавательной, логической и методологической значимостью, т. е. ценностью в исследовании и изучении мира микрочастиц и космологии: единство симметрии и нарушения симметрии как универсальный закон механизма развития мира в одинаковой степени имеет фундаментальную ценность как в исследовании микромира, так и в познании эволюции Вселенной и ее самоорганизации как суперсистемы.

В самой объективной реальности вообще (а не только в мире микрочастиц) реальной симметрии всегда противостоит антисимметрия как нарушение симметрии: симметрия как некое тождество, единое должно так или иначе, рано или поздно нарушаться, а нарушенная симметрия как антисимметрия рано или поздно должна восстанавливаться на другом уровне строения и структурной организации материи в том или ином виде: симметрия антисимметризуется, а антисимметрия должна симметризоваться. Если бы было иначе, то Вселенная как устойчивая и целостная самоорганизующаяся суперсистема не могла бы ни родиться, ни структурно эволюционировать: симметризация и антисимметризация — две стороны единого противоречивого закона развития природы, обеспечивающего устойчивость и самоорганизованность Вселенной как суперсистемы.

Принципы симметрии и ее нарушения имеют фундаментальную значимость (т. е. ценность) не только в исследовании физического мира элементарных частиц, но и такое же важное (если не более) значение имеют они как закон механизма самоорганизации и эволюции Вселенной в целом. Да это абсолютно понятно, ибо совершенно немыслимо исследование рождения Вселенной, ее самоструктурирования как в мелкозернистых, так и крупнозернистых образованиях без физики элементарных частиц. Иными словами, как известно, теорией, описывающей строение и совершенство крупномасштабных объектов во Вселенной, законы их взаимного притяжения и отталкивания (т. е. их разбегания друг от друга) и дальнейшей судьбы Вселенной, — является общая теория относительности Эйнштейна. По красоте физической, по изяществу математическому и глубине по охвату философскому еще не было равного творения человеческого гения, каким является ОТО. Но Вселенная — это не только целостная система крупномасштабных и крупнозернистых структур: Вселенная есть и микромир микроэлементарных частиц. Вселенная есть также и мир суперструны. Причем суперструнная физическая реальность составляет фундаментальную природу Вселенной: суперструна как фундаментальная — это то, что лежит в основании как микромира всех элементарных частиц, так и космических тел, так же как точечных частиц: суперструна — природа фундаментальная, лежащая в глубинном основании бытия мира элементарных частиц как точечных, так и космических объектов также точечных, идеализированных частиц.

Отныне существуют два мира:

- 1) мир точечных частиц;
- 2) мир суперструны как фундаментальный мир, лежащий в основе мира точечных частиц как предельной суперструны!

Соответственно философия точечная и философия суперструнная. Итак, в целом на сегодняшний день всю современную физику с точки зрения философского понимания ее можно разделить условно на два крупных раздела:

1. Точечная физика, оперирующая идеализированными точечными частицами.
2. Суперструнная физика, оперирующая на фундаментальном уровне материи (а таковым мы считаем планковский масштаб массы и, следовательно, энергии выше $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ) суперструнами, возбуждения, вибрации и вращения которых рассматриваются как эмпирические и экспериментально наблюдаемые точечные элементарные частицы: квантово-полевые возбуждения, вибрации и вращения как суперструны существуют в двух различающихся топологиях — в одной то-

топологии образуются открытые суперструны со свободными концами, а в другой топологии — замкнутые суперструны.

А сейчас необходимо еще раз уточнить смысл и значение идеализированных точечных частиц.

1. Все калибровочные квантовые теории, нами рассмотренные (электрослабая как единая, КХД как единая, стандартная модель как объединение всех трех типов взаимодействий и все теории Великого объединения) являются локальными калибровочными квантовыми теориями поля: все калибровочные квантовые теории (мы рассматриваем только их) являются локальными, основанными на принципе локальной калибровочной симметрии.
2. Поэтому в философском понимании понятие «точечные частицы» относится непосредственно не только к точечным частицам, а также к их локальному пространственно-временному действию и их взаимодействию от одной пространственно-временной точки к другой: понятие «точечные частицы» включает поэтому пространственно-временную локализацию их поведения и состояния.
3. Силы взаимодействий точечных частиц между собой поэтому также носят локальный характер: силы взаимодействий точечных калибровочных квантовых частиц между собой проявляются как локализованные силы.

Поэтому мы считаем, что точечная философия в свое структурное содержание включает все эти три момента в обобщенном виде:

- 1) идею точечности частиц;
- 2) идею пространственно-временной точечности, т. е. локализации;
- 3) идею локальности проявления сил взаимодействий точечных частиц.

А теперь, естественно, возникает вопрос: означает ли отказ в суперструнной теории от «идеализированных точечных частиц» автоматическое отрицание всей точечной философии и абсолютное господство суперструнной философии?

«Отказ» необходимо понимать диалектически и конкретно:

- Во-первых, «отказ», как уже мы подчеркивали, есть установление границы справедливости всех точечных калибровочных квантовых теорий в рамках «низкоэнергетической физики» на энергиях ниже 10^{15} ГэВ: все эти точечные теории справедливы, истинны и достоверны в пределах ниже энергий 10^{15} ГэВ.
- Во-вторых, суперструнная физика воплощает в себе в качестве своего подмножества всю «низкоэнергетическую физику»: в контексте суперструнной физики точечная физика получает свое теоретическое объяснение и оправдание.
- В-третьих, суперструнная философия включает диалектически в себя как свою подгруппу точечную философию: суперструнная философия — философия ноуменов, а точечная философия является философией феноменов. Иными словами, суперструнная философия — ноуменальная философия, а точечная философия — феноменологическая философия: суперструны — ноумены, а точечные частицы — феномены. Ноумены должны всегда получить вердикт истинности и достоверности на уровне феноменологии. Поэтому не только феномены находят в ноуменах (т. е. суперструнах) свое бытийное оправдание, но и ноумены получают вердикт справедливости и добропорядочности от точечных частиц как феноменологических.

Какова же структура суперструнного мира как объективной физической реальности на фундаментальном уровне материи, т. е. выше планковского масштаба массы $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ?

Она должна состоять из трех фундаментальных компонентов:

1. Фундаментальная суперструна как источник и причина всех точечных частиц, феноменологии всех нам известных и пока нам неизвестных элементарных частиц. Суперструна — мощный скачок и прыжок через «пустыню», где в дальнейшем могут быть обнаружены суперпартнеры всех элементарных частиц, в том числе гравитино как суперпартнер гравитона: в «пустыне» могут быть обнаружены суперсимметрия и супергравитация.

2. Фундаментальная суперсила как одна единая суперсила, расщепление которой происходит на энергиях ниже планковской массы $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ и приводит к отделению гравитации от трех других сил взаимодействий — электрослабых и сильных цветных, а затем к отделению сильных цветных взаимодействий от электрослабых и, наконец, к разделению электрослабых сил на электромагнитные и слабые взаимодействия. Но это возможно и осуществимо только в результате нарушения суперструнной симметрии как антисимметрии.

Точно так же генерация фундаментальной суперструнной феноменологии всех элементарных частиц как точечных произойдет и реально осуществится только в результате антисимметрии как нарушения суперструнной симметрии: антисимметрия как нарушенная симметрия есть закон диверсификации и инновации, т. е. разрушения симметрии как тождества и порождения, созидания нового множества феноменологии частиц и сил.

3. Фундаментальная супергеометрия высших размерностей, воплощающая в себе в качестве подмножества все модели пространства-времени, в том числе пространства высших размерностей Калуцы—Клейна и Грина и Шварца — $E_8 \otimes E_8$ в 10 измерениях, нарушение симметрии которых должно привести к расщеплению их на 4 (обычное пространство-время) и 6 компактифицированных (т. е. невидимых, ненаблюдаемых, свернутых в точку) измерений.

Таким образом, суперструна — фундаментальна, как и скрипичная струна, порождающая все звуки и гармонии музыки, — источник и причина феноменологии генерации всех частиц и сил: суперструна дает нам единое и целостное философское описание, объяснение и понимание мира как всей Вселенной.

Поэтому современная философия не может быть философией, оперирующей только точечными частицами вещества и поля: она должна принимать суперструнную философию как центральную ось, вокруг которой должно вращаться и нанизываться, как бусинки, все в этом мире.

Раздел II. ОТ ЗВЕЗД К ЧЕРНЫМ ДЫРАМ

Звезды рождаются, живут и
умирают. *А. Эддингтон*

Черные дыры без волос.

Д. Уилер

Черные дыры не такие уж
черные.

С. Хокинг

Глава 4. Белые карлики

§ 1. Белые карлики

Когда мы созерцаем в лунную ночь звездное небо, нам представляется, что оно есть царство спокойствия и тишины, что оно является неизменным и постоянным, что ночное звездное небо, усеянное миллиардами миллиардов звезд — вечный звездный мир. Но это наше обманчивое восприятие ночного звездного неба. На самом деле оно изменчиво, в нем происходят бурные процессы эволюции звезд: звезды рождаются, живут и умирают, как все вещи, события, явления в нашей Вселенной, где мы — люди — живем на маленьком клочке Земли, затерянном на краю периферии нашей галактики, называемой Млечный Путь. Земля движется со скоростью 30 км/с вокруг своей оси, а вместе с нашим Солнцем она движется со скоростью 300 км/с по отношению к реликтовому излучению как вселенской системе координат.

Когда-то во Вселенной не было ни нашего Солнца, ни тех планет, которые вращаются по своим эллиптическим орбитам, в одном из фокусов которых находится наше Солнце, в котором сосредоточена почти вся масса всей Солнечной системы: масса Солнца — M_{\odot} составляет более 95 % всей массы Солнечной системы, а остальные 5 % приходятся на 9 планет (Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон). Именно поэтому наше Солнце своим тяготением как силой гравитационного притяжения удерживает и управляет движением всех планет по ис-•

кривленному им же самим пространству вокруг себя: вся эта Солнечная система возникла 10 млрд лет тому назад.

Вся наша Солнечная система не является системой космологического происхождения: она не представляет собой первичного следствия Большого взрыва. По современным представлениям, Солнце и все планеты, окружающие его, возникли и появились из вещества, выброшенного в космическое пространство вспышкой сверхновой звезды: вспышка сверхновой звезды произошла где-то поблизости от будущего нашего Солнца.

Таким образом, наше Солнце не является первичным следствием Большого взрыва: оно вторичного происхождения, как следствие вспышки сверхновой: сверхновая звезда с массой более шести масс Солнца, став неустойчивой системой в результате бурных процессов в ее недрах, катастрофически взрывается, выбрасывая основную часть вещества в пространственную бесконечность. Выброшенное таким образом вещество катастрофического взрыва сверхновой имеет первоначальную скорость до 1 000 км/с: это вещество сверхновой в ходе своего распространения смешивается с разреженным веществом газопылевых облаков. Из такого вещества тяготение как сила гравитационного сжатия формирует и конституирует через миллионы (миллиарды) лет после взрыва сверхновой Солнце и систему его планет.

Солнце есть звезда, в недрах которой происходят бурные термоядерные процессы превращения водорода в гелий: жизнь звезды определяется противоборством двух сил — силы термоядерных реакций превращения водорода в гелий и силы гравитационного сжатия. Жизнь звезды — динамическое равновесие между двумя этими силами: в результате термоядерных реакций превращения водорода в гелий происходит энерговыделение, которое в качестве внутреннего давления противостоит и противодействует внешнему сжатию гравитационной силы. Звезда живет до тех пор, пока внутреннее давление, вызываемое энерговыделением термоядерных реакций, противостоит и противодействует силе гравитационного сжатия: как только заканчивается водородная эволюция в ядерном котле, в недрах звезды наступает коллапс как катастрофическое гравитационное сжатие звезды.

Звезда, масса которой составляет $1,4 M_{\odot}$ массы нашего Солнца, превращается в белый карлик: звезды в своей эволюции становятся белыми карликами, если их масса не превышает $1,4 M_{\odot}$, что является пределом существования белых карликов. Если же масса звезды больше этого предела (т. е. $2-3 M_{\odot}$), то такая звезда не может быть белым карликом: она становится нейтронной звездой. А если же масса звезды больше $3 M_{\odot}$, то судьба такой звезды — стать черной дырой.

Предел $1,4 M_{\odot}$, как предел бытия белых карликов, называется пределом Субрахманьяна Чандрасекара, который теоретически вычислил и предсказал этот фундаментальный принцип.

Предел $2-3 M_{\odot}$, как предел существования нейтронных звезд, называется пределом Ландау—Оппенгеймера—Волкова.

Теорема о том, что массы звезд и других космических объектов (квazarы и ядра активных галактик) превышают значительно $3 M_{\odot}$ и что коллапс неизбежно в этом случае приводит к сингулярности, — теорема С. Хокинга — Р. Пенроуза, которая является теоремой неизбежности сингулярности.

Ниже нами последовательно исследованы и рассмотрены белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры как различные варианты финальной стадии эволюции звезд.

Нас интересует прежде всего проблема тяготения, какова роль тяготения как силы гравитационного сжатия: роль и значимость гравитационного притяжения, сжатия

и коллапса фундаментальны, начиная с образования из газопылевого облака, состоящего в основном из водорода и гелия, протозвезды, превращения этой протозвезды в настоящую звезду, в недрах которой заработал ядерный реактор, ее эволюции и конечной судьбы звезд в виде белых карликов, нейтронных звезд и звездных черных дыр. Именно тяготение как сила гравитационного притяжения (сжатия, коллапса) является условием, определяющим процесс установления протозвезды и превращения этой протозвезды в звезду с ядерным реактором, ее эволюции и ее конечной судьбы. В конечной ее судьбе (в качестве или белых карликов, или нейтронных звезд, или звездных черных дыр) происходит постоянная борьба и противоборство между главными действующими силами природы — ядерными и гравитационными. Во всем этом сложном, буйном и даже катастрофическом процессе победа принадлежит тяготению, влияние которого на уровне элементарных частиц и атомарной материи ничтожно и пренебрежимо мало. В макромире крупных структурных образований (звезды, галактики, скопления и т. д.) доминирование и господство принадлежат тяготению как силе гравитационного притяжения (сжатия, коллапса).

Следовательно, тяготение есть гравитационная сила, которая управляет звездно-галактическим миром: тяготению принадлежит решающая роль и значимость в строении этого мира, структурированной его упорядоченности в целостных системных образованиях и их эволюции. Но этот звездно-галактический мир только на первый взгляд представляет собой спокойный, монотонный, непрерывный мир постоянного повторения. На самом деле этот звездно-галактический мир — беспокойный мир: в нем происходят и будут происходить бурные, неистовые и яростные процессы бифуркационной катастрофы. В нем произошли и происходят непрерывные процессы смены хаоса и порядка, устойчивости и неустойчивости, стабильности и нестабильности, симметрии, асимметрии и спонтанного нарушения симметрии; происходит катастрофическая смена притяжения и сжатия, сжатия и коллапса, коллапса и реколлапса, реколлапса и антиколлапса; происходит в нем постоянная смена буйства, неистовства и ярости в катастрофическом взрыве сверхновой звезды, в ослепительной мощности светимости квазаров и незабываемой грандиозности чудовищной светимости ядер активных галактик.

Во всех этих яростных, буйных и неистовых проявлениях бифуркационной катастрофы, где неожиданные процессы мгновенной смены, турбулентности, хаоса, аттрактора и странного аттрактора, случайности, флуктуации и упорядоченности приводят к глубоким и непредсказуемым изменениям, связанным с великой философской триадой материи, пространства и времени: итогом тяготения является сингулярность как точка бесконечности материи и искривленного пространства и времени.

1. Тяготение коллапсирует материю до бесконечности малого в сингулярности: коллапс как катастрофическое гравитационное сжатие бесконечно большое превращает в бесконечно малое.
2. Тяготение коллапсирует пространство до бесконечно малого: коллапс как катастрофическое гравитационное сжатие бесконечно большое пространство превращает в бесконечно малое.
3. Тяготение коллапсирует бесконечно большое время до бесконечно малого времени: коллапс как катастрофическое гравитационное сжатие превращает бесконечно большое время в бесконечно малое.

Таким образом, бесконечно большая плотность материи в сингулярности лишена всякого различия и неоднородности. В бесконечно большой плотности материи все

неоднородности сглажены, все лики и различия материи уничтожены и превращены в одну гравитационную массу: эта масса — квантовая микрогравитационная масса, которая может быть нами осознана и понята в том случае, если будет создана квантовая теория микрогравитации.

Значит, коллапс тяготения звезды заключается в катастрофическом превращении всего макроскопического сущего (материи: вещества, космического тела, молекул, атомов, космического корабля с отважным космонавтом, т. е. всего сущего физического, химического, биологического, социального) в микроскопическое сущее микрогравитационной массы.

Бесконечность искривленного пространства-времени в сингулярности означает, что, во-первых, пространство лишено трехмерности — длина, плоскость, объем превращены в нулевую точку. Иными словами, в сингулярности как пространстве нулевой размерности уничтожены геометрические и иные (топологические) мерности; во-вторых, время в сингулярности потеряло свою длительность, ход и течение: время в ней потеряло и лишилось бега, т. е. свойства «раньше и позже».

Следовательно, тяготение как сила гравитационного тяготения (и сжатия, и коллапса) есть универсальная и всепроникающая (материя, пространство и время) сила: эта сила тяготения — сила гравитации, превращающая бесконечно великое в бесконечно малое и, наоборот, бесконечно малое в бесконечно большое. В этом состоит философская значимость и смысл тяготения как силы гравитационного притяжения (и сжатия, и коллапса).

В этой связи с точки зрения философской логики целесообразно расчленение смыслового значения всех этих трех аспектов (притяжения, сжатия и коллапса) единой силы гравитации, которая, в зависимости от начальной массы объекта, проявляется по-разному: гравитационное притяжение есть сила искривления пространства-времени и, в зависимости от этого искривления структуры пространства-времени, распределение и движение материальных тел: искривление пространства-времени уже предполагает сильное гравитационное поле (релятивистское) и, наоборот, сильное релятивистское гравитационное поле искривляет самую структуру пространства-времени.

Под гравитационным сжатием (в отличие от притяжения) мы понимаем гравитационный процесс, когда большой космический объект сжимается и превращается в маленький компактный космический объект (белые карлики, пульсары как нейтронные звезды и т. д.): великое сжимается до компактного маленького.

Что касается коллапса, то коллапс — то же гравитационное сжатие, но катастрофическое сжатие, приводящее неизбежно к сингулярности как бесконечной точке триады материи, пространства и времени: эта бесконечно большая триада в сингулярности становится бесконечно малой.

Наша Вселенная, где мы живем на маленькой планете Земля, затерявшейся среди ста миллиардов звезд, как наше Солнце, в галактике, называемой Млечный Путь, который является точкой, незаметной в метagalактике, состоящей из 10^{11} галактик, — сама по себе представляет собой триединство бесконечно великого, бесконечно большого и бесконечно малого: наша Вселенная начала с бесконечно малого (т. е. космической сингулярности), стала бесконечно большой (звездно-галактический мир), а затем образуется бесконечно великое (метagalактика, содержащая галактики, скопления галактик, сверхскопления): в этом становлении бесконечно малого бесконечно большим и бесконечно большого великим участвуют все четыре нам известные типа фундаментальных взаимодействий — сильное, электромагнитное, слабое и гравитацион-

ное. Однако если в целом посмотреть на становление и структурирование нашей Вселенной как суперсистемы, то совершенно очевидно, что главная и решающая роль в этом процессе принадлежит, несомненно, тяготению как силе гравитационного притяжения (и сжатия, и коллапса): тяготение есть такая мощная и грандиозная сила гравитационного притяжения (и сжатия, и коллапса), зависящая только от массы (и, следовательно, $E = Mc^2$), которая обладает способностью организовывать и управлять Вселенной в целом. (А другой силой является антитяготение, антигравитация космического вакуума; об этом мы подробно будем говорить несколько позже.)

Но дело заключается не только в том, что бесконечно малое становится бесконечно большим, а затем бесконечно большое превращается в бесконечно великое, но и в том, что во Вселенной постоянно везде и всюду наблюдается обратный противоречивый процесс превращения бесконечно великого в бесконечно большое, а затем бесконечно большого — в бесконечно малое: самое удивительное и поразительное заключается в том, что и в этом случае главным действующим лицом — героем является опять же тяготение как сила гравитационного притяжения (особенно и сжатия, и коллапса). (Когда мы пишем и говорим о бесконечности, то, следуя Карлу Сагану — замечательному астрофизику и автору книги «Космос» (СПб.: Амфора, 2004), — отмечаем: бесконечность — количество, которое превосходит наперед заданное число, независимо от числа.)

После этих общефилософских замечаний о тяготении как силе гравитационного притяжения (и сжатия, и коллапса), зависящей исключительно от массы, более подробно следует остановиться на рассмотрении проблемы белых карликов, а затем в последующих главах предметом нашего исследования станут нейтронные звезды и черные дыры (как звездные, так и сверхмассивные в ядрах активных галактик).

Следует здесь сразу же отметить, что прежде чем рассмотреть проблемы белых карликов, нейтронных звезд и звездных черных дыр, надо хотя бы очень кратко сказать о сверхновой звезде и ее взрывной вспышке. Сверхновая и ее взрыв занимают особое место в звездном мире и его эволюции: в конечном счете, так или иначе, белые карлики, нейтронные звезды и звездные черные дыры как финальные стадии эволюции звезд связаны со взрывом и вспышкой сверхновой.

Мы уже выше отметили, что конечной судьбой нашего Солнца будет белый карлик, размер которого равен размеру нашей Земли ($\sim 10^4$ км), плотность вещества в одном кубическом сантиметре составляет 1 т: такая плотность — невиданная на нашей Земле.

Но наше Солнце не является звездой первого поколения: оно, как отмечают ученые специалисты, является звездой вторичного или даже третьего поколения. Оно сформировалось из вещества взрыва сверхновой, масса которой не меньше 5, 10, 20 и т. д. масс Солнца (10^{30} кг): чем массивнее звезда, тем быстрее в ее недрах протекают термоядерные реакции и тем короче срок ее жизни. В результате мощных ядерных реакций в центральной части сверхновой звезды образуется высокое давление, которое, двигаясь из центра к внешней оболочке, наталкивается на препятствие: происходит сильный отскол в виде ударной волны. Эта мощная ударная волна, направленная на внешнюю оболочку тела сверхновой, раскаляет вещество оболочки до высокой температуры и тем самым облегчает отрыв большей части вещества сверхновой от центральной части, где находится ядро звезды: ударная волна сбрасывает эту большую часть вещества внешней оболочки в пространственную бесконечность нашей Вселенной. Первоначальная скорость разлета этого вещества, вызванная ударной волной, составляет более 1 000 км/с, а затем постепенно по мере движения происходит замедление до 50-25 км/с: вещество

оболочки сверхновой в ходе разлета и движения смешивается с разреженным веществом газа и пыли, находящимся в межзвездном пространстве.

Первый толчок к конденсации этого смешанного вещества и образованию Солнечной системы, вероятнее всего, дает ударная волна: толчок, вызванный ударной волной, продолжает самогравитация этого смешанного вещества. Происходит сжатие самогравитации вещества, в результате чего в недрах протозвезды происходит рост высокой температуры и высокого давления: протозвезда превращается в звезду, в недрах которой начал работать ядерный реактор, где водород превращается в гелий, а затем гелий — в углерод, далее — в кислород — неон — кремний — магний и так вплоть до ядра железа — 10^{56} (самое тяжелое и сложное ядро).

Итак, наше Солнце — звезда второго поколения, образованная из смешанного вещества после взрыва сверхновой: сверхновая — родитель, а Солнце наше — его ребенок.

Современный возраст Солнца — 10 млрд лет, и в его недрах запасов водорода хватает еще на 10 млрд лет жизни нашего Солнца: каждую секунду в недрах Солнца в ядерном котле выгорает 600 млн т водорода.

1. Первый этап ядерных реакций — водородная ядерная реакция — прекращается, и внутреннее давление, противостоящее ее силе гравитационного сжатия, резко падает. Гравитационное сжатие возобновляет свое действие, увеличивается высокая температура и высокое давление. Создается условие для начала второго этапа ядерных реакций.
2. Второй этап ядерных реакций — этап превращения гелия в углерод и кислород: для гелиево-углеродных ядерных реакций необходима температура миллионов градусов.
3. Третий этап — этап становления нашего Солнца (вообще звезды с Ms) красным гигантом в связи с исчерпанием водородно-гелиевых запасов: красный гигант Солнце, покрасневшее и разбухшее, которое растекается, захватывая и поглощая свои планеты, начиная с Меркурия, Венеры, Земли, Марса, Юпитера, Сатурна, а затем очередь дойдет до Урана, Нептуна и Плутона.

Когда красный гигант, как огненный чудовищный шар, дойдет до нашей Земли, то этот огненный шар растопит молниеносно льды на полюсах, высушит моря и океаны, испепелит растения и животных: Земля наша, цветущая, с самыми разнообразными красками жизни, станет похожей на Луну, поверхность которой покрыта толстым (несколько метров) слоем пыли. Это произойдет в конце жизненного пути нашей звезды Солнца, а человеческий род исчезнет на Земле значительно раньше до этого конца жизни Солнца.

4. Водородная эволюция внутри звезды Солнца закончится: водород исчерпан как ядерное топливо в недрах звезды. Температура падает, а внутреннее давление термоядерных реакций в ядерном котле не способно противостоять и воспрепятствовать гравитационному сжатию: сжатие, оставленное на время водородных термоядерных реакций, снова возобновляет свое действие. Оно сжимает звезду и ее недра, поднимаются снова температура в недрах звезды и высокое давление, вследствие чего создается опять условие для продолжения второго этапа ядерных реакций — превращения гелия в углерод и кислород. Ядро гелия состоит из двух протонов и двух нейтронов, а углерод состоит из трех ядер гелия и, следовательно, из шести протонов и шести нейтронов. Поэтому для превращения трех ядер гелия в ядро углерода необходима температура миллионов градусов: для получения все

более тяжелых и сложных ядер требуются не миллионы, а миллиарды градусов, например, для образования ядра железа из двадцати восьми протонов и двадцати восьми нейтронов, чтобы получить ядро железа — 10^{56} . Дальнейшее продолжение ядерных реакций для образования более сложных и тяжелых ядер, чем ядро железа, невозможно, ибо такие ядра становятся неустойчивыми и быстро распадаются.

В результате роста высокой температуры и высокого давления ядро в центральной части красного гиганта неудержимо коллапсирует, а внешняя поверхность красного гиганта, покрасневшая и разбухшая, где тяготение стало слабым, отрывается от своей центральной части ядра, из одной звезды путем раздвоения образуются фактически две самостоятельные звезды — красный гигант и белый карлик.

Но белый карлик, как плотная звезда, плотность массы вещества которой равна тонне в чайной ложке, а размер равен размеру нашей Земли — 10^4 км, обычно находится в двойных звездных системах своего компаньона в массивной звезде, масса которой значительно превосходит M_{\odot} . В двойных звездных системах между компаньоном — красным массивным гигантом — и белым карликом, как компактным и плотным объектом, происходит взаимодействие: они в двойных системах, обращаясь и вращаясь по своим орбитам, часто сближаются на достаточно близкое расстояние, в результате чего происходит перетекание (аккреция) части вещества с поверхности массивного красного гиганта на определенные области белого карлика: белый карлик насыщается водородным веществом, «украденным» с поверхности красного гиганта. Аккреционный поток вещества при столкновении с поверхностью белого карлика раскаляет его поверхность, поднимая высокую температуру в десятки миллионов градусов, достаточную для начала водородных термоядерных реакций: белый карлик становится маленькой яркой и вспыхивающей звездой, что обусловлено термоядерными взрывами-вспышками. Белый карлик с термодинамическими взрывами-вспышками называют новой звездой в отличие от сверхновой: белый карлик является новой звездой только в двойных звездных системах, в результате аккреционного потока вещества, а взрыв сверхновой, когда в пространственную бесконечность Вселенной сбрасывается большая часть ее вещества для нового этапа звездообразования, обеспечивается единством действия силы термоядерных процессов реакций и силы самогравитации сверхновой звезды.

Следовательно, финальной стадией эволюции звезды с массой, превышающей $1,4 M_{\odot}$, является белый карлик с плотностью вещества в 1 т/см^3 и размером $10\,000$ км, сравнимым с размером нашей Земли.

Наше Солнце через 10 млрд лет, когда в его недрах будут исчерпаны запасы ядерного топлива — водорода и гелия, — станет красным гигантом, разбухшим и поглощающим свои планеты, а ядро в его центральной части под гравитационным сжатием станет белым карликом: белый карлик в двойных звездных системах, в результате перетекания вещества-водорода с поверхности красного гиганта на поверхность белого карлика и термоядерных взрывов-вспышек, станет новой яркой и вспыхивающей звездой.

Красные гиганты и сверхновые замечательны тем, что они являются теми печами, в которых изготавливаются атомы вещества, из которых мы — люди (и вообще все живое) — состоим: углерода, кислорода, азота, кремния, железа и т. д.

Как мы уже писали в нашей работе, Вселенная в целом состоит на 99% из двух элементов — водорода и гелия, их распространенность определяется Большим взрывом, в результате которого рождаются элементарные частицы, прежде всего фундамен-

тальные фермионы — кварки и лептоны, а затем из кварков в результате конверсии — протоны и нейтроны, из которых образуются прежде всего легкие ядра водорода и гелия.

А все остальные тяжелые и сложные ядра атомов были «сварены» и «испечены» в термоядерных печах в недрах звезд. Так что мы состоим из атомов вещества, изготовленных в термоядерных печах в недрах звезд: мы — люди из звездного вещества.

Жизнь на планете Земля обязана исключительно нашей родной звезде Солнцу: жизнь не могла возникнуть без Солнца, которое снабжает нас теплом, обогревая холодную Вселенную с постоянной температурой -270°C . При такой температуре не только молекулы «замерзают», т. е. находятся вне движения, но и атомы превращаются в безжизненный панцирь. Мы все видим и познаем благодаря светимости звезд: они являются могучими светильниками познания нами Вселенной, изначально темной.

Наша Вселенная не только холодная при -270°C , но и абсолютно темная, если бы звезды не светили: звезды нас обогревают, дают жизнь. Без светимости звезд мы ничего не могли бы узнать о далеких мирах галактик, скоплений галактик и сверхскоплений. Всем жизнь обязана нашему Солнцу, энергию которого накапливают растения и трансформируют в химическую как основу жизни. Люди и животные потребляют накопленную в растениях солнечную энергию, превращаемую в химическую.

Заканчивая рассмотрение проблемы белых карликов, мы только хотим выразить свою глубокую солидарность с известными авторами книги «Вселенная, жизнь, черная дыра» (М., 2004), в которой крупные ученые — специалисты в астрофизике и космологии высказали: самой продуктивной идеей в современном естествознании является идея жизни.

Итак, мы рассмотрели проблему белых карликов.

1. Пределом существования белых карликов является $1,4 M_{\odot}$: этот предел теоретически установил молодой индийский астрофизик Субрахманьян Чандрасекар в самом начале 30-х гг. XX в. Поэтому этот предел существования белых карликов называется пределом Чандрасекара, который был удостоен звания нобелевского лауреата более чем через 50 лет, когда он уже работал в США, в Принстонском Институте высших исследований, в 1983 г.: звезда, масса которой превышает $1,4 M_{\odot}$, не может стать белым карликом.
2. Устойчивость белому карлику придает давление вырожденного электронного газа, которое обусловлено квантово-механическим законом запрета Паули: фундаментальное требование закона Паули состоит в том, что в одном и том же квантовом состоянии не могут находиться два одинаковых фермиона, например, два одинаковых электрона, если у них спины параллельны, а не антипараллельны.
3. Наше Солнце через 10 млрд лет, когда все запасы водорода в его недрах будут исчерпаны, превратится в красного гиганта, покрасневшего и разбухшего, находящегося под мощным прессом силы гравитационного сжатия: область водородных термоядерных реакций красного гиганта, где сила гравитационного притяжения стала значительно слабее, отрывается от его центральной части — плотного и компактного белого карлика, находящегося под воздействием все увеличивающейся силы гравитационного сжатия. Фактически из одной звезды, масса которой сравнима с M_{\odot} , образуются две звезды: одна — массивная, а другая — белый карлик.
4. В двойных звездных системах массивная звезда, масса которой сравнима с M_{\odot} , быстрее проходит путь водородно-гелиевой термоядерной эволюции и потому

становится красным гигантом — компаньоном белого карлика: компаньон и белый карлик в двойных системах вращаются относительно друг друга по своим орбитам, то сближаясь, то удаляясь. В ходе этого взаимодействия белый карлик с высокой плотностью и, следовательно, сильным полем тяготения «срывает» с поверхности звезды-компаньона часть вещества-водорода, которая падает на определенную поверхность белого карлика, нагревая и раскаляя ее: поверхность белого карлика в результате аккреционного потока вещества нагревается и раскаляется, поднимая высокую температуру в десятки тысяч градусов, достаточную для начала термоядерных реакций и вспышек. Эти термоядерные вспышки на поверхности белого карлика делают его новой звездой, принципиально отличной от сверхновой: белый карлик становится новой звездой, отличной от сверхновой, взрыв которой породил наше Солнце.

5. Следовательно, величественный мир звезд и их эволюции представляет собой не только царство спокойствия и величия, царство постоянства и неизменности, монотонности и непрерывности, наоборот, он — царство буйства, ярости и неистовства: он, в своей глубинной сущности и природе, — царство дионисизма, а не аполлонизма. Точнее, он — единство аполлонизма и дионисизма. Когда мы созерцаем ночное небо невооруженным глазом, звездный небосвод перед нами встает в своем величественном спокойствии тишины и неизменности: перед нами встает какая-то чарующая вечность и незыблемость, и мы чувствуем единение с ней. Однако когда мы со своим интеллектом и разумом, основанным на экспериментальном наблюдении, постигаем его, то этот величественный звездный мир дедемонизируется, демифологизируется и детеологизируется: он раскрывает одну сокрытую тайну за другой. Мы разгадываем все глубже и глубже таинственный мир звезд. Когда-то в античном мире даже великий Аристотель утверждал, что звездный мир — идеальный мир: этот идеальный мир — мир ангелов, и даже такие великие умы-творцы, как Николай Коперник, Иоганн Кеплер и даже гений Исаак Ньютон и др., считали, что звездный мир как творение божественное — вечный мир, подчиняющийся симметричным законам механики и физики.

Первым, кто экстраполировал современную физику на исследование внутреннего мира звезд, его строения и структурных компонентов, был великий Артур Эддингтон, который еще в начале 20-х гг. XX в. утверждал, что в недрах звезд происходят сложные физико-химические процессы творения атомов элементов вещества.

Настоящими инструментами исследования внутреннего мира звезд, как мы видим, являются две фундаментальные науки современной физики: ядерная физика, которая была создана только в 30-е гг. XX в., и теория относительности Эйнштейна, включающая специальную и общую.

Именно эти физические теории вместе с физикой элементарных частиц дали нам мощный инструмент в качестве методологии исследования и познания внутреннего мира звезд и их эволюции на финальной стадии:

- 1) белые карлики;
- 2) нейтронные звезды;
- 3) черные дыры (звездные).

Нет ничего красивее, чем познание загадочного звездного мира, который является неотделимой частью галактического мира.

Глава 5. Пульсары как нейтронные звезды

§ 1. Пульсары как нейтронные звезды

а. Взрыв сверхновой

Наша галактика Млечный Путь состоит из ста миллиардов звезд, таких, как наша звезда Солнце. Не каждая звезда взрывается: взрываются звезды массой, равной 6 M_{\odot} и больше. В нашей галактике в столетие взрываются 2-3 звезды. Значит, взрыв звезды — явление редкое: взрывающуюся звезду называют сверхновой.

Первое наблюдение взрыва сверхновой в нашей галактике произошло в 1054 г.: это наблюдение вспышки сверхновой зафиксировано в документах китайскими, японскими и корейскими учеными, а также индейцами одного из

североамериканских племен. С тех пор прошло более 9,5 столетий и всегда сверхновая звезда находилась в центре пристального внимания астрономов всех народов мира: сверхновые до сих пор таят в себе много загадок.

Взрыв сверхновой и его последствия нас интересуют с двух философских позиций. Первая — это образование новых звезд из вещества взорвавшейся сверхновой, в том числе и происхождение нашей Солнечной системы: проблема звездообразования является одной из центральных проблем современной космологии, астрономии и физики частиц, ибо, как известно, галактика состоит из ста (или 200) миллиардов звезд, составляющих основную массу «видимого вещества» ее. А другую часть массы галактики составляет «невидимая» материя, «темное» вещество, «скрытая» масса, которая превосходит «видимое вещество» в 5-10 раз.

Следовательно, проблема звездообразования, в результате взрыва сверхновой, является одной из важнейших проблем философского миропонимания и миропонимания.

Вторая — это образование пульсаров как нейтронных звезд: пульсары являются вращающимися намагниченными нейтронными звездами.

Итак, вторая проблема образования пульсаров как нейтронных звезд связана с первой проблемой образования новых звезд из вещества взорвавшейся сверхновой звезды, масса которой должна быть не меньше $6 M_{\odot}$

Здесь необходимо сделать небольшое историческое отступление в связи с рассматриваемой нами проблемой взрыва сверхновой и его последствий.

1. Вспышку сверхновой, которая породила прежде всего Крабовидную туманность, зафиксировали и наблюдали в 1054 г.: Крабовидная туманность представляет собой источник радиоизлучения, гамма-излучения, рентгеновского излучения, а также космических лучей. Но оставался вопрос: сама Крабовидная туманность является источником этих излучений или в ней содержится какой-то еще мощный источник?
2. Возможность существования нейтронных звезд в 30-х гг. XX в. была теоретически обоснована в работах советского физика Л. Д. Ландау, а также Р. Оппенгеймера и Х. Снайдера (вспомним: нейтрон экспериментально был обнаружен в 1932 г.).

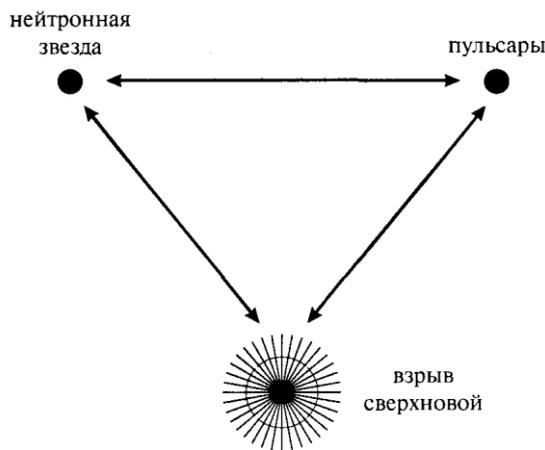
Следовательно, концепция нейтронных звезд была выдвинута сразу же после экспериментального открытия нейтрона как частицы ядерной материи: работа Л. Д. Ландау о нейтронных звездах относится к 1934 г., а работа Р. Оппенгеймера и Х. Снайдера — к 1939 г., где они также выдвинули концепцию гравитационного коллапса. Термин «коллапс» принадлежит Р. Оппенгеймеру и Г. Волкову. Значит, уже в 30-е гг. XX в., после открытия нейтрона как частицы ядерной материи, в воздухе научной атмосферы физиков-теоретиков витали две идеи: 1) идея о нейтронных звездах; 2) идея о гравитационном коллапсе как механизме сжатия сверхплотного вещества.

3. И все же самым впечатляющим и неожиданным событием явилось совершенно случайное обнаружение в 1967 г. аспиранткой Джоселини Белл из Кавендишской лаборатории Кембриджского университета и ее руководителем Энтони Хьюишем первого пульсара, который называется «кембриджским пульсаром».

Затем в 60-70-е гг. XX в. были открыты сотни пульсаров, которые были тщательнейшим образом исследованы современными методами и изучены экспериментально. Самое удивительное заключается в том, что для всех пульсаров характерны те общие свойства, которые были присущи первому пульсару как компактному объекту пульсации, т. е. строгая периодичность излучения импульсов и малый его период.

Таким образом, в 60—70-е гг. прошлого (XX) века были прояснены и осознаны, во-первых, связь нейтронной звезды со сверхновой: нейтронная звезда — это ядро-остаток после взрыва сверхновой; во-вторых, идентификация пульсаров с вращающимися нейтронными звездами (рис. 2.1).

Рис. 2.1



В-третьих, именно 60-70-е гг. были годами ясного и глубокого осознания учеными связи звездообразования со взрывом сверхновой: образование новых звезд связано с веществом взорвавшейся сверхновой (рис. 2.2).

Сложная оболочечная структура сверхновой как луковица перед взрывом И так, со сверхновой связаны два фундаментальных события в современной космологии и астрофизике:

Рис. 2.2



- 1) образование и существование нейтронных звезд в космическом пространстве Вселенной;
- 2) новое звездообразование из вещества взорвавшейся сверхновой.

А теперь остановимся на этих вопросах более подробно и детально в философском аспекте. (Кто желает глубоко изучить проблему сверхновой, мы рекомендуем обязательно прочитать работу известного индийского астрофизика Джаянта Нарликара «Неистовая Вселенная» (М., 1985), под редакцией замечательного нашего астрофизика и космолога И. Д. Новикова. Книга Дж. Нарликара представляет собой одну из лучших книг, посвященных проблемам сверхновой и нейтронных звезд.)

Ниже последовательно рассмотрим с точки зрения философского осмысления следующие вопросы:

1. Взрыв сверхновой: почему сверхновая звезда взрывается?
2. Нейтронная звезда: чем отличается она от черных дыр?
3. Пульсары как вращающиеся намагниченные нейтронные звезды: почему пульсары идентифицируются с нейтронными звездами?

Чтобы понять, почему взрывается сверхновая, необходимо нам хотя бы очень кратко остановиться на вопросах о том, как образуется звезда, что такое жизнь звезды и ее эволюция.

Как известно, сначала газо-пылевое облако под действием силы гравитационного сжатия раздробляется на мелкие части, которые в свою очередь под действием той же силы тяготения сжимаются и разогреваются, особенно в середине этих частей-фрагментов: эти части-фрагменты, в недрах которых еще не начал работать ядерный реактор, представляют собой протозвезды. Протозвезды становятся и превращаются в звезды, когда в них начнет работать ядерный реактор превращения водорода в гелий: водород превращается в гелий при температуре в десять тысяч градусов ($10\,000^\circ$). Силы тяготения, сжимая звезду, выделяют энергию, которая разогревает ядерный котел для превращения водорода в гелий: это есть ядерный синтез образования из более легкого ядра водорода более тяжелого ядра гелия. При этих реакциях термоядерного синтеза выделяется ядерная энергия как внутреннее давление, противостоящее и противодействующее силе гравитационного сжатия: установление этого противоборства между сжатием сил тяготения и внутренним давлением ядерной силы — жизнь звезды. Следовательно, жизнь звезды — это равновесие между двумя противостоящими и противоборствующими силами сжатия и внутреннего давления.

Взрыв сверхновой — нарушение этого равновесия между двумя силами — сжатия и внутреннего давления: нарушение это происходит, когда исчерпано ядерное горючее и звезда лишилась способности сопротивляться силе гравитационного сжатия.

Но взрывается не всякая звезда в результате нарушения равновесия: сверхновая взрывается, если ее масса равна $6 M_{\odot}$ и больше. Следовательно, взрыв сверхновой — взрыв массивной звезды.

Превращение водорода в гелий — это первый цикл реакций термоядерного синтеза. Чтобы более наглядно представить еще раз, напомним, что в недрах нашей звезды Солнца каждую секунду в ядерном котле сгорает более 600 т водорода. Возраст нашего Солнца — 10 млрд лет, и еще столько же лет оно будет находиться в стадии главной последовательности, и, следовательно, запасов водорода у нашей звезды еще на 10 млрд лет: ядерный реактор в недрах Солнца не сравним ни с какими земными ускорителями — самыми мощными тэватронами.

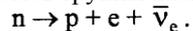
При этом, чем массивнее звезда, тем быстрее происходят в ее недрах термоядерные реакции превращения водорода в гелий и тем короче срок ее жизни.

Следующие циклы реакций термоядерного синтеза — превращение гелия в углерод, а углерода — в кислород, неон, магний, кремний и т. д. до образования самых тяжелых, массивных ядер группы железа, куда входят железо, кобальт, платина, никель.

Следовательно, этот многоступенчатый цикл реакций ядерного синтеза происходит в форме противоборства сил ядерной и гравитационной материи, т. е. барионической и антибарионической.

Пока идут в очередном цикле реакции ядерного синтеза, т. е. образования все более массивных ядер, внутреннее давление противодействует сжатию сил собственного тяготения: звезда находится в состоянии равновесия. И как только ядерное горючее все сгорает в ядерном котле, исчезает внутреннее давление и начинается сжатие сил тяготения, вследствие чего температура в недрах звезды поднимается от $10\,000^{\circ}$ до $100\,000^{\circ}$, когда она достаточна для превращения гелия в углерод, а затем она поднимается еще до миллионов градусов, когда могут начаться реакции ядерного синтеза как образования самых тяжелых, массивных ядер группы железа: на этом останавливаются и заканчиваются реакции ядерного синтеза, ибо дальнейшее образование массивных ядер атомов становится энергетически невыгодным: ядерные реакции синтеза прекращаются. Однако сжатие сил тяготения, сжимая ядра группы железа, разогревает еще больше: создается ситуация с достаточно высокой температурой, при которой возможен распад тяжелых, массивных ядер на более легкие, ибо массивные ядра образовались из более легких ядер с добавлением по одной α -частице.

Итак, жизнь звезды — это постоянная смена (чередование) равновесия нарушением и нарушения равновесием. Но эта смена происходит и возможна до тех пор, пока не иссякнет ядерное горючее в ядерном котле: с окончанием ядерного горючего из-за отсутствия внутреннего давления в игру вступает сжатие сил собственного тяготения. Оно разогревает и поднимает температуру, достаточную для начала распада массивных ядер атомов группы железа:



Проблему распада тяжелых ядер мы рассмотрим более подробно позже в связи с исследованием нейтронной звезды после взрыва сверхновой. А сейчас более конкретно следует остановиться на вопросе: почему и каков механизм взрыва сверхновой.

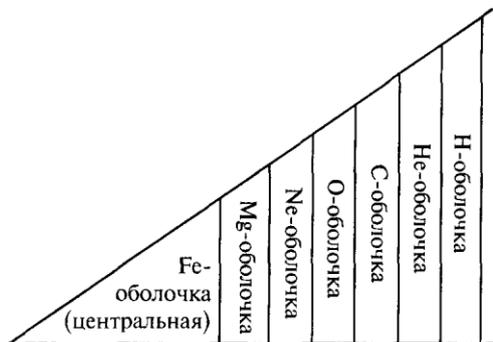
Выше мы только что отметили, что в области тяжелых, массивных ядер группы железа (массовое число железа 56) заканчиваются реакции ядерного синтеза, ибо дальнейшее образование массивных ядер энергетически становится невыгодным, следовательно, внутреннее давление исчезает, а сжатие сил тяготения продолжается с нарастающей интенсивностью: вследствие гигантской силы гравитационного сжатия происходит выделение гравитационной энергии, которая из центральной области ядра сверхновой распространяется с огромной скоростью и неимоверной мощностью на внешнюю оболочку сверхновой.

Рассмотрим строение и структуру сверхновой звезды перед самым началом ее грандиозного взрыва.

Эта схема строения и структуры сверхновой нами воспроизведена из книги Дж. Нарликара «Неистовая Вселенная»:

1. Самой внешней оболочкой сверхновой является водородная оболочка, в которой начинаются реакции термоядерного синтеза превращения водорода в гелий.

Рис. 2.3



2. Второй внешней оболочкой поэтому является гелиевая, а за гелиевой идет углеродная оболочка, а за углеродной — идут кислородная, неоновая, магниевая и т. д.: последовательность этих оболочек — последовательность реакций ядерного синтеза как процесса образования все более сложных, тяжелых и массивных ядер атомов химических элементов.
3. Наконец, ядерные реакции синтеза заканчиваются в области образования тяжелых, массивных ядер группы железа, куда входят, как мы уже указывали, железо, кобальт, платина, никель.

Какова структура сверхновой перед самым взрывом ее? Как мы видим, структура сверхновой — сложная слоисто-оболочечная, как луковица. Значит, гравитационное сжатие в центральной области ядер группы железа порождает и гравитационную энергию, которая передается на внешние оболочки сверхновой: эта гравитационная энергия обрушивается на внешние оболочки с огромной силой и скоростью. В результате этого происходит отскок — тот отскок, который, как отмечает Дж. Нарликар в своей книге «Неистовая Вселенная», порождает ударную волну как изначальный спусковой механизм грандиозного взрыва сверхновой (ударная волна — разница в

давлении, плотности, температуре по обе стороны плоскости). Она как спусковой механизм взрыва сверхновой производит два эффекта.

Первый: она разогревает вещество внешней оболочки, начиная выше центрального ядра железа, прежде всего вещество кислородной и кремниевой оболочек. Разогретое вещество оболочки легче отрывается от центрального ядра группы железа.

Второй эффект ударной волны заключается в том, что она со всей своей мощью колоссальной силы разгоняет раскаленное вещество внешней оболочки сверхновой до скоростей, превышающих параболическую скорость для преодоления сил собственного тяготения.

В результате этих эффектов ударной волны внешняя оболочка вместе с содержащимся в ней веществом отрывается от центральной области ядер группы железа и сбрасывается в бесконечное пространство Вселенной: именно это вещество сброшенной оболочки сверхновой служит материалом для нового звездообразования.

Начальная скорость раскаленного вещества сброшенной оболочки сверхновой в первые несколько секунд достигает 10 000 км/с. Однако затем по мере распространения в пространстве Вселенной скорость вещества сброшенной оболочки уменьшается: сначала 1 000, а затем — 50 км/с.

Но каким образом происходит образование новых звезд из этого вещества сброшенной оболочки сверхновой?

Во-первых, оно в пространстве Вселенной, сталкиваясь с другими разреженными веществами и сливаясь с ними, само становится из плотного разреженным: у разреженного вещества сила тяготения для гравитационного сжатия мала. Поэтому эта сила тяготения не способна к сжатию своего собственного разреженного вещества: необходим спусковой механизм сжатия, «скручивания» разреженного вещества.

Во-вторых, таким спусковым механизмом, как отмечает Дж. Нарликар в своей книге «Неистовая Вселенная», является опять же ударная волна, которая производит первоначальное сжатие, «скручивание» разреженного вещества, а затем вступает в игру сила собственного гравитационного сжатия. Это сжатие поднимает в недрах звезды температуру, достаточную для начала реакции ядерного синтеза в ядерном реакторе: прежде всего при 10 000° происходит ядерный синтез превращения водорода в гелий, а затем гелия — в углерод и т. д.

Итак, фундаментальное значение исследования взрыва сверхновой заключается в том, что одним из важных и существенных последствий взрыва сверхновой является звездообразование: новые звезды могут образоваться и образуются из вещества взрыва сверхновой.

Ученые-специалисты полагают, что наша родная звезда Солнце произошла и возникла когда-то (10 млрд лет тому назад) из взрыва сверхновой в нашей галактике, недалеко происшедшего от нашей Солнечной системы. Поэтому специалисты считают, что происхождение нашей звезды Солнца имеет вторичное происхождение.

Таким образом, образование звезд, по современным представлениям физики частиц, астрофизики и космологии, происходит двумя путями:

1. Путем фрагментации газо-пылевого облака под действием сил гравитационного сжатия.
2. Путем «скручивания» вещества взорвавшейся сверхновой: такие новые звезды имеют вторичное происхождение. Звезды могут и образуются от взрыва других звезд, если только их масса равна 6 M_{\odot} и больше.

Если у звезды ее масса меньше $6 M_{\odot}$, то образование новых звезд из других звезд исключено. Поэтому масса — фундаментальная физическая реальность как определитель критерия взрыва сверхновой и нового звездообразования.

Вторым фундаментальным последствием взрыва сверхновой является образование нейтронной звезды из ядра-остатка в центральной части ядер группы железа: нейтронная звезда как вращающийся компактный объект образуется из ядра — остатка центральной области после взрыва сверхновой.

6. Нейтронные звезды

После взрыва сверхновой и сбрасывания основной части вещества в пространственную бесконечность на месте взрыва от сверхновой остается ее центральное ядро в области тяжелых массивных ядер группы железа.

После гигантского взрыва сверхновой должно оставаться для образования нейтронной звезды ядро-остаток массой не более $2-3 M_{\odot}$. Только в этом случае ядро-остаток превращается и может превращаться под действием сил тяготения в нейтронную звезду. После взрыва сверхновых могут остаться ядро-остатки массой больше $10, 20, 30, 50$ и т. д. M_{\odot} , и тогда неизбежны гравитационный коллапс этих ядер-остатков и образование черных дыр: черные дыры образуются, если масса звезды значительно (в $10, 20, 30, 50$ и т. д. раз) превосходит M_{\odot} . Это означает, что если масса звезды (или ядро-остатка после взрыва сверхновой) значительно превосходит M_{\odot} (в $10, 20$ и т. д. раз), то неустойчиво гравитационное сжатие таких звезд (или ядер-остатков), и никакие нам известные физические силы (и даже неизвестные нам силы) не могут воспрепятствовать этому гравитационному сжатию и образованию черных дыр. Значит, нейтронные звезды образуются, если масса звезды (или ядро-остатка после взрыва сверхновой) находится в пределах $2-3 M_{\odot}$. А если масса звезды больше $3 M_{\odot}$, то неодолимы и неустойчивы коллапс звезды и ее превращение в черную дыру с ее сингулярностью как бесконечной плотностью материи и кривизной пространства-времени.

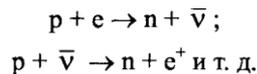
Поэтому белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры — это определенные формы существования материи, определяемой массой, эквивалентной энергии: если масса звезды (ядро-остатка) значительно превосходит $3 M_{\odot}$, такая масса материи не может существовать ни в форме нейтронных звезд, ни тем более в форме белых карликов.

В философском ракурсе белые карлики и нейтронные звезды — это «умершие» звезды, в которых барионическая (ядерная и субъядерная) материя еще способна противодействовать силе гравитационного сжатия, а что касается черных дыр, то никакая сила материи не способна воспрепятствовать гравитационному сжатию: в черных дырах абсолютное и всеокрушающее господство гравитационного коллапса.

До сих пор мы говорили о ядерном синтезе как образовании из легких атомных ядер более тяжелых, массивных ядер группы железа.

А теперь рассмотрим обратный процесс распада этих массивных ядер на более легкие по схеме $n \rightarrow p + e + \bar{\nu}_e$.

Нейтрон распадается на протон, электрон и электронное антинейтрино: это классический пример процесса слабого распада, о котором мы уже достаточно писали. Но возможен и осуществим обратный процесс образования нейтрона по схеме:



Так, в центральной области ядра-остатка накапливаются нейтроны, которые образуют вырожденное нейтронное вещество, находящееся в жидкой сфере: нейтронное вещество — жидкое вещество, обладающее свойствами сверхтекучести и сверхпроводимости остатков протонов. Нейтроны как фермионы подчиняются закону запрета Паули: в одном и том же квантовом состоянии может находиться один и только один нейтрон.

В чем состоит суть строения нейтронной звезды?

Во-первых, нейтроны как фермионы, подчиняющиеся закону Паули, образуют сверхплотное нейтронное вещество: это — нейтронно-доминированное квантовомеханическое состояние, порождающее резкое и сильное внутреннее давление силы ядерной материи. Оно противостоит и приостанавливает дальнейшее гравитационное сжатие звезды.

Во-вторых, расшифруем понятие «нейтронно-доминированное квантово-механическое состояние».

1. При сверхплотности вещества в нейтронных звездах нейтрон, в свободном состоянии быстро распадающаяся частица, превращается в стабильную частицу: нейтрон существует как стабильная частица в вырожденном нейтронном газе.
2. При сверхплотности вещества в нейтронной звезде движения нейтронов жестко ограничены: они находятся почти в «замороженном», «застывшем» состоянии вне движения.
3. Все низкоэнергетические состояния заняты нейтронами.

Из всего этого мы должны сделать вывод о том, что нейтроны как фермионы подчиняются закону запрета Паули и, следовательно, в нейтронных звездах этот квантово-механический закон Паули еще справедлив и действует в противоборстве с силами гравитационного сжатия. (В черных дырах этот закон, видимо, не остается справедливым: коллапс разрушает и этот антиколлапсирующий закон физики.)

Следовательно, в белых карликах электроны и в нейтронных звездах нейтроны как фермионы, подчиняющиеся закону запрета Паули, еще способны, образуя вырожденное электронное вещество и вырожденное нейтронное вещество, вызываемые ими соответствующие квантово-механические давления, сопротивляются силе гравитационного сжатия: эти давления приостанавливают сжатие сил тяготения. Наступает в белых карликах и нейтронных звездах момент равновесия противоборства сил барионической (ядерной) материи и антибарионической (гравитационной) материи: ни одна из этих сил не способна преодолеть другую. Поэтому существование белых карликов и нейтронных звезд — установление устойчивого и стабильного их состояния благодаря вырожденному фермионному состоянию и квантово-механическому закону запрета Паули.

Итак, если масса звезды (или ядра-остатка после взрыва сверхновой) не превышает $3 M_{\odot}$, то фермионы и закон Паули обладают способностью противостоять сжатию сил тяготения и приостановить дальнейшее сжатие звезды. А если у звезды (или ядра остатка после взрыва сверхновой) масса значительно превосходит $3 M_{\odot}$, то неизбежны и неудержимы коллапс и черная дыра, в которой нам известные физические законы могут оказаться несправедливыми. Поэтому нейтронные звезды интересны и существенны в том отношении, что, во-первых, они являются пределом сверхплотного вещества, в котором мы еще способны рассуждать о них разумно, опираясь на современный уровень наших физических знаний в области физики частиц, астрофизики

и космологии. А во-вторых, о черных дырах, где в точке сингулярности плотность материи бесконечна и бесконечна кривизна пространства-времени, нам известные физические законы перестают действовать. Мы неспособны рассуждать так же уверенно и разумно, как о нейтронных звездах. Иными словами, законы специальной теории относительности, квантовой механики, физики частиц и астрофизики, а также общей теории относительности дают нам возможность рационально и разумно рассуждать о белых карликах, в которых плотность вещества достигает $1\ 000\ \text{т/см}^3$, и в нейтронных звездах, в которых плотность вещества достигает даже $10\ \text{г/см}^3$ (т. е. триллион тонн). А о черных дырах, где в сингулярности плотность вещества и искривление пространства-времени бесконечны, мы не способны к разумному и рациональному объяснению и пониманию тех физических (микроскопических и макроскопических) процессов, которые в них происходят. Поэтому считают (физики-теоретики, астрофизики и космологи) необходимым создание квантовой теории гравитации (т. е. квантовой микрогравитации).

Для нас при рассмотрении нейтронных звезд важны те философские выводы, которые вытекают из рассмотрения нейтронных звезд, образующихся из взрыва сверхновой: самым важным для нас является изменение наших представлений о взаимоотношении трех физических реальностей — материи, пространства и времени. Иными словами, пример взрыва сверхновой и образования из ее центрального ядра-остатка нейтронной звезды наглядно и образно демонстрирует превращение Большого в малое и как это малое воплощает это великое большое: великое и малое взаимосвязаны и взаимопревращаемы. Великое — малое и малое — великое: великое неотделимо от малого и малое — от великого. Так, сверхновая — большое единое целое более $6\ M_{\odot}$ материи (вещества), пространства (размеры ее — многомиллионные километры) и многомиллиардного времени ее существования после взрыва. Кроме большого, сброшенного в окружающее пространство Вселенной вещества, остается на месте взрыва сверхновой центральное ядро-остаток как малое, которое под действием сил тяготения превращается за считанные минуты времени в малый компактный объект с радиусом $10\ \text{км}$ и плотностью триллион тонн в см^3 . Значит, из сверхновой звезды с многомиллионными размерами образуется нейтронная звезда с радиусом $10\ \text{км}$, диаметром не более $20\ \text{км}$ и со сверхплотностью вещества в $10^{15}\ \text{г/см}^3$. Разве это не парадоксально, что объект во много миллионов километров за считанные минуты превращается в компактный объект нейтронной звезды крохотного размера во Вселенной и невиданной сверхплотности материи — $10^{15}\ \text{г/см}^3$.

Таким образом, все три большие реальности — материя, пространство и время — под воздействием сил тяготения превращаются в крохотный компактный объект со сверхгигантской плотностью материи: Большое может стать малым: малое, в свою очередь, есть великое как сверхплотность вещества в нейтронной звезде $10\ \text{км}$ в радиусе объекта. Но самое интересное и парадоксальное заключается в том, что Великое превращается в малое за считанные секунды или минуты.

В этом состоит сила коллапса тяготения, если исчерпана ядерная энергия в ядерном реакторе звезды: в противоборстве сил барионической и антибарионической материи победа в конечном счете остается за антибарионической материей. В этом состоит суть универсальной и всепроникающей сущности гравитации как материи, которая способна к бесконечности искривления пространства-времени: пространство-время может искривляться, может свертываться, закручиваться до бесконечности, может компактифицировать, а может расширяться, разворачиваться, растягиваться и

удлиниться: все зависит от противоборства барионической и антибарионической материи: барионическая материя может совсем «сгореть» в ядерном котле, а антибарионическая — бессмертна.

Итак, большое и малое есть взаимопроникающие реальности: большое превращается в малое, но это малое физически включает и воплощает Большое. Мы рассмотрели сверхновую как Большое и как это Большое превращается в малое как нейтронную звезду со сверхплотностью.

в. Пульсары

Как было отмечено выше, теоретическое предсказание о возможности существования нейтронных звезд во Вселенной было сделано в 30-е гг. прошлого века, почти сразу же после открытия нейтрона как ядерной частицы. А что касается пульсаров, то первый пульсар был открыт совершенно случайно Д. Белл из Кавендишской лаборатории Кембриджского университета только в ноябре 1967 г. Первоначально ученые даже не предполагали, что пульсары со странными свойствами импульсного излучения являются на самом деле теми нейтронными звездами, о которых почти тридцать лет назад писали в своих работах Л. Ландау, а также Р. Оппенгеймер и Х. Снайдер. Только после тщательного изучения и анализа сотен пульсаров, открытых после первого пульсара, ученый мир физиков частиц и астрофизиков пришел к единому мнению об идентификации пульсаров с нейтронными звездами: пульсары были идентифицированы с нейтронными звездами. Поэтому существование пульсаров явилось доказательством реальности существования нейтронных звезд.

Самыми важными и странными свойствами исследованных пульсаров были удивительная периодичность и малый период излучения импульсов: периодичность импульсного излучения отличалась исключительной стабильностью и регулярностью, а период излучения импульсов равен 0,1 с. В связи с этими особенностями импульсного излучения данный объект был назван пульсаром: пульсар был объектом особых пульсаций.

Но встал вопрос: что это за объект, который столь удивительным образом пульсирует? Поэтому первоначально были выдвинуты различные модели: пульсары идентифицировали то с белыми карликами, то с пульсирующими нейтронными звездами, то с очень компактными объектами и, наконец, с вращающимися нейтронными намагниченными звездами. В результате строгого анализа все модели были отброшены и оставили только последнюю модель вращающейся намагниченной нейтронной звезды. Почему? Потому что именно вращающаяся намагниченная нейтронная звезда в действительности могла обладать и обладает теми своеобразными свойствами импульсного излучения (стабильность периодичности и малый период излучения импульса), которыми обладают наблюдаемые пульсары.

- Во-первых, пульсар как космический объект должен быть, как пишут в своей статье Блюменфорд и Торн «Астрофизика черных дыр» (сб. «Общая теория относительности»), очень компактным, т. е. объектом небольшого размера. И в самом деле, радиус пульсара составляет 10 км, а диаметр — 20 км. Однако одним свойством компактности объекта нельзя объяснить своеобразие импульсного излучения: оно может быть объяснено в том случае, если этот компактный объект очень быстро вращается вокруг своей собственной оси. Только вращающийся

компактный объект обладает стабильной периодичностью излучения импульсов и малым периодом его (0,1 с).

Следовательно, ученые установили, что особенные свойства импульсного излучения пульсаров объясняются их вращением, причем с большими скоростями, сравнимыми и близкими к скорости света: импульсное излучение пульсаров объясняется быстрым их вращением с околосветовой скоростью.

- Во-вторых, однако, одним вращением пульсаров нельзя объяснить импульсное излучение их: необходимо еще наличие у пульсаров магнитного поля: магнитное поле служит фактором стабилизации скорости вращения пульсаров. Оно является фактором как бы торможения околосветовой скорости вращения пульсаров и закручивания их. Таким образом, магнитное поле на поверхности пульсара, как бы намагничивая вокруг него, служит важным фактором самосохранения пульсаров и их вращения.
- В-третьих, каким бы ни был компактным космический объект, при такой быстрой околосветовой скорости любой объект распался бы на куски, в том числе и белые карлики, плотность вещества которых составляет около $1\ 000\ \text{т/см}^3$. А почему же сохраняется при таком быстром вращении пульсар? Потому что пульсар обладает сверхплотностью вещества: 1 см вещества пульсара обладает плотностью $10^{15}\ \text{г/см}^3$, т. е. триллион тонн в см³. Именно благодаря такой сверхплотности вещества пульсар самосохраняется при вращении с околосветовой скоростью. Следовательно, когда мы говорим о компактности пульсаров, то имеется в виду сверхплотность вещества в них как результат гравитационного сжатия: центробежные силы должны быть меньше сил тяготения, связывающих вещество пульсаров.
- В-четвертых, неразгаданной загадкой оставалось излучение Крабовидной туманности в радио-, гамма- и рентгеновском диапазонах, а также космических лучей: Крабовидная туманность — последствие взрыва сверхновой, светимость которого наблюдали в 1054 г.

Что же является действительным источником излучения в различных диапазонах в Крабовидной туманности? Ученых брало сомнение, что после девяти столетий Крабовидная туманность проявляет свою активность. Ибо при такой активности срок жизни Крабовидной туманности не более 300 лет, по расчетам ученых.

Другое дело — если в Крабовидной туманности имеется вращающаяся намагниченная нейтронная звезда, которая является действительным источником радиоизлучения, наблюдаемого в ней.

Следовательно, не сама Крабовидная туманность является действительным источником радиоизлучения, а пульсар как вращающаяся намагниченная звезда со сверхплотным веществом. Мало того, пульсар как компактная нейтронная звезда вращается вокруг собственной оси со скоростью, близкой к скорости света: эта компактная нейтронная звезда за 1 с делает несколько десятков и сотен оборотов вокруг себя. «Кембриджский пульсар» имеет период излучения импульса 0,33 с, а пульсар, обнаруженный через год, — 0,033 с. Рекордсменом является пульсар, обнаруженный в 1982 г. в созвездии Лисички: он имеет период 0,00155 с, т. е. с таким периодом должен вращаться 645 об/с.

Как было отмечено, на поверхности пульсара существует атмосфера из магнитного поля, сила которого в 10^{12} раз превышает силу магнитного поля на поверхности

нашей Земли, и электрически заряженных частиц, которых поддерживает от «падения» внутрь пульсара то же магнитное поле: эта атмосфера из магнитного поля и электрически заряженных частиц на поверхности пульсара увлекается этим вращением с околосветовой скоростью. Именно при таком быстром вращении его магнитосфера становится действительным источником радиоволн.

Магнитосфера на поверхности пульсара работает как синхротронный ускоритель, где электрически заряженные частицы (электроны) ускоряются магнитным полем, увлекаемым вращением пульсара, с околосветовой скоростью: заряженные электрические частицы при ускорении со световой скоростью излучают электромагнитные волны в различных диапазонах — радио, оптическом, гамма-излучения, рентгеновском, космических лучей.

Таковы удивительные свойства пульсаров как вращающихся намагниченных звезд: они действительно парадоксальны, стабильны и всеобщы у всех исследованных путем наблюдений и расчетов пульсаров как нейтронных звезд. Поэтому пульсары были идентифицированы с вращающимися намагниченными нейтронными звездами: нейтронные звезды — пульсары.

Наконец, в-пятых, учеными-специалистами была разгадана еще одна загадка пульсаров как нейтронных звезд: откуда пульсар черпает энергию вращения? Вращающаяся нейтронная звезда черпает энергию своего вращения с околосветовой скоростью из запасов гравитационной энергии сверхплотного вещества: поле тяготения такого сверхплотного вещества велико. Оно содержит огромную энергию, эквивалентную массе — $E = M_0 c^2$. Именно благодаря сверхбыстрому вращению с околосветовой скоростью нейтронная звезда черпает из запасов гравитационной энергии сверхплотного вещества, плотность которого $\rho = 10^{15}$ г/см³.

И все же пульсации пульсаров как вращающихся нейтронных звезд не могут продолжаться бесконечно (т. е. вечно), ибо у всякого конечного феномена не бесконечна его энергия: конечный феномен обладает конечной энергией. По современным расчетам, пульсации пульсаров будут продолжаться в пределах от 10^7 до 10^8 лет, т. е. от 10 млн до 100 млн лет: таков срок жизни нейтронной звезды, отведенный ей самой природой. Ничто не вечно в этом мироздании. Все малое и все великое временны. Время, как сказал Фридрих Ницше, — феномен, который пожирает всех своих детей.

Итак, мы рассмотрели пульсары, которые наводят нас на мысль о том, что Вселенная не такая спокойная и равномерная, как нам кажется, когда мы созерцаем в лунную ночь наш небосвод: наша Вселенная — неистовая, как назвал свою книгу «Неистовая Вселенная» замечательный индийский астрофизик Дж. Нарликар.

В самом деле, наша Вселенная, как наша единственная обитель, неистова: в ней Великое превращается в большое, а большое — в малое за считанные минуты (или секунды). Пространственная размерность многомиллионных километров за мгновение ока превращается в 10-километровые компактные объекты, каковыми являются пульсары. Но малое не физически или математически, а философское, которое воплощает великое — как сверхплотное вещество в пульсарах или как бесконечность плотности его в сингулярности: великое и малое суть взаимопроникающие реальности.

Поэтому и малое, как сверхплотное вещество в компактной размерности пространства, может стать Великим и становится им (Большой взрыв сингулярности и инфляционная Вселенная и т. д.). Поэтому малое как философская категория — выражение взаимозависимости трех фундаментальных реальностей — материи, про-

странства и времени: изменение одной из этих реальностей влечет за собой радикальное изменение двух других или, наоборот, двух других — одного.

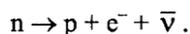
Малое само по себе Великое, и Великое само по себе малое. Без малого не существует и не может существовать великое: пульсар как нейтронная звезда не существует без микрочастиц-фермионов — нейтронов, подчиняющихся закону запрета Паули как антиколлапсирующему закону, и вместе с тем пульсар как нейтронная звезда — Великое как воплощение сверхплотного вещества. В природе великое и малое уживаются вместе: это закон природы. Если бы малое не было бы великим, то пульсар как нейтронная звезда не мог бы вращаться со скоростью, близкой к скорости света: он распался бы на отдельные куски, осколки.

Собственно говоря, само образование великой крупномасштабной структуры Вселенной как целостной суперструктуры абсолютно немислимо без малого — частиц, ядер, атомов, молекул и т. д. Поэтому нам представляется, перед философами стоят большие и трудные задачи переосмысления старой традиционной категориальной системы на основе достижений физики частиц, астрофизики и современной космологии: черные дыры, пульсары, квазары, активные галактики и т. д. и т. п. требуют настоящего нового философского осмысления и прояснения.

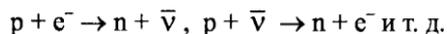
г. Нейтронное вещество как сверхплотное в жидкой сфере

Напомним, что ранее мы останавливались на моменте, когда ядерное горючее в центре звезды исчерпалось (там образовались атомные ядра группы железа), термоядерные реакции в ядре звезды прекратились, и оно стало неуправляемо сжиматься под действием сил тяготения. По мере сжатия центральная область звезды все больше разогревается, в результате начинается обратный процесс распада тяжелых атомных ядер на α -частицы, нейтроны и протоны.

В обычных условиях на Земле свободный нейтрон живет не очень долго: примерно за 12 мин (это период полураспада нейтрона) он распадается на протон, электрон и антинейтрино:



Однако высокая плотность вещества в центре звезды приводит к тому, что нейтрон там существует как стабильная частица. Более того, происходит обратный процесс превращения протонов в нейтроны с испусканием позитронов и нейтрино по схеме:



Таким образом, число нейтронов в центре звезды непрерывно возрастает. Вещество центральной области звезды становится, как говорят, *нейтронно-доминированным*. И это увеличение числа нейтронов начинает препятствовать дальнейшему сжатию ядра звезды. Здесь в игру вступает так называемое давление *вырожденного нейтронного газа*, связанное с квантово-механическими эффектами. Это давление возникает очень резко — за столь малое время, что за него не успеть написать и пару строк. Давление становится настолько большим, что гравитационное сжатие на время приостанавливается — происходит *отскок*. Это тот самый отскок в ядре звезды, который порождает в сверхновой *ударную волну*.

Одно из важнейших достижений квантовой механики состоит в открытии особого класса частиц, называемых фермионами. Их особенность заключается в том, что два одинаковых фермиона не могут находиться в одном и том же квантовом состоянии. Это известное правило квантовой механики, называемое *принципом Паули*.

К фермионам относятся, в частности, электроны, протоны и нейтроны. А что означает выражение «две частицы находятся в одинаковом состоянии»? Состояние частицы характеризуется некоторым числом динамических переменных, таких как энергия, импульс, момент импульса, спин и т. д. Поэтому, если мы, скажем, рассматриваем электроны в некотором заданном объеме, имеющем определенную энергию, то мы должны предполагать, что они различаются по другим динамическим характеристикам, в данном случае — по спину и импульсу. Таким образом, при заданной общей энергии число электронов в данном объеме ограничено правилом квантовой механики. Допустимое число электронов, а вместе с ним их давление, растут с увеличением плотности энергии по определенному закону.

Эти квантовые эффекты весьма существенны при такой высокой плотности вещества, которая имеет место в белых карликах и нейтронных звездах. Электроны в белых карликах и нейтроны в нейтронных звездах распределяются таким образом, что низкоэнергетические состояния оказываются занятыми, а соотношение давление — энергия следует вышеупомянутому закону.

В таких случаях говорят, что вещество вырождено, потому что составляющие его частицы (электроны — в белых карликах и нейтроны — в нейтронных звездах) жестко ограничены в движениях и в отношении некоторых других физических свойств.

Само же ядро после отскока расширяется недолго, потому что при расширении давление очень быстро падает. Ядро снова начинает сжиматься. Таким образом, ядро может совершить несколько колебаний «сжатие — расширение», после чего переходит в некоторое стационарное состояние при условии, что давление вырожденного газа фермионов может противостоять силам тяготения. А это возможно только в том случае, если масса ядра не слишком велика — во всяком случае, не больше 2-3 M_{\odot} .

Поэтому важно знать, сколько вещества остается в центральной области звезды, сохраняющейся после взрыва. Расчеты показывают, что, например, для звезды с начальной массой 25 M_{\odot} , остается масса, равная примерно 1,6 M_{\odot} .

В результате возникает устойчивая звезда, состоящая в основном из нейтронов. Плотность вещества в центре нейтронной звезды достигает 10^{15} г/см³.

Взрыв — это свидетельство нарушения внутреннего равновесия звезды, и, чтобы понять, почему и когда это нарушение происходит, необходимо прежде всего знать, как вообще поддерживается равновесие в звездах.

В предыдущих главах мы говорили о том, как собственное гравитационное поле массивных объектов заставляет их сжиматься. И если внутреннее давление недостаточно для того, чтобы воспрепятствовать сжатию, то массивные объекты коллапсируют.

Тот факт, что Солнце, масса которого составляет $2 \cdot 10^{30}$ кг, сохраняет неизменными свои размеры, свидетельствует о существовании внутри него сильного давления. Как же создается такое давление?

Согласно современным представлениям, звезды образуются при сжатии межзвездного *газо-пылевого облака*. По мере сжатия облако постепенно дробится на множество мелких частей. Каждая часть продолжает сжиматься дальше и при этом нагревается, особенно в середине. Эту раннюю стадию жизни звезд исследовал японский астрофизик Ч. Хаяши.

Когда температура в центре звезды становится достаточно высокой, начинаются реакции термоядерного синтеза: звезда, как говорится, вступает в пору своей зрелости.

Как только звезда начинает «работать» как ядерный реактор, качественная картина ее эволюции сводится к следующему. Сначала благодаря реакциям ядерного синтеза водород превращается в гелий. В этом процессе высвобождается энергия, которая препятствует сжатию звезды под действием собственного тяготения. Пока реакция ядерного синтеза продолжают, звезда, как говорят, находится на главной последовательности. Стадия главной последовательности — самая продолжительная в жизни звезды, причем длительность ее зависит от массы звезды. Чем больше масса, тем меньше время пребывания на главной последовательности, так как в массивных звездах водород выгорает быстрее.

Когда исчерпываются запасы водорода, особенно в ядре звезды, звезда начинает сжиматься, ибо после прекращения ядерных реакций звезда теряет способность противостоять тяготению. Однако, сжимаясь, ядро разогревается еще больше, и в результате повышения температуры начинается следующий цикл ядерных реакций. В этих реакциях гелий превращается в углерод, затем превращается в кислород и неон и т. д.

На каждой ступени этой серии реакций образуются все более массивные атомные ядра. Каждое атомное ядро поглощает дополнительно по одной α -частице (т. е. по одному ядру атома гелия), при этом его заряд возрастает на 2, а массовое число — на 4. Как только ядра очередного типа превращаются в более массивные ядра следующего типа, синтез прекращается. Это ведет к ослаблению противодействия силам тяготения, которые снова начинают сжимать ядро звезды, еще более повышая его температуру. Когда температура достаточно возрастает, начинаются ядерные реакции следующего цикла. И пока они продолжаются, дальнейшее сжатие звезды приостанавливается. Эти реакции приводят атомные ядра еще на одну ступеньку выше, добавляя им по α -частице. При достаточно высоких температурах они могут сливаться в более массивные ядра. Например, при горении углерода два ядра углерода соединяются, образуя ядро магния. Так и продолжается этот многоступенчатый процесс «включения — выключения» ядерных реакций.

Однако существует предельный размер атомного ядра, выше которого ядерные реакции синтеза становятся *энергетически невыгодными*. Этот предел лежит в области ядер, близких к ядру железа (массовое число 56) и так называемой группе железа, куда входят железо, кобальт и никель.

Что происходит со звездой, пока идут ядерные реакции? Это опять же зависит от того, какова масса звезды. В общем случае ядро звезды все больше сжимается и нагревается, в то время как внешняя оболочка расширяется и охлаждается. Таким образом, внешний наблюдатель видит, что размер звезды увеличивается, а ее цвет становится красноватым (последнее — следствие охлаждения оболочки). Такие звезды называются *красными гигантами*. Это как раз тот момент в жизни звезды, когда она готова превратиться в *сверхновую*, если только масса ее достаточно велика (6 L_{\odot}).

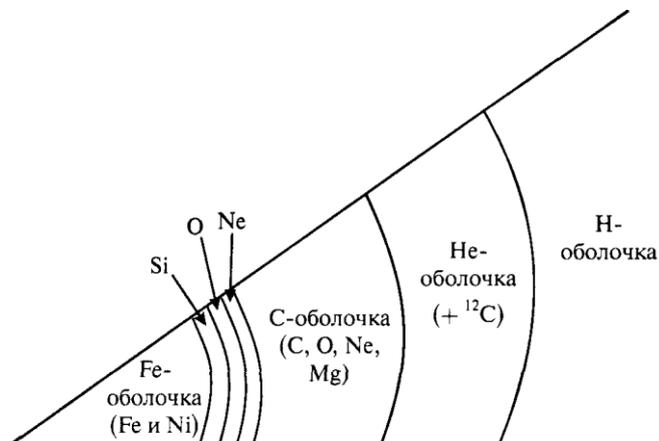
По грубым оценкам, звезда с массой, в 6 или более раз превышающей массу Солнца, становится сверхновой и взрывается.

Какова общая структура звезды незадолго до взрыва?

Оболочечное строение звезды в стадии предсверхновой напоминает строение луковицы: звезда имеет оболочечную, слоистую структуру. Чем глубже находится слой, тем выше его температура и дальше он прошел по цепочке ядерных реакций.

Так, внешняя оболочка состоит из водорода. Этот водород не участвует в термоядерных реакциях, так как температура во внешней оболочке ниже пороговой температуры реакции. Следующая оболочка состоит в основном из гелия с небольшой примесью углерода. Далее находится углеродный слой с небольшими примесями кислорода, неона и магния. Затем следуют тонкие слои неона, кислорода и кремния. И наконец, центральная часть звезды состоит из ядер, относящихся к группе железа. Так как тяжелые ядра образовались из более легких в результате добавления α -частиц с массой 4 а. е. м., то масса каждого последующего ядра больше массы предыдущего на 4 а. е. м.

Рис. 2.4



Теперь в центральной области звезды должно произойти *что-то*, включающее механизм взрыва?

Прежде всего, очевидно, нарушается равновесие в ядре звезды, и давление там уже не может противостоять силам тяготения.

1. Так происходит потому, что на ядрах группы железа процесс термоядерного синтеза заканчивается, а ведь именно выделение термоядерной энергии удерживает ядро звезды от сжатия: устанавливается противоборство барионической и анти-барионической сил материи.
2. При сжатии ядра звезды высвобождается гравитационная энергия. Каким образом эта энергия передается из ядра во внешние области звезды? Поэтому сейчас сосредоточим внимание на внешних слоях звезды, которые внезапно получили изнутри огромный приток энергии.

Резкое воздействие на внешнюю оболочку изнутри имеет характер ударной волны гигантских размеров. Ударная волна обычно представляет собой поверхность разрыва, т. е. поверхность, по обе стороны которой давление, плотность и температура газа различны. Это возмущение распространяется в среде подобно звуку у сверхзвукового самолета. Распространяясь по звезде, гигантская ударная волна производит два эффекта.

Во-первых, она разогревает вещество в слоях, лежащих выше ядра звезды, вызывая в нем, хотя и ненадолго, термоядерные реакции. Этот процесс называется взрыв-

ным нуклеосинтезом. Максимальная температура в ударной волне на несколько секунд достигает примерно $4 \cdot 10^9$ К в кремниевой и кислородной оболочках, постепенно уменьшаясь по мере распространения волны наружу.

Во-вторых, ударная волна разгоняет вещество оболочки до скорости, превышающей параболическую скорость для преодоления сил собственного гравитационного поля. Поэтому оболочка отрывается от звезды и сбрасывается в межзвездное пространство. Именно так в конечном счете и происходит взрыв звезды сверхновой.

В пике светимости сверхновая по мощности излучения может сравниться с целой галактикой, содержащей до ста миллиардов обычных звезд.

Более пятидесяти лет назад два выдающихся астронома Дж. Опик и Ф. Хойл независимо высказали предположение, что гигантский взрыв звезды может инициировать процесс образования новых звезд.

Как мы уже писали, предполагают, что звезды образуются из сжимающегося облака газа и пыли. Трудность (для объяснения) может заключаться в том, что межзвездные облака слишком разрежены, чтобы началось сжатие. Когда вещество сильно разрежено, силы тяготения слишком малы. На основании закона обратных квадратов нетрудно понять, что собственное поле тяготения разреженного облака настолько мало, что даже небольшое внутреннее давление в облаке способно предотвратить стремление сил тяготения сжать облако.

Каким же образом начинается сжатие? Начальный спусковой механизм запускает ударная волна, порожденная сверхновой. Под воздействием ударной волны внешняя оболочка сбрасывается в окружающее пространство. Сброшенное вещество первоначально удаляется во все стороны со скоростью около 10 000 км/с. Постепенно оно замедляется, сталкиваясь с разреженным веществом в окружающем пространстве. Примерно за 1 000 лет оно пройдет расстояние около 4 св. лет и скорость его движения понизится до 1 000 км/с.

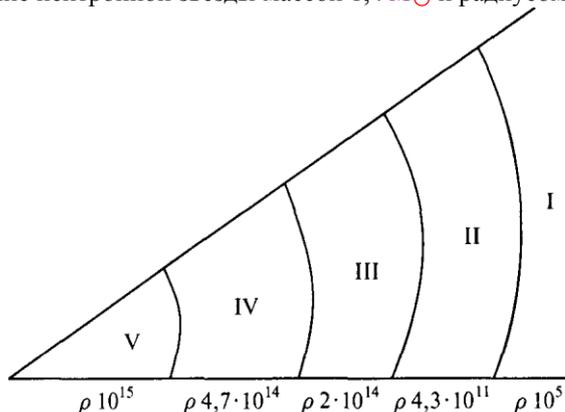
Самые старые из сохранившихся остатков взрыва сверхновых обнаруживают на расстояниях 200 св. лет от места взрыва. Их скорость к этому времени падает уже до 50 км/с. Такие осколки, называемые остатками сверхновых, замечены в самых разных областях нашей галактики.

С точки зрения теории звездообразования в этом процессе интересно то, что ударная волна, связанная с разлетающимся от сверхновой веществом, может создать то самое первоначальное сжатие межзвездного облака, которое приводит в дальнейшем к развитию процесса звездообразования.

- Слой I. Тонкий внешний слой (I) — это магнитный слой из плотно упакованных атомов.
- Слой II. В следующей области (II) ядра расположены в виде объемно-центрированной кубической решетки. Почти весь этот слой представляет собой слой с твердой корой с плотностью $\sim 4,3 \cdot 10^{11} \rho_0$ (ρ_0 — плотность обычной воды).
- Слой III. Во внутренней коре (III) ядра образуют такую же решетку, а плотность достигает $\sim 2 \cdot 10^{14} \rho_0$.
- Слой IV. Следующая область (IV) состоит в основном из нейтронов. Плотность у ее внутренней границы достигает $\sim 4,7 \cdot 10^{14} \rho_0$.
- Слой V. Центральная область (V), возможно, состоит из гиперонов и пионов; ее свойства еще мало изучены. Плотность здесь может достигать $\sim 10^{15} \rho_0$.

Рис. 2.5. Сечение нейтронной звезды

Сечение нейтронной звезды массой $1,4 M_{\odot}$ и радиусом 16 км



Огромная плотность вещества в нейтронной звезде и отличает тот предел состояний сверхплотного вещества, о которых мы можем уверенно рассуждать, опираясь на сегодняшний уровень наших физических знаний. И все же хочется спросить: а что будет, если при взрыве очень массивной звезды сохранится остаток массой больше $3 M_{\odot}$? Из приведенного анализа следует, что такой остаток не может существовать в форме устойчивой нейтронной звезды. Ядро в этом случае должно сжиматься дальше, достигая еще больших плотностей, чем в нейтронной звезде. Но может ли вещество при таких плотностях эффективно противостоять силам тяготения? Попытка ответить на этот вопрос уводит нас за пределы современной физики сверхплотного вещества. Если же считать, что известные нам физические законы остаются в силе, то ответ будет отрицательным. В этом случае ядро-остаток претерпевает гравитационный коллапс и становится черной дырой.

Но вернемся к нейтронным звездам. Возможность существования нейтронных звезд была предсказана еще в 30-х гг. Л. Д. Ландау, а также Р. Оппенгеймером и Х. Снайдером. Связь нейтронных звезд со сверхновыми и их место в общей схеме эволюции звезд прояснились только в 60-х гг.

К счастью, неожиданное открытие пульсаров в 1967 г. помогло астрономам. Сейчас уже не вызывает сомнений, что пульсары — это не что иное, как вращающиеся намагниченные нейтронные звезды.

(Даже наличие возможных (пока еще неизвестных) сил не может привести к остановке коллапса звезды большой массы.)

Некоторые удивительные свойства первого пульсара, оказалось, присущи и всем остальным.

- Во-первых, период излучения пульсара для астрономического объекта очень мал (порядка 1 с). Наименьший известный период составляет 0,033 с — это период пульсара в Крабовидной туманности.
- Во-вторых, периоды пульсаров поразительно стабильны: их можно определить с огромной точностью.

Однако стабильность периода пульсара сохраняется лишь на протяжении сравнительно небольших промежутков времени. Если наблюдать пульсары в течение дли-

тельного периода времени, то у большинства из них обнаруживается медленное вековое увеличение периода пульсаций. Характерное относительное увеличение периода составляет 10^{-15} . Это и есть характерный масштаб времени жизни пульсара — 10^7 и 10^8 лет (10-100 млн лет).

Плотности ρ , больше чем в 10^7 раз превосходящие плотность обычной воды, характерны для вещества в белых карликах или во внешних слоях нейтронных звезд.

Таким образом, наличие пульсаров можно рассматривать как доказательство существования нейтронных звезд.

Свою энергию вращения нейтронная звезда черпает из запасов гравитационной энергии сжимающегося ядра, вращаясь со скоростью несколько оборотов в секунду. Поле тяготения нейтронной звезды достаточно велико, чтобы ей не дать распасться от такого быстрого вращения. Менее плотная звезда, даже белый карлик, разлетелась бы на куски, если бы вращалась с такой скоростью.

Впрочем, чтобы создать импульсное излучение одного только вращения недостаточно. Необходимо еще наличие магнитного поля. Импульсное излучение пульсара объясняется:

- 1) вращением нейтронной звезды;
- 2) наличием магнитного поля.

Согласно теории, впервые выдвинутой Т. Голдом в 1968 г., радиоизлучение возникает в атмосфере пульсара, состоящей из электрически заряженных частиц. Несмотря на очень сильное поле тяготения, эти частицы могут «плавать» над поверхностью пульсара, потому что от падения их удерживает сильное магнитное поле, которое в 10^{12} раз больше, чем магнитное поле на поверхности Земли. Вращаясь, пульсар увлекает за собой и эту атмосферу. Чем дальше находятся частицы от оси вращения, тем выше их линейная скорость — точно так же, как в карусели, где ее внешние части движутся быстрее, чем внутренние.

Поэтому при достаточно больших расстояниях от оси вращения пульсара заряженные частицы движутся со скоростями, близкими к скорости света. Именно эти частицы, движущиеся с околосветовой скоростью, и излучают радиоволны.

Из-за торможения магнитным полем вращение пульсара замедляется. Магнитные силовые линии как бы наматываются вокруг вращающейся нейтронной звезды, сопротивляясь дальнейшему закручиванию. В результате период пульсаций растет. И если поначалу пульсар вращается очень быстро, то со временем, теряя скорость вращения, он фактически перестает быть пульсаром. Время, в течение которого это происходит, зависит, конечно, от магнитного поля пульсара, но для всех разумных моделей оно лежит в интервале примерно 10^7 - 10^8 лет. (Общее число пульсаров в нашей Галактике составляет около $2 \cdot 10^5$, т. е. 200 000. В среднем в столетие рождаются 2-3 пульсара — это приблизительно совпадает с частотой вспышек сверхновых в Галактике.)

Наличие пульсара в Крабовидной туманности помогает объяснить и другое загадочное явление: Крабовидная туманность излучает радиоволны, рентгеновские, гамма-, а также космические лучи. Но откуда она черпает свою энергию? Едва ли можно ожидать, что взрыв сверхновой, наблюдавшийся в 1054 г., спустя девять столетий поддерживает активность туманности. Другое дело — пульсар: благодаря обширным запасам гравитационной энергии, он вполне может питать эту активность.

Оценки показывают, что нейтронная звезда в Крабовидной туманности вследствие замедления своего вращения каждую секунду теряет около $3 \cdot 10^{31}$ Дж энергии.

Эта величина в 10 раз превосходит общую мощность излучения туманности во всем диапазоне электромагнитного спектра (радио, видимом, рентгеновском и других диапазонах). Остальная часть энергии уносится от звезды космическими лучами.

Каким образом вращающееся тело может резко увеличить свою угловую скорость? Фигурист на льду изменяет скорость своего вращения, разводя руки в стороны или прижимая их к телу. В первом случае увеличивается момент инерции фигуриста и соответственно уменьшается его угловая скорость, во втором — наоборот. Если на поверхности пульсара происходит какое-то перераспределение вещества, приводящее к уменьшению его момента инерции, то угловая скорость пульсара растет, а период уменьшается. Чтобы «сбой» был резким, перераспределение вещества должно происходить очень быстро. Предполагают, что последнее может случиться при *звездотрясени* (подобно землетрясению на Земле).

Высокая точность, с которой повторяются импульсы пульсаров, позволила астрономам проверить некоторые тонкие эффекты общей теории относительности.

§2. Экстремальные состояния вещества (ЭСВ)

В своей работе Д. А. Киржниц дает следующее определение экстремальных состояний вещества:

«Состояния вещества с необычно высокой концентрацией энергией (экстремальные состояния вещества, ЭСВ) издавна привлекали к себе большое внимание ученых и практиков. Это связано прежде всего с немалым самостоятельным интересом, который вызывают ЭСВ: физика ЭСВ, включающая в себя физику высоких давлений и физику высоких температур, составляет существенную часть той области науки, объектом которой служит само вещество, — физики конденсированных сред, физики плазмы, ядерной физики и т. п. Другая, не менее важная, причина состоит в том, что физика ЭСВ служит необходимым элементом физического фундамента геофизики и планетологии, астрофизики и космологии, многих прикладных наук» (Энциклопедия. Современное естествознание. Том 4. Физика элементарных частиц. Астрофизика. М., 2000. С. 81).

Экстремальные состояния вещества возникают при экстремальных внешних условиях. «ЭСВ возникают под действием экстремальных внешних условий, сильно отличающихся от нормальных. К их числу относятся прежде всего высокие давление и температура, — отмечает Д. А. Киржниц. — В последние годы к экстремальным внешним условиям относят и сильные магнитные поля. Именно экстремальные условия обеспечивают источник энергии, передача которой веществу существенно повышает его плотность энергии. В природе такие условия возникают под действием сил тяготения; искусственным образом их создают в специальных приборах и установках» (Там же).

В своей работе Д. А. Киржниц дает определение вещества, отмечая, что «придадим ему максимально широкое толкование, понимания под веществом любую *протяженную* (и поэтому же чувствительную к форме и размерам) *систему частиц и полей*, которая служит „строительным материалом“ физических объектов. Такое определение охватывает все известные формы вещества: обычное состояние, состояние из электронов и ядер; электронно-дырочная жидкость; адронное ядерное и нейтронное вещество; ионный конденсат, кварк-глюонная плазма, фотонная система (например, чернотельное излучение); система электронно-позитронных пар. Особой разновидностью вещества должен считаться физический вакуум — состояние, в котором отсутствуют реальные частицы» (С. 86).

Под веществом понимаются все нам известные формы вещества:

- 1) все элементарные частицы (фундаментальные и элементарные), ядра, из которых образуются атомы;
- 2) фотонная система (чернотельное излучение);
- 3) кварк-глюонная плазма;
- 4) система электронно-позитронных пар;
- 5) физический вакуум;
- 6) адронное ядерное и нейтронное вещество.

При этом давление 1 000 атм. или температура 1 000 К, которые в обычных земных бытовых условиях, безусловно, далеки от нормальных, тем не менее, не относятся к экстремальным: экстремальными считаются экстремально сверхвысокое давление в миллиарды атмосфер или сверхвысокая температура в миллиарды миллиардов градусов.

При этом в образовании и формировании крупномасштабных космических объектов (звезд, галактик и т. д.) существенную роль играет не только сила тяготения, но и малые силы тяготения элементарных частиц, которые в сумме превращаются в мощный фактор строения и структурирования космических крупномасштабных объектов. «В естественных условиях ЭСВ, — как отмечает Д. А. Киржниц, — возникают прямо или косвенно благодаря действию сил тяготения.

Используя язык электродинамики, можно сказать, что гравитационное взаимодействие является уникальным сочетанием свойств дальнего действия, отсутствия зарядов (двух знаков и притяжения одноименных зарядов). Все это способствует образованию массивных тел, в которые ничтожно малые силы тяготения элементарных частиц суммируются и выражаются в космических масштабах в мощный определяющий фактор. Именно эти силы порождают высокую плотность вещества небесных тел и соответственно высокие давления в их недрах. Они же служат косвенным источником высоких температур, возникающих вследствие сжатия вещества и, главное, благодаря созданию условий для „зажигания“ экзотермических (идущих с выделением энергии) ядерных реакций в звездах» (С. 87).

Таким образом, нейтронное вещество, содержащееся в сердцевине нейтронной звезды, — это сверхплотное вещество, образованное и созданное экстремальными внешними условиями сверхвысоких давления и температуры: сверхплотное нейтронное вещество — это экстремальное состояние вещества, образованное в результате действия силы экстремального гравитационного сжатия и малых сил тяготения элементарных частиц, в своей суммарной совокупности представляющих мощный определяющий фактор сжатия. В этой связи необходимо отметить следующие моменты:

1. Сверхвысокое давление как следствие действия силы экстремального гравитационного сжатия и малых сил тяготения элементарных частиц, в своей суммарной совокупности выступающих мощным определяющим фактором сжатия, — экстремальное внешнее условие образования сверхплотного нейтронного вещества, содержащегося в сердцевине нейтронных звезд: именно экстремальные внешние условия создают вырожденное нейтронное вещество как экстремальное состояние вещества, способное вращаться с околосветовой скоростью и не рассыпаться на отдельные куски.

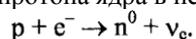
2. Сверхвысокие температуры в миллиарды миллиардов градусов служат экстремальным внешним условием разрушения строения и структуры вещества, состоящего из комплексов — молекул, атомов, ядер, элементарных частиц, которые рассыпаются на кварки и глюоны, образующие кварк-глюонную плазму.
3. Сверхвысокое давление и сверхвысокая температура как экстремальные внешние условия являются прежде всего причиной катастрофического уменьшения пространственно-геометрических свойств ядра-остатка центральной области взрыва сверхновой звезды.

Значит, сверхвысокое давление и сверхвысокая температура, обусловленные силой экстремального гравитационного сжатия и малыми силами тяготения элементарных частиц, в своей суммарной совокупности представляющими мощный определяющий фактор сжатия, являются экстремальными внешними условиями катастрофического уменьшения пространства и его геометрических свойств (радиус, объем, размер, длина, ширина, высота и т. д.) сжимающегося вещества звезды: все эти три экстремальных процесса образования сверхплотного нейтронного вещества в сердцевине нейтронной звезды — сверхвысокое давление, сверхвысокая температура и катастрофическое уменьшение пространственно-геометрических свойств, т. е. превращения большого в малое, — единовременные процессы. Без катастрофического разрушения — молекул, атомов, ядер, элементарных частиц, распадающихся и рассыпающихся на кварки и глюоны — невозможно образование экстремального сверхплотного вещества как нейтронного вещества, плотность которого соизмерима с плотностью ядерной материи — 10^{15} г/см³. Вместе с тем само это образование сверхплотного вещества — нейтронного вещества в жидкой сфере как вырожденного нейтронного газа, противодействующего силе дальнейшего гравитационного сжатия, — абсолютно невысказимо без катастрофического сокращения пространственно-геометрических свойств как превращения Большого в малое, в котором содержится новая великая плотность нейтронного вещества.

В этом мы видим проявление великой философской триады материи, пространства-времени: она может реколлапсировать, т. е. расширяться, но может коллапсировать, т. е. сжаться до малого, в котором может содержаться Великое.

Итак, пульсар — компактный объект, вращающийся и намагниченный, — пульсация строго периодична и коротка. Скорость вращения околосветовая, поэтому магнитное поле тормозит. Сильное поле тяготения сдерживает пульсар от разрушения и распада. Энергию вращения нейтронная звезда получает из запасов гравитационного излучения в виде волн.

Начиная с давления порядка 10^{14} эВ и в плотности 10^9 г/см³, в веществе начинают протекать ядерные процессы, вызванные именно экстремальным характером условий. Первый и наиболее важный из них — нейтронизация вещества, т. е. захват ядром электрона с превращением протона ядра в нейтрон:



Для нейтронизации необходима достаточно большая энергия электрона (порядка 1 МэВ), которая сама собой возникает в сильно сжатом веществе, которое может рассматриваться как своего рода ускоритель электронов. Сильно сжатое вещество как ускоритель электронов само собой порождает энергию для захвата ядром электрона. В самом деле, с ростом степени сжатия вещества расстояние между частицами

уменьшается и, согласно соотношению неопределенностей, растет их импульс, а значит, и кинетическая энергия.

Первый этап нейтронизации — это захват относительно небольшого числа электронов *каждым* из ядер и образование нейтронно-избыточных ядер, причем рост давления сопровождается увеличением избытка числа нейтронов над числом протонов.

Следующий этап начинается с момента, когда перенасыщенное нейтронами ядро уже не в состоянии их удерживать, и тогда образуется самостоятельная нейтронная компонента вещества, сосуществующая с электронами и ядрами.

Такая последовательность состояний реализуется в коре пульсара при движении от его поверхности к внутренней границе коры. Этой границе отвечает состояние, когда и нейтронно-избыточные ядра, в свою очередь, становятся неустойчивыми (нестабильными) и рассыпаются на составляющие их нуклоны. Так возникает нейтронная жидкость (нейтронное вещество), являющаяся веществом *сердцевины* пульсара. Замечательным образом нейтронная жидкость обладает свойством сверхтекучести, и это проявляется в ряде наблюдательных фактов.

При дальнейшем увеличении давления, когда плотность становится чуть больше ядерной ($3 \cdot 10^{14}$ г/см³), происходит явление, носящее название *пионной конденсации*. Система нуклонов из-за сильного взаимодействия их друг с другом и с пионами становится неустойчивой относительно генерации макроскопической пионной волны, которая называется пионным конденсатом и образует в силу своей макроскопичности самостоятельную компоненту вещества.

При еще более высоких сжатиях нуклоны и пионы рассыпаются на составляющие их кварки и образуют вместе с глюонами новую форму вещества — кварк-глюонную плазму.

Какая философская идея в своей работе интересует Д. А. Киржница?

Во-первых, ЭСВ не само по себе существует, а образуется в зависимости от экстремальных физических условий: такими условиями, как отмечает Д. А. Киржниц, являются экстремально высокие давление и температура, а также сверхсильное магнитное поле.

Во-вторых, при экстремально высоких давлении (т. е. силе сжатия (тяготения)) и температуре (миллиарды миллиардов градусов) понятие вещества становится относительным: экстремально высокое давление катастрофически уменьшает пространственно-геометрический размер и объем вещества до малого, а сверхвысокая экстремальная температура разрушает всю внутреннюю структуру вещества, в том числе элементарные частицы, которые рассыпаются на кварки и глюоны.

Проблема философии — бесконечно Большое и бесконечно малое: бесконечно Большое мгновенно превращается в бесконечно малое. Большое и малое неразрывно связаны. Малым становится пространство-время, но в самом этом малом содержится бесконечно большое, т. е. плотность вещества 10^{15} г/см³, равная плотности ядерной материи. Бытие материи исчезает и появляется новое бытие, а философская материя при всей трансформации бытия в новое бытие остается и сохраняется.

Таким образом, в грандиозном процессе взрыва сверхновой и образования в результате этого взрыва нейтронной звезды, в сердцевине которой содержится вырожденное нейтронное вещество, плотность которого соизмерима с плотностью ядерной материи 10 г/см (т. е. триллион тонн в одном кубическом сантиметре), мы можем наблюдать, что во Вселенной все происходит по законам нелинейной динамики через бифуркацию как точку неустойчивости, катастрофу, которая порождает хаос (хаотизацию), из которого создается (инновация) новое — нейтронная звезда.

§3. Виды проявления нейтронных звезд а. Барстеры

Через восемь лет (1975 г.) после открытия первого пульсара кембриджской группой под руководством Э. Хьюиша (1967 г.) группа советских астрофизиков из Института космических исследований АН РФ сообщила о наблюдении коротких и мощных всплесков космического рентгеновского излучения. Вскоре и американские астрофизики из Смитсоновской астрофизической обсерватории сообщили о наблюдении в центральных частях нашей галактики мощных всплесков космического рентгеновского излучения.

Последующие исследования этих коротких и мощных всплесков показали, что у них отсутствовала совершенно какая-то периодичность, в отличие от пульсаров: у пульсаров строгая и стабильная регулярность или периодичность излучения импульсов, а у нового феномена вспышки были короткими, до десяти секунд, а промежутки между вспышками составляли несколько часов, а иногда и несколько дней. Этот загадочный новый феномен с аperiodическими вспышками ученые специалисты назвали барстером (от английского слова burst — взрыв, вспышка): барстер — вспыхивающая звезда.

Предстоял длинный путь разгадки загадочного феномена барстера: откуда идут к нам эти вспышки; что является источником и причиной этих странных всплесков рентгеновского излучения; какие физические процессы вызывают эти короткие и мощные вспышки, наблюдаемые астрономами разных стран, и т. д. Одним словом, предстояла задача разгадать совершенно нам незнакомый феномен: барстер был таинственной загадкой, вызывающей огромный интеллектуальный интерес мира астрофизиков и космологов.

Прежде всего нужно было знать, откуда поступают эти короткие и мощные всплески рентгеновского излучения. Оказалось, большинство барстеров находится и сосредоточено в шаровых скоплениях в центральных частях нашей галактики, где обычно чаще всего встречаются двойные звездные системы: это расстояние составляет $d \approx 10$ кпк = $3 \cdot 10^{20}$ м, как пишет известный ученый специалист космологии и теоретической астрофизики А. Д. Чернин в своей замечательной, по ясности, доступности и глубине рассмотрения физических идей, концепций и моделей, книге «Звезды и физика» (М., 2004. С. 37).

После определения типичного расстояния барстера от нас до центра галактики, естественно, стала задача узнать светимость барстера, т. е. энергию, излучаемую в единицу времени во всех направлениях всей поверхностью барстера: излучающая поверхность барстера представляет собой разогретое тело с температурой в несколько десятков миллионов градусов. «Это примерно в 10 тысяч раз больше температуры поверхности Солнца, — пишет А. Д. Чернин в вышеупомянутой книге, — и вдвое больше температуры солнечных недр» (С. 41).

Итак, ученые специалисты узнали:

- 1) типичное расстояние барстера, находящегося в шаровых скоплениях в центре нашей галактики;
- 2) светимость барстера, т. е. энергию, излучаемую в единицу времени во всех направлениях: $\approx 10^{31}$ Вт;
- 3) температуру излучающего тела: $T \approx 3 \cdot 10^7$ К.

Зная три параметра барстера — типичное его расстояние, светимость и температуру излучающей поверхности, ученые-специалисты разгадали радиус излучающей поверхности барстера:

$$R \approx 10^4 \text{ м} = 10 \text{ км.}$$

Такой же радиус имеет нейтронная звезда, масса которой сравнима с массой Солнца ($M = 10^{30}$ кг), а радиус ее в 100 тысяч раз меньше радиуса нашего Солнца: средняя плотность нейтронной звезды сравнима с плотностью вещества внутри атомных ядер ($\rho \approx 10^{18}$ кг/м³, или $\rho \approx 10^{15}$ г/см³). Исходя из этих данных, ученые специалисты установили радиус нейтронной звезды, он оказался тождественным радиусу барстера (точнее, радиус барстера оказался тождественным радиусу нейтронной звезды):

$$R \approx 10^4 \text{ м} = 10 \text{ км.}$$

Так была разгадана первая тайна барстера: барстер — нейтронная звезда. Пульсар — также нейтронная звезда. Однако барстер и пульсар, хотя тот и другой являются нейтронными звездами, по своим свойствам проявления — качественно различные объекты: у пульсара стабильная периодичность пульсации и чрезмерно малый период излучения импульса, а барстер как нейтронная звезда обладает нерегулярными вспышками, которые непериодичны. Как мы только что отметили выше, длительность вспышки барстера продолжается около 10 с, а промежуток между вспышками может длиться от нескольких часов до нескольких дней.

И все же ученым-специалистам на основании глубокого анализа строгих наблюдаемых данных (типичное расстояние до барстера в шаровых скоплениях в центральных областях галактики, светимость и температура на поверхности барстера, достигающая нескольких десятков миллионов градусов) удалось определить размер барстера, равный $R \approx 10\,000 \text{ м} = 10 \text{ км}$, и тем самым идентифицировать барстер как компактный космический объект с нейтронной звездой как самым компактным космическим объектом после белых карликов, размер которых превосходит в тысячу раз размер нейтронной звезды.

Необходимо здесь остановиться на самом понятии компактного объекта, ибо необходимо глубокое осмысление его научно-физического содержания, чтобы четко и ясно представить его философский смысл и значимость: компактный космический объект — это не просто маленький по размеру объект, существующий в нашей Вселенной.

К компактным объектам относятся такие космические объекты, как белые карлики, пульсары как нейтронные звезды, барстеры как нейтронные звезды, массовое открытие которых произошло в 70-е гг. XX столетия; безусловно, и черные дыры, в достоверном (т. е. объективном) существовании которых уже не сомневаются ни астрофизики, ни космологи, ни физики частиц (и, конечно, философы, занимающиеся серьезно проблемой черных дыр), а также все еще остающиеся самыми загадочными, таинственными феноменами — квазары...

Все эти выше нами перечисленные феномены, как наблюдаемые непосредственно или опосредованно (черные дыры), относятся к компактным космическим объектам, которые характеризуются прежде всего экстремальными свойствами вещества (лучше — материи): к экстремальным свойствам вещества (т. е. материи) относится его свойство быть плотным (или сверхплотным у нейтронных звезд, или бесконечно плотным в черных дырах).

Таким образом, под компактными объектами в современной космологии и астрофизике (начало революционному прорыву в которых положили открытия квазаров, пульсаров и теоретическое предсказание существования черных дыр) понимают феномен маленького размера, в котором сконцентрировано плотное (сверхплотное, а также бесконечно плотное) вещество.

Мы должны здесь, в философском ракурсе, отметить, что само понятие «плотное» принципиально отличается от понятия плотного в общепринятом смысле как в обыденной жизни, так и в некоторых областях науки и техники.

Как мы уже отметили, плотность вещества в белых карликах достигает 10^9 кг/м², т. е. миллиард килограммов в одном кубическом метре, или 1 000 тонн в одном кубическом сантиметре (для перевозки такого вещества в белых карликах потребуется 100 десятитонных машин). А сверхплотное вещество в нейтронных звездах составляет $9 \cdot 10^{18}$ кг/м³, т.е. один кубический сантиметр этого сверхплотного вещества весит более 9 триллионов тонн.

Плотность вещества в черных дырах составляет бесконечность: в точке сингулярности сконцентрирована и коллапсирована бесконечная плотность вещества (лучше — материи).

Таким образом, под компактным космическим объектом прежде всего мы должны понимать плотность вещества, спрессованного в маленьком космическом объекте (в белых карликах, пульсарах, барстерах, нейтронных звездах, черных дырах, а также в таинственных квазарах, светимость одного из которых сравнима со светимостью целой галактики, а эта светимость исходит из объема не больше Солнечной системы). Поэтому мы должны отказаться от наших обыденных представлений о вещах, когда переходим к объектам изучения в современной космологии и астрофизике, которые обладают экстремальными свойствами вещества: мы должны оперировать такими численными величинами, как миллиарды, триллионы граммов в одном кубическом сантиметре.

Мы также видим, что, как в физике частиц, великое (грандиозное, большое, необъятное и т. д.) «сожигает» с малым (маленьким, малюсеньким и т. д.): великое превращается в малое и, наоборот, малое может стать большим, великим.

Экстремальные свойства вещества (плотное или сверхплотное вещество) не являются изначально данными свойствами: все сущее во Вселенной — результат ее эволюции после Большого взрыва сингулярности. Нами рассматриваемые космические объекты также не являются изначально данными, а являются следствиями (результатами) эволюции звездного мира: компактные объекты с экстремальными свойствами вещества конституировались в экстремальных астрофизических условиях. Условия (объективно-астрофизические) создают экстремальные свойства вещества в компактных объектах, точнее: эти компактные объекты формируются в экстремальных астрофизических условиях.

Первый пульсар, как мы писали уже, был открыт совершенно случайно аспирантом Кавендишской лаборатории Кембриджского университета Джоселини Белл под руководством Э. Хьюиша в ноябре 1967 г., а в феврале 1968 г. вышла первая публикация о пульсаре как о компактном объекте со сверхплотным веществом, плотность которого близка к плотности ядерной материи внутри атомных ядер — 10^{18} кг/м², или триллион тонн в кубическом сантиметре. Массовое открытие пульсаров относится к 70-м гг. XX столетия: пульсары как компактные объекты со сверхплотным веществом были идентифицированы с самыми компактными астрофизическими объектами —

нейтронными звездами, размер которых в 10 000 раз меньше размера белых карликов, а плотность нейтронных звезд больше плотности белых карликов в миллиард раз, т. е. триллион тонн в кубическом сантиметре.

Таким образом, открытия пульсаров и барстеров как нейтронных звезд знаменуют революционный прорыв в изучении и исследовании компактных объектов со сверхплотным веществом как экстремальным свойством вещества, образующимся в экстремальных астрофизических условиях, решающей силой которых является сила гравитационного сжатия и суммарная сила тяготения элементарных частиц: механизмом проявления этих сил комбинированного сжатия являются высокие (т. е. экстремальные) давления и высокие (т. е. экстремальные) температуры. Под действием сил комбинированного сжатия и экстремального давления происходит катастрофический процесс уменьшения радиуса объекта и тем самым катастрофический рост плотности вещества объекта, в результате чего формируется новый компактный объект — нейтронная звезда. Это — во-первых. А во-вторых, под действием сил комбинированного сжатия, поскольку происходит передача веществу объекта энергии, в нем происходит катастрофический рост и увеличение температуры, функция которых и состоит в перестройке внутренней структуры звезды-объекта: температура — катастрофический разрушитель упорядоченной структуры вещества. Без разрушительной силы структурной организованности вещества совершенно невозможна перестройка внутренней структуры вещества.

Итак, катастрофическое уменьшение и сокращение размера объекта под действием сил комбинированного сжатия и давления сопровождаются резким уплотнением вещества и повышением его плотности. Однако, чтобы вещество, состоящее из молекул, атомов, ядер и элементарных частиц (электроны, протоны, нейтроны и т. д.) и образующее определенную упорядоченную структуру, уменьшилось в размере, оно должно быть перестроено, т. е. порядок должен быть сменен хаосом: только в этом случае можно получить нечто новое упорядоченное из хаоса. Но порядок, как внутренняя упорядоченная структура вещества, может быть дезорганизован в хаос в том случае, если будет достигнута достаточная степень температуры: температура (экстремальная — в миллиарды миллиардов градусов) — разрушитель порядка и превращение его в хаос, чтобы из этого хаоса вновь возник новый порядок.

Поэтому под экстремальным сжатием вещества (т. е. экстремальным плотным или сверхплотным веществом) понимаем его плотность в миллиарды миллиардов (а также в триллионы) тонн в кубическом сантиметре. Как мы видели, природа сама осуществляет и продельывает все это: она порядок сама превращает в хаос и из этого хаоса творит сама новый порядок. Чтобы образовались такие плотности вещества в миллиарды (или триллионы) килограммов в кубическом сантиметре, необходимы именно экстремальные астрофизические условия, при которых возможны только катастрофические трансформации порядка в хаос и хаоса в новый порядок.

В звездной эволюции в целом участвуют все нам известные типы взаимодействий — ГВ, СВ, СЛВ и ЭМВ. Безусловно, в эволюции крупномасштабной структуры Вселенной определяющую и главенствующую роль играет гравитационное взаимодействие. Однако это ни в коем случае не означает, что силы других взаимодействий — СВ, СЛВ и ЭМВ сводятся к второстепенной роли. На самом деле, как мы видели в нашей работе, в звездной эволюции все четыре силы взаимодействий участвуют во взаимосогласованной деятельности: речь идет в данном случае не только о роли и значимости термоядерных реакций в жизни звезд, но и тогда, когда они превратились в «умершие» звезды — белые карлики и нейтронные звезды, в которых еще действителен закон запрета

Паули: это — закон квантовой механики, противодействующий силе гравитационного сжатия в белых карликах и нейтронных звездах и дальнейшему их сжатию.

В большинстве случаев барстер как нейтронная звезда находится в тесной двойной звездной системе в паре с видимой обычной звездой-компаньоном, масса которой равна половине или одной M_{\odot} : двойная звездная система, в которой существуют две звезды (одна — нейтронная звезда — невидимая, поскольку размер ее 10 км, а другая — видимая обычная звезда-компаньон), — не редкое или исключительное явление в звездном мире. По оценкам ученых специалистов, половина звезд в звездном мире существует в двойной звездной системе: существование звезды в двойной звездной системе является общей их закономерностью. (Ниже в основном мы использовали материал из книги замечательного ученого-специалиста, профессора ГАИШ, МГУ А. Д. Чернина «Звезды и физика».)

Как пишет проф. А. Д. Чернин, звезды в двойной звездной системе движутся по замкнутым орбитам: каждая из них имеет зону своего влияния, в пределах которой ее тяготение сильнее тяготения партнера. Такую зону влияния называют полостью Роша по имени французского астронома, изучавшего динамику планет и их спутников.

Естественно, что полость Роша нейтронной звезды значительно меньше полости Роша обычной звезды-компаньона, которая может переполняться. И в этом случае нейтронная звезда своим сильным полем тяготения может срывать и, действительно, срывает с поверхности звезды-компаньона часть вещества: она струей падает на поверхность нейтронной звезды, ускоряя и набирая немалую кинетическую энергию. При неизбежном столкновении с твердой кристаллической корой поверхности нейтронной звезды эта кинетическая энергия падающего вещества превращается в тепло, которое нагревает, разогревает и накаляет поверхность нейтронной звезды, и, как всякое нагретое тело, эта раскаленная поверхность нейтронной звезды излучает электромагнитные волны, создающие фоновую светимость барстера.

Такова теория аккреции, разработанная нашими выдающимися учеными физиками-теоретиками и астрофизиками-теоретиками — Л. Д. Ландау и И. С. Шкловским. Л. Д. Ландау уже в начале 30-х гг. XX столетия, после формулирования им теории нейтронизации и нейтронной звезды, писал, что частица межзвездной звезды, попадая в сильное поле тяготения нейтронной звезды, должна излучать электромагнитные волны.

Теорию аккреции, т. е. захвата сильным гравитационным полем вещества, разработал дальше в начале 60-х гг. прошлого столетия замечательный ученый астрофизик и философ-мыслитель И. С. Шкловский: именно он теоретически предсказал, что нейтронная звезда находится в паре с видимой обычной звездой-компаньоном в тесной двойной звездной системе, в которой нейтронная звезда является аккретором, а звезда-компаньон — донором.

Дальнейшие исследования звездного мира и наблюдения данных о нейтронных звездах полностью и целиком, как отмечает проф. А. Д. Чернин, подтвердили теоретические предсказания наших замечательных физика-теоретика Л. Д. Ландау и астрофизика-теоретика И. С. Шкловского. (Я, будучи молодым, не раз слушал выступления И. С. Шкловского. У меня создался образ о нем как великом ученом-новаторе, мыслителе-философе, болящем о национальном достоинстве ученого и науки, патриоте своей Родины и народа.)

Итак, в результате аккреции, т. е. захвата сильным полем тяготения нейтронной звезды вещества с поверхности звезды-компаньона, на поверхности нейтронной звезды образовался слой аккрецирующего вещества, состоящего из $3/4$ водорода, с плот-

ностью миллиард $\text{кг}/\text{м}^3$ и температурой в полмиллиарда градусов: слой толщиной в метр. Так, в гравитационном сжатом (т. е. экстремальном плотном) веществе созданы самой природой экстремальные астрофизические условия для начала работы ядерного реактора, в котором должны происходить термоядерные реакции превращения водорода в гелий, а гелия — в углерод, который превращается в кислород и т. д. вплоть до образования сложных и массивных атомных ядер группы железа: самым замечательным процессом этих термоядерных реакций образования все более сложных и тяжелых атомных ядер является превращение гелия в углерод, скорость которого составляет сотые доли секунды, тогда как скорость превращения водорода в гелий — секунду. Именно поэтому термоядерные взрывы происходят в слое гелия как причина коротких и мощных всплесков барстера. Гелиево-углеродный цикл представляет собой как бы самозажигающийся и самоподдерживающийся ядерный процесс: в ядерных реакциях происходит энерговыделение, которым вызывается увеличение тепла, а с ростом тепла происходит катастрофическое увеличение температуры, что способствует ускорению ядерных реакций.

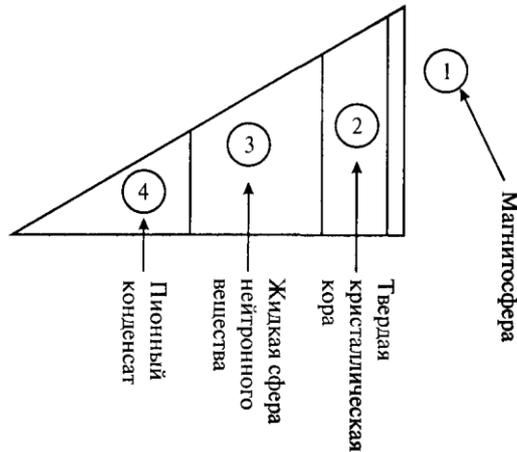
Поэтому гелиево-углеродный цикл как бы сам себя поддерживает и ускоряет термоядерный процесс: при еще более ускоренном процессе происходят термоядерные взрывы в слое гелия. Именно эти термоядерные взрывы, происходящие в слое гелия на поверхности нейтронной звезды, становятся причиной вспышек барстера как нейтронной звезды.

Так, идя от наблюдения феноменов-вспышек к интерпретации барстеров как нейтронных звезд, находящихся в тесной двойной звездной системе с обычной звездой-компаньоном, была создана ясная и адекватная теория о вспышках барстеров: она основана и построена на двух фундаментальных идеях Л. Д. Ландау и И. С. Шкловского, т. е. на идее аккреции, или захвата гравитационным полем вещества, и идее термоядерных взрывов в слое аккрецирующего вещества на поверхности нейтронной звезды.

Итак, мы воочию видим, насколько важна и существенна сила гравитационного сжатия как основного и главного источника — причины экстремальных астрофизических условий, создающих и творящих экстремальное сжатое вещество самовозгорания природного ядерного реактора в самом астрофизическом космосе звездного мира.

1. Нейтронные звезды (пульсары и барстеры) не являются частными и случайными феноменами в эволюции звездного мира в составе галактик и скоплений галактик, а закономерной необходимостью звездной эволюции материи: экстремальное сверхплотное вещество в нейтронных звездах — переходная (т. е. промежуточная) форма бытия материи.
2. Бытие нейтронных звезд не бесконечно: срок их бытия составляет 10^7 - 10^8 лет.
3. Пульсары как компактные космические объекты вращаются со скоростью света вокруг своей собственной оси: они отличаются от барстеров тем, что на поверхности пульсара всегда находится магнитосфера, увлекаемая вращением пульсара со скоростью, близкой к скорости света. Магнитосфера как синхротронный ускоритель является физическим источником радиоизлучения и космического рентгеновского излучения, а также излучения в других диапазонах.

Пульсар как нейтронная звезда состоит из четырех слоев — ①, ②, ③ и ④. Поэтому нельзя рассматривать пульсар только как ③, т. е. жидкую сферу нейтронного вещества.

Рис. 2.6. Сечение строения пульсара

4. Барстеры отличаются от пульсаров: пульсары в большинстве случаев — нейтронные звезды одиночные, а барстеры существуют в большинстве случаев в тесной двойной звездной системе: именно этим обстоятельством объясняются основные особенности свойств барстера — аккреция и термоядерные взрывы как причина всплесков барстера.

Барстеры, так же как и пульсары, являются нейтронными звездами как источниками самых различных космических излучений в разных диапазонах — радио, оптическом, рентгеновском и даже гамма-вспышек. Поэтому мы считаем, что нейтронные звезды (пульсары и барстеры) являются промежуточными формами бытия материи в звездной эволюции.

Рис. 2.7

5. Еще одна особенность нейтронных звезд состоит в том, что они являются промежуточной формой существования звездной материи между белыми карликами и черными дырами: белые карлики имеют плотное вещество, а нейтронные звезды — сверхплотное вещество. Что касается черных дыр, то в них все вещество превращается в сингулярность как точку бесконечности материи и искривленного пространства-времени, т. е. она превращается в сверх- и гиперэкстремальное сжатое, коллапсированное состояние.

Изучение нового класса небесных тел развивается обычно тремя последовательными этапами — наблюдение — интерпретация — теория.

На первом этапе происходит астрономическое открытие и идет накопление важнейших физических данных. Второй этап предполагает осмысление и анализ этих данных, сопоставление их с тем, что известно в науке. Интерпретация наблюдательных данных должна дать ответ на вопрос, *что это такое, что там происходит*. Цель третьего этапа — построить ясную картину явления, которая давала бы ответ

на вопрос, *как и почему происходит то, что мы наблюдаем*. На этом этапе выдвигаются теоретические идеи и гипотезы, разрабатываются физико-математические модели явления, проводится их сравнение с наблюдениями.

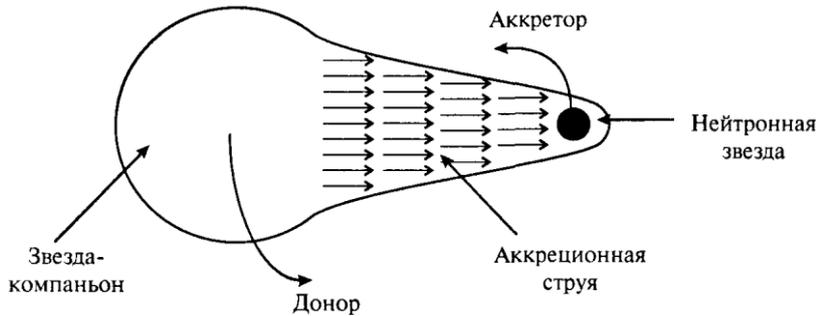
Теория — объяснение, почему и как происходит то, что мы наблюдаем: сопоставление теории с наблюдаемыми фактическими данными.

Наш рассказ о барстерах тоже развивается от *наблюдений* и их *интерпретации* к *теории* этих космических объектов. И наблюдения, и в особенности интерпретация их дали очень многое.

Радиус нейтронной звезды гораздо меньше размера ее полости Роша. Что же касается звезды-компаньона, то ее радиус сравним с расстоянием между звездами, и она может *переполнять* собой свою полость Роша. В этом случае от нее к нейтронной звезде устремляется струя вещества, увлекаемого тяготением нейтронной звезды внутрь ее полости Роша.

Ниже все схемы о пульсарах как нейтронных звездах нами воспроизводятся из книги А. Д. Чернина «Звезды и физика».

Рис. 2.8



Аккреционная струя вещества звезды-компаньона, увлекаемая и захватываемая сильным полем тяготения нейтронной звезды, устремляется к поверхности нейтронной звезды: она падает на поверхность нейтронной звезды. Падая к нейтронной звезде, вещество ускоряется, приобретает значительные скорости и соответствующую им немалую кинетическую энергию. Неизбежное столкновение с поверхностью нейтронной звезды сопровождается торможением падающего вещества; его кинетическая энергия переходит в тепло. Из-за этого поверхность нейтронной звезды разогревается, как всякое нагретое тело, начинается излучать электромагнитные волны. Так возникает фоновая светимость барстера.

(Схемы нами воспроизводятся из книги нашего известного теоретика-астрофизика, ведущего ученого А. Д. Чернина «Звезды и физика» (М., 2004).)

Интерпретация: нейтронные звезды

Усиление и ослабление яркости происходит у разных звезд-цефеид этого класса с периодами от нескольких дней до года.

Но до пульсаров никогда еще не наблюдались и не встречались звезды со столь коротким периодом, как у первого «кембриджского» пульсара.

Вслед за ними в очень короткое время было открыто несколько десятков пульсаров, периоды некоторых из них были еще короче. Так, период пульсара, обнаруженного в 1968 г. в центре Крабовидной туманности, составляла 0,033 с. Сейчас известно около 400 пульсаров. Подавляющее их большинство — до 90 % — имеет периоды в пределах от 0,3 до 3 с, так что типичным периодом пульсаров можно считать период в 1 с.

Но особенно интересны пульсары-рекордсмены, период которых меньше типичного. Рекорд пульсара Крабовидной туманности продержался почти полтора десятилетия. В конце 1982 г. в созвездии Лисички был обнаружен пульсар с периодом 0,00155 с, т. е. 1,55 мс. Вращение с таким поразительно коротким периодом означает 642 об/с.

Очень короткие периоды пульсаров послужили первым и самым веским аргументом в пользу интерпретации этих объектов как вращающихся нейтронных звезд.

Звезда со столь быстрым вращением должна быть исключительно *плотной*.

Действительно, само ее существование возможно лишь при условии, что центробежные силы, связанные с вращением, меньше сил тяготения, связывающих вещество звезды. Центробежные силы не могут разорвать звезду, если центробежное ускорение на экваторе $\Omega^2 R$ меньше ускорения силы тяжести QM/R^2 . Здесь M , R — масса и радиус звезды, Ω — угловая частота ее вращения, Q — гравитационная постоянная.

До пульсаров белые карлики были самыми плотными из наблюдавшихся до этого звезд: белые карлики предсказаны С. Чандрасекаром в начале 30-х гг., а открыты через 30 лет, в 1962 г. Плотность ядерной материи — триллион тонн, т. е. тысяча миллиардов тонн/см³. Столь компактно сжатыми до такой высокой степени могут быть лишь нейтронные звезды: их плотность действительно близка к ядерной. Это вывод, подтверждающийся всей историей изучения пульсаров.

Но каково происхождение быстрого вращения нейтронных звезд — пульсаров? Солнце, например, вращается вокруг своей оси с периодом около одного месяца. Когда звезда сжимается, ее вращение убыстряется. С ней происходит то же, что с танцором-фигуристом на льду: прижимая к себе руки, танцор-фигурист ускоряет свое вращение.

Здесь действует один из основных законов механики — закон сохранения момента импульса (или момента количества движения). Из него следует, что при изменении размеров вращающегося тела изменяется и *скорость* его вращения. Но остается неизменным произведение $M\Omega R^2$ — момент импульса. Отсюда следует, что при изменении размеров вращающегося тела изменяется и скорость его вращения; но остается неизменным произведение $M\Omega R^2$ (которое — момент импульса). В этом произведении Ω — частота вращения тела, M — его масса, R — размер тела в направлении перпендикулярном оси вращения, который в случае сферической звезды совпадает с ее радиусом. При неизменной массе остается постоянным произведение ΩR^2 , значит, с уменьшением размера тела частота его вращения возрастает по закону

$$\Omega \sim R^{-2}.$$

Нейтронная звезда образуется путем сжатия центральной области ядра звезды, исчерпавшей запасы ядерного топлива. Ядро успевает еще предварительно сжаться до размера белого карлика $R \approx 10^7$ м. Дальнейшее сжатие до размера нейтронной звезды $R \approx 10^4$ м (т. е. 10 км) означает уменьшение радиуса в тысячу раз. (Размер белого карлика равен 10 000 км, а размер нейтронной звезды в тысячу раз меньше размера белого карлика = 10 км. Плотность белого карлика 10^9 кг/м³, т. е. 1 000 тонн/см³, а плотность пульсара 10^{18} кг/м³, т. е. триллион тонн/см³.)

Соответственно в миллионы раз должна возрасти частота вращения и во столько же раз должен уменьшиться его период. Звезда совершает один оборот вокруг своей оси за три секунды. Более быстрое вращение дает и еще более короткие периоды.

Сжатие уменьшает размер тела:

- 1) при уменьшении размера увеличивается плотность вещества;
- 2) уменьшение размера и увеличение плотности вещества связаны с увеличением скорости вращения;
- 3) частота вращения связана с периодом излучения импульса; с возрастанием частоты вращения уменьшается период излучения импульса.

При постоянной массе *сжатие* уменьшает размер тела, а с уменьшением *размера* тела связано увеличение *плотности* вещества: с уменьшением размера тела и увеличением плотности вещества увеличивается *скорость* вращения. С увеличением скорости вращения увеличивается *частота* вращения Ω . А с увеличением частоты вращения уменьшается *период* излучения импульса.

Но и радиопульсары, и рентгеновские пульсары отличаются от барстеров в одном принципиальном отношении: они обладают очень сильными магнитными полями. Именно магнитные поля — вместе с быстротой вращения — и создают эффект пульсации, хотя и действуют эти поля по-разному в радиопульсарах и рентгеновских пульсарах.

б. Рентгеновские пульсары

Нейтронные звезды рентгеновских пульсаров в подавляющем большинстве случаев — это двойные звездные системы, в которых одна звезда является нейтронной, а другая — обычная видимая звезда-компаньон. В двойной звездной системе компаньоном нейтронной звезды рентгеновских пульсаров является яркая звезда-гигант (10-20 M_{\odot}). В этом состоит отличительная особенность рентгеновских пульсаров от нейтронных звезд-барстеров, компаньоном которых являются слабые звезды-карлики с массой, равной M_{\odot} или же половине M_{\odot} .

Однако между барстерами и рентгеновскими пульсарами имеется много существенного общего: барстерам и рентгеновским пульсарам присуща аккреция как захват гравитационным полем вещества.

В двойной системе яркая звезда-компаньон переполняет свою полость Роша, так называемую зону влияния, где силы тяготения звезды-компаньона сильнее сил тяготения нейтронной звезды рентгеновского пульсара, и вещество компаньона попадает в зону влияния рентгеновского пульсара, где силы тяготения нейтронной звезды-пульсара захватывают аккрецируемый поток вещества и ускоряют движение этого потока в направлении к поверхности нейтронной звезды-пульсара.

Итак, в двойной системе сам аккрецируемый поток вещества подвергается двойному влиянию: во-первых, мощных сил тяготения нейтронной звезды рентгеновского пульсара; во-вторых, рентгеновские пульсары обладают на своей поверхности сильным магнитным полем, силовые линии которого пронизывают всю массу вещества, существующего на их поверхности.

Это сильное магнитное поле, образованное в процессе превращения обычной звезды в нейтронную звезду под сильнейшим гравитационным сжатием, по своей мощности превосходит в 10^{12} и 10^{13} раз среднее магнитное поле нашего Солнца. Теперь мы можем представить, насколько справедливы слова А. Д. Киржница (талант-

ливейшего физика-теоретика и астрофизика, безвременно ушедшего) о том, что к экстремальным астрофизическим условиям следует, кроме высоких давлений и высоких температур, добавить и сильное магнитное поле, которое по своей силе превосходит в миллиарды и триллионы раз среднее магнитное поле Солнца.

Нейтронные звезды-пульсары (как рентгеновские, так и радиопульсары) обладают очень мощными и сильными магнитными полями на их поверхности, силовые линии которых пронизывают всю массу вещества пульсаров.

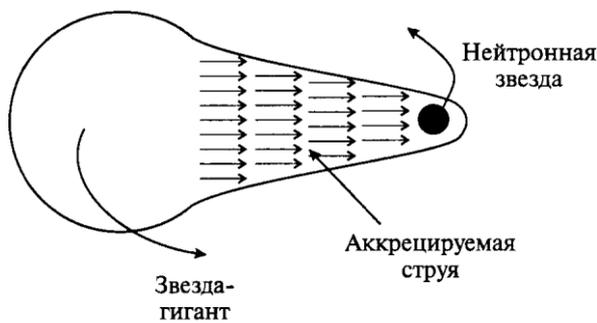
Аккрецируемое вещество яркой звезды-гиганта перетекает к нейтронной звезде рентгеновских пульсаров в виде струи или звездного ветра, т. е. частиц плазмы, ионизированного газа: под действием мощных сил тяготения пульсара и его сильного магнитного поля ионизированный газ в своем ускоренном движении релятивистских частиц падает на поверхность рентгеновских пульсаров, где, сталкиваясь с сильным магнитным полем, вступает с ним во взаимодействие, результатом чего является нагрев поверхности нейтронной звезды рентгеновских пульсаров. «Как всякое нагретое тело», излучает электромагнитные волны в различных диапазонах от метрового радиодиапазона до гамма-диапазона (гамма-фотонов).

Следовательно, источником рентгеновских пульсаров является нагрев (разогрев, раскаленность) поверхности нейтронной звезды рентгеновских пульсаров в результате взаимодействия аккрецирующего вещества с сильным магнитным полем (как отмечает А. Д. Чернин, доктор физико-математических наук).

Значит, источником рентгеновского излучения пульсаров являются тепловые процессы. Поэтому рентгеновское излучение пульсаров имеет тепловой, чернотельный характер, в отличие от радиопульсаров.

У некоторых из рентгеновских пульсаров вещество перетекает к нейтронной звезде в струе (как в барстерах).

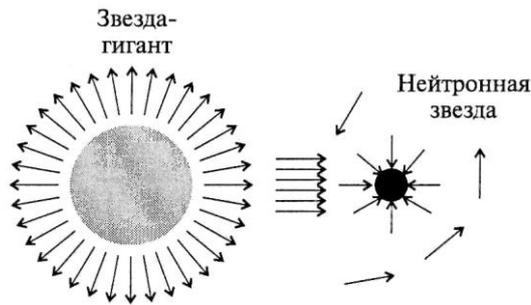
Рис. 2.9



Вещество внешних слоев звезды-компаньона переполняет полость Роша этой звезды, и часть его в виде струи перетекает к нейтронной звезде. Большие стрелки указывают направление движения звезд вокруг их общего центра масс.

В большинстве случаев звезда-гигант теряет вещество в виде *звездного ветра* — исходящего от ее поверхности по все стороны потока плазмы, ионизированного газа. Часть плазмы звездного ветра попадает в окрестность нейтронной звезды в зону преобладания ее тяготения, т. е. в полость Роша нейтронной звезды, где и захватывается ее полем тяготения.

Рис. 2.10. Звездный ветер аккреции в рентгеновском пульсаре



Аккрецируемое вещество сильным полем тяготения звезды перетекает от обычной звезды-компаньона к поверхности нейтронной звезды рентгеновских пульсаров в виде:

- 1) струи вещества;
- 2) звездного ветра — частицы плазмы, ионизированного газа.

При аккреции поток аккрецируемого вещества находится под воздействием:

- 1) силы тяготения нейтронной звезды, когда звезда-компаньон переполняет свою полость Роша и попадает в окрестность сил тяготения нейтронной звезды, т. е. ее полость Роша, где вещество захватывается сильным полем тяготения нейтронной звезды-пульсара;
- 2) аккрецируемый поток вещества, распространяющийся сферически-симметрично, под воздействием сильного магнитного поля пульсара становится направленным, т. е. асимметричным, к поверхности пульсара.

Преобразование обычной звезды с массой не более $3 M_{\odot}$ в нейтронную звезду связано не только с образованием сверхплотного вещества, но и резким увеличением магнитного поля: магнитное поле становится чудовищно сильным, в 10^{12} — 10^{13} раз больше среднего магнитного поля Солнца. Следовательно, при катастрофическом уменьшении геометрических размеров данной массы становится не только сверхплотной эта масса, но и сила магнитного поля, силовые линии которого пронизывают всю массу вещества, также становится сверхсильной. В этом состоит идея Д. А. Киржница о том, что сильное магнитное поле (под сильным магнитным полем мы понимаем силу, которая превышает магнитное поле Солнца в триллионы раз) является сильнейшим экстремальным условием образования экстремальных свойств вещества.

Образование сверхплотного вещества нейтронной звезды и сильного ее магнитного поля является результатом сильного гравитационного сжатия: при сжатии, следовательно, происходит катастрофическое уменьшение геометрических размеров массы вещества.

Вещество, аккрецируемое нейтронной звездой, — это звездный ветер. Оно ионизировано, и поэтому оно взаимодействует при своем движении с ее магнитным полем, в результате чего происходит нагрев поверхности нейтронной звезды: как всякое нагретое тело она излучает электромагнитные волны, в частности, рентгеновские лучи.

Следовательно, источником рентгеновского излучения нейтронной звезды-пульсара являются тепловые процессы, происходящие на поверхности нейтронной звезды, в результате нагрева аккреционного потока вещества при его взаимодействии с сильным магнитным полем.

Итак, источником рентгеновского излучения нейтронной звезды-пульсара, как и нейтронной звезды-барстера, является чернотельное излучение, тепловые процессы, нагревающие и разогревающие поверхность нейтронной звезды-пульсара: рентгеновское излучение пульсара имеет тепловой, чернотельный характер. В этом его отличие от излучения радиопулсара, обладающего «нетепловым», «нечернотельным» характером, как отмечает А. Д. Чернин в своей книге «Звезды и физика» (А. Д. Чернин — один из ведущих астрофизиков-теоретиков в ГАИШ при МГУ).

Таким образом, сила катастрофического гравитационного сжатия (т. е. коллапс), вызывающая сверхсильные давления, сверхвысокие температуры и сверхсильное магнитное поле, т. е. экстремальные астрофизические условия, катастрофически изменяет триаду материи, пространства и времени: вещество под сверхвысоким давлением становится сверхплотным, плотность которого равна триллиону тонн в одном кубическом сантиметре, а многомиллионный геометрический размер звезды катастрофически сокращается и уменьшается до 10 км. Все эти удивительные и парадоксальные процессы осуществляются при сверхвысоких температурах, при которых все комплексы, составляющие вещество звезды — молекулы, атомы, ядра, — мгновенно разрушаются и распадаются на частицы — нейтроны, образующие сверхплотное вырожденное нейтронное вещество в жидкой сфере, противодействующее и останавливающее процесс дальнейшего гравитационного сжатия (т. е. коллапса).

А на поверхности пульсара разыгрываются драматические взаимодействия между магнитосферой и заряженными электронами, посылающие нам рентгеновское излучение (т. е. рентгеновские лучи): рентгеновское излучение — следствие раскаленности поверхности пульсара в результате этих драматических взаимодействий между сверхмощной силой магнитосферы и заряженными частицами — электронами, вырванными из слоев атомарной материи пульсара — нейтронной звезды.

Итак, сжатие есть основное фундаментальное экстремальное астрофизическое условие, определяющее высокие давления, высокие температуры и сильное магнитное поле, которые «сжимают» массу вещества до плотности нейтронной звезды $\rho = 10^{18} \text{ кг/м}^3$ (или 10^{12} г/см^3). Поэтому с уменьшением (т. е. экстремальным уменьшением) геометрических размеров массы вещества обычной звезды (радиус Солнца — 10^9 м , т. е. 1 млн км) до размеров нейтронной звезды — 10 км — происходят следующие экстремальные свойства вещества:

- 1) сверхплотное вещество в нейтронных звездах — 10^{18} кг/м^3 ;
- 2) сверхвысокие давления и сверхвысокие температуры;
- 3) сверхсильное магнитное поле, силовые линии магнитной индукции которого пронизывают всю массу вещества нейтронной звезды.

Звезды с массой, в 10, 20 или 30 раз больше M_{\odot} , должны обладать большими геометрическими размерами, радиус которых может быть равен нескольким миллионам километров. Тогда при превращении этих обычных звезд в нейтронные звезды уменьшение их размеров будет соответствовать их катастрофическому сокращению в миллионы, десятки или сотни миллионов раз.

Таким образом, сжатие как сила гравитационного притяжения приводит прежде всего к катастрофическому уменьшению (и сокращению) геометрических размеров массы вещества звезды: происходит уменьшение геометрии пространства звезды и соответственно образование экстремального состояния сверхплотного вещества нейтронной звезды.

Как был прав А. Эйнштейн: гравитация как универсальная сила пронизывает сущее не только как материю (вещество), но и пространство, и время, и их свойства (геометрия и длительность): от пронизывания гравитацией всего сущего не может защитить ничто, т. е. никакая нам известная или неизвестная сила. Гравитация является всепронизывающей универсальной и всеобщей силой.

От других сил взаимодействий — СВ, ЭМВ и СЛВ — в конечном счете можно найти способ защиты, строя, например, толстую свинцовую перегородку в миллионы километров. Но от гравитации нет защиты и невозможен какой бы то ни было способ защиты.

в. Радиопульсары

Радиопульсары отличаются от рентгеновских пульсаров тем, что они одинокие: радиопульсары в большинстве случаев не существуют и не находятся в двойной звездной системе. В этом смысле радиопульсары — одиночные нейтронные звезды. Поэтому физика рентгеновских пульсаров и радиопульсаров должна быть различной. Прежде всего радиопульсарам несвойственна аккреция, т. е. перетекание вещества от обычной звезды-компаньона к нейтронной звезде радиопульсара.

Прежде чем философски анализировать радиопульсары, необходимо еще раз вернуться к строению и структуре нейтронной звезды, ибо только глубокое и ясное представление о строении и структуре ее даст нам возможность понять и объяснить те физические процессы и явления, которые нами наблюдаются в эксперименте.

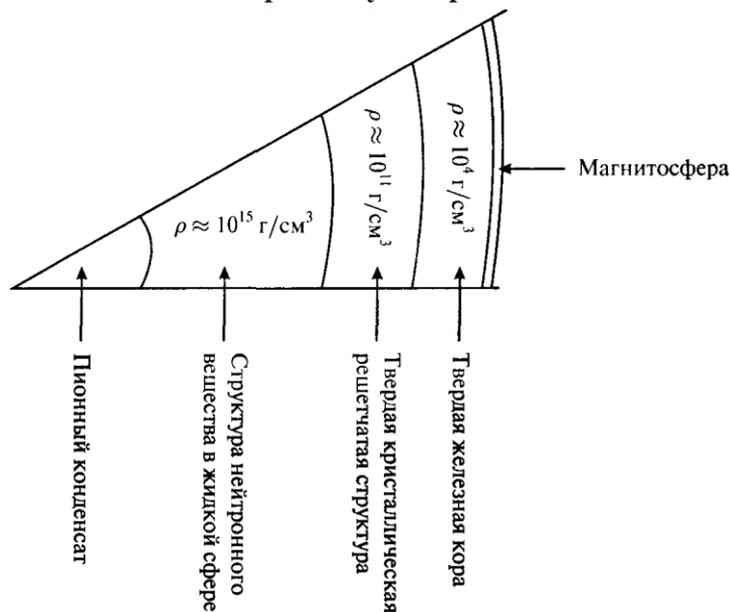
Прежде всего мы наблюдаем радиоизлучение в различных диапазонах, начиная с длинноволнового диапазона и до гамма-диапазона (гамма-фотонов). И в этом случае мы идем от наблюдения через интерпретацию наблюдаемых данных, строя различные предположения, выдвигая идеи, и на основе их использования строим адекватную модель объекта исследования: если эта модель верна, то она может стать теорией, объясняющей полностью наблюдаемое (рис. 2.11).

На этой условной и упрощенной схеме мы видим следующие моменты:

1. В целом нейтронная звезда радиопульсаров состоит из пяти структурных слоев: во-первых, на самой внешней поверхности радиопульсара находится магнитосфера, которая состоит из сильного магнитного поля и электрически заряженных частиц — электронов высоких энергий. Магнитосфера, как сфера очень сильного магнитного поля, сила которого превышает в 10^{12} и 10^{13} раз среднее магнитное поле нашего Солнца, образована в процессе превращения обычной звезды в нейтронную звезду при сильном гравитационном сжатии, т. е. сверхвысоких давлениях и сверхвысоких температурах, перестраивающих строение и структуру вещества обычной звезды и сжимающих это вещество до сверхплотного вещества нейтронной звезды.

Таким образом, магнитосфера на поверхности нейтронной звезды-пульсара образована при гигантском сжатии сил тяготения. Поэтому магнитосфера на пульсаре — это не просто сфера магнитного поля и электрически заряженных частиц, а является экстремальной магнитосферой, образованной в результате действия экстремальных астрофизических условий — гигантского сжатия, давления и температур. Поэтому совершенно прав Д. А. Киржниц, когда он сильное (точнее, сверхсильное) магнитное поле относит к экстремальным астрофизическим условиям наряду со сжатием, гигантскими давлением и температурой, которые «растворяют», разрушают вещество, его строение и структуру, создавая новое сверхплотное нейтронное вещество в нейтронной звезде.

Рис. 2.11. Схема сечения строения и структуры нейтронной звезды радиопульсаров



Эта экстремальная магнитосфера окружает нейтронную звезду пульсаров и вместе с ней она вращается с той же частотой вращения, с какой вращается сам пульсар. Поэтому магнитосфера определяет период радиоизлучения, который нам посылает импульсы через каждую (в среднем) секунду: период излучения радиоизлучения радиопульсаров соответствует частоте вращения магнитосферы вместе с самим пульсаром. Это — первое.

2. А второе состоит в том, что пульсар имеет два слоя твердой структуры — слой твердой железной коры и слой кристаллической решетчатой структуры: это те структурные слои, которые не подвергались нейтронизации из-за недостаточной силы сжимающейся массы в процессе образования обычной звезды в нейтронную (если масса обычной звезды была бы больше $3 M_{\odot}$ (10, 20, 30 M_{\odot} и т. д.), то никаких твердых слоев — ни железных, ни кристаллических — не было бы и не могло быть: сила сжатия все разрушила бы, в том числе и нейтронное вещество. Тогда мы имели бы не нейтронную звезду, а черную дыру.

Почему при рассмотрении магнитосферы пульсара так важно существование во внешней оболочке пульсара двух слоев твердых кор? Фактически эти два слоя твердых кор — те, которые не подверглись нейтронизации: они в целом содержат атомарную материю (вещество), откуда сильное электрическое поле черпает высокоэнергетические электроны, которые в магнитосфере движутся по круговой орбите в сильном магнитном поле с ускорением: движение этих высокоэнергетических электронов в сильном магнитном поле магнитосферы — релятивистское со скоростью света и с ускорением. Именно поэтому эти высокоэнергетические электроны являются источником радиоизлучения, которое мы наблюдаем в эксперименте: радиоизлучение — синхронное излучение. Синхротроны — мощные ускорители высокоэнергетических заряженных час-

тиц, прежде всего электронов. Они движутся с большими скоростями, сравнимыми со скоростью света, и в сильном магнитном поле ускоряются этим полем: такие частицы-электроны излучают электромагнитные волны во всех спектрах.

Итак, мы видим, что нейтронные звезды радиопульсаров — не члены двойной звездной системы, а одиночные, и этим определяются их физика и астрофизика: радиопульсары — одиночные нейтронные звезды, на поверхности которых, т. е. в магнитосфере, разыгрываются неистовые физические процессы, определяющие наблюдаемое нами свечение электромагнитных волн в различных диапазонах.

Магнитосфера, органически связанная с радиопульсаром и вращающаяся вместе с нейтронной звездой с той же частотой, что эта звезда, является мощным источником электромагнитных волн в разных диапазонах.

Поэтому радиопульсары в принципиальном отношении отличаются от нейтронных звезд барстеров и рентгеновских пульсаров: источником радиоизлучения являются не тепловые процессы (тепло, нагрев, чернотельное излучение), а нетепловое, нечернотельное излучение электромагнитных волн в результате взаимодействия магнитосферы и нейтронной звезды радиопульсаров в целом.

3. Третий момент проблемы взаимодействия между магнитосферой и нейтронной звездой-пульсаром, который мы хотим подчеркнуть, состоит в более глубоком философском осмыслении данной проблемы. С этой целью еще раз необходима реконструкция строения и структуры нейтронной звезды. Как мы отметили, нейтронная звезда в целом состоит из следующих слоев:

1. Твердая кора, состоящая из двух твердых слоев (т. е. железных и кристаллических решетчатых): по существу эта твердая кора образовалась в результате того, что она не подверглась нейтронизации.
2. На поверхности этой твердой коры нейтронной звезды-пульсара образовалась мощная магнитосфера одновременно вместе с образованием самой нейтронной звезды под сильнейшим гравитационным сжатием. Поэтому эта магнитосфера нейтронной звезды-радиопульсара, мощность силы которой превосходит в 10^{12} - 10^{13} раз среднее магнитное поле нашего Солнца, является экстремальным условием образования экстремальных астрофизических феноменов, прежде всего электромагнитных волн высокой частоты, т. е. фотонов высоких энергий.
3. Под твердой корой находится центральный и главный слой нейтронного вещества в жидкой сфере: плотность этого нейтронного вещества сравнима и близка к плотности ядерной материи — 10^{15} г/см³. Поэтому это нейтронное вещество в жидкой сфере — экстремальное сверхплотное вещество, образованное в результате действия всех компонентов экстремальных условий — сжатия экстремальной силы тяготения, высоких давлений и высоких температур, а также сильного магнитного поля, силовые линии которого пронизывают всю массу вещества, в том числе и нейтронного вещества.

Итак, мы всю нейтронную звезду-пульсар расчленили на три части:

- 1) твердая кора;
- 2) магнитосфера, находящаяся на поверхности этой твердой коры;
- 3) центральная часть нейтронной звезды — нейтронное вещество, заключенное в твердую кору как бы в панцирь.

Почему мы столько внимания уделяем твердой коре нейтронной звезды-радиопульсара? Потому что эта твердая кора состоит в целом из атомарной материи, откуда сильные электрические поля черпают («вырывают») и отрывают электроны высоких энергий, которые в магнитосфере движутся по круговой орбите под сильнейшим магнитным полем. Поэтому это движение электронов высоких энергий — движение с ускорением, скорость которого близка к скорости света: они излучают электромагнитные волны высокой частоты или, на квантовом языке, фотоны высоких энергий, которые в свою очередь при движении в сильном магнитном поле порождают пары электронов и позитронов. А эти электроны и позитроны при прохождении в сильном магнитном поле, аннигилируя, превращаются вновь в фотоны высоких энергий и т. д.

Именно этот каскад взаимопревращения и взаимопорождения в магнитосфере представляет собой источник электромагнитного излучения нейтронной звезды-радиопульсара. Поэтому роль и значимость твердой коры как атомарной материи, откуда сильные электрические поля черпают электроны высоких энергий, велики для происходящих в магнитосфере процессов взаимодействия частиц: отрыв электрическими силами электронов от атомарной твердой коры возможен и осуществим потому, что на поверхности нейтронной звезды электрические силы сильнее сил тяготения сверхплотного нейтронного вещества. Если бы силы тяготения были сильнее электрических и магнитных сил на поверхности нейтронной звезды, то вся атомарная материя твердой ее коры подверглась бы нейтронизации, а может быть, вся нейтронная звезда превратилась бы в результате коллапса в черную дыру.

Поэтому нейтронная звезда одиночного пульсара в целом состоит из трех слоев строения:

- 1) магнитосфера;
- 2) атомарная материя;
- 3) нейтронная материя.

Из этих трех компонентов нейтронной звезды одиночного пульсара определяющая роль принадлежит нейтронной материи, плотность которой сравнима с плотностью ядерной материи: фактически нейтронная материя и есть ядерная материя. Она — адронная материя, поэтому нейтронная звезда одиночного пульсара может вращаться и вращается со скоростью света. Космические компактные объекты, состоящие из атомарной материи (даже белые карлики), не выдержали бы скорости вращения нейтронной звезды-пульсара: они рассыпались бы при таком вращении на отдельные куски, части, элементы. Плотность белых карликов составляет, как нами уже отмечалось, 10^9 кг/м³, т. е. 1 000 т/см³, и они также рассыпались бы на части при вращении со скоростью вращения нейтронной звезды одиночного пульсара.

В целом можно отметить, что нейтронная звезда — это прежде всего нейтронная (т. е. адронная) материя плюс атомарная материя, которая не подверглась нейтронизации. Главная причина этого обстоятельства заключается в том, что превращение обычной звезды в нейтронную определяется массой в пределах от 1,4 M_{\odot} до 2 или 3 M_{\odot} , но не больше: если масса обычной звезды будет больше 3 M_{\odot} (10, 20, 30 и т. д. M_{\odot}), то неизбежно и неотвратно превращение обычной звезды в черную дыру, в которой исчезнут не только атомарная, но и нейтронная (т. е. вся адронная) материя. Следовательно, в черной дыре коллапс превращает и атомарную, и адронную материю в сингулярность.

Сингулярность — это ключевая и стержневая проблема философии Вселенной в нашей работе. Поэтому она будет предметом нашего философского исследования поз-

же. А сейчас мы подведем итоги нашего рассмотрения проблем эволюции звезд — бар-стеров, рентгеновских пульсаров и радиопулсаров как всех нейтронных звезд, имеющих во внешних оболочках поверхности твердую кору как слой атомарной материи, где разыгрываются все фундаментальные физические процессы, связанные с источником порождения электромагнитных волн, наблюдаемых нами в виде вспышек барстеров, рентгеновского излучения у пульсаров и длинноволнового излучения радиоимпульсов.

У барстеров источником их мощных и коротких вспышек служит нагрев поверхности нейтронной звезды-барстера в результате падения аккреционного потока вещества звезды-компаньона на поверхность нейтронной звезды, а также термоядерные вспышки, которые образуются в слое аккрецирующего вещества в результате создания экстремального условия для начала термоядерных реакций превращения водорода в гелий, гелия — в углерод, а углерода — в кислород и т. д.

Значит, источником коротких и аperiodических вспышек барстеров как нейтронных звезд является нагрев их поверхности как слоя атомарной материи, излучающего электромагнитные волны в виде вспышек барстеров. Именно на основе осмысления двух фундаментальных идей — идеи аккреции и концепции термоядерного синтеза — удалось ученым создать стройную теорию о вспышках барстеров как нейтронных звезд, которые нами наблюдаются. Таков сложный и трудный путь научного познания, который движется от наблюдаемых феноменов (т. е. вспышек) через интерпретацию их, строя различные физико-математические модели и выдвигая идеи, концепции, к построению более или менее удовлетворительной теории, дающей нам научное (т. е. причинное) объяснение наблюдаемых феноменов (т. е. вспышек барстеров) и понимание их в их причинном единстве: теория — целостное представление о наблюдаемых явлениях на основе причинного их существования в пространственно-временном течении. Поэтому так важно следующее:

1. Барстер как нейтронная звезда в большинстве случаев является членом двойной звездной системы. Поэтому его феномены как проявления его фундаментальной сущности связаны с аккрецией как захватом гравитационными силами тяготения вещества звезды-компаньона.
2. Все существенные физические процессы проявления свойств барстеров происходят на поверхности нейтронных звезд, т. е. в твердой коре атомарной материи: излучение электромагнитных волн связано с этой твердой корой как слоем атомарной материи.
3. Это ни в коем случае не означает и не может означать, что скрытая за этой твердой корой атомарной материи материя как ядерная (т. е. адронная) материя не играет никакой роли в проявлении слоя атомарной материи.

На самом деле нейтронная звезда есть единое целое ядерной и атомарной материи: частота вращения нейтронной звезды определяется сверхплотным нейтронным веществом, т. е. ядерной плотностью адронной материи. Ни один космический компактный объект, кроме нейтронной звезды, не может вращаться со скоростью, близкой к скорости света, и, следовательно, не может иметь такие короткие (т. е. слишком малые) периоды излучения импульсов (в среднем 1 с). Как мы уже отметили, рекордсменом-пульсаром является пульсар, обнаруженный в 1982 г. в созвездии Лисички, период излучения импульсов которого составляет 0,00155 с, т. е. 1,55 мс, т. е. миллиардную долю секунды. Даже белые карлики распадутся и рассыплются при частоте вращения нейтронных звезд, не говоря уже об обычных звездах — карликах или гигантах.

Поэтому сверхплотное вещество нейтронной звезды является экстремальным свойством материи как творением экстремального астрофизического условия, компонентами которого являются:

- 1) экстремальное сжатие, масса объекта которого находится в пределах от 1,4 M_{\odot} до 3 M_{\odot} ;
- 2) сверхсильные давления в процессе такого сжатия;
- 3) сверхсильные температуры больше миллиардов градусов;
- 4) сверхсильное магнитное поле, сила которого превосходит в 10^{12} и 10^{13} раз среднее магнитное поле нашего Солнца.

Поэтому мы должны отказаться, при рассмотрении звездного мира и его эволюции, от обычных представлений людей, выработанных в нашей повседневной жизни, о силе гравитации и ее сжатии, о высоких давлениях и высоких температурах в тысячи градусов, а также о магнитном поле Земли или Солнца. А когда масса космического компактного объекта достигает 3 M_{\odot} и превосходит 10 M_{\odot} , 20 M_{\odot} , 30 M_{\odot} , и т. д., то природа звездного галактического мира преподносит новые неожиданные и новые невиданные сюрпризы (черные дыры, квазары, активные галактики и т. д.). Поэтому развитие нашего познания Вселенной происходит не линейно, плавно в традиционном понимании эволюции без скачков и прерывистости. Нет, познание движется через бифуркации, катастрофы, случайно, нелинейно, через хаос и порядок, через разум и интуицию, логику и чувство, сменяя одну неопределенность другой: в нем нет вечных вершин, достигнув которые, можно отдохнуть и созерцать. Вершина всегда превращается в равнину, и на этой равнине опять вырастает новая вершина, которая всегда покоряется новой плеядой талантливых молодых ученых: наука — это покорение вершин, нескончаемых в природе звездного и галактического мира Вселенной. Вселенная покоряется только коллективному разуму и интуиции, логике мышления и чувствам высокоодаренных молодых ученых, лишенных чувств зависти и обустройства личного благополучия: нужны больше интроверты, а не экстраверты.

А теперь мы рассмотрим вместе рентгеновские пульсары и радиопулсары очень кратко; дадим просто сравнительный анализ их, в чем состоит их сходство и их различие.

- Во-первых, их сходство состоит в том, что и рентгеновские пульсары, и радиопулсары суть нейтронные звезды и, следовательно, по своему строению они состоят из трех слоев.
- Во-вторых, их сходство состоит и в том, что на поверхности нейтронных звезд-пульсаров образуются сильные магнитные поля, силовые линии которых пронизывают всю массу вещества этих пульсаров (рентгеновского и радиопулсара).
- В-третьих, их различие (существенное) заключается в том, что нейтронная звезда рентгеновских пульсаров является в большинстве случаев членом двойной звездной системы, а нейтронные звезды радиопулсаров в большинстве случаев являются одиночными, существующими вне двойной звездной системы: этим различием определяются в принципиальном отношении все существенные феномены, нами наблюдаемые, — рентгеновские лучи пульсаров и длинноволновые радиоволны: в зависимости от того, где в пространственно-временном измерении находятся нейтронные звезды, т. е. в системе пространственно-временной или вне ее, нейтронные звезды могут быть рентгеновскими пульсарами или радиопулсарами.

- В-четвертых, источником рентгеновского излучения нейтронной звезды рентгеновских пульсаров является взаимодействие аккрецирующего вещества с сильным магнитным полем на поверхности твердой атомарной коры нейтронной звезды, в результате которого (т. е. взаимодействия) происходит нагрев поверхности этой атомарной коры: именно нагретая (разогретая, раскаленная, огненная) поверхность твердой атомарной коры излучает электромагнитные волны в диапазоне рентгеновских лучей.
- В-пятых, источником радиоизлучения нейтронной звезды радиопулсаров являются те физические процессы, которые происходят в магнитосфере как сфере синхронного электромагнитного излучения: синхронное излучение обладает существенной характеристикой — поляризацией, т. е. строго упорядоченной структурой согласованных электронов высоких энергий и их строгой упорядоченной направленностью.

Таковы, в общем, в принципиальном отношении нами наблюдаемые с помощью самых совершенных экспериментальных приборов (телескопы и т. д.) феномены нейтронных звезд барстеров, рентгеновских пульсаров и радиопулсаров. В этом как раз состоит манифестация единого (нейтронная звезда как таковая) в разнообразии и многообразии: единое всегда проявляется в разнообразии и многообразии. Простое и сложное — единое. Единое само по себе — простое и сложное: нет и не может быть абсолютно простого или абсолютно сложного. Сложное в своем существенном основании просто, а простое в своем бытийном проявлении всегда сложно, т. е. многообразно.

Мысль человека всегда движется от простого, в котором содержится сложное; а познанное нами сложное представляет собой простое. Это простое не является абсолютно простым: оно само по себе сложно. А это познанное нами сложное само по себе простое, содержащее еще более сложное.

Такова диалектика познания как вечное движение от простого к сложному и от сложного снова к сверхсложному.

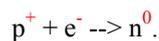
Атом как познанная вещь прост, но эта познанная простота содержит непознанное ядро: познанное нами ядро атома представляет собой простое, состоящее из протона или протона и нейтрона, которые как познанные представляются нам простыми. Но простота протона (или нейтрона) включает целые сложные миры кварков; кварк-глюонных цветных взаимодействий; кварк-глюонной плазмы; миры конфайнмента и скейлингов и т. д., пока конца самого простого не видно.

Познанный нами атом нам только кажется простым, а на самом деле разве протон прост? Как предполагает теория Большого объединения, протон как частица должен распасться на еще более простые и мелкие частицы: $p = uud$.

А ведь при сильном сжатии сил тяготения атом разрушается на ядро (протон) и электрон. А при еще более сильном сжатии сил тяготения протон может рассыпаться на три кварка, из которых он состоит как простое.

Электрон пока неразрушим: он является фундаментальной частицей наряду с мюоном и тау-лептоном.

Однако при сильном сжатии сил тяготения атом разрушается, но рассыпанные его части — e^- и p могут слипаться, образуя нейтрон:



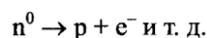
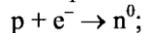
В свою очередь нейтрон как свободная частица распадается снова на p и e , которые снова слипаются, образуя нейтрон — n^0 . Так образуется нейтронная звезда, состоящая из уровней атомарной и нейтронной материи.

В конечном счете образование нейтронной звезды зависит, как мы уже отмечали, от массы обычной звезды: эта масса M определяется пределом от $1,4 M_{\odot}$ до $3 M_{\odot}$, но не больше. Мы в нашей работе показали, как образуется нейтронная звезда как следствие вспышки сверхновой, отмеченной в древних летописях китайскими учеными в 1054 г.

Масса этой сверхновой звезды, взорвавшейся в 1054 г., составляла более $26 M_{\odot}$: в результате взрыва этой сверхновой образовались Крабовидная туманность и нейтронная звезда из ядра-остатка взрыва сверхновой, масса которой составляла не больше $3 M_{\odot}$. Значит, почти $23 M_{\odot}$ взорвавшейся в 1054 г. сверхновой, часть из которой ушла на образование Крабовидной туманности, а большая ее часть покинула место взрыва сверхновой и до сих пор распространяется в бесконечном пространстве Вселенной со скоростью $1\ 000$ км/с, постоянно замедляясь и смешиваясь с разреженным веществом пространства Вселенной.

Мы уже отметили, что звезды взрываются, если их масса не меньше $6 M_{\odot}$ и более. Однако масса ядра-остатка сверхновой, из которого при сжатии образуется нейтронная звезда, не должна превышать $3 M_{\odot}$ и должна находиться в пределах от $1,4 M_{\odot}$ (т. е. предел масс белых карликов) и до $3 M_{\odot}$, но не более. Этот предел от $1,4 M_{\odot}$ до $3 M_{\odot}$ называется пределом Ландау—Оппенгеймера—Волкова. Однако нейтронные звезды могут образоваться и образуются не только в результате взрыва сверхновой, но и при эволюции обычной звезды, если ее масса может стать пределом массы Ландау—Оппенгеймера—Волкова. Каким образом звезда-карлик, масса которой сравнима с M_{\odot} , может превратиться в нейтронную звезду? Дело в том, что обычная звезда, находящаяся в межзвездной среде, может, подобно «космическому пылесосу», всасывать из этой межзвездной среды вещество пыли и газа и тем самым постепенно увеличивать свою массу и довести ее до предела массы образования нейтронной звезды.

Поэтому при исчерпании в недрах обычной звезды ядерного горючего материала в силу вступает сжатие сил тяготения, под действием которого разрушаются атомы вещества обычной звезды на протоны и электроны: электрон вдавливается в ядро и там сливается (сталкивается) с протоном, образуя нейтрон — n^0 , который, как свободная частица, распадается снова на протон и электрон:



Таким образом, механизм нейтронизации один и тот же, образуется ли нейтронная звезда из ядра-остатка как следствия взрыва сверхновой или же из обычной звезды как «космического пылесоса», всасывающего из межзвездной среды вещества пыли и газа и тем самым увеличивающего свою массу до предела массы образования нейтронной звезды.

Понятие сжатия сил тяготения как фундаментальное и экстремальное понятие связано и определяется пределом массы образования нейтронной звезды со сверхплотным веществом: результатом экстремального гравитационного сжатия, обусловленного массой звезды, является возникновение и появление экстремального сверхплотного вещества в нейтронной звезде в результате нейтронизации: нейтронизация — это экстремальное гравитационное сжатие, в процессе которого происходит раз-

рушение атомарной материи и ядерной материи и образование экстремального сверхплотного вещества — нейтронного вещества в жидкой сфере, плотность которого сравнима с плотностью ядерной материи — 10^{15} г/см³.

Таково общее представление о сжатии как экстремальном проявлении сил тяготения, определяемых и обусловленных пределом Ландау—Оппенгеймера—Волкова. Однако в своем конкретном физическом проявлении экстремальное сжатие сил тяготения, как нами было отмечено неоднократно в нашей работе, включает еще три момента:

- 1) экстремальные давления (сверхвысокие);
- 2) экстремальные температуры (сверхвысокие);
- 3) экстремальные магнитные поля (сверхсиловые).

Сверхвысокие давления, обусловленные сверхвысоким сжатием сил тяготения, являются экстремальной силой разрушения атомов и ядер и одновременно созидания нового сверхплотного вещества — нейтронного вещества, совершенно специфического, находящегося в состоянии жидкой сферы.

Сверхвысокие температуры, создаваемые экстремальным сжатием сил тяготения, являются энергетическими параметрами разрушения («расплавления») атомов и ядер и созидания нового специфического вещества в жидком состоянии — сверхплотного нейтронного вещества в нейтронной звезде.

Несомненно, к экстремальным условиям, созидającym экстремальное сверхплотное вещество нейтронной звезды, относится сильное магнитное поле: роль сверхсильных магнитных полей у нейтронной звезды рентгеновских пульсаров и радиопулсаров фундаментальна, как об этом мы выше писали. Сильное магнитное поле неотделимо от поверхности атомарной твердой коры нейтронной звезды рентгеновских пульсаров, ибо взаимодействие аккрецирующего потока вещества с сильным магнитным полем является подлинным источником рентгеновского излучения нейтронной звезды рентгеновских пульсаров: роль магнитного поля, сила которого превосходит в 10^{12} и 10^{13} раз среднее магнитное поле Солнца, фундаментальна, как и роль сильных давлений и высоких температур.

Еще более мощное значение имеет магнитосфера на поверхности атомарной твердой коры нейтронной звезды радиопулсаров: она служит и обеспечивает, как мы писали, механизм синхротронного электромагнитного излучения высокой частоты, т. е. рождение фотонов высоких энергий, которые при прохождении в сильном магнитном поле порождают пары электронов и позитронов высоких энергий, аннигиляция их в сильных магнитных полях порождает снова фотоны высоких энергий и т. д. Результатом такого каскада взаимодействия и взаимопревращения является длинноволновое радиоизлучение, которое мы наблюдаем с помощью самых совершенных современных телескопов.

Итак, мы рассмотрели проблемы барстеров, рентгеновских пульсаров и радиопулсаров, чтобы подчеркнуть ту идею экстремальных состояний вещества, которую разрабатывал в своих работах Д. А. Киржниц: ЭСВ, обусловленное экстремальными физическими условиями — сверхвысоким давлением, сверхвысокой температурой и сверхвысоким магнитным полем, — имеет фундаментальное философское значение для правильного осмысления и понимания нейтронных звезд, их сущности и характерных особенностей их проявления (барстеров, рентгеновских пульсаров и радиопулсаров и др.).

Глава 6. Черные дыры

§ 1. Общая теория относительности (ОТО)

Прежде чем рассмотрим теорию тяготения Эйнштейна (ОТО), необходимо остановиться на теории тяготения Ньютона: самым фундаментальным законом теории тяготения Ньютона является закон обратных квадратов:

$$F = \rho \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

где ρ — гравитационная константа Ньютона, m_1 и m_2 — массы тел, r^2 — квадрат расстояния: гравитационная сила как сила притяжения прямо пропорциональна произведению масс двух тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между взаимодействующими телами. Ньютоновский закон всемирного тяготения является законом эмпирических обобщений: Ньютон не ставил перед собой задачу выяснения природы и сущности гравитации. Он исходил из эмпирической реальности гравитационной силы. А вопрос, какова природа гравитации, почему сила гравитационного взаимодействия подчиняется закону обратных квадратов, в чем сущность силы гравитационного притяжения — все подобные вопросы Ньютон считал гипотетическими, а он считал, что "Hypotheses non fingo" («Гипотез не строю»): проблема сущности силы гравитации относится к области построения гипотез, поэтому он считал излишней саму постановку проблемы природы гравитационного взаимодействия между телами.

Основной философский смысл ньютоновского закона всемирного тяготения заключается в передаче гравитационного взаимодействия с бесконечной скоростью, т. е. мгновенно. Значит, сила гравитации при взаимодействии между телами, независимо от того, на каких космических расстояниях они находятся, всегда передается мгновенно с бесконечной скоростью: это означает, что сила гравитации абсолютно не зависит от того, каково пространство гравитационного взаимодействия. У Ньютона пространство и время носят абсолютный характер: они абсолютно неизменны независимо от того, какие материальные события происходят в этих абсолютных, неизменных пространстве и времени. Эйнштейн считал, что ньютоновское пространство — «пустой ящик», куда можно вложить материю и вытащить эту материю из этого «ящика», а «ящик» остается без материи пустым снова. Что касается теории тяготения Эйнштейна, то принципиальное различие между ОТО и ньютоновской теорией тяготения (НТТ) заключается в том, что в теории тяготения Эйнштейна нет и не может быть «пустого ящика» пространства: он всегда наполнен материей. По существу, у Эйнштейна нет пустого пространства-времени: эйнштейновское пространство-время всегда и везде наполнено материей, и материя реальна в пространственно-временной структуре. Поэтому у Эйнштейна нельзя материю вытащить из пространства, оставив его как «пустой ящик»: у Эйнштейна материю можно вытащить из «ящика» только вместе с этим ящиком — пространством.

В философском ракурсе после создания специальной теории относительности Эйнштейна беспокоила именно эта фундаментальная проблема материи, пространства и времени: СТО явилась как коренной пересмотр ньютоновских представлений о пространстве, времени, движении и материи.

1. В основе СТО лежат два принципа — принцип относительности и постоянство скорости света.
2. Коренной пересмотр ньютоновских представлений о пространстве и времени, материи и движении заключается в том, что отныне отдельное существование пространства и времени является фикцией: пространство и время представляют собой единое неразрывное целое пространство-время. Нет пространства без времени и нет времени без пространства:

$$ds^2 = dt^2 - (dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2).$$

В зависимости от быстрых, релятивистских скоростей пространственные и временные интервалы изменяются, но ds^2 как инвариант единого пространства-времени остается сохраняющимся и неизменным.

Таким образом, уже СТО радикальнейшим образом отличается от ньютоновского понимания пространства и времени как абсолютно самостоятельных и независимых субстанций.

При построении ОТО Эйнштейн, безусловно, исходил прежде всего из СТО: во-первых, ньютоновская мгновенная передача действия гравитационного взаимодействия между материальными телами находилась в явном противоречии с существованием конечной предельной скорости света. А во-вторых, Эйнштейн обнаружил второе глубокое противоречие, которое состояло в том, что, с одной стороны, гравитация как сила притяжения — всепроникающая в сущее сила, а с другой стороны, выделенность понятия инерциальных систем отсчета: гравитация как универсальная всепроникающая сила противоречит понятию инерциальных наблюдателей.

Из первого противоречия между постоянством скорости света и мгновенной передачей гравитационного взаимодействия Эйнштейн сделал фундаментальный вывод о несправедливости ньютоновского закона обратных квадратов: гравитационное взаимодействие, как и все другие, осуществляется с конечной, предельной скоростью света. Так был низвергнут со своего пьедестала один из фундаментальных принципов в НТТ — принцип бесконечной скорости передачи гравитационной силы.

Из второго противоречия, т. е. противоречия между универсальностью всепроникающей силы гравитации и выделенностью понятия инерциальных наблюдателей, Эйнштейн сделал вывод о неприменимости инерциальных систем к гравитации как всепроникающей силе. Это очень серьезный вопрос о формулировании инвариантным образом фундаментальных законов природы: законы природы должны быть сформулированы симметрично. Законы тяготения должны быть симметричными в любых произвольных системах отсчета.

Универсальность гравитации как всепроникающей силы — это ключевая проблема в теории тяготения Эйнштейна, поэтому на ней следует остановиться более подробно. Общая теория относительности как творение одного гения Эйнштейна — единственная строгая в физическом плане и изящная в математическом теория, которая описывает нашу Вселенную в целом, ее рождение, строение и структуру в фундамен-

тальном расширении, развитии и самоорганизации материи. Гравитация — та «темная материя», которая является «строительным» материалом образования крупномасштабных структур во Вселенной (звезды, галактики, их скопления и сверхскопления), силой, их связывающей и определяющей их эволюцию. ОТО является классической теорией, но не квантовой. ОТО есть единственная теория, дающая нам описание нашей Вселенной в целом и понимание нами о сущности и характере ее эволюции: ОТО и квантовая теория — две теории XX в., дающие нам все знание о Вселенной.

Универсальность гравитации как всепроникающей силы имеет основополагающее значение в построении А. Эйнштейном своей теории тяготения: универсальность гравитационной силы и всеобщность пространства-времени — взаимосопряженные и взаимосовместимые феномены в ТТЭ.

Во-первых, нам в настоящее время известны четыре типа взаимодействий — гравитационные, электромагнитные, сильные ядерные (кварк-глюонные и адронные) и слабые ядерные: радиусы действия первых двух типов взаимодействий безграничны, в то время как радиус действия сильных кварк-глюонных взаимодействий — 10^{-16} см, а сильных адронных взаимодействий — 10^{-13} см. Что касается слабых ядерных взаимодействий, то их радиус действия еще меньше — 10^{-17} см. Значит, из четырех типов взаимодействий только гравитационные и электромагнитные взаимодействия имеют бесконечные радиусы действия, а сильные и слабые взаимодействия разыгрываются в пределах 10^{-13} см и 10^{-17} см.

Во-вторых, во времена формулирования ОТО (1911-1917) Эйнштейна были известны только два первые из перечисленных выше четырех типов взаимодействий, а два последних типа взаимодействий были открыты только в 30-е гг. XX в., и были построены описывающие их теории. Поэтому вполне естественно, что А. Эйнштейн сосредоточил свое внимание в основном на исследовании и осмыслении двух фундаментальных взаимодействий — гравитации и электромагнетизме: этим можно объяснить то обстоятельство, что Эйнштейн в последние три десятилетия посвятил себя проблеме создания единой теории поля как объединения гравитации и электромагнетизма. Мы не касаемся вопроса о том, почему эта попытка А. Эйнштейна создания единой теории поля гравитации и электромагнетизма не увенчалась и не могла увенчаться успехом: в философском аспекте важна и существенна сама попытка стремления к единству миропонимания.

Основная идея А. Эйнштейна о едином миропонимании остается фундаментальной философско-методологической целью и задачей современной космологии и астрофизики элементарных частиц. Мало того, Эйнштейновская философско-мировоззренческая программа о едином миропонимании реализуется: во-первых, в построении стандартной модели физики элементарных частиц как объединения в единой теории трех типов взаимодействия — электрослабых и КХД, а во-вторых, в стремлении ученых-гравитационистов и элементарщиков к объединению всех четырех типов взаимодействий — гравитационных, электромагнитных, сильных и слабых — в единой теории всего сущего (в частности, в теории суперструн).

В-третьих, эйнштейновская программа о едином философском миропонимании реализуется в попытках ученых-специалистов в построении таких моделей, как суперсимметрия, супергравитация, а также суперструнной единой теории всего сущего: все эти модели находятся на пути к единой теории всего сущего как единому философскому миропониманию. (Все эти модели нами в нашей работе рассмотрены в первом разделе.)

Движение современной физической мысли происходит по пути, начертанному Эйнштейном в своей философской программе о едином миропонимании. Это с одной стороны. А другая заключается в том, что в эйнштейновской философской программе о едином миропонимании содержится великая идея о необходимости сближения двух наук — космологии и физики элементарных частиц: наиболее впечатляющим событием в едином миропонимании является «единение» космологии как науки о всепроникающей силе гравитации и астрофизики фундаментальных и элементарных частиц. Даже такой великий и знаменитый Стивен Хокинг во всех своих работах постоянно акцентирует на одной стороне значимости ОТО Эйнштейна, что она является классической теорией, а не квантовой.

А разве попытка создания теории квантовой гравитации (т. е. микрогравитации) не связана с философской программой Эйнштейна о едином миропонимании и не вытекает из существа ее?

Безусловно, великий гений А. Эйнштейн абсолютно не нуждается в нашей поддержке физического его творчества: для нас несомненное значение имеет философская сторона его миропонимания, которая всегда скрыта в сфере бессознательного и является только в интуитивный момент озарения научного творчества.

По крайней мере, нам представляется, Эйнштейну принадлежит в момент формирования своей ОТО изящное и красивое разрешение трех великих противоречий, при этом методом разрешения их явилась идея симметрии:

1. Первое противоречие есть противоречие между механикой Ньютона и электродинамикой Максвелла: внутренняя симметрия, присущая законам механики Ньютона, несовместима с фундаментальными законами электромагнитной теории Максвелла. Это противоречие было разрешено созданием А. Эйнштейном своей СТО: законы движения Ньютона симметричны (т. е. инвариантны) относительно группы преобразований Галилея, а законы релятивистской механики симметричны относительно группы преобразований Лоренца. Но это возможно было благодаря коренному пересмотру ньютоновских представлений о пространстве и времени и формировании нового миропонимания о едином неразрывном единстве пространства-времени: отныне раздельное существование пространства и времени есть фикция (как сказал Вольфганг Паули).
2. Второе противоречие есть противоречие между постоянством (конечностью) скорости света СТО и ньютоновской бесконечной скоростью распространения гравитационного взаимодействия между материальными телами: низвергнут был Эйнштейном со своего пьедестала великий закон Всемирного тяготения — закон обратных квадратов. Суть дела не только в том, что действие гравитации имеет предельную скорость, но и в том, что гравитационная сила локализуется в каждой точке пространства и в каждый момент времени: происходит локализация гравитации в искривленном пространстве-времени.
3. Противоречие между универсальностью гравитации как всепроникающей силы и понятием инерциальных наблюдателей как выделенной системой отсчета: гравитация — всеохватывающая и всепроникающая сила. Если сильные и слабые ядерные силы носят локальный характер, то гравитация — сила всеохватывающая и всепроникающая: она охватывает всю Вселенную в целом, и она проникает во все без исключения сферы Вселенной — микромира, макромира и мегамира, т. е. микрочернистых структур, мелкочернистых и, безусловно, крупночернистых структур

во Вселенной. Влияние гравитационного эффекта пренебрежимо мало в мире элементарных частиц — 10^{-40} по сравнению с силой ядерного взаимодействия, равной 1, а в сфере крупнозернистых структур (звезды, галактики, скопления галактик и сверхскопления) гравитация играет господствующую и доминирующую роль: во всех структурах (микрочернистых, мелкозернистых и крупнозернистых) определяющим является единство и взаимопроницаемость барионной и «темной материи» как гравитации.

Таков путь, который расчистил А. Эйнштейн для построения своей ОТО.

§2. Модели черных дыр

а. Шварцшильдовская модель как сферически-симметричная и статическая черная дыра

Шварцшильдовская черная дыра характеризуется только одним свойством — массой, существует вне движения и вне вращения и не обладает зарядом (электрическим). Шварцшильдовская черная дыра — результат гравитационного коллапса умершей звезды. Ее фундаментальными свойствами являются горизонт событий и сингулярность, причем сингулярность является точечной.

Горизонт событий — это предел, граница шварцшильдовской черной дыры. Ядром шварцшильдовской черной дыры является точечная сингулярность как бесконечность плотности материи и искривления пространства-времени.

Горизонт событий означает, что все, что попадает под горизонт событий, «проваливается» в область сингулярности: нет никаких физических сил, которые могли бы удержать вещество от падения в сингулярность или предотвратить это падение. Значит, все, что втянуто в под горизонт событий, неотвратимо превращается в сингулярность бесконечной плотности массы-энергии и искривления пространства-времени, все само превращается в точечную сингулярность.

Шварцшильдовская черная дыра есть сферически-симметричная идеализация реального природного объекта: ее свойства во всех направлениях остаются одинаковыми, неизменными. Она не вращается и не обладает зарядом. Единственный характеризующий ее параметр — масса — относится к источнику гравитационного коллапса. Это самая простая модель черной дыры. Расстояние от горизонта до сингулярности называется шварцшильдовским радиусом. В сфере этого радиуса — шварцшильдовской сингулярной сфере — содержится вся информация о строении и составе звезды, характере химических и физических процессов. В результате гравитационного коллапса вся эта информация теряется. Происходит сглаживание всех неоднородностей. Это правило Прайса: пусть там будут 1 тонна камней, 1 тонна сахара, 1 тонна спирта и даже слон однотонный — все это за горизонтом перемалывается, растворяется и ликвидируется. Остается одно — масса: 4 тонны и больше ничего — ни запаха, ни цвета, ничего живого и даже никаких слоновых костей. Все лики материи превращаются за горизонтом событий в одну гравитационную массу и, следовательно, энергию: вся барионная материя в коллапсирующей черной дыре превращается в «темную материю».

Черные дыры в настоящее время стали центральной осью, вокруг которой нанизываются, как бусинки, все фундаментальные проблемы современной космологии, от

решения которых зависит истинность наших представлений о Вселенной. В современной космологии и физике элементарных частиц черные дыры стали центром притяжения философского интереса и осмысления фундаментальных проблем нашего миропонимания.

Однако несмотря на статичность и симметричность, черная дыра Шварцшильда как объект, подвергнутый гравитационному коллапсу, содержит горизонт событий как предел (границу) черной дыры: все, что находится внутри горизонта, за конечное время превращается в сингулярную точку пространства-времени. Следовательно, философский смысл коллапса черной дыры заключается в катастрофическом разрушении — диверсификации всего структурированного и организованного различия (различия масс и сил, энергии, длины и объема, временного течения и длительности — темпоральности и т. д.). Но коллапс как катастрофическое гравитационное сжатие есть не только процесс диверсификации, но и инновационный процесс — процесс сотворения нового состояния материи и пространства-времени в сингулярной точке. Коллапс как диверсификация есть внезапное катастрофическое превращение огромнейшей массы умершей звезды в черную дыру. Реколлапс — это инновационный катастрофический взрыв, в результате которого «черная дыра», как ДАО, порождает самоорганизацию Вселенной. Большой взрыв как явление самоорганизации Вселенной есть реколлапс — катастрофический внезапный взрыв сингулярной точки. Черной дырой как точкой бесконечной сингулярности может стать не только звезда, но и галактика, и скопления галактик.

Звезда радиусом в миллионы км в результате коллапса мгновенно превращается и прессуется в компактный объект в несколько десятков километром. В этом объекте плотность массы (и, следовательно, энергии) достигает десятки и сотни миллиардов тонн в 1 см³.

Однако прежде чем перейти к непосредственному рассмотрению проблемы черных дыр, необходим очень краткий исторический обзор развития наших представлений о философском понимании природы пространства и времени, материи и движения как базовых и фундаментальных категорий нашего понимания Вселенной, ее строения и эволюции.

Этот краткий экскурс мы начнем с истории философии, а затем перейдем к истории физики и космологии.

Если обозреть в целом историю развития философской мысли с самых древнейших времен до современности, то можно утверждать, что уникальной философской идеей, на которой может быть основано понимание современной модели Вселенной, является идея ДАО Лао-Цзы. С таким моим категорическим утверждением можно согласиться, а можно категорически его отвергнуть, но факт остается фактом: вся Вселенная однажды в результате Большого взрыва родилась из «сингулярности». Было «ничто» — значит, нечто, неопределимое никаким словом или понятием; «ничто», недостижимое ни внешним чувством, ни разумом человека, ибо это «ничто», как ДАО, есть лишенность всего сущего — лишенность бытия, запаха, вкуса, цвета, тяжести, веса, а также каких бы то ни было геометрических, кинематических, топологических и иных пространственно-временных свойств и т. д. ДАО — это неопределимое никаким словом, термином, символом и понятием «ничто». Оно непостижимо ни чувством, ни разумом человека, ибо, как отмечает Лао-Цзы, если бы оно было нечто, определенное словом, термином или понятием, то оно перестало бы быть ДАО. Всякое определение, сказал Гегель, есть ограничение, а ДАО есть нечто бесконеч-

ное, безграничное и беспредельное. Оно порождает все сущее, т. е. все существующее в настоящем; оно породило все сущее в прошлом, и оно будет порождать все сущее в будущем. Во всем сущем в прошлом, настоящем и будущем ДАО присутствует незаметно.

А если мы скажем, что ДАО постигаемо с помощью внешних чувств, то это значит, что ДАО присущи те качества, свойства, т. е. модусы, которые делают существование ДАО невозможным, т. е. лишенным всякого бытия. ДАО есть нечто, лишенное не только модусов, но и всяких атрибутов и даже свойств субстанции Спинозы. ДАО есть лишенность всего бытия и небытия, пространства и времени, Бога и божеств, порядка и хаоса, континуальности и дискретности и т. д.: ДАО есть сингулярная точка бесконечной плотности материи и искривления пространства-времени, которая имеет место в черных дырах. ДАО есть бесконечность (сингулярность), образованная в результате гравитационного коллапса Вселенной. ДАО как сингулярность есть причина Большого взрыва, из которого родилась наша Вселенная. ДАО можно интерпретировать по-разному: как физический вакуум Алана Гута, как горячую Вселенную Г. Гамова, как Атом Лемэтра, как шуньяту (т. е. пустоту) Шанкары и т. д.

Но самая важная и замечательная идея ДАО заключается в лишенности всяких модусов, атрибутов и субстанции нашей Вселенной: ДАО существует, существовало и будет существовать, порождая бесконечное множество самых различных вселенных, которые не могут существовать без ДАО. ДАО существует независимо от конкретного вида Вселенной, но Вселенная не может существовать без ДАО: ДАО абсолютно, а Вселенная относительна и временна.

Квантовая виртуальность материи проявляется как флуктуирующий квантовый вакуум, непрерывный и бесконечный. Вакуум вообще первичная и конечная физическая материя, нам на сегодня известная (например, космический вакуум с его антитяготением).

Из этого квантового вакуума в результате катастрофического Большого взрыва материя самоорганизуется в виде единства энергии излучения и вещества, а затем происходит отделение излучения от вещества и, наоборот, вещества от излучения.

Таким образом, из физического вакуума, как из небытия, возникает единая энергия излучения и вещества, а уже на третьем этапе происходит отделение энергии излучения от энергии вещества.

6. Модель Ньюмена—Керра как заряженная и вращающаяся черная дыра

Жизненный цикл звезды зависит от характера физико-химических процессов, происходящих внутри звезды, в ее недрах, а также от внешних сил — сил гравитационного сжатия. «Жизнь» звезды определяется двумя факторами. Первым фактором являются термоядерные процессы, происходящие в недрах звезды, т. е. процесс превращения водорода в гелий, а гелия — в углерод (С), который, в свою очередь, превращается в дальнейшем в кислород (О), а кислород — в неон (Ne). А затем в ядерном котле, в недрах звезды, при повышении температуры продолжается дальнейший термоядерный синтез — процесс образования самых тяжелых атомных ядер группы железа (кобальт, никель, платина). Термоядерный синтез, т. е. образование все более тяжелых атомных ядер в недрах звезды, и связанное с ним давление — это и есть сила, противодействующая внешнему гравитационному сжатию.

«Жизнь» звезды — это равновесие между внутренним сопротивлением, вызванным термоядерными реакциями, и внешним гравитационным сжатием, связанным с собственной массой звезды.

Но рано или поздно это равновесие в жизни звезды нарушается. И, действительно, данное равновесие нарушается, состояние звезды становится все более неравновесным. Звезда на этой стадии становится бифуркацией — точкой неустойчивости. Бифуркация наступает в результате исчерпания ядерного горючего, необходимого для продолжения термоядерных реакций. Бифуркация звезды (точка неустойчивости) означает неспособность звезды сопротивляться катастрофическому гравитационному коллапсу.

Действительно, возникновение черной дыры как результат смерти звезды, наступающей вследствие гравитационного коллапса, есть процесс катастрофический во времени и пространстве. Движение этой коллапсирующей материи описывается керровским решением уравнений ОТО Эйнштейна. От керровской вращающейся черной дыры остается только одна голая сингулярность; эта сингулярность — кольцевая.

Итак, керровская вращающаяся черная дыра замечательна тем, что она может рассматриваться как голая кольцевая сингулярность, т. е. как белая дыра с отрицательным пространством: отрицательное искривление пространства-времени тогда, когда плотность вещества во Вселенной ниже уровня ее критического значения: отрицательное искривление пространства-времени седловидное. При нулевом и отрицательном искривлениях пространства-времени расширение Вселенной будет происходить бесконечно.

Фундаментальная значимость коллапса и реколлапса заключается в том, что они являются закономерностью превращения бытия в небытие и превращения небытия в бытие. Самоорганизация материи есть основной постулат синергетики как науки о всеобщем развитии материи: во взаимном превращении бытия и небытия осуществляется принцип самосохранения материи. Самосохранение материи во Вселенной представляет собой абсолютный философский принцип, лежащий в основе самоорганизации Вселенной.

Сущность самоорганизации материи заключается не в бытии и не в небытии, а в становлении небытия бытием и бытия — небытием: материя никуда не исчезает и не может исчезнуть. При всем том материя абсолютно самосохраняется даже в сингулярности в черной дыре. Поэтому сингулярность как бесконечность плотности материи и искривления пространства-времени в черной дыре нельзя рассматривать как исчезновение какой бы то ни было материи: материя остается, но только бытие ее (т. е. звезда как таковая) исчезает навсегда, а материя в черной дыре, даже в сингулярности, никуда не исчезает. Исчезает материя в барионной форме бытия. Поэтому мы постоянно в нашей работе подчеркиваем, что кроме материи барионной существует и «темная материя» как скрытая, «невидимая», «неизлучающая» материя: барионная материя и «темная материя» — это два типа бытия материи. Звезда в черной дыре в результате коллапса исчезает как барионная материя, которая превращается в сингулярность как гравитационную массу и, следовательно, энергию, т. е. «темную материю»: философская материя никуда не исчезает, исчезает только барионная форма бытия материи.

Сингулярность в черной дыре есть, с одной стороны, «могила» барионной материи звезды и «пристанище» «темной материи»: барионная материя исчезает в сингулярности, как в своем «могильнике», превращаясь в результате коллапса в «темную материю». Возможно, в результате реколлапса из «темной материи» сингулярности,

как из своего «могильника», возродится барионная материя: кварки и лептоны, нейтрино, фотоны вместе с частицами «темной материи» — гравитоны и гравитино. В этом заключается суть знаменитого изречения С. Хоукинга: «Черная дыра не такая уж черная». Черная дыра в результате реколлапса превращается в свою противоположность — белую дыру как рождение и расширение Вселенной.

Мы здесь отметим только три случая вращающейся черной дыры:

- 1) в первом случае два горизонта окружают сингулярность в черной дыре;
- 2) второй случай: при вращении черной дыры внешний горизонт событий сжимается, а внутренний — расширяется: внешний и внутренний горизонты приближаются друг к другу;
- 3) в третьем случае, когда заряд превосходит массу, горизонты (внешний и внутренний) сливаются, и вследствие исключительно быстрого вращения навсегда исчезают оба, образуя «голую сингулярность».

Таким образом, свойства вращающейся черной дыры в модели Ньюмена—Керра не могут оставаться, как и у вращающейся фигуристки на льду, симметричными во всех направлениях. Наоборот, они будут асимметричными, неодинаковыми для разных направлений.

Во-первых, рассмотрев модель черной дыры К. Шварцшильда, мы отметили, что в ней звезда находится в статическом и симметричном состоянии, т. е. вне движения. Поэтому все свойства шварцшильдовской умершей звезды симметричны, т. е. остаются неизменными.

Во-вторых, после Шварцшильда, в 1922 г., Райснер и Нордстрем дальше продолжили изучение проблемы черной дыры: если черная дыра Шварцшильда характеризовалась одним параметром — массой, то в модели Райснера—Нордстрема черная дыра обладает и еще одним параметром — электрическим зарядом, хотя тоже находится вне движения, в статическом состоянии. Однако в модели Райснера—Нордстрема вокруг сингулярности образуются два горизонта событий — внутренний и внешний, которые находятся в статическом состоянии. Итак, и в модели Шварцшильда, и в модели Райснера—Нордстрема звезда находится в статическом состоянии, вне движения и вне вращения, но в модели Райснера—Нордстрема имеется два статических горизонта событий. В рассмотренных моделях черных дыр сингулярность — точечная как непроницаемая протяженность бесконечной плотности материи и искривления пространства-времени.

После работ К. Шварцшильда и Райснера—Нордстрема в изучении проблемы черной дыры наступает длительный период «затишья», если не считать статьи Роберта Оппенгеймера и Джорджа Волкова, в которых в физико-математическом аспекте исследовалась проблема катастрофического гравитационного сжатия, и само слово «коллапс» было введено ими в научный оборот. Как мы уже отметили, коллапс есть фундаментальное понятие гравитации: коллапс есть катастрофическое гравитационное сжатие, в результате которого в считанные доли секунды огромная звезда с радиусом в миллионы километров и с массой, превосходящей M_{\odot} , т. е. массу нашего Солнца, в десятки и сотни раз, превращается в сингулярную «точку» размером в несколько километров, обладающую чудовищной плотностью — миллиарды миллиардов тонн на 1 см^3 . Все лики и все различия материи исчезают и сглаживаются в этой сингулярной точке бесконечной плотности материи и искривления пространства-времени. Эта сингулярная «точка» представляет собой сверхплотность одной массы и

одной энергии, т. е. одной гравитационной энергии в самозамкнутой капсуле, где исчез статус пространства-времени.

Такова была реальная ситуация в теоретической физике — в космологии и теории микрочастиц, и не случайно Джон Уиллер определил сложившуюся ситуацию как самый глубокий кризис в теоретической физике, когда-либо случившийся в ученом мире: сингулярная точка как математическая бесконечность была абсурдом, бессмыслицей. И таков действительно был кризис в теоретической физике и космологии.

Кризисная ситуация продолжалась до 1965 г., когда новозеландский математик Рой Керр, приехавший в США (в Калифорнию), совершил революционный прорыв в исследовании черной дыры и ее сингулярной точки. Основная заслуга Р. Керра состояла в том, что в его модели коллапсирующая черная дыра рассматривается не в статике, а в динамике, т. е. в движении (во вращении). В модели Ньюмена—Керра умирающая звезда описывается тремя параметрами: массой m , следовательно, энергией, как в модели К. Шварцшильда; электрическим зарядом, как в модели Райснера—Нордстрема; параметром вращения, так как звезда находится в движении, во вращении.

Вообще реальная звезда никогда не находится в статическом состоянии, всегда находится в движении вокруг центра массы галактики и вращается вокруг своей оси.

В модели Ньюмена—Керра черная дыра исследуется в четырех аспектах ее вращения:

- 1) когда $m \gg a$, т. е. когда масса m значительно больше углового момента (момента импульса) a , характеризующего вращение звезды;
- 2) когда $m > a$, т. е. когда масса m звезды больше ее углового момента;
- 3) когда $m = a$, т. е. когда масса равна угловому моменту a ;
- 4) когда $m \ll a$, т. е. когда масса значительно меньше углового момента.

А теперь посмотрим, что происходит во всех этих случаях с горизонтами событий в модели Райснера—Нордстрема и сингулярной точкой бесконечности в коллапсирующей и вращающейся черной дыре Ньюмена—Керра:

1. В первом случае, т. е. когда $m \gg a$, два горизонта событий, окружающие сингулярную точку, начинают сближаться друг с другом: внутренний горизонт событий движется в центробежном направлении к внешнему горизонту событий, а последний — в центростремительном направлении навстречу внутреннему горизонту событий; происходит сближение двух (внутреннего и внешнего) горизонтов событий.
2. Во втором случае, когда $m > a$, т. е. когда масса звезды незначительно больше углового момента, вращение черной дыры убыстряется, и в результате этого происходит еще большее сближение: внутренний горизонт расширяется, а внешний сжимается.
3. В третьем случае ($m = a$) происходит слияние горизонтов событий.
4. Наконец, в четвертом случае ($m \ll a$) происходит исключительно быстрое вращение.

При исключительно быстром вращении черной дыры, когда $m \ll a$ горизонты событий вообще исчезают: остается «голая сингулярность», не окруженная горизонтом событий. А самое главное, при максимально быстром движении коллапсирующей черной дыры сингулярная точка катастрофически превращается в кольцевую сингулярность: кольцевая сингулярность, в отличие от точечной сингулярности, есть отрицательное пространство-время, т. е. антигравитация.

И все-таки, несмотря на выдающиеся достижения Керра и Ньюмена в исследовании вращающейся черной дыры, кризис в теоретической физике, о котором говорил Д. Уилер, оставался неразрешенным. Сингулярность как математическая бесконечность плотности материи и искривления пространства-времени оставалась неразрешенной проблемой.

Керровское решение уравнений ОТО есть более общее решение, чем решения Шварцшильда и Райснера—Нордстрема: керровское решение является наиболее общим и единственным решением уравнений Эйнштейна, описывающим вращающуюся черную дыру.

Какова черная дыра Керра—Ньюмена и чем отличается она от решения К. Шварцшильда или Райснера—Нордстрема?

Керровская черная дыра есть вращающаяся черная дыра, которая характеризуется тремя параметрами: массой (m), зарядом (Q) и вращением, т. е. угловым моментом (моментом импульса или количества движения a).

К каким фундаментальным особенностям приводит вращающаяся коллапсирующая (умершая) звезда? Во-первых, она не может быть сферически симметричной, т. е. ее свойства не могут оставаться одинаковыми, симметричными по всем направлениям. Во-вторых, как мы уже выше рассмотрели, Керр рассматривает четыре момента состояния черной дыры при вращении:

- 1) при $m \gg a$, т. е. когда масса значительно больше углового момента, происходит медленное вращение;
- 2) при $m > a$, т. е. когда масса незначительно больше углового момента, происходит умеренное вращение;
- 3) при $m = a$ (масса равна угловому моменту) происходит быстрое вращение;
- 4) наконец, при $m \ll a$, т. е. когда масса значительно меньше углового момента, происходит исключительно быстрое вращение.

Наглядной иллюстрацией всех этих четырех случаев вращения может служить вращающаяся на льду фигуристка, которая сначала движется медленно, а затем вращение все более убыстряется и, наконец, достигается исключительно быстрое вращение.

Мы здесь отметим только три случая вращающейся черной дыры:

- 1) в первом случае два горизонта окружают сингулярность в черной дыре;
- 2) во втором случае внешний горизонт событий сжимается, а внутренний — расширяется, так что внешний и внутренний горизонты приближаются друг к другу;
- 3) в третьем случае, если заряд больше массы, внешний и внутренний горизонты сливаются и потом навсегда исчезают, образуя «голую сингулярность».

Революция в науке, как и во всех областях человеческого бытия, есть трансцендентный выход за пределы данной культуры как системы ценностей. Революция в науке всегда есть система новых истин как познавательных ценностей, несовместимых со старыми. Новые истины науки, как ценности, прокладывают новые пути и дороги человеческой жизни: эти пути развития науки и дороги человеческого бытия непредсказуемы. Они определяемы в исторической перспективе только ценностями человеческой цивилизации и культуры: цивилизация и культура есть ценностный контекст выбора цели и смысла жизни человека и человечества. Философия как всеобщая система ценностей, в том числе экзистенциальных — свобода, честь,

совесть и т. д., — мировоззренческий инструмент и ориентир выбора цели и смысла жизни человека и человечества.

Философия есть миропонимание, основанное на осмыслении истинности и ценности, цели и смысла человеческого бытия в трансцендентном контексте цивилизации и культуры: философия есть указатель этого трансцендентного выхода за пределы современной цивилизации и культуры. Именно поэтому так важна философия науки как система, совмещающая единство научных истин и человеческих ценностей, цели и смысла человеческого существования: истина — как знание о мире и ценность — как значимость человеческого существования, цель которого — творить истину как благо и красоту.

в. Теорема Пенроуза

И все же кризис в физике, о котором говорил Джон Уиллер, не был преодолен керовским решением общих уравнений ОТО. Мало того, этот кризис углубил в своей теореме Роджерс Пенроуз (английский астрофизик, внесший значительный вклад в исследование проблемы черной дыры).

Мы не будем входить в математические тонкости теоремы Роджерса Пенроуза: наша задача более скромная — философская интерпретация кризисной проблемной ситуации как эпистемологической в теоретической физике, сложившейся в 70-е гг. В связи с этой ситуацией мы рассмотрим эпистемо-методологические выводы, вытекающие из теоремы Р. Пенроуза, а затем в философском плане рассмотрим хоукинговскую концепцию выхода из кризисной проблемной ситуации. Основная идея теоремы Роджерса Пенроуза заключается, как отмечает Стивен Хокинг, в превращении расширения в сжатие в результате коллапса как катастрофического гравитационного сжатия, и в неизбежном превращении всего сущего в сингулярную точку бесконечности. Основной пафос философской значимости идеи коллапса как катастрофического сжатия заключается в том, что коллапс им (Р. Пенроузом) рассматривается как всеобщий и универсальный закон самоорганизации и самосохранения материи во Вселенной: всякое сущее при коллапсе неизбежно и неуловимо превращается в сингулярную точку бесконечности. Из этого фундаментального положения теоремы Р. Пенроуза вытекает то обстоятельство, что коллапсировать могут не только звезды, но и галактики, их скопления и сверхскопления, и даже вся Вселенная может коллапсировать при определенных условиях, и вся она может превратиться в сингулярную точку бесконечности, т. е. в нулевую точку.

Значит, вся Вселенная как самоорганизованная целостная суперсистема может превратиться в нулевую точку бесконечной сингулярности.

Итак, философский смысл теоремы Р. Пенроуза о коллапсе состоит в том, что все сущее при коллапсе может стать и действительно становится черной дырой с сингулярной точкой бесконечности плотности материи и искривления пространства-времени: коллапс есть не частный или исключительный случай сущего, а всеобщий и универсальный закон гравитации. Можно это положение сформулировать так: черной дырой может стать не только мир космических объектов (звезды, галактики и т. д.), но и мир атомов, молекул, элементарных и фундаментальных частиц: все сущее коллапс превращает в нулевую точку бесконечной сингулярности.

Значит, если все сущее при коллапсе превращается в нулевую точку сингулярности, то это положение Р. Пенроуза относится и к пространству-времени, статус их реального бытия в нулевой точке сингулярности в черной дыре исчезает: по мере

превращения расширения в сжатие пространство и время как таковые в сингулярной точке бесконечности исчезают. Пространство-время в сингулярной точке бесконечности не только свертывается, искривляется, компактифицируется, но и закручивается в самозамкнутое кольцо: кольцевая сингулярность есть отрицательное пространство-время как антигравитация.

А теперь эти общие философские положения, вытекающие из теоремы Р. Пенроуза, рассмотрим на конкретных примерах коллапсирующей вращающейся черной дыры Р. Пенроуза.

Первое положение. Когда мы рассматриваем коллапсирующую вращающуюся черную дыру, то необходимо четко представить три сферы:

- 1) предел статичности;
- 2) эргосфера;
- 3) сфера горизонта событий.

Эргосфера окружает горизонт событий: эргосфера есть сфера от горизонта событий до предела статичности. Например, если космонавт на космическом корабле с мощным двигателем попал в эргосферу, то реально существуют для космонавта три возможности:

- а) если космический корабль с космонавтом не может вырваться из-за отсутствия мощности двигателя из эргосферы, то этому космическому кораблю с космонавтом суждено вечно круговое движение в ней;
- б) вторая возможность судьбы космонавта с космическим кораблем — при малейшей ошибке космонавта в управлении космическим кораблем в миллионные доли секунды корабль пересечет горизонт событий, и в этом случае космический корабль с космонавтом будет схвачен коллапсирующей гравитационной силой, и корабль вместе с космонавтом будет неумолимо падать в центр черной дыры, сингулярную точку бесконечности;
- в) за горизонтом, под горизонтом, внутри горизонта событий нет никаких физических сил (ни ядерных, ни химических, ни электромагнитных и т. д.), которые могли бы предотвратить падение космического корабля с космонавтом в нулевую точку бесконечной сингулярности.

Данное положение носит в теореме Р. Пенроуза всеобщий характер: все сущее (звезды, галактики, их скопления и т. д.) абсолютно внутри горизонта событий превращается в сингулярную точку бесконечности (так, например, звезда с диаметром в несколько миллионов километров превращается в точку 10-15 км). В этом состоит философский смысл положения теоремы Р. Пенроуза.

Второе положение теоремы Р. Пенроуза заключается в сглаживании неоднородностей всего сущего (как лик материи, так и всех свойств пространства-времени) и превращении неоднородностей, многообразий, гетерогенностей в однородность, неразличимость, гомогенность: все лики и различия материи как всего сущего за горизонтом событий исчезают. Все неоднородности сущего внутри горизонта событий сглаживаются, как складки шара сглаживаются при вздутии, и превращаются в одну единую гравитационную массу и, следовательно, энергию. Так, например, мы бросим за горизонт событий в черной дыре одну тонну камней, одну тонну бриллиантов, од-

нотонного слона, одну тонну спирта и одну тонну перца, то получим просто пять тонн гравитационной массы и энергии и абсолютно ничего другого, т. е. ни запаха, ни цвета, ни слоновьих костей, ни горького и т. д.

В этом состоит суть философского смысла положения теоремы Р. Пенроуза: все лики всякого сущего внутри горизонта событий сглаживаются и исчезают, превращаясь в одну гравитацию: вся барионная материя превращается в «темную материю».

Третье положение теоремы Р. Пенроуза о превращении расширения в сжатие заключается в том, что в черной дыре внутри горизонта событий все сложное и все сверхсложное превращаются в сингулярности в простое: коллапс есть гравитационная сила катастрофического сжатия, которая все сложное (структурированное, оформленное, организованное и т. д.) коллапсирует в простое. Так, например, в сингулярной точке бесконечности мы не найдем ни космического корабля, ни его частей и даже мелких деталей, ни космонавта — трупа, ни слоновьих костей, ни запаха, ни цвета, ни размера их, ни объема, ни геометрических, ни топологических свойств пространства-времени, ни их ритма, цикла, ни длительности как темпоральности и т. д.

Пространство исчезло, а время остановилось: осталась одна гравитация. Но эта гравитация — квантовая гравитация, т. е. «темная материя».

Итак, мы можем отметить три фундаментальных постулата, вытекающих из теоремы Роджерса Пенроуза и имеющих существенное эпистемологическое и мировоззренческое значение:

1. Постулат неизбежного и неуловимого превращения за горизонтом событий в черной дыре любого и всякого сущего в сингулярную точку бесконечности.
2. Постулат сглаживания и исчезновения внутри горизонта событий всех и всяких неоднородностей, различия и лик материи и их превращения в однородность, гомогенность, неразличимость.
3. Постулат неизбежности и неотвратимости трансформации под горизонтом событий в черной дыре всего сложного, в том числе сверхсложного и суперсверхсложного, в простое.

Как мы отметили, в коллапсирующей вращающейся черной дыре происходит бесконечная искривленность пространства-времени: они теряют свой статус, превращаясь в нулевую точку.

Таковы основные философские идеи, содержащиеся и вытекающие из теоремы Роджерса Пенроуза о превращении расширения в сжатие: пространство, свертываясь и скручиваясь, превращается в сингулярности в нулевую точку, а время, замедляясь, в конце концов останавливается.

Мы совершенно не случайно остановили свое внимание на проблеме философской интерпретации черных дыр, ибо, быть может, именно в черной дыре как коллапсирующей вращающейся лежит ключ к тайнам самоорганизации Вселенной, ее рождения и конечной судьбы ее эволюции, тайнам первоначала Большого взрыва как катастрофического взрыва и смены расширения Вселенной катастрофическим гравитационным сжатием. Станет ли наша Вселенная через миллиарды лет сингулярной точкой бесконечности — вот основная философско-мировоззренческая проблема. Лежит ли в черной дыре ключ к разгадке третьего сценария космологической теории великого советского физика А. Фридмана о смене расширения Вселенной коллапсом как катастрофическим гравитационным сжатием — вот эта проблема нас в конечном счете интересует.

Поэтому черная дыра не является самоцелью нашего философского раздумья и размышления: нас интересует лишь ключ к разгадке тайны самоорганизации Вселенной, ее рождения и конечной судьбы ее эволюции.

г. Теорема Хокинга

А все-таки, чем же философски интересна черная дыра как коллапс? В философском аспекте коллапс как катастрофическое гравитационное сжатие интересен тем, что он есть мощная, ни с чем не сравнимая гравитационная сила капсулирования материи как самосохранения ее в капсуле как бесконечной сингулярной точке (или кольцевой сингулярности): коллапс есть процесс капсулирования материи как ее самосохранения.

Сингулярность бесконечности в центре черной дыры ни в коем случае нельзя представить как исчезновение материи: исчезают, согласно теореме Р. Пенроуза, неоднородность и сложность материи, но материя как таковая никуда не исчезает и не может исчезнуть. Материя как всеобщность и абсолютность сущего остается, а ее бытие как неоднородность изменчиво: бытие исчезает как нечто организованное и структурированное материи. Бытие изменчиво: оно постоянно переходит в небытие, которое, в свою очередь, непрерывно превращается в новое бытие материи. Сингулярность в черной дыре не есть исчезновение материи, наоборот, она есть капсула самосохранения и самоорганизации материи: в сингулярности как капсуле исчезло бытие звезды, а не материя. Следовательно, коллапс есть процесс капсулирования самосохранения материи в сингулярности как капсуле: капсула есть бытие самосохранения материи. Мы знаем, что противоположным понятием коллапсу является реколлапс как катастрофический Большой взрыв: коллапс есть катастрофическое гравитационное сжатие, а реколлапс есть катастрофический гравитационный взрыв. Сингулярность есть капсула самосохранения материи. А существует ли антикапсула?

Антикапсула есть рекапсулирование. А что такое рекапсулирование? Рекапсулирование есть белая дыра как процесс самоорганизации материи: сингулярность рекапсулируется в белой дыре: белая дыра — рекапсулирование сингулярности как самоорганизация материи в микрозернистые, мелкозернистые и крупнозернистые структуры во Вселенной.

Под капсулой мы понимаем исключительно сингулярную точку бесконечности в черной дыре, а под рекапсулой — структурные самоорганизации материи в результате реколлапса сингулярности: капсула должна рекапсулировать в белой дыре как расширении Вселенной: расширение Вселенной есть самоорганизация материи в структуры — микро-, мелко- и крупнозернистые объекты. Капсула должна рекапсулировать, чтобы самоорганизация материи происходила в рекапсулах как структурных организациях бытия материи во Вселенной.

Поэтому черную дыру мы рассматриваем как процесс капсулирования материи в самосохраняющихся ее капсулах.

Белая дыра, в отличие от черной дыры, — реколлапс как катастрофический взрыв сингулярности в черной дыре: сингулярность в черной дыре — это область не просто суперплотности гравитационной массы и, следовательно, энергии, а квантовой гравитации. Именно знаменитым и великим физиком Стивен Хокинг стал благодаря решению проблемы сингулярной точки бесконечности в черной дыре. Он высоко оценивает выдающийся вклад советских физиков в современную астрофизику и

космологию, прежде всего А. Фридмана и Г. Гамова за их труды. Стивен Хокинг в своей работе «Краткая история времени» отмечает:

- выдающийся вклад советских физиков в теоретическую астрофизику и космологию;
- особо он подчеркивал работы А. Фридмана и Г. Гамова, академика Я. Б. Зельдовича и молодого физика Андрея Линде;
- в своих работах Стивен Хокинг постоянно ссылается на советских физиков и их работы: всегда он отзывается с большим уважением.

Как мы отместили, проблема черной дыры есть проблема ключа к разгадке тайны рождения нашей Вселенной и ее конечной судьбы: произойдет вселенский коллапс в отдаленном будущем, через миллиарды лет, когда нас, людей, вместе с Землей уже не будет? Поэтому нас не должна беспокоить эта смена расширения Вселенной коллапсом, т. е. катастрофическим гравитационным «хлопком», т. е. сжатием, и превращение (т. е. трансформация) всей нашей Вселенной в сингулярную точку бесконечности: ожидает Вселенную судьба черной дыры? — вот проблема, над которой бьются лучшие умы ученых — физиков, астрофизиков, космологов. И, конечно, нас, философов, также беспокоит эта самая фундаментальная проблема человеческого бытия: откуда мы, кто мы и куда идем? — вопрошал еще великий из всех человеческих умов — Иммануил Кант, который всю жизнь прожил в своем родном городе Кенигсберге, ни разу не выезжая за пределы своего родного Кенигсберга.

А почему же Лао-Цзы — величайший мыслитель, живший в Древнем Китае в VI в. до н. э., утверждал, что можно познать все мироздание в целом, не выходя за ворота своего дома и не открывая ни дверь дома или окно. Видимо, в этом коренное отличие человека как *homo sapiens* от животного: Вселенная себя познает через человека как разумного существа. Как в этой связи не вспомнить слова Блеза Паскаля, который в своих «Мыслях» однажды писал, что положение человека, навсегда привязанного и прикованного к своей Земле, ничтожно, а своим разумом он охватывает все пространство Вселенной.

Мы, люди, как разумные существа, обречены на постижение всего мироздания, ибо через это постижение мы познаем себя — откуда мы, кто мы и куда мы. И среди этих великих умов в раскрытии тайн Вселенной занимает самое почетное место в современном мире ученых физиков и космологов Стивен Хокинг, передвигающийся в инвалидной коляске и лишенный божественного дара человеческой речи.

Что же он сделал для того, чтобы стать знаменитым физиком современности?

- Во-первых, мне хочется отметить его прирожденный талант математика, физика и философского мышления: в нем счастливо сочетается это триединство выдающихся математических способностей, физической интуиции и философской глубины понимания мироустройства нашей Вселенной.
- Во-вторых, если говорить об основной стороне философского мышления Стивена Хокинга, то она заключается в глубинном симметричном миропонимании мироустройства Вселенной. Эволюция Вселенной симметрична: расширение сменяется сжатием (Р. Пенроуз) и, наоборот, сжатие должно смениться и, действительно, сменяется расширением (Стивен Хокинг).
- В-третьих, пенроузовская черная дыра как трансформация расширения в сжатие есть асимметрия, которая должна сменить симметрию, т. е. сжатие должно расширяться, или черная дыра как асимметрия должна смениться белой дырой как

асимметрией, но в целом мир должен быть симметричным: черная дыра сменяется белой дырой, а белая — черной.

История белой дыры восходит опять к А. Эйнштейну, который ввел этот фундаментальный термин в космологию черных дыр. После окончательного формулирования общих уравнений ОТО А. Эйнштейн получил от Карла Шварцшильда его решение этих уравнений ОТО. А. Эйнштейну понравилась первая часть шварцшильдовской идеи черной дыры (понятие черной дыры ввел Джон Уилер только в 70-е гг.) о том, что коллапсированный «комочек» вещества может вырваться из Вселенной (понятие коллапса ввели в научный оборот в 1939 г. Р. Оппенгеймер и Дж. Волков). По Шварцшильду, этот коллапсированный «комочек» (т. е. сингулярная точка в черной дыре), вырвавшийся из нашей Вселенной, должен был покинуть наш мир и провалиться в мир антигравитации, т. е. антимир, который ввел в физику элементарных частиц Поль Дирак после открытия им позитрона как античастицы электрона. Именно эта вторая часть шварцшильдовской идеи о том, что коллапсированный «комочек» покидает нашу Вселенную, А. Эйнштейну была не по душе, и он ввел в космологию черных дыр понятие белой дыры, которая должна находиться на отдаленном участке, но все же нашей Вселенной: белая дыра, по мнению А. Эйнштейна, — дыра, через которую выходит коллапсированный в черной дыре «комочек» материи в нашей Вселенной и не покидающий ее. Материя в виде коллапсированного «комка» не должна исчезать из нашей Вселенной бесследно: она должна сохраняться. Самосохранение материи — великий принцип, которого придерживался всегда и во всем великий мыслитель А. Эйнштейн. А после него физики выдвинули, в соответствие с эйнштейновской идеей о самосохранении материи, понятия серой дыры, через которую должна возвратиться материя белой дыры.

Итак, мы имеем три типа дыр:

- 1) черная дыра;
- 2) белая дыра;
- 3) серая дыра.

Все эти (черная, белая и серая) дыры — физические реальные дыры, сформулированные учеными-физиками, начиная с К. Шварцшильда, Райснера—Нордстрема, Керра—Ньюмена, Р. Пенроуза — С. Хокинга, с одной философской целью — манифестация философского закона самосохранения материи во Вселенной: материя самосохраняется через самоорганизацию ее и, наоборот, самоорганизация материи невозможна без самосохранения ее. Поэтому мы считаем, что серая дыра — это дыра, которая устанавливает и сохраняет между черной дырой и белой дырой симметрию как фундаментальный принцип самосохранения и самоорганизации материи: материя неистребима. Она из пепла возгорается пламенем: черная дыра, по крылатому выражению самого Стивена Хокинга, не такая уж и черная. Она и белая, где материя из пепла (т. е. сингулярная точка бесконечности в черной дыре) возгорается многоцветием пламени: в белой дыре материя снова оживляется и «одухотворяется», чтобы сделать мир многоцветным и многокрасочным.

Следовательно, в черной дыре все лики материи исчезают, а в белой дыре они снова оживают и творят новые лики нового мира.

А что происходит с материей в пространственно-временных промежутках между черной и белой дырой, которые называют серой дырой, т. е. туннелированием? В самом общем смысле туннелирование (или метрополитен) есть не просто промежуток

входа в черную дыру и выхода через белую дыру. В этом туннеле происходит самое существенное преобразование материи: в нем происходит трансформация частиц барионной и «темной материи». Серая дыра есть дыра порождения частицами барионной материи частиц «темной материи» и, наоборот, частицами «темной материи» частиц барионной материи.

Одним словом, серая дыра — дыра сохранения фундаментальной симметрии самосохранения материи путем трансформации барионной материи в «темную материю» и «темной материи» в барионную материю. Черная дыра — дыра превращения барионной материи в «темную материю», а белая дыра — дыра рождения барионной материи из «темной материи», тогда как серая дыра — дыра взаимной трансформации «темной» и барионной материи.

В чем же их отличие?

1. Черная дыра — дыра превращения больших космических объектов в микромир квантовой гравитации как физической реальности, а белая дыра, наоборот, дыра рождения квантовых барионных микрочастиц как структурных основ больших космологических объектов: микромир — сердцевина космомира.
2. В черной коллапсирующей и вращающейся дыре в сингулярной точке статус трехмерности пространства-времени исчезает, превращаясь в нулевую точку, а в белой, реколлапсирующей и расширяющейся, дыре бесконечная искривленность пространства-времени «разматывается», «раскручивается», «расширяется»: остановленное в сингулярной бесконечности в черной дыре, в белой дыре время квантуется в своей темпоральности как квантованности, а пространство, свернутое в нулевую точку в черной дыре, раскручивается и расширяется.
3. Серая дыра есть посредствующая дыра между черной и белой дырой: она выполняет основную функцию преобразования черной дыры в белую дыру в формировании крупномасштабных и крупнозернистых объектов во Вселенной. Серая дыра — дыра преобразования содержимого в черной дыре в содержимое в белой дыре для формирования структур самоорганизации материи в микро-, мелко- и космообъекты.

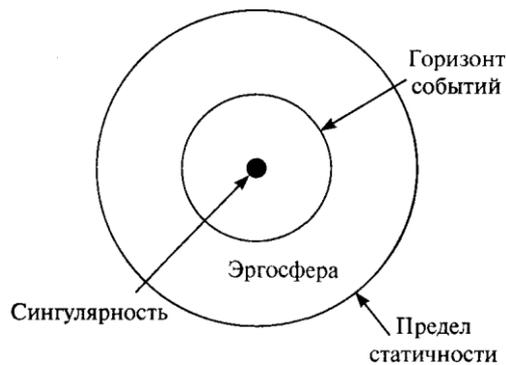
Таковы философские заслуги Стивена Хокинга, которые также наряду с математикой и физикой, которые мы обошли в силу их тонкостей, сделали его знаменитым и великим физиком нашего времени, хотя он еще не удостоен звания лауреата Нобелевской премии.

Таков философский облик этого мужественного и благородного человека, истинный смысл жизни которого и в философском постижении симметрии мира.

§ 3. Гравитационный радиус как горизонт событий

Рассмотрим более подробно проблему гравитационного радиуса (горизонт событий, радиус Шварцшильда) как главного принципа черной дыры, проводящего точную демаркацию между звездой и черной дырой: гравитационный радиус — это линия, определяющая различие между черной дырой и звездой. Черная дыра — это не звезда, а ее труп: в черной дыре звезда навсегда исчезает. Черная дыра лишена памяти о прошлом своем предке — звезде: вся информация о своем космическом предке потеряна черной дырой.

Рис. 2.12



Правило Р. Прайса состоит в том, что все, что падает за горизонт событий, исчезает. Остается только меньше спина: $1/2$ и $0, 1, 2$. И еще сохраняются величины массы, энергии, импульса и углового момента. Это правило Р. Прайса Джон Уилер называл «гипотезой быстрой потери волос». А процесс Роджера Пенроуза заключается в том, что брошенное в эргосферу тело выйдет из нее с энергией КПД более 30 %, тогда как ядерная энергия имеет КПД лишь 0,7 %.

Из эргосферы одни предметы попадают за горизонт событий, а другие могут покинуть эргосферу и исчезнуть в бесконечности Вселенной: в эргосфере все попадает во вращательное круговое и вихревое движение со скоростью c .

Известные американские авторы книги, нами вышеупомянутой («Гравитация»), — Ч. Мизнер, К. Горн, Дж. Уилер — отмечают, что узловыми моментами коллапсирующей звезды являются:

- 1) неустойчивость;
- 2) направленный внутрь взрыв (имплозия);
- 3) сингулярность.

Попытаемся рассмотреть эти фундаментальные узловые моменты коллапсирующей звезды более конкретно.

Прежде всего мы должны сказать о Карле Шварцшильде — немецком ученом физике-теоретике, который через год после формулирования А. Эйнштейном общей теории относительности, в 1916 г., нашел решение общих уравнений движения сильного гравитационного поля А. Эйнштейна: это решение уравнений сильных полей тяготения стало геометрией пространства-времени Шварцшильда.

Звезда Шварцшильда — статическая звезда, находящаяся в состоянии вне движения. Такая звезда — это большая идеализация, необходимая для раскрытия общих фундаментальных свойств и закономерностей коллапсирующей звезды. На самом же деле реальная звезда не может быть статической, ибо она всегда вращается вокруг своей собственной оси и центра масс в звездной системе, а также реальная звезда всегда находится во времени относительно центра галактики: реальная — вращающаяся звезда, статическая звезда Шварцшильда — необходимая идеализация для более глубокого познания свойств и закономерностей коллапсирующей звезды.

Как отмечают авторы книги «Гравитация», на самом деле статическая звезда Шварцшильда, как коллапсирующая звезда, является звездой динамической системы,

ибо, по нашему мнению, звезда коллапсирующая не может быть статической: с ней происходят катастрофические изменения. За считанные доли минуты или секунды огромнейшая (точнее гигантская) звезда с массой 5, 10, 20 и более M_{\odot} и размерами в несколько миллионов км превращается в черную дыру с радиусом не более 30 км.

Поэтому коллапсирующая звезда в принципе не может быть статической: она является динамической системой, изменяющей во времени свои фундаментальные параметры, характеризующие существенные свойства материи, пространства и времени в коллапсирующей звезде. Эти свойства материи, пространства и времени подвергаются катастрофическим изменениям.

Звезда Шварцшильда подвергается сферически симметричному коллапсу: сферически симметричный коллапс — вторая фундаментальная идеализация, необходимая для познания в «чистом виде» важнейших свойств и закономерностей коллапсирующей звезды вообще.

Статическая звезда Шварцшильда — абстракция, аппроксимирующая вращение неоднородности распределения вещества, а также магнитное поле звезды. Поэтому в геометрии Шварцшильда мы наблюдаем удивительную самосогласованность между двумя идеализациями — статической звездой и сферически симметричным коллапсом: идеализированная статическая звезда как сферически симметричная и однородная и изотропная во всех точках и направлениях может подвергаться сферически симметричному коллапсу.

В этом мы видим логическую безупречность концепции коллапса звезды Шварцшильда.

Естественно здесь возникает вопрос: в чем причина возникновения коллапса звезды? Как известно, звезда подвержена коллапсу в том случае, если ее масса превосходит M_{\odot} в 3 и более раз: такая звезда в результате коллапса превращается в черную дыру. Если масса звезды меньше M_{\odot} в 3 раза, то такая звезда становится нейтронной звездой, а если масса звезды составляет 1,4 M_{\odot} , то такая звезда превращается в белый карлик. Поэтому в самом общем случае все зависит от массы звезды: быть звезде в конце своей термоядерной эволюции черной дырой, нейтронной звездой или белым карликом.

Звезде, чтобы стать черной дырой, нейтронной звездой или белым карликом, необходимо перейти из устойчивого равновесного состояния в неустойчивое неравновесное состояние: это — переход из устойчивого равновесия к неустойчивому равновесию. Точка этого неустойчивого равновесия — **бифуркация (bifurcatio — раздвоение)**: бифуркация как симметричная (но ненадежная) точка неустойчивого равновесия является поворотным пунктом созидания нового. Поэтому бифуркация (Л. Эйлер, А. Пуанкаре, Г. Хакен, И. Пригожин и др.) — одно из фундаментальных понятий нелинейной динамики, в частности синергетики как теории самоорганизации материи на всех уровнях структурной организации как живого, так и неживого мира во Вселенной.

Коллапс — катастрофический гравитационный разрушитель бифуркации как точки неустойчивости состояния звезды в конце термоядерной эволюции в ее недрах: эта неустойчивость — конец термодинамической эволюции, наступающий в результате исчерпания ядерного горючего в ядерном реакторе звезды.

Мы хотели здесь выделить три фундаментальных понятия нелинейной динамики — неустойчивость, бифуркация и катастрофа (Рене Тома), самое серьезное философское осмысление которых становится необходимым и все более очевидным, ибо с развитием нелинейной динамики, включающей теории хаоса Э. Лоренца, фрактальную геометрию Б. Мандельброта, синергетику как теорию самоорганизации (Г. Хакен, И. Пригожин и др.), мир перед нами предстает в совершенно ином (в отличие от

традиционного) миропонимании: развитие природы (как живой, так и неживой, в том числе и Вселенной) происходит, подчиняясь законам нелинейной динамики, в частности, неустойчивости, бифуркации, катастрофы и т. д.

Но у звезды, масса которой больше M_{\odot} в 6 раз, существует другая возможность, кроме коллапсирования: она может стать сверхновой, и взрыв ее неизбежен, если только в самом разгаре термоядерной эволюции, порождающей термоядерное энерговыделение: эта термоядерная энергия может стать в качестве ударной волны источником и причиной разогревающих внешнюю оболочку сверхновой и сбрасывающих ее в бесконечность пространства Вселенной со скоростью 1 000 км/с.

Но в конце термоядерной эволюции взрыв сверхновой невозможен из-за отсутствия термоядерной энергии.

Следовательно, у звезды в конце термоядерной эволюции остается одна-единственная реальная возможность: катастрофически сжаться и превратиться в коллапсирующую черную дыру.

Еще один очень существенный момент, который необходимо отметить: если коллапс как катастрофическое гравитационное сжатие начался у звезды, то никакое давление, каким бы оно ни было, не может воспрепятствовать коллапсу завершить свое «деяние» в сингулярность: коллапс начинает свое «деяние» с катастрофического разрушения бифуркации как точки неустойчивости состояния звезды, и завершающим аккордом является захватывание и уничтожение всех лик сущего в сингулярность. В этой связи нам хочется еще раз напомнить высказывание замечательного ученого астрофизика-теоретика (соавтора академика Б. Я. Зельдовича) И. Д. Новикова в примечании книги Д. Нарликара «Неистовая Вселенная»: никакие физические силы взаимодействий (нам известные и нам также еще не известные) не могут воспрепятствовать коллапсу (сами слова и термин в научный оборот ввели в 1939 г. Р. Оппенгеймер и Дж. Волков, в то время аспирант Р. Оппенгеймера).

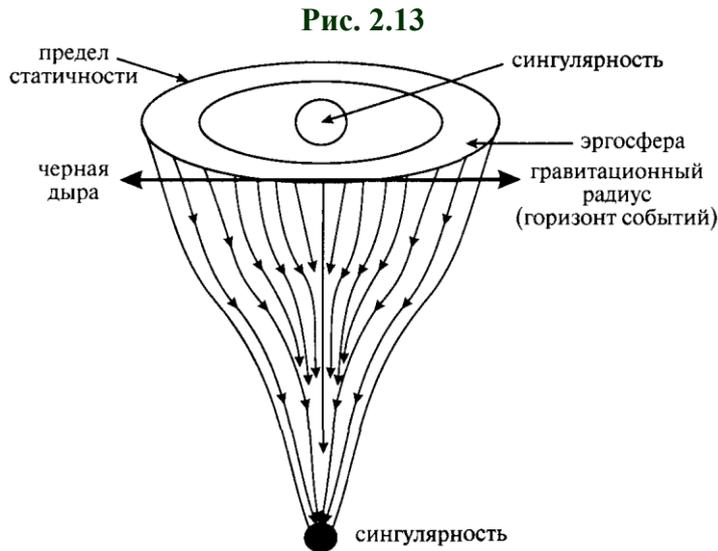
Мы уже в нашей работе писали, что существует несколько решений общих уравнений сильного поля тяготения ОТО А. Эйнштейна:

- 1) решение К. Шварцшильда;
- 2) решение Райснера—Норстрема в начале 20-х гг. XX в.;
- 3) решение Керра—Ньюмена в начале 60-х гг. XX в.

И все же самым принципиальным и фундаментальным понятием является гравитационный радиус К. Шварцшильда, который является демаркационной линией, устанавливающей четко и ясно две области коллапсирующей звезды — внешнюю область поверхности звезды и ее внутреннюю область пространства и времени: внешнюю область пространства-времени поверхности звезды описывает геометрия Шварцшильда, а внутреннюю область — геометрия А. Фридмана. Почему? Потому что коллапс Шварцшильда — сферически симметричный коллапс, предполагающий сферически однородное и изотропное распределение вещества во всех точках и направлениях. Поэтому возможно «сшивание» геометрии Шварцшильда и геометрии Вселенной Фридмана как начиненной материей однородно во всех точках и изотропно во всех направлениях. В результате сшивания этих тождественных геометрий образуется более глубокая и обобщенная геометрия пространства-времени: физика симметрии однородности и изотропности определяет геометрию и, наоборот, геометрия — физику.

В чем же физический смысл гравитационного радиуса (шварцшильдовский радиус, поверхность Шварцшильда, горизонт событий — все они синонимичны)?

Область вне гравитационного радиуса — та область, где гравитационные силы, приливные силы конечны, а область внутри гравитационного радиуса — область, где гравитационные приливные силы бесконечны.



Чтобы наглядно и образно представить себе, что означает конечность и бесконечность гравитационных приливных сил коллапса, рассмотрим космический корабль с очень мощными двигателями и отважным космонавтом — высоким профессионалом, который решил исследовать окрестность коллапсирующей звезды и поэтому свой космический корабль направил в эргосферу (*эрга* — *работа* по-гречески), где его корабль вращается с очень большой скоростью, близкой к скорости света, по круговой орбите: никаких экстремальных перемен, связанных с влиянием конечных гравитационных приливных сил коллапса, космонавт не испытывает на себе, и корабль управляем, хотя ему стало значительно труднее им управлять.

Однако со временем космонавту все труднее и необычнее становится держать курс вращения корабля с очень большой скоростью в заданном направлении по круговой орбите эргосферы, и малейшая неточность приводит к тому, что корабль молниеносно пересекает гравитационный радиус (горизонт событий) и попадает внутрь горизонта событий, где действуют бесконечные гравитационные приливные силы коллапса: внутри горизонта событий корабль мгновенно становится абсолютно неуправляемым космонавтом. Космический корабль вместе с космонавтом моментально раздавливается бесконечными гравитационными силами коллапса вместе с отважным космонавтом. Корабль вместе с космонавтом захватывается и уничтожается бесконечными приливными силами гравитационного коллапса: ничто и никто не могут за горизонтом событий воспрепятствовать этим силам гравитационного коллапса, потому что они глубоко внутри гравитационного радиуса бесконечны. Не могут воспрепятствовать разрушительной силе гравитационного коллапса ни давление, каким бы оно ни было, ни силы взаимодействий, нам известные — СВ, ЭМВ, СЛВ — и неизвестные, которые будут

открыты нами. Разрушенный, раздавленный и уничтоженный космический корабль вместе с отважным космонавтом-камикадзе неудержимо и неотвратимо падает в точку сингулярности, где мы не найдем ни молекул, ни атомов, ни элементарных частиц как остатков от уничтоженного космического корабля и космонавта-камикадзе. Даже фотон, летящий и убегающий через горизонт событий, внутри гравитационного радиуса будет захвачен приливными силами бесконечного коллапса и уничтожен в сингулярности: из-под горизонта событий не может выскочить ни один фотон, и, следовательно, ничто не может выйти из-под гравитационного радиуса. Поэтому отдаленный наблюдатель не может видеть ни черную дыру, ни сингулярность в ней. Если астрофизик, находящийся на поверхности звезды вне горизонта событий, будет посылать сигналы своему коллеге-астроному, находящемуся далеко на Земле, то этот астроном получит сигналы астрофизика за бесконечно долгое время. Но если астрофизик, жертвуя собой, упадет за горизонт событий и будет посылать сигналы своему коллеге-астроному из-под горизонта событий, то сигналы, посланные астрофизиком из-под гравитационного радиуса, никогда не получит астроном: все сигналы, посланные из-под гравитационного радиуса, будут захвачены и уничтожены в сингулярности силами гравитационного коллапса.

Такова суть гравитационного радиуса Шварцшильда как фундаментальной линии, проводящей демаркацию между двумя областями коллапсирующей звезды: внешней областью поверхности ее, где гравитационные приливные силы коллапса конечны, и внутренней областью, где царствуют бесконечные гравитационные приливные силы коллапса.

Гравитационный радиус как физическая демаркационная область связан также с необходимостью радикального пересмотра традиционных наших представлений не только о материи, но и о пространстве-времени: наши представления о пространстве и времени должны быть изменены радикальнейшим образом: во-первых, вне гравитационного радиуса остаются наши представления о пространстве-времени справедливыми, а внутри горизонта событий пространство и время меняются ролями: пространственная координата становится временной, а временная — пространственной; во-вторых, глубоко внутри гравитационного радиуса время абсолютно асимметрично: оно необратимо и непреодолимо течет к сингулярности, где оно превращается в $t = 0$. А пространство внутри горизонта событий под действием приливных сил гравитационного коллапса-сжатия все уменьшается и, наконец, геометрические его свойства стягиваются и превращаются в точку: объем становится нулевым, поверхность — нулевой, а линия сжимается в точку. Таким образом, в сингулярности как точке бесконечной плотности материи пространство-время превращается в нулевую точку. Это означает, что коллапс под горизонтом событий сглаживает все неоднородности согласно правилу Прайса. Метафорически это означает, что «черная дыра — без волос» — знаменитое изречение Дж. Уилера. Положение о том, что в сингулярности пространство и время превращаются в нулевую точку, ни в коем случае не означает и не может означать, что пространство и время вообще исчезают как физические реальности. Нет и нет! Исчезают в сингулярности нам знакомые и известные пространство и время, но они могут быть и другими, еще нам неизвестными. Мы еще не знаем, каковы пространство и время в сингулярности, свернутые в нулевую точку: нулевая точка — предел нашего незнания.

Следует здесь отметить, что в реальном физическом мире нет точки: она есть важная и необходимая абстракция, идеализирующая реальное сущее объекта и аппроксимирующая его реальные свойства с целью лучшего и адекватного их познания. Ведь электрон, нами воспринимаемый как точка, не есть точка, а сложный и много-

гранный объект, связанный со всем физическим миром: электрон нами лучше и всесторонне познаваем в сопряжении со своей античастицей — позитроном, а позитрон и электрон в аннигиляции дают фотоны, которые нами могут быть, с целью адекватного познания, восприняты как точки в фазовом пространстве. Но они, так же как и электроны-позитроны, — реальные частицы как кванты электромагнитного излучения, поэтому вне этого поля они реальными частицами не могут быть: при определенном уровне высоких энергий фотоны могут породить пару электрон — позитрон и т. д.

Таким образом, реальные физические объекты, с целью более глубокого и адекватного познания нами принимаемые за точки, на самом деле не точки, а физические реальности с бесконечным множеством квантовых чисел, характеристик и т. д.

Точно такая же познавательная ситуация сложилась в космологии и астрофизике с необходимостью образования точечных абстракций, идеализирующих и аппроксимирующих большие космические объекты (звезды, галактики, скопления галактик, сверхскопления и т. д.): такое абстрагирование, идеализация и аппроксимация — существенная необходимость научного познания вообще.

Что же касается вышеотмеченного обстоятельства того, что в сингулярности в черных дырах, в результате действия бесконечных гравитационных приливных сил коллапса, пространство-время также превращается вместе и одновременно с материей в нулевую точку ($R = 0$, $t = 0$), то эту точку необходимо понимать как абстракцию, ставящую предел нашему знанию о пространстве-времени и предел нашему незнанию о них в сингулярности. Таков философский смысл нулевой точки, но ни в коем случае эту нулевую точку не воспринимайте как всякое исчезновение пространства-времени вообще: исчезают нам известные свойства (метрические, топологические, кинематические и т. д.), но не вообще пространство-время. Все больше в физике частиц, астрофизике и космологии пробивается и конституируется идея о десяти измерениях пространства-времени, из которых в физическом мире Вселенной реализовались нам известные четыре измерения — три пространственных и одно временное. Что касается остальных шести измерений, то они находятся, возможно, в свернутом и компактифицированном виде нулевой точки в сингулярности вообще (а не только в черных дырах). Одним словом, дальнейшее изучение и исследование сингулярности должны (во что бы то ни стало) прояснить более конкретно и ощутимо проблему пространства-времени в нулевой точке сингулярности: сингулярность — тайна и загадка триады материи, пространства и времени, которые должны быть разгаданы философски и научно-теоретически. Нам представляется, что в черных дырах, как нигде, удивительная самоспряженность физики частиц, астрофизики, космологии и философии: их совершенно невозможно в принципиальном отношении отделить друг от друга. И все же, отдавая преимущественное должное космологии, астрофизике и физике частиц, можно с уверенностью утверждать: черные дыры и сингулярность — проблема философского триединства материи, пространства и времени: коллапс — катастрофическое изменение, разрушение и уничтожение нам известного единства материи, пространства и времени, и созидание, проявление нам неизвестного триединства материи, пространства и времени в нулевой точке сингулярности вообще.

Нам дано многое еще знать, но мы еще не все знаем: знание — приближение к незнанию. Как были правы великие и героические греки, начертавшие на фронте дельфийского собора семи мудрецов: знаю, что не знаю. Не в этом ли состоит суть великого стимула и двигателя человеческой мысли, разума?!

Черная дыра — это не просто невидимая дыра, не излучающая никаких информационных сигналов: философская суть черных дыр заключается в катастрофическом изменении и разрушении и в последующем уничтожении в сингулярности всех нам известных фундаментальных свойств материи, пространства и времени.

1. Катастрофично сжатие поверхности звезды в результате коллапса до размера гравитационного радиуса (30 км — горизонт событий нашего Солнца).
2. Катастрофично под горизонтом событий падение и уничтожение всего сущего (материи, пространства и времени) в сингулярность (от космического корабля с космонавтом не останется не только молекул, атомов, протонов и нейтронов, но и, видимо, даже кварков и глюонов, которые, может быть, в виде кварк-глюонной плазмы проваливаются в бездну виртуального моря дираковского вакуума).
3. Катастрофично само существование сингулярности, в которой усиливаются бесконечные гравитационные приливные силы коллапса: сингулярность разрывает, разрушает структуру окружающей звезду области пространства-времени и стягивает к себе. Образуется горловина между этой стягиваемой сингулярностью областью пространства-времени и остальной большой Вселенной: постепенно эта горловина становится все тоньше и тоньше, и, наконец, она разрывается с остальной Вселенной и образуется малая изолированная структурная самостоятельная Вселенная.

Таковы узловые моменты сферически симметричной коллапсирующей звезды Шварцшильда, которые отмечаются авторами замечательной книги «Гравитация» — Ч. Мизнером, К. Торном, Дж. Уилером — и которые остаются справедливыми для реальной коллапсирующей и вращающейся звезды с неоднородным и анизотропным распределением вещества и магнитным полем.

Итак, мы можем выделить три закона коллапса — катастрофы сферически-симметричной звезды, масса которой больше M_{\odot} в 3, 10, 20 раз и т. д.:

- 1) закон катастрофического коллапса как катастрофического гравитационного сжатия поверхности звезды до горизонта;
- 2) второй закон — закон катастрофического падения внутри горизонта всей триады материи, пространства и времени и ее уничтожения в сингулярности как точке бесконечных гравитационных приливных сил, бесконечной плотности материи и бесконечного искривления пространства-времени, т. е. свернутого и компактифицированного в нулевой точке;
- 3) закон сингулярности малой изолированной вселенной, отделенной от остальной большой Вселенной.

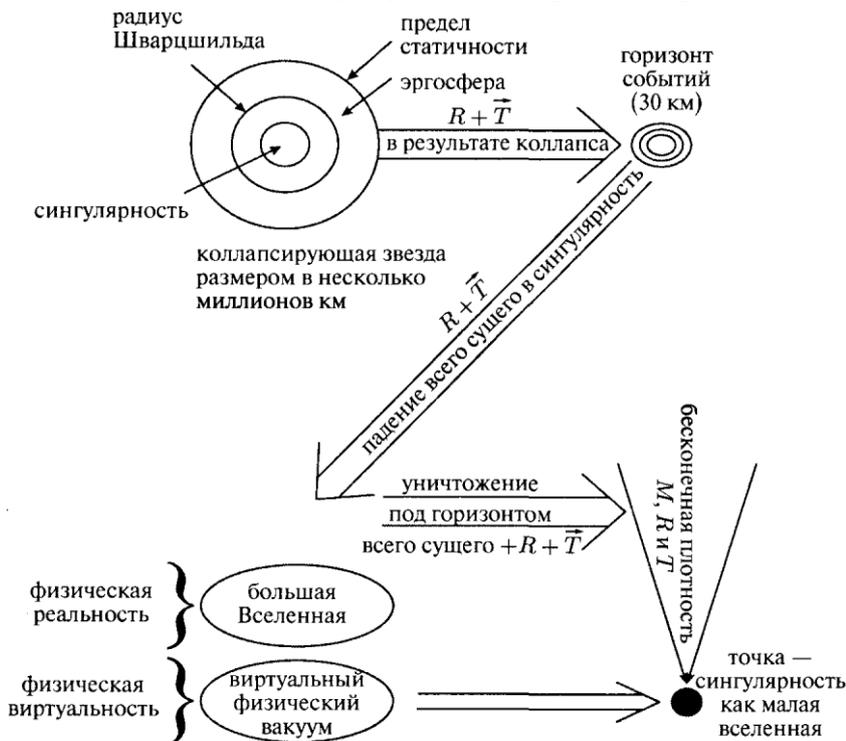
Таким образом, коллапс начинается с катастрофического разрушения бифуркации как точки неустойчивого состояния звезды в конце термоядерной эволюции и заканчивается в сингулярности как малой изолированной вселенной.

Следовательно, сингулярность как малая вселенная может существовать изолированно и отдельно от остальной большой Вселенной. Это обстоятельство, нам представляется, имеет фундаментальное философское миропонимание: сингулярность вообще (а не только звездная) может быть началом рождения новой Вселенной в результате Большого взрыва и концом Большого краха этой Вселенной в новой сингулярности.

Все эти рассуждения имеют характер чисто философского предположения, не претендующего на научную истинность и достоверность. Ведь современная теорети-

ческая физика в лице физики частиц, астрофизики и космологии представляет собой грандиозный каскад гипотетических предположений, одни из которых со временем низвергаются со своего пьедестала в небытие, а другие, наоборот, возвышаются на научный олимп, становясь мощным импульсом и двигателем прогресса науки. Науку двигает не одна математика, хотя ее роль не может быть недооценена: в ее движении участвуют самые различные формы, способы и методы человеческого разума и интуиции. В рождении новых идей, концепций и мыслей участвует не только сознание индивидуального человека, но и сверхсознание коллективного разума, и сфера бессознательного и подсознательного прояснения и просветления внезапных, неожиданных интуитивных феноменов — догадок, предчувствий, предыдей, предмыслей, являющихся нам в неформленном и незрелом состоянии: источником внезапных, неожиданных и случайных (но великих) идей всегда была интуиция (философская, музыкальная, поэтическая, эпистемическая, математическая, физическая и т. д.). Что означает схема «Сингулярность в черных дырах» (рис. 2.14)?

Рис. 2.14. «Сингулярность в черных дырах»



1. Она означает, что коллапс в черных дырах неизбежно и неодолимо приводит к сингулярности как малой изолированной вселенной, отделенной от остальной большой Вселенной: сингулярность может существовать как самостоятельная вселенная независимо от большой Вселенной.

2. Она означает, что глубоко под горизонтом коллапс уничтожает все сущее материи и пространства-времени $R + \vec{T}$, т. е. все нам известные акциденции, атрибуты и субстанции триады материи, пространства и времени: уничтожаются не только молекулы, атомы, протоны и нейтроны, которые рассыпаются на кварки и глюоны, но и сами эти кварки и глюоны, а также фотоны, электроны, нейтрино в сингулярности. Но уничтожение этих атомов и элементарных частиц абсолютно невозможно без одновременного уничтожения всех нам известных не только акцидентальных свойств пространства-времени $R + \vec{T}$, но и их атрибутивных (т. е. геометрических, метрических, топологических, кинематических) свойств: коллапс уничтожает не только пространственно-временные структуры вещества (т. е. элементарных частиц, полей, излучения, плазмы), но и, как мы уже отмечали, окружающую звезду пространственно-временную окрестную область. Сингулярность разрывает эту пространственно-временную область от остальной большой Вселенной и стягивает ее к себе: в результате этого образуется малая изолированная сингулярная вселенная, оторванная от остальной большой Вселенной и существующая самостоятельно как новая вселенная.

Рис. 2.15



3. Сингулярность является всеобщим и универсальным феноменом во Вселенной как субстанциональным способом бытия триады материи, пространства и времени: сингулярность — способ абсолютного самосохранения и неискраемости ни при каких условиях коллапса материи, пространства и времени. Она существует и может существовать оторванно от большой Вселенной как реальной, готовой структурно-организованной, но она связана с виртуальным физическим вакуумом: она с ним взаимодействует, черпая из бездны виртуального вакуума энергию и одновременно отдавая свою энергию этой бездне виртуального вакуума. Отношение сингулярности и виртуального вакуума — отношение между реальным и виртуальным, их взаимопревращения реального в виртуальное и виртуального — в реальное.
4. Сингулярность не может быть абсолютно изолированной вселенной, поскольку во Вселенной нет пустоты: пустота стала виртуальным физическим вакуумом. Поэтому сингулярность представляет собой «мостик», связывающий большую Вселенную с виртуальным вакуумным миром: он является неисчерпаемой бездной энергии, снабжающей ею нашу Вселенную.
5. Черная дыра во Вселенной не одинока: она должна иметь белую дыру. Черная дыра и белая дыра представляют собой «кротовую нору», горловиной которой является туннель («метрополитен») со входом и выходом: черная дыра — вход, а белая дыра — выход (рис. 2.15).

Проблема черной дыры все еще остается проблемой: многое о ней нам известно, но многое еще остается загадкой, которую должны разгадать. Прежде всего это проблема сингулярности: разгадка сингулярности многое неизвестное о черных дырах сделает известным и проясненным.

Черные дыры могут быть не только звездными: они могут быть в ядрах активных галактик как источник светимости квазаров. Могут быть первобытные мини-черные дыры с размером протона 10^{-13} см. Могут образовываться они вследствие столкновения галактик и их притяжения: сердцевиной во всех черных дырах является сингулярность. Все эти черные дыры, какими бы они ни были и где бы они ни существовали, должны в принципиальном отношении подчиняться узловым моментам коллапсирующей звезды как фундаментальным законам начала коллапса и его завершения — неустойчивости как точке бифуркации, направленного внутрь катастрофического взрыва (имплозия), гравитационного радиуса как горизонта событий и, наконец, сингулярности: главный философский (и не только) смысл коллапса как катастрофического гравитационного сжатия заключается в сингулярности как точке бесконечной плотности материи и искривленного (свернутого, скрученного, компактифицированного) пространства-времени.

§4. Законы физики черных дыр

Черные дыры, как мы уже отмечали, стали центральной проблемой в исследовании расширяющейся Вселенной и астрофизике элементарных частиц в 60-70-е гг. прошлого столетия: они были выдвинуты на самые передовые позиции космофизических исследований Вселенной прежде всего тем обстоятельством, что коллапсирующая черная дыра обладала новыми необычными, специфическими свойствами. В философском аспекте нас интересует черная дыра как дыра, превращающая огромный космический объект (звезда с радиусом в миллионы километров) за считанные секунды (или минуты) в точку с протяженностью 1 000 (или 10) км. В связи с этим вполне естественно возникает вопрос о гравитационном коллапсе как силе притяжения «темной материи».

Как известно, потенциал поля тяготения зависит от отношения массы и радиуса — *MIR*: существуют две возможности образования сильных полей тяготения. Первая возможность — это возможность уменьшения радиуса объекта, однако при этом не всегда можно получить потенциал сильного поля тяготения. На самом деле при уменьшении радиуса тела происходит увеличение плотности материи. Так, например, элементарные частицы имеют очень малый радиус — от 10^{-13} до 10^{-17} см. Однако в области элементарных частиц влияние гравитационных эффектов пренебрежимо мало — 10^{-40} . Поэтому в физике элементарных частиц при исследовании типов взаимодействий отвлекаются от гравитационного взаимодействия. Это обстоятельство объясняется тем, что элементарные частицы обладают малым значением величины масс. Так, например, гравитационная энергия протона ρ равна 10^{-39} по отношению к массе протона.

Следовательно, мы можем отметить, что пренебрежимо малое влияние эффекта поля тяготения в области физики элементарных частиц объясняется тем обстоятельством, что их радиус и значение величины их масс пренебрежимо малы. Именно поэтому при построении теории Великого объединения гравитация всегда остается вне

объединительного процесса. Однако гравитация как «темная материя» (скрытая, непонятная, мало известная) настолько загадочна и таинственна, что мы не можем со стопроцентной уверенностью утверждать, что в мире микрочастиц (т. е. области фундаментальных и элементарных частиц) вообще, как бы далеко вглубь квантовой материи мы ни проникли, никогда не будет необходимости учета влияния гравитационной силы. Наоборот, приближение нашего познания к планковскому масштабу массы $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ показывает, что для дальнейшего продвижения по пути объединения физических фундаментальных типов взаимодействий наступает обязательная необходимость учета силы гравитационного взаимодействия как «темной материи»: в планковском масштабе $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ как истинно фундаментальном уровне материи для объединения всех четырех известных типов взаимодействий — сильных, слабых, электромагнитных и гравитационных — необходим учет «темной материи» как силы гравитации.

Таким образом, загадочность и таинственность «темной материи» как гравитации заключаются в ее антиномичности: с одной стороны, в мире микрочастиц в силу того, что их радиус и значение величины их масс пренебрежимо малы — 10^{-40} , поэтому можно пренебречь эффектом поля тяготения, а с другой стороны — на фундаментальном уровне материи, т. е. планковском масштабе $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ, вызывается настоятельная необходимость учета эффекта «темной материи» как силы гравитационного взаимодействия. Это первое. А второе само собой напрашивается: если предположить, что учеными — физиками и космологами — осуществлено полное теоретическое объединение всех четырех типов нам известных фундаментальных физических взаимодействий, то какие из этого следуют фундаментальные философские выводы? Во-первых, полная симметрия между всеми четырьмя типами взаимодействий при одной константе связи: все силы этих четырех взаимодействий одинаковы, идентичны, тождественны; во-вторых, в философском ракурсе самое интересное заключается в одинаковости, тождестве «темной материи» и барионной материи: гравитация как «темная материя» не только сравнима и соизмерима с барионной материей, но и при их полной симметрии, т. е. при одной константе связи их, они (т. е. «темная материя» и барионная) взаимопереходимы, как кварки и лептоны при их полной симметрии, т. е. при одной константе связи на энергиях 10^{15} ГэВ; в-третьих, после Большого взрыва в первые же доли секунды рождение Вселенной представляет собой нечто единое и органически неразрывное целое, которое расщепляется и раскалывается в ходе дальнейшего расширения Вселенной и по мере ее холодания. В-четвертых, полная симметрия между «темной материей» как гравитацией и барионной материей как субъядерно-ядерной материей неизбежно нас приводит к идее фундаментальной суперструнной материи как сущностной основе реальности гравитации как «темной материи» и субъядерно-ядерной — как барионной материи: «темная материя» и барионная материя суть продукты расщепления и раскалывания фундаментальной суперструнной физической реальности.

Супергравитация

Итак, потенциал поля тяготения зависит от отношения массы и радиуса M/R . Однако мы отметили, что эта зависимость потенциала поля тяготения не всегда зависит от отношения массы и радиуса M/R : наглядным примером является мир микро-

частиц, радиус и величина масс которых очень малы, поэтому кажется возможным пренебрежение эффектом гравитационного взаимодействия.

Как уже нами было отмечено, на энергиях 10^{15} ГэВ при объединении трех типов взаимодействий — сильных и электрослабых — естественным представляется пренебрежение эффектом гравитационного взаимодействия в физике элементарных частиц: влияние силы гравитационного эффекта на субатомном и атомарном уровнях пренебрежимо мало — 10^{-40} , поэтому игнорирование гравитационного эффекта при построении стандартной модели физики элементарных частиц на энергиях 10^{15} ГэВ представляется естественным. Однако в дальнейшем продвижении вглубь физики элементарных частиц на планковском масштабе $m_{pl} = 10$ ГэВ для осуществления синтеза всех четырех фундаментальных типов взаимодействий — гравитационных, сильных, слабых и электромагнитных — в супергравитации необходим учет гравитационных взаимодействий: супергравитация — полная симметрия между всеми четырьмя типами взаимодействий. А что означает полная симметрия между всеми четырьмя типами взаимодействий? Полная симметрия означает:

- Во-первых, все четыре константы связи должны слиться в одну: силы всех четырех взаимодействий одинаковы, тождественны в одной константе связи.
- Во-вторых, полная симметрия между всеми четырьмя полями взаимодействий в супергравитации означает взаимопереходимость всех частиц, в том числе микрогравитационные квантовые частицы «темной материи»: поиск и обнаружение реальных частиц на роль частиц «темной материи» как гравитации являются важнейшими, первоочередными задачами, стоящими перед учеными-специалистами — элементарщиками и гравитационистами. В настоящее время претендентами на роль частиц «темной материи» являются гравитоны, гравитино, аксионы, монополи, тяжелые первобытные нейтрино — ν_{μ} и ν_{τ} и др., которые еще не обнаружены.
- В-третьих, поскольку электрослабые взаимодействия объединены с сильными цветными кварк-глюонными взаимодействиями, постольку между этими тремя типами взаимодействий осуществлена полная симметрия путем слияния трех констант связи в одну и взаимопереходимости кварков и лептонов.
- В-четвертых, поскольку стандартная модель физики элементарных частиц объединила все три типа взаимодействий — сильные цветные и электрослабые, — постольку должна идти речь о симметризации гравитационного взаимодействия с силой стандартной модели физики элементарных частиц в супергравитации: супергравитация — супертеория полной симметрии между всеми четырьмя типами взаимодействий с одной константой связи и взаимопереходимостью всех частиц как носителей всех этих взаимодействий.

Полная симметрия в супергравитации осуществима, если частицы, претендующие на роль «темной материи», будут массивными: массивными должны быть как гравитационные фермионы, так и гравитационные промежуточные векторные частицы — бозоны. Иными словами, супергравитация должна быть включена в суперсимметрию как полную симметрию бозонов и фермионов: бозоны и фермионы должны быть в супергравитации взаимопереходимы, взаимопревращаемы и взаимобратимы, причем все бозоны и все фермионы всех четырех типов взаимодействий, именно по-

этому супергравитация в философском ракурсе интересна тем, что она должна решить проблему барионной материи и «темной материи»: супергравитация есть фактически полная симметрия «темной материи» и барионной материи, их взаимопереходимости и взаимопорождения.

Итак, основная философская суть идеи супергравитации заключается в полной симметрии барионной материи и «темной материи»: гравитация как «темная материя» и барионная материя взаимопереходимы и взаимопорождаемы.

Значит, существуют две возможности получения сильного потенциала поля тяготения: либо путем уменьшения размера объекта — R , либо путем увеличения массы тела — M .

Итак, сильные поля тяготения не всегда зависят от уменьшения размера объекта или увеличения его массы.

В первом случае, т. е. при уменьшении размеров объектов (элементарных частиц), в силу их незначительной величины масс, эффекты гравитационного взаимодействия в области физики элементарных частиц пренебрежимо малы.

И во втором случае, т. е. при увеличении величины массы объекта, не всегда могут быть сильные поля тяготения, ибо массивные тела могут иметь большие размеры.

Именно поэтому так важен гравитационный коллапс как процесс катастрофического гравитационного сжатия, так как при коллапсе происходит двуединый процесс катастрофического уменьшения размера объекта и увеличения плотности вещества.

Проблема равновесия звезды как ее жизненный цикл очень интересна в философском ракурсе: равновесие звезды — равенство барионной и «темной материи». Равновесие звезды — фактически противоборство двух видов материи — барионной материи как источника силы внутреннего сопротивления и «темной материи» как силы гравитации, которая сжимает звезду своими собственным тяготением: равновесие звезды — динамическое равновесие двух видов материи, их противостояние и противоборство. Однако ядерная энергия как барионная материя не безгранична: рано или поздно должно кончиться количество ядерной энергии (т. е. массы), а это означает конец барионной материи. С концом исчерпания барионной материи как ядерной энергии наступает моментально гравитационный коллапс как катастрофическое гравитационное сжатие: звезда превращается либо в белые карлики, либо в пульсары — $2-3 M_{\odot}$, а если масса больше M_{\odot} на 4, 5, $10 M_{\odot}$ и т. д., то такая звезда превращается в черную дыру.

Однако значимость барионной материи как ядерного горючего материала в недрах звезды определяется не только тем, что она служит источником силы внутреннего давления, противостоящей гравитационному сжатию: в недрах звезды в ядерном котле термоядерных реакций происходит образование химических элементов, в том числе и тяжелых, вплоть до железа и т. д.

А куда же деваются в процессе гравитационного коллапса звезды эти образовавшиеся элементы? У белых карликов образуется вырожденный электронный газ, а у пульсаров — вырожденный нейтронный газ, а в коллапсирующей черной дыре все, в том числе вся барионная материя, превращается в одну единственную гравитационную массу в сингулярности. Следовательно, черная дыра — дыра преобразования барионной материи в «темную материю» как гравитационную массу «темной материи». Это — во-первых. А во-вторых, черная дыра есть дыра топологических ручек

туннелирования макрогравитации в микрогравитацию: сингулярность — сфера преобразования макрогравитации в микрогравитацию, т. е. квантовую гравитацию, «микротемную материю».

При рассмотрении эволюции звезд нас интересует философская проблема соотношения барионной материи и «темной материи»: возможности барионной материи, противодействующие гравитационному сжатию «темной материи», не безграничны. Они ограничены.

Мы уже отметили, что как только кончатся в недрах Солнца термоядерные реакции как процессы барионного внутреннего давления, превращение нашего Солнца в коллапсирующее тело станет делом нескольких минут (т. е. около 20 минут).

Иными словами, жизнь звезды — это равновесие между внутренним давлением звезды, созданным барионной материей, и внешним гравитационным сжатием, определяемым силой «темной материи»: как только силы барионной материи исчерпают себя, моментально наступает гравитационный коллапс как катастрофическое гравитационное сжатие. Поэтому возможности барионной материи как ядерно-субъядерной энергии не безграничны: они конечны.

«Темная материя» как всепроникающая сила гравитации — сила, действующая на всех уровнях структурной организации материи (микро-, макро-, космоуровнях) и сила, которая пронизывает всякое явление, объект, тело: все сущее пронизано и пронизывается тяготением, в том числе и прежде всего пространство-время. Ничто во Вселенной не свободно от «темной материи» как силы тяготения, в том числе и луч света: в ньютоновой теории тяготения луч света не подчиняется законам тяготения, а в ОТО и луч света подчиняется законам силы тяготения. Именно поэтому сила тяготения, пронизывая всю структуру пространства-времени, определяет его геометрию как науку о свойствах и отношениях между ними, а также о тех величинах, в которых находят свое численное значение эти свойства и отношения пространства-времени: тяготение как «темная материя» обуславливает все внутренние свойства и отношения геометрии структуры пространства-времени, ее искривления: реальное, физическое пространство-время всюду и везде во Вселенной искривлено. Нет плоского пространства-времени во Вселенной. Оно везде и всюду искривлено, свернуто, закручено, штопоризовано, компактифицировано в зависимости от силы тяготения во Вселенной.

От тяготения как силы «темной материи» не могут быть свободны ни физическая реальность, ни физический вакуум, ни физическая виртуальность: все сущее покорно силе тяготения.

Проблема эволюции звезды интересна в философском плане: она показывает философию бытия материи, радикального изменения наших представлений об изменениях геометрии структуры пространства-времени в зависимости от характера движущейся материи.

Что значит белые карлики и пульсары? Белые карлики и пульсары показывают, насколько сильна сила «темной материи»: гравитационный коллапс как катастрофическое проявление силы «темной материи» за считанные секунды и минуты превращает огромнейшие космические объекты с радиусами в несколько миллионов километров в объекты с сотней или десятком километров: радиус белых карликов достигает около 10 000 км, а радиус пульсаров — не более 10 км.

Что это означает для плотности материи? Гравитационный коллапс осуществляет три функции:

1. Функцию катастрофического уменьшения и сокращения размерности (радиуса, объема и т. д.) космического тела: космическое тело мгновенно превращается в компактный объект.
2. Показательная функция катастрофического сжатия и прессования плотности материи: у белых карликов плотность превосходит в миллионы раз плотность воды, а у пульсаров плотность материи превосходит плотность материи в белых карликах в миллиарды раз. Значит, с катастрофическим уменьшением и сокращением размерности объекта происходит катастрофическое увеличение плотности материи. А это означает катастрофический рост силы тяготения: чем выше плотности гравитирующей материи, тем выше сила «темной материи».
3. Гравитационный коллапс как катастрофическое гравитационное сжатие космического объекта — катастрофическое изменение геометрических свойств и отношений структуры пространства-времени: радикальнейшее изменение геометрии структуры пространства-времени связано и определяется катастрофическим увеличением плотности материи. Увеличение плотности материи и изменение геометрии структуры пространства-времени при гравитационном коллапсе — взаимосвязанные, двуединые процессы.

А теперь рассмотрим все эти проблемы философии на примере черных дыр.

Как мы уже отмечали, критическая масса ($M_{кр}$) черных дыр составляет 4, 5, 10, 100 и т. д. M_{\odot} . Значит, в черные дыры превращаются только массивные или сверхмассивные звезды, масса которых превосходит M_{\odot} в 10, 100, 1000 и даже в миллионы раз: эти массивные и сверхмассивные звезды как космические объекты с радиусами в несколько миллионов километров за считанные секунды и минуты в результате гравитационного коллапса превращаются в черные дыры с радиусами в несколько километров. Черные дыры несравнимы с белыми карликами и даже с пульсарами: черные дыры в философском отношении специфические и самодостаточные объекты во Вселенной.

Во-первых, черные дыры как коллапсирующие есть дыры, в которых исчезает барионная материя (сгорает вся) и одна только «темная материя» осуществляет гравитационный коллапс как катастрофическое гравитационное сжатие материи (массы и энергии) и искривленного пространства-времени: результатом гравитационного коллапса черной дыры является сингулярность как бесконечная плотность материи и искривленность пространства-времени.

Во-вторых, черные дыры — дыры, в которых происходит трансформация космического в микрокосмос, т. е. макроскопического в микроскопическое: черная дыра — дыра трансформации макромира в микромир, макрогравитации в микрогравитацию.

В-третьих, черные дыры — дыры, в которых конституируется мир квантовой гравитации. Именно поэтому возникает настоятельная необходимость создания теории квантовой гравитации как синтеза квантовой физики и ОТО: ОТО является классической теорией, но не квантовой. Мы считаем, что в философском отношении гравитация как всепроникающая и универсальная сила «темной материи» и квантовая природа как всеобщая и всеквантованная сущность всякой материи абсолютно совместимы: они как взаимопроникающие и взаимоопределяющие совместимы. Барионная материя рождает частицы «темной материи» (аксионы, монополи и др.), а белая дыра Стивена Хокинга — дыра, рождающая из «темной материи» частицы барионной материи: кварки и лептоны

как частицы барионной материи, а гравитоны, гравитино и др. как частицы «темной материи» излучаются и испаряются черной дырой через белую дыру.

Но прежде чем рассмотреть процесс Стивена Хокинга как процесс излучения черной дырой частиц (фотоны, кварки, лептоны, гравитоны, гравитино и т. д.), нам кратко необходимо остановиться на законах физики черных дыр, а затем на проблеме аналогии физики черных дыр и термодинамики: существует полная аналогия, тождество между законами физики черных дыр и законами (т. е. началами) термодинамики.

1. Поскольку черные дыры состоят из барионной материи и «темной материи», постольку они подчиняются фундаментальным законам сохранения природы — энергии, массы, импульса, углового момента и электрического заряда: черные дыры как коллапсирующие и вращающиеся тела подчиняются прежде всего законам сохранения энергии, массы, импульса, углового момента и электрического заряда.

2. «Второй закон физики черных дыр гласит, — пишет Дж. Нарликар в своей книге «Неистовая Вселенная», — что ни при каком физическом процессе суммарная площадь поверхностей участвующих в этом процессе черных дыр не может уменьшаться» (с. 88).

3. Третий закон физики черных дыр — закон гравитационной поверхности черных дыр, суть которого состоит в равномерном (т. е. одинаковом) распределении силы гравитационного взаимодействия во всех точках пространственной поверхности горизонта событий черных дыр.

Законы физики черных дыр поразительно похожи на законы термодинамики — науки, которая устанавливает соответствие между тепловой энергией и механической работой. Согласно первому началу термодинамики, количество работы, совершенной тепловой машиной, равно преобразованной в ней тепловой энергии. Иначе говоря, преобразование тепловой энергии подчиняется закону сохранения энергии. Однако тепловые машины ясно показали, что такое преобразование невозможно осуществить сколь угодно эффективно. Приходится мириться с большими потерями исходной тепловой энергии — только незначительная часть ее переходит в механическую работу. Поэтому в работах Клаузиуса, Кельвина, Больцмана и др. было выдвинуто второе начало термодинамики, которое называется энтропией: энтропия служит мерой степени беспорядка, степени хаотического состояния физической системы и ее хаотизации. Суть второго начала термодинамики заключается в том, что энтропия изолированной физической системы не убывает — в крайнем случае она может сохранять свое значение неизменным.

Таким образом, существует аналогия между неизменностью сохранения площади поверхности черных дыр, даже в случае извлечения из черных дыр энергии, и постоянством сохранения энтропии изолированной физической системы: сохранение площади поверхности черных дыр и постоянство энтропии изолированной физической системы не просто аналогичны, но и тождественны.

«Третий закон физики черных дыр гласит, — пишет Дж. Нарликар, — никакой конечной последовательностью физических процессов невозможно обратить поверхностную гравитацию черной дыры в нуль» (с. 92).

Это аналог третьего начала термодинамики, в котором утверждается, что никакой конечной последовательностью физических процессов невозможно достичь абсолютного нуля температур.

Значит, в физике черных дыр имеется аналог температуры в термодинамике: этим аналогом температуры является поверхностная гравитация — величина, показывающая, насколько велико ускорение пробных частиц по направлению к черной дыре.

Помимо энтропии в термодинамике имеется важное значение еще одной физической величины, а именно температура: температура служит количественной (макроскопической) мерой степени нагретости тела. Тело горячее, когда атомы и молекулы, из которых оно состоит, находятся в состоянии быстрого хаотического движения: чем быстрее это движение, тем горячее тело. Степень нагретости и измеряется температурой.

Таким образом, в физике черных дыр существует величина — поверхностная гравитация, — являющаяся аналогом температуры в обычной термодинамике, которая имеет одно и то же значение по всему горизонту событий аксиально-симметричной стационарной черной дыры (аксиальная — симметричная относительно оси вращения, а стационарная — не изменяющаяся во времени).

Итак, аналогия между физикой черных дыр и термодинамикой становится очевидной: плотность поверхности горизонта черных дыр играет роль энтропии, поверхностная гравитация — роль температуры, а работа, совершаемая при изменении углового момента или электрического заряда черной дыры Керра—Ньюмена, аналогична работе, совершаемой при изменении объема термодинамической системы.

Аналогия между физикой черных дыр и термодинамикой имеет более глубокий смысл: по существу в философском аспекте выдающаяся заслуга Стивена Хокинга заключается в точном количественном решении проблемы этой аналогии между физикой черных дыр и термодинамикой.

«Черные дыры не могут и не способны излучать», — таков был вердикт. А Стивен Хокинг вопреки этому вердикту поразительным образом пришел к обратному утверждению: «Черные дыры подобно абсолютно черному телу». Эпистемологический ключ лежит именно в решении вопроса о том, «излучают черные дыры или нет?». Это не просто риторический вопрос, а глубоко философский: фактически этот ключ — смена фундаментальных научных парадигм — переход от классической ОТО к квантовой интерпретации аналогии между физикой черных дыр и термодинамикой: площадь поверхности черных дыр — величина, в какой-то мере определяющая меру хаотичности (она играет в физике черных дыр роль энтропии), а поверхностная гравитация — величина, определяющая меру «нагретости» черной дыры (она играет в физике черных дыр роль температуры). Термодинамика нас учит, что нагретое тело излучает, если оно находится в более холодной среде. Из самого определения черной дыры следует отрицательный ответ: «Черная дыра не может излучать». А в 1974 г. Стивен Хокинг доказал обратное: «Черная дыра излучает подобно абсолютно черному телу».

Излучение черной дырой нельзя объяснить и понять с точки зрения классической физики, в том числе ОТО. Необходим переход к квантовой физике, точнее, квантовой гравитации.

В этом состоит величайшая заслуга Стивена Хокинга. Он совершил революционный прорыв в изучении физики черных дыр: «черные дыры не такие уж черные». Они излучают как нагретое абсолютно черное тело: весь философский смысл этого положения С. Хокинга состоит в открытии белой дыры.

§ 5. Внутреннее подобие законов физики черных дыр и термодинамики

XX в. характеризуется созданием трех великих теорий — специальной теории относительности, общей теории относительности и квантовой механики. С помощью этих замечательных теорий мы описываем фактически всю физическую реальность: эти три великие теории дают нам всю сумму наших знаний о физическом мире. Квантовая механика, благодаря гению Поля Дирака, состыковалась со специальной теорией относительности: релятивистская квантовая физика дает нам представление о мире микрочастиц, движущихся со скоростями, приближающимися к скорости света.

А общая теория относительности — единственная теория, описывающая всю Вселенную в целом, ее строение в крупнозернистых образованиях, структуру и ее эволюцию. Однако общая теория относительности была, по словам Стивена Хокинга, в загоне почти пятьдесят лет, и к ней интерес физиками был проявлен в результате накопления астрофизических и космологических необычных явлений. К этим необычным наблюдаемым фактам космологии и астрофизики элементарных частиц относятся прежде всего три открытия 60-х гг. XX в.:

1. Квазары, светимость которых была ярче, чем светимость целой галактики. Каков источник светимости квазаров? — вопрос, который волновал физиков и космологов.
2. Необычными были пульсары, которые были открыты в 60-е гг. XX в.: плотность материи в этих нейтронных звездах превышала в миллиарды раз плотность вещества в белых карликах.
3. Наконец, самыми загадочными и таинственными феноменами оставались и до сих пор остаются неразгаданные черные дыры.

Для наглядного представления, в чем суть черных дыр, возьмем звезду с массой в десять раз больше массы солнечной ($M_{\odot}=10^{30}$ кг). Такая звезда будет иметь радиус в пять раз больше радиуса Солнца (радиус Солнца равен 700 тыс. км). Следовательно, звезда с массой в десять раз больше M_{\odot} будет иметь радиус, равный трем с половиной миллионам километров. Чтобы с поверхности такой звезды выстреленный из пушки снаряд покинул ее, необходимо развить скорость в 1 000 км/с. А если в результате гравитационного коллапса звезда с массой в десять раз больше массы солнечной и радиусом в 3,5 млн км сожмется до 30 км, то для удаления с ее поверхности выстреленного снаряда ему необходимо развить скорость, равную скорости света. Поскольку ничто не может развить скорость большую, чем скорость света, то ничто (в том числе и свет) не может покинуть черную дыру: о черной дыре не можем иметь никакой информации ни о чем.

Поэтому коллапсированная звезда называется черной дырой: из черных дыр ничто не может выйти и не может покинуть их. «В результате получается черная дыра, — пишет Стивен Хокинг в своей работе «Черные дыры и молодые Вселенные» (Санкт-Петербург, 2001. С. 115), — область пространства-времени, откуда ничто не может улететь в бесконечность. Граница черной дыры называется горизонтом событий. Он соответствует фронту тех световых волн от звезды, которым не удалось улететь в бесконечность, но которые и не упали обратно, а парят в радиусе Шварцшильда: $2Q \cdot M/c$, где Q — ньютонова гравитационная константа, M — масса звезды, а c — скорость света. Для звезды примерно в десять масс Солнца радиус Шварцшильда составляет 30 км».

Мы уже отметили, что физика черных дыр и термодинамика в каком-то определенном смысле сходны, поэтому физику черных дыр можно рассматривать как часть термодинамики: физика черных дыр в определенном аспекте входит в термодинамику как ее составная часть. В самом деле, рассматривая физику черных дыр, мы отметили три закона физики черных дыр:

1. Физика черных дыр подчиняется всем фундаментальным законам сохранения — энергии, импульса, момента импульса и электрического заряда.
2. Закон площади поверхности горизонта событий, суть которого состоит в том, что площадь поверхности горизонта событий не уменьшается: если в черную дыру входит дополнительная материя (независимо, то ли вещество, то ли антивещество), то площадь поверхности горизонта событий только увеличивается. Она не уменьшается даже в том случае, если столкнутся две черные дыры. Суммарная площадь поверхности горизонта событий этих двух черных дыр всегда будет больше площадей двух первоначальных. Значит, физическая суть второго закона физики черных дыр состоит в том, что площадь поверхности горизонта событий всегда возрастает. Поэтому второй закон физики черных дыр нам напоминает знаменитый второй закон термодинамики, т. е. закон энтропии, суть которого состоит в постоянном возрастании энтропии изолированной системы.

Значит, сходство законов площади поверхности горизонта событий и энтропии состоит в том, что они всегда возрастают. Спрашивается, в чем же суть этого возрастания?

Рассмотрим более конкретно и детально проблему возрастания площади черных дыр. Сначала мы рассмотрим, что такое горизонт событий в черной дыре, а затем проблему площади поверхности горизонта событий.

Мы уже отметили, что горизонт событий черных дыр — область тех световых волн, которым не удалось вырваться из черной дыры и улететь в бесконечность. Для примера возьмем звезду с массой в 10 раз больше M_{\odot} . Как известно, радиус Солнца составляет 700 тыс. км, а радиус звезды с массой в 10 раз больше M_{\odot} в 5 раз больше радиуса нашего Солнца, и следовательно, он равен 3 млн 500 тыс. км. Чтобы из такой звезды вырваться свету, скорость этого света должна равняться 1 000 км/с. В результате гравитационного коллапса происходит катастрофическое сжатие размера звезды до 30 км за считанные минуты: гравитационный коллапс — катастрофическое гравитационное сжатие, в результате которого звезда с размером в 3,5 млн км превращается практически в точку с поперечником 30 км. Следовательно, гравитационный коллапс — катастрофическое сжатие звезды, в результате которого звезда превращается в черную дыру: черная дыра — это не звезда. Черная дыра есть дыра с размером 30 км чудовищно гигантской плотности материи и искривленного пространства-времени.

Во-первых, в черной дыре другая материя, качественно отличная от материи звезды: коллапсирование звезды в черную дыру — это не просто чудовищно-гигантское уплотнение материи, ее спрессование. Коллапс — преобразование одной материи в другую: он есть процесс преобразования космической материи в микрокосмическую материю.

Во-вторых, гравитационный коллапс — катастрофическое сжатие пространства-времени звезды и превращение его в искривленное пространство-время черной дыры: пространство-время черной дыры принципиально отличается от пространства-времени звезды. Пространство-время звезды — неколлапсированное, а пространство-время черной дыры — коллапсированное, т. е. подвергнутое катастрофическому гравитационному сжатию. Поэтому пространство-время в черной дыре бесконечно ис-

кривлено: оно образует свернутое, закрученное, самозамкнутое кольцо микроскопической природы: коллапс — катастрофическое преобразование макроскопического пространства-времени звезды в микрокосмическое пространство-время черной дыры.

В-третьих, микроскопическое пространство-время черной дыры и новая микроматерия в ней служат источником чудовищно-гигантской силы гравитационного притяжения в черной дыре и на ее горизонте событий: эта сила гравитации на горизонте удерживает даже свет и не дает возможности вырваться из черной дыры свету, скорость которого есть предельная.

Таким образом, из черной дыры вследствие того, что микроскопическое пространство-время черной дыры и микроскопическая новая материя в ней порождают и служат источником чудовищно-гигантской силы тяготения, даже свет не может вырваться из оков силы притяжения черной дыры: если свет не может вырваться из черной дыры, то уже ничто не может вырваться из черной дыры. Поэтому-то черная дыра называется черной дырой, потому что внешний наблюдатель не может иметь никакой информации о черной дыре, ибо индикатором информации является свет: для далекого внешнего наблюдателя вся информация потеряна. Это — одна сторона проблемы.

Но есть вторая сторона проблемы тождества площади поверхности горизонта событий и энтропии: в чем же состоит это тождество (или сходство) двух законов физики черных дыр и термодинамики?

Мы уже писали выше, что коллапсирование звезды в черную дыру — катастрофическое преобразование звезды в черную дыру: черная дыра — это не звезда, а новая материя и совершенно новое пространство-время именно черной дыры, абсолютно отличные от материи и пространства-времени звезды, из которой появилась черная дыра в результате коллапса.

Поэтому мы считаем, что в философском понимании коллапс нельзя представлять просто механическим процессом сжатия или же автоматическим процессом преобразования звезды в черную дыру. Сам процесс коллапсирования звезды в черную дыру, действительно, мгновенный, быстротечный, который продолжается бы не более 20 мин.). Однако из быстротечности коллапса нельзя делать вывод о том, что коллапсирование — процесс механического сжатия или автоматического спрессования материи и ее пространства-времени. На самом деле гравитационный коллапс — сложный процесс разрушения звезды как целостной и организованной системы и преобразования ее состава материи, строения и структуры и созидания совершенно новой материи, ее составных частиц, их строения и структурной организации в новой пространственно-временной организации.

Итак, коллапс как катастрофа, длящаяся доли секунды или минуты, состоит из трех стадий:

- 1 стадия коллапса — стадия катастрофического разрушения системы;
- 2 стадия коллапса — стадия преобразования старой материи системы и ее пространственно-временной структуры;
- 3 стадия — стадия созидания и конструирования новой материи и нового пространства-времени именно черной дыры.

Итак, коллапсирование звезды как целостной системы в черную дыру условно можно разделить на три стадии:

- 1) стадия разрушения и исчезновения трехмерности пространства и связанных с нею свойств, т. е. пространственно-временного размера звезды и исчезновения самой звезды как таковой;
- 2) стадия созидания нового многомерного микропространства, свойства которого свернуты, закручены, компактифицированы в сингулярности в центре черной дыры;
- 3) стадия сингулярности как точки бесконечности плотности микрогравитации и искривленного пространства-времени.

Почему мы об этом пишем? Чтобы более конкретно и детально проанализировать именно глубинную внутреннюю связь между двумя законами физики черных дыр и термодинамики, т. е. между законом возрастания площади поверхности горизонта событий черной дыры и вторым законом термодинамики как энтропии.

В процессе коллапсирования звезды в черную дыру фундаментальную значимость имеет хаос, который играет не только деструктивную, дезорганизующую роль, но и фундаментальной важности конструктивную, созидательную функцию, причем на всех вышеотмеченных трех стадиях коллапсирования звезды в черную дыру.

В чем состоит это внутреннее тождество между площадью поверхности горизонта событий черных дыр и энтропией как вторым законом термодинамики?

Во-первых, как мы только что отметили, и площадь поверхности горизонта событий черных дыр, и энтропия суть физические величины, которые обладают фундаментальным свойством возрастания; во-вторых, в коллапсирующей черной дыре за горизонтом и внутри горизонта событий происходит процесс сглаживания неоднородностей, т. е. под действием гравитационного коллапса внутри горизонта событий все лики (свойства и качества, формы и структура) материи сглаживаются, т. е. ликвидируются, и в результате этого исчезает многообразие материи и образуется однородность материи: все превращается внутри горизонта событий в нечто гомогенное, неразличимое, однородное.

Этот вопрос о сглаживании неоднородностей внутри горизонта событий — сложная и неоднозначная проблема:

В мировой литературе по проблеме черных дыр существуют различные мнения по вопросу о приоритете открытия и установления правила о сглаживании неоднородностей внутри горизонта событий. Западные исследователи считают, что авторство правила о сглаживании неоднородностей принадлежит Прайсу, и называют данное правило правилом Прайса.

Советские ученые (И. Д. Новиков и др.) считают, что проблема сглаживания неоднородностей была впервые решена советскими физиками А. Д. Дорошкевичем, Я. Б. Зельдовичем, И. И. Новиковым еще в 1965 г.

Существует третья точка зрения — это точка зрения Стивена Хокинга. Он считает автором концепции сглаживания неоднородностей Якоба Бекенштейна, который будучи студентом последнего курса Пристонского университета сформулировал правило о сглаживании неоднородностей. И когда Якоб Бекенштейн (студент из Израиля) обратился к своему научному руководителю — знаменитому гравитационисту Джону Уилеру — со своим открытием о сглаживании неоднородностей за горизонтом событий, то Д. Уилер произнес свою знаменитую фразу: «Черные дыры без волос».

О чем эта знаменитая фраза Д. Уилера говорит? Она говорит о том, что в результате сглаживания неоднородностей за горизонтом событий в черной дыре исчезает

вся информация о составе вещества, строении и структуре материи звезды. В этом и состоит суть философского смысла знаменитой фразы Д. Уилера «Черные дыры без волос». Значит, дело заключается не только в том, что в силу катастрофического сжатия плотности материи и искривленного пространства-времени из черной дыры не может вырваться свет из оков силы тяготения, поэтому далекий внешний наблюдатель не может получить информацию о черной дыре, но и в том, что, действительно, в «черной дыре без волос» исчезает вся информация о звезде, ее материи, свойствах и качестве, форме, строении и структуре.

А что остается? Остается информация, по Бекенштейну, о трех параметрах черной дыры — массе и, следовательно, энергии, импульсе и электрическом заряде. Почему в черной дыре остаются только эти три параметра, а все остальное исчезает, и мы никогда не получим информацию обо всем этом исчезнувшем остальном в результате сглаживания неоднородностей?

Во-первых, черная дыра — объект гравитации, поэтому она обладает массой и, следовательно, энергией и импульсом как скоростью, а во-вторых, черная дыра — объект электромагнитных взаимодействий, поэтому она обладает электрическим зарядом.

Вспомним: у Шварцшильда черная дыра — статическая, обладающая одним свойством — массой, и поэтому она симметричная; черная дыра Райснера—Норстрема обладала двумя свойствами — массой и электрическим зарядом; в модели Керра—Ньюмена черная дыра обладает тремя свойствами — массой, электрическим зарядом и еще угловым моментом, потому что в модели Керра—Ньюмена черная дыра — коллапсирующая и вращающаяся.

А теперь посмотрим, что из себя представляет энтропия как закон термодинамики? Энтропия — мера беспорядка, хаоса; мера дезорганизации, деструктурирования организованных и самоорганизованных систем. Энтропия — мера хаоса и хаотизации стохастических процессов; энтропия — мера увеличения в окружающем нас мире беспорядка, неопределенности, хаоса и, следовательно, неоднородности и гетерономности. (Пока мы не касаемся проблемы конструктивной роли энтропии в понимании И. Пригожина.)

Что такое однородность и хаос? Это же и есть потеря информации. А потеря информации — потеря различия, многоцветия и многокрасочности лик материи, т. е. сглаживание неоднородностей. Таким образом, между вторым законом физики черных дыр и энтропией как вторым законом термодинамики существует не только внешнее сходство, но и в известном смысле полное внутреннее подобие как конкретное тождество.

А конкретное тождество, как мы отмечали, — симметрия как закон инвариантности. Поэтому задача философской эпистемологии, как и научной, состоит в том, чтобы в различном установить единство, тождество. На самом деле, на первый взгляд, черные дыры и термодинамика — абсолютно несравнимые и несопоставимые феномены, находящиеся в разных мирах — мир гравитации и мир макротермодинамики. Однако в этих мирах, в их глубинных основаниях различные феномены имеют одинаковую инвариантную структуру как закон симметрии конкретного тождества: феномен — это различие, а ноумен — конкретное тождество.

Не только между площадью поверхности черных дыр и энтропией как вторым началом термодинамики имеет полное внутреннее тождество, но и между поверхностной гравитацией как мерой силы гравитационного поля на горизонте событий и температурой как мерой нагретости (раскаленности) тела в термодинамике.

Бардин, Картер и Хокинг нашли третий закон черных дыр, касающийся изменения массы черной дыры и площади горизонта событий. Здесь коэффициентом пропорциональности является величина, называемая поверхностной гравитацией, которая является мерой силы гравитационного поля на горизонте событий.

Если допустить, что площадь горизонта событий аналогична энтропии, то поверхностная гравитация окажется аналогичной температуре: сходство усиливается тем фактом, что поверхностная гравитация оказывается одинаковой во всех точках горизонта событий, так же как при тепловом балансе температура одинакова по всему телу.

«Черная дыра не имеет волос» — положение Д. Уилера.

Из теоремы об отсутствии волос вытекает, что при гравитационном коллапсе теряется большой объем информации, т. е. теорема о сглаживании неоднородностей.

В результате гравитационного коллапса получается черная дыра. Она быстро устанавливается в стационарное состояние, характеризуемое всего тремя параметрами: массой, моментом импульса и электрическим зарядом, оно не зависит, из какой материи (или антиматерии) произошло.

Очевидным изъяном в предположении Бекенштейна было то обстоятельство, что если черная дыра имеет конечную энтропию, пропорциональную площади ее горизонта событий, она должна иметь и конечную температуру, пропорциональную ее поверхностной гравитации.

Из этого можно сделать вывод, что черная дыра находится в равновесии с тепловым излучением при некоторой ненулевой температуре. Однако согласно классической концепции такое равновесие невозможно, поскольку черная дыра поглотила бы любое попавшее на нее тепловое излучение, но по определению не смогла бы выделить ничего взамен.

Этот парадокс оставался нерешенным до 1974 г., когда Стивен Хокинг исследовал, как будет вести себя материя вблизи черной дыры согласно квантовой механике.

К своему великому удивлению, Стивен Хокинг обнаружил, что черная дыра постоянно излучает частицы: это было ошеломляющим эффектом Стивена Хокинга.

Окончательно его убедило в реальности испускания частиц то, что вылетающие частицы в точности имели тепловой спектр: черная дыра создает и выделяет частицы как обычное горячее тело с температурой, пропорциональной поверхностной гравитации и обратно пропорциональной массе.

Черная дыра излучает частицы с тепловым спектром, как горячее тело, как абсолютно черное тело. Масса и размер черной дыры, излучающей частицы с тепловым спектром, уменьшается, и тем самым легче выскочить частицам из черной дыры, покинуть ее и улететь в бесконечность. Излучение черной дырой частиц происходит со взрывом: первобытная черная дыра с радиусом протона 10^{-13} см имеет плотность материи в миллиард тонн. Взрыв такой черной дыры равен шестистам тысячам мегаватт, т. е. шестистам миллионов водородных бомб.

В дальнейшем мы увидим, что излучение черной дырой частиц имеет фундаментальное философское значение, ибо излучение («испарение») частиц связано, во-первых, с уменьшением в черных дырах вещества, его массы, и тем самым облегчает «испарение» частиц черными дырами, а во-вторых, черная дыра не является и не может быть самозамкнутой: по существу, «испарение» частиц черной дырой — белая дыра. Поэтому в философском ракурсе великая заслуга С. Хокинга заключается в серьезной попытке преодоления того глубокого кризиса в современной теоретической физике, о котором говорил Джон Уилер еще в 70-е гг. XX в.

§ 6. Эффект Хокинга

Пока нам известны следующие финальные стадии эволюции звезды:

- 1) белые карлики, плотность вещества которых составляет 1 000 тонн в одном кубическом сантиметре, с размером 10 км;
- 2) нейтронные звезды, с радиусом 10 км, т. е. в тысячу раз меньше размера белых карликов; но зато плотность нейтронного вещества, находящегося в жидкой сфере в центре нейтронной звезды, в миллиард раз больше плотности белых карликов.

Нейтронная звезда — область физической реальности, постигнутая нами с помощью наблюдения и теоретических представлений современной астрофизики, физики элементарных частиц и космологии. Нейтронная звезда, таким образом, — физическая реальность, о которой мы имеем разумное представление: она является наблюдаемой в эксперименте физической реальностью и теоретически нами объяснимой, понимаемой вещью.

Что касается черных дыр, то большинство специалистов по астрофизике, космологии и физике частиц убеждены в физической реальности их существования. Все наблюдаемые данные косвенно подтверждают их существование, но о непосредственном их наблюдении пока не может идти речи: они существуют, но пока они непосредственно не наблюдаемы в силу их малого размера. Поэтому специалисты-ученые пишут о кандидатах в черные дыры.

И все же, спрашивается, почему у научной (не только) общественности они вызывают такой повышенный интеллектуальный интерес? Нам представляется, этот всеобщий духовный (не только интеллектуальный) интерес вызывается слишком радикальной необычностью и неожиданностью появления на небосводе нашей Вселенной черных дыр как феноменов, существование которых абсолютно несовместимо не только с нашим привычным, обыденным представлением о феноменах в нашем обитаемом мироздании, но их существование несовместимо с идеями, законами, принципами современной астрофизики, космологии и физики частиц: природа настолько глубока и необычна, что наш ум не способен предугадать ее сущность.

Считают, что все совершенное, прекрасное, гармоничное, все красивое в нашем мироздании — необычно и неожиданно: черные дыры также необычны и неожиданны. Они парадоксальны (*doxa* — мнение, *a para* — сверх, по-гречески). Черные дыры противоречат как мнению, так и эпистеме как научному разумному знанию. А в философском аспекте черные дыры ломают все наши традиционные философские представления о мироздании — триединстве материи, пространства и времени в точке сингулярности.

Если говорить о философии Вселенной, то черные дыры представляют собой осевую и стержневую проблему ее: они требуют от нас совершенно иных представлений о материи, пространстве и времени, об их триединстве в сингулярности как точке бесконечной плотности материи и искривленного пространства-времени, где пространство $R = 0$ и время $t = 0$.

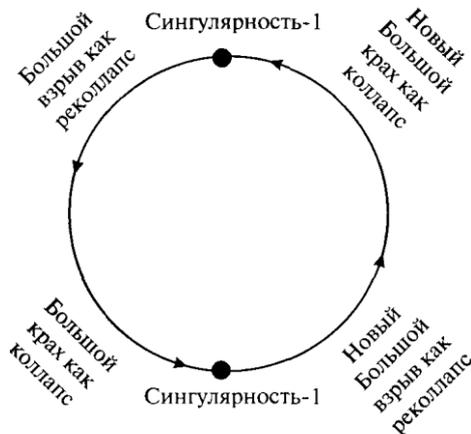
Поэтому для правильного понимания и философского решения проблемы сингулярности в черных дырах необходимо, во-первых, признание многомерности пространства (исчезает трехмерность пространства, но оно как многомерное остается), а во-вторых, признание множественности мульти-вселенных в Мега-Вселенной.

И все же нам хочется особо подчеркнуть, что изучение и исследование черных дыр показывает, насколько были правы и прозорливы А. Эйнштейн, К. Шварцшильд и Риман как основоположник неевклидовой геометрии и замкнутого мира.

Поскольку наша работа — философская, нас интересуют не сами по себе белые дыры и нейтронные звезды, а их философское осмысление — что в их сути есть нечто всеобщее, представляющее философский смысл и ценность триады материи, пространства и времени: для философского сознания важно в их существовании сверхплотное состояние материи — нейтронного вещества в жидкой сфере в центре нейтронной звезды. Точно так же в черных дырах нас интересует прежде всего философская проблема сингулярности как начала всех начал Вселенной: наша Вселенная рождается из сингулярности-1 в результате Большого взрыва. А если Вселенная — замкнутый мир, то концом ее судьбы станет Большой крах — коллапс, уничтожающий всю нашу Вселенную в сингулярность-2.

Как мы уже отметили в нашей работе, вся история человеческой мысли (мифологической, религиозной, философской, научной и т. д.) показывает: поиск первоначала (первосущности) всегда и везде находился в центре пристального внимания всех мыслителей всех эпох — мифологических, религиозных, философских, научных и т. д.

Рис. 2.16



И только во второй половине ушедшего (XX) века, в муках и страданиях человеческих судеб, приходит просветление в великих умах человечества о сингулярности как начале Большого взрыва. Оно, т. е. просветление, было достигнуто талантом, усилиями целой плеяды замечательных мыслителей — астрофизиков, космологов и физиков частиц, ученых самых разных континентов: советских — Л. Д. Ландау, С. С. Шкловский, Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков, А. Д. Дорошкевич, А. А. Старобинский и др.; английских — С. Хокинг, Р. Пенроуз и др.; американских — Дж. Уилер, Ч. Мизнер, К. Торн и др.

И все же, почему стало возможным это просветление блестящей и экстравагантной идеи сингулярности в черных дырах? Непосредственным источником просветле-

ния идеи сингулярности является открытие странного и загадочного объекта — квазаров. В 1963 г. Г. Шмидтом, а затем в 70-е гг. лавинообразное открытие пульсаров как нейтронных звезд, предсказанных нашим великим советским физиком Л. Ландау. Именно в 70-е гг, в связи с исследованием и изучением квазаров, ядрами которых могут быть черные дыры, главный гравитационист современности Джон Уилер высказал свою глубокую озабоченность, утверждая, что теоретическая физика вступила в глубокий кризис: сингулярность в черных дырах ввергла теоретическую физику (т. е. совокупность современных астрофизики, космологии и физики частиц) в невиданный до сих пор глубокий кризис, затронувший и расшатавший саму философскую основу современной теоретической физики — триаду материи, пространства и времени: сингулярность — точка бесконечной плотности материи и бесконечного искривления пространства-времени, равного нулю.

Поэтому глубокая и тревожная озабоченность главного гравитациониста Дж. Уилера, нам представляется, заключается в философском кризисе триады материи, пространства и времени. Этот научный и философский кризис — точка бифуркации как точка неустойчивости: она является поворотным пунктом появления нового взгляда на мир. И развитие науки и научного познания подчиняется законам бифуркации и катастрофы: новое рождается через эти законы бифуркации и катастрофы.

В этом философском ракурсе особая заслуга в поиске выхода из кризисного состояния современной теоретической физики принадлежит двум английским ученым физикам-теоретикам Стивену Хокингу и Роджеру Пенроузу, которые в своих работах внесли значительный вклад в теоретическое упорядочение и обоснование проблемы черных дыр и сингулярности, несмотря на то, что их взгляды даже в принципиальных вопросах не всегда совпадают. Я не имею права не отметить тот большой вклад, который был внесен в решение проблемы черных дыр нашими советско-российскими учеными во главе с академиком-маэстро Б. Я. Зельдовичем, его учениками и сотрудниками — И. Д. Новиковым, А. Д. Дорошкевичем, А. А. Старобинским и многими другими: Стивен Хокинг в своих книгах «Краткая история времени» и «Черные дыры и молодые Вселенные» отмечает, что он дважды посетил Советский Союз в начале 70-х и 80-х гг., и в своих беседах с академиком Б. Я. Зельдовичем много интересного почерпнул о черных дырах и об истечении из черных дыр частиц.

Истина всегда рождается в диалогах и муках: она никогда не является сразу в завершенном виде. Она является нам в виде заблуждения.

Если посмотреть в ретроспективе в философском ракурсе на развитие космологии как науки о Вселенной в целом ее структурной организации и эволюции, то совершенно очевидно, что выработка понятия сингулярности как начала всех начал невозможна была, да в этом и не было необходимости, в стационарной Вселенной Эйнштейна. Только нестационарная модель Вселенной А. Фридмана предполагает необходимость первоначала. Это — первое. А второе — Большой взрыв горячей Вселенной Г. Гамова — является непосредственной предпосылкой поиска сингулярности как первоначала всех начал: сингулярность катастрофически взрывается, и рождается наша Вселенная.

Главная цель эффекта С. Хокинга в философском аспекте состоит в превращении черной дыры в белую дыру: белая дыра — черная дыра, излучающая частицы, в том числе суперсимметричные суперпартнеры и их трансмутации с известными нам частицами. В черную дыру заходит одна материя, а через белую дыру выходит другая

материя: точно так же в черную дыру заходит одно пространство-время, а выходит через белую другое пространство-время. В черную дыру заходит макроскопическое, а через белую дыру выходит микроскопическое: макроскопическое и микроскопическое взаимнообратимы.

Исследование эффекта Стивеном Хокингом основывается на особенностях квантовой механики (неопределенности Гейзенберга, случайность, вероятность, стохастичность, хаос, квантовые флуктуации, дуализм волны и частицы, виртуальные частицы и античастицы и т. д.).

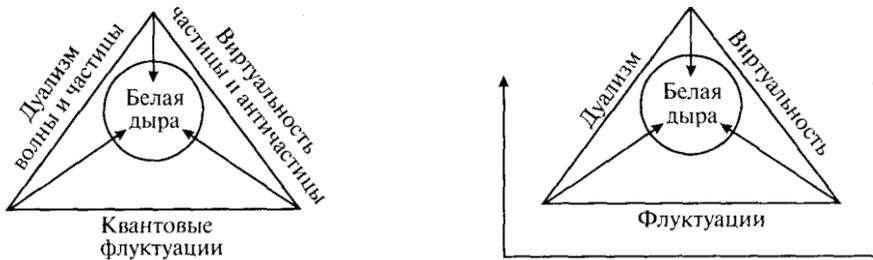
При этом С. Хокинг считает, что виртуальность, как рой частиц и античастиц, является основным источником истечения черной дырой частиц:

- 1) пара частица — античастица падает в черную дыру и исчезает в ней;
- 2) один член виртуальной пары частица — античастица падает в черную дыру, а другой — вылетает из черной дыры и улетает в бесконечность;
- 3) частица и античастица обе аннигилируют.

Квантовая механика позволяет вырваться частице из черной дыры, чего не позволяет классическая механика. Однако в ядерной физике и атомной существует много ситуаций, когда существует некоторый барьер, который по классическим принципам частицы преодолеть не могут, но через который могут проложить тоннель согласно принципам квантовой механики.

Тщательные расчеты показывают, что выпущенные частицы имеют тепловой спектр, соответствующий возрастающей температуре.

Рис. 2.17. Черная дыра, коллапсирующая и вращающаяся



Стивен Хокинг предполагает существование белых дыр, а Роджер Пенроуз категорически отрицает: белая дыра, согласно С. Хокингу, — дыра с обратным временем, с чем Р. Пенроуз никак не может согласиться. Р. Пенроуз считает, что время как в макромире, так и в микромире абсолютно необратимо: оно абсолютно асимметрично во Вселенной. С. Хокинг считает, что принцип неопределенностей Гейзенберга как принцип случайности, неопределенности, непредвиденности, флуктуации — выпадение из общего правила, общего порядка классической физики: виртуальный мир виртуальных частиц и античастиц — мир небытия, как мир вечного становления и флуктуации этих частиц и античастиц и их превращения в реальные, готовые частицы и античастицы. Виртуальность и вещественность являются взаимопроникающими: виртуальное и вещественное взаимнообратимы.

Белые дыры — дыры истечения частиц — электронов, кварков, гравитонов и т. д. — и их трансмутации.

Не с классической физики, а с квантовой физики возможно туннелирование: частицам, чтобы попасть в противоположную сторону подножия философских гор, не обязательно с точки зрения квантовой механики подниматься на вершину Эвереста и спускаться к подножию Гималаев. Они могут прорубить туннель сами в подножии гор и выйти на противоположную сторону Гималаев.

Где-то, на нам еще неизвестном уровне Вселенной, систематически, постоянно происходит коллапс, который превращает барионную материю в «темную материю» и наоборот: микромир систематически образуется и через белую дыру проявляется.

Частица-волна не есть бильярдный шар, теннисный мяч или футбольный мяч: по закону абсолютности они не могут находиться в состоянии покоя, которого вообще нет в природе. Бильярдные шары, теннисные мячи или футбольные по внутренней сущности есть движущиеся шары или мячи, и игроки только изменяют их направление движения и влияют на их ускорение. А с частицами-волнами совсем обстоит по-другому: они не подчиняются воле человека. Их движение совершенно свободно: как хотят, так и движутся. Но у них свои законы — законы случайности, вероятности, неопределенностей и т. д.

Квантовый вакуум — виртуальный вакуум, поэтому вакуум как квантовое пространство-время заполнен виртуальной материей: квантовый виртуальный вакуум — квантовый мир флуктуаций.

Определенность и неопределенность взаимосвязаны: неопределенность содержит большее количество информации, чем определенность. Из неопределенностей можно получить больше самых различных феноменов, чем из определенности. Неопределенность богаче, содержательнее и разнообразнее, чем определенность: апейрон Анаксимандра, шуньята Шанкары, Дао Лао-Цзы, виртуальный квантовый вакуум Алана Гута и т. д. — все эти неопределенности богаче, чем конкретные определенности (вода, воздух, огонь и т. д.). Поэтому из этих неопределенностей можно получить бесконечное множество самых неожиданных, конкретных вещей. Неопределенность — бесконечное множество степеней «свободы воли» микрочастиц: неопределенность содержит множество каналов эволюции частицы, выбор одного из каналов эволюции случаен. Неопределенность — это многоканальность эволюции частиц, поэтому она непредсказуема: частица как хочет, так и поступает.

Итак, мы рассмотрели:

1. Принцип соотношения неопределенностей В. Гейзенберга, который является фундаментальным принципом, лежащим в основе всей квантовой материи и которому так или иначе подчиняются все микрочастицы. Соотношение неопределенностей — принцип радикального пересмотра фундаментальных принципов и отказа от почитаемых классической физикой положений, таких как точное знание значения двух сопряженных величин — координаты и импульса, особенно излюбленных принципов строго однозначного детерминизма и привычного понятия о траектории и т. д.

Одним словом, принцип соотношения неопределенностей в философском отношении говорит о переходе в иной, новый мир, квантовый мир микрочастиц, где нами должны быть радикальнейшим образом пересмотрены фундаментальные философские и научные воззрения на мир классической физики — строгий детерминизм,

строгие динамические законы и одновременно точное знание значения координаты и импульса и т. д.

Новый, квантовый, мир — мир новых, квантовых закономерностей микрочастиц — законы вероятностей, случайностей, стохастики, хаоса и хаотизации и т. д. Все эти квантовые закономерности связаны с тем обстоятельством, что сама внутренняя природа микрочастиц как дуалистическая частично-волновая сущность неопределенна: частично-волновая природа сама по себе неопределенна. Эту дуалистическую сущность микрочастиц мы понимаем как множество степеней «свободы воли» частиц: микрочастицы обладают множеством степеней «свободы» выбора путей своего поведения, эволюции и взаимодействия с другими микрочастицами. Неопределенность как внутренняя дуалистическая сущность микрочастицы означает еще и то, что у нее многоканальность путей эволюции: выбор ею одного из множества каналов эволюции может быть абсолютно случайным.

Итак, квантовая неопределенность микрочастиц как их дуалистическая частично-волновая сущность обуславливает:

- А. Множество «свободы воли» (в метафорическом смысле) выбора у микрочастиц: не одна или две степени свободы у микрочастицы, а множество степеней свободы действия у частиц, их поведения и эволюции.
- Б. Поэтому у частиц многоканальность их путей развития и эволюции: выбор одного из множества путей развития и эволюции не строго детерминирован, а может быть случайным. (Например, проблема туннелирования: по законам классической физики частице, чтобы быть по другой стороне Гималайских гор, необходимо, обязательно, нужно подняться на вершину Эвереста и затем спуститься вниз к подножию Гималайских гор. А по законам квантовой физики частице вовсе нет необходимости подниматься на Эверест: по законам квантового туннелирования частица сама может прорубить у подножия гор тоннель и через этот тоннель выйти на другую сторону Гималайских гор, к их подножию.)

То, что невозможно в классической физике, осуществимо по законам квантовой физики. Поэтому мы не должны удивляться и недоумевать эффекту Стивена Хокинга как истечению черной дырой частиц и излучения: черная дыра излучает и может излучать частицы (как фундаментальные, так и элементарные частицы) как гравитоны и гравитино как частицы — претенденты на роль «темной материи».

2. Второй вопрос, на котором мы остановились, — это проблема физического вакуума: сразу же отметим, что пустого пространства, не заполненного материей (гравитационной или же барионной), нет в мире. В реальном физическом мире нет и не может быть ни пустого пространства Демокрита, ни пустого абсолютного пространства Ньютона; нет и не может быть ни шуньята великого Шанкары, ни пространства и времени китайского мудреца Лао-Цзы: триединство пространства, времени и материи абсолютно.

Даже в точке бесконечной сингулярности в черных дырах пространство и время абсолютно не исчезают, хотя они теряют свой реальный статус: они находятся в компактифицированном виде, т. е. невидимом, латентном состоянии. Если в точке бесконечной сингулярности пространство-время абсолютно не исчезают, то откуда же появляются они в белой дыре? Поэтому нам представляется не совсем корректным коррелирование пространства-времени только с рождением Вселенной после

Большого взрыва: пространство-время должно быть корреспондировано не с рождением Вселенной после Большого взрыва, а с вечно самосохраняющейся материей.

Вселенная рождается и уничтожается, рано или поздно, через миллиарды миллиардов лет, исчезнет в результате коллапса, но материя самосохраняется в точке сингулярности, чтобы родить новую Вселенную. Еще раз мы хотим подчеркнуть, что в философском отношении концепция бесконечного расширения в плоском мире, в мире открытом не выдерживает философской критики: если Вселенная — материальная, то она не может быть вечной. Вечна только материя, а Вселенная — высокоорганизованная суперсистема, которая рождается и «живет», изнашивается как высокоорганизованная структура и должна коллапсировать. Нам представляется в этой связи гениальной аристотелевская идея о материи как небытии, да и Платон также придерживался этой точки зрения философского понимания материи: материя как небытие вечна, а Вселенная как суперорганизованная суперсистема — бытие, а оно временно.

Итак, квантовый вакуум — виртуальный вакуум: пространство-время квантового вакуума заполнено роем виртуальных частиц и античастиц, которые непрерывно и непрерывно снуют туда и сюда, сталкиваясь между собой. Поэтому квантовый вакуум представляет собой вечное движение и становление: виртуальные частицы в результате квантовых флуктуаций превращаются в готовые, реальные, нам знакомые фундаментальные и элементарные частицы или же виртуальные частицы и античастицы, аннигилируясь, превращаются в излучение. Поэтому образовавшиеся частицы внутри черной дыры в результате квантовых флуктуаций могут выскочить из черной дыры, покинуть ее и улететь в бесконечность Вселенной. В результате аннигиляции виртуальных частиц и античастиц образовавшаяся энергия также может черной дырой излучать во внешний мир.

Вообще в философском отношении складывается очень интересная эпистемологическая ситуация: во-первых, гравитационный коллапс — такое гравитационное сжатие, которое носит катастрофический характер: за считанные секунды и минуты этот катастрофический коллапс в результате сжатия превращает огромнейшую звезду с массой 10, 100 или 1 000 раз больше MG и с диаметром в несколько миллионов километров практически в точку бесконечной плотности материи и искривленного пространства-времени.

Поэтому нам трудно представить, чтобы такая черная дыра находилась долгое время в стационарном состоянии: вернее всего, такая черная дыра с чудовищной гиперплотностью материи и с чудовищным искривлением пространства-времени представляет собой бифуркацию как точку абсолютной неустойчивости и неравновесного состояния. Поэтому любая квантовая флуктуация может выступить в качестве причины разрушения бифуркации как системы, находящейся в слишком неустойчивом и неравновесном состоянии: причиной разрушения черной дыры как системы бифуркации может быть любая случайная квантовая флуктуация.

Во-вторых, черная дыра — система бифуркации, которая совершенно и абсолютно лишена памяти о своем прошлом: она не помнит своего прошлого. У «черной дыры нет волос» — знаменитая фраза Джона Уилера. О чем она нам говорит? Невращающаяся черная дыра характеризуется только одним свойством — массой, а вращающаяся черная дыра — двумя только свойствами — массой и скоростью вращения. А вся информация о коллапсировании теле, т. е. о звезде, за и внутри горизонта событий в черной дыре исчезает бесследно: черная дыра абсолютно не помнит о своей

звезде, которая ее родила. Это означает, что черная дыра как микрокосмос не помнит и не хочет помнить о своем космологическом предке — звезде. Черная дыра как микрокосмос — квантовый микрокосмос, который имеет свои квантовые микроскопические законы вероятности, случайности, стохастики, хаоса и хаотизации, нелинейности, неравновесности, неустойчивости и т. д.

Поэтому мы не должны удивляться и недоумевать, если черная дыра будет излучать частицы и античастицы, а также гравитоны и другие микрогравитационные частицы-претенденты на роль частиц «темной материи», ибо превращение космического тела — звезды — в микрокосмос черной дыры есть одновременно преобразование коллапсом макрогравитации в микрокосмическую гравитацию. Квантовая гравитация должна быть квантовой микрогравитацией в отличие от макрогравитации ОТО Эйнштейна. В этом состоит трудность в построении теории квантовой гравитации. Мало того, чтобы микрогравитация была квантовой, необходимо существование микрогравитационных частиц как частиц «микротемной материи».

Следовательно, черная дыра есть воплощение двух основных типов материи — барионной материи и «микротемной материи»: в этом заключаются секрет и тайна черной дыры. Поэтому-то мы можем надеяться, что черная дыра как микрокосмическое тело будет и, действительно, излучает частицы как барионной материи, так и «микротемной материи».

А чтобы понять и объяснить научно-теоретически, т. е. физико-математически, необходим переход от философии к построению теории квантовой микрогравитации.

В-третьих, таким образом в черной дыре образуются совершенно новые типы материи (барионной и «темной»): эта барионная материя не та барионная материя, которая связана со сколлапсированным телом-звездой, а совершенно новая, барионная материя, которая проявляется в белой дыре: между черной дырой и белой дырой существует кротовая нора, их соединяющая. А у самой кротовой норы существуют топологические ручки, которые из чудовищно-гиперплотной материи в черной дыре творят и создают новые материи (как барионную, так и «микротемную»).

Как отмечает Стивен Хокинг, заходит в черную дыру одна материя, а через белую дыру выходит совершенно другая материя. А механизмом этого преобразования и творения другой, новой, материи является кротовая нора с ее топологическими ручками. Все это — философское метафорическое изображение, а на самом деле во Вселенной черная дыра может образоваться в одном участке Вселенной, а белая дыра может находиться космически далеко, на другом участке Вселенной. Большой взрыв — белая дыра, рождающая нашу Вселенную, а то начало всех начал Большого взрыва — сингулярная точка в черной дыре.

Поэтому философское осмысление и понимание тайны черной дыры так важны и существенны, ибо в ней лежит ключ ко всем фундаментальным тайнам Вселенной: черная дыра подобна молекулярной структуре ДНК, которая является ключом ко всему живому миру живых организмов.

В-четвертых, проблема черных дыр — это проблема прежде всего коллапса вообще: коллапсировать может вся (любая: то ли барионная, то ли «темная») материя. Кроме черных дыр гравитационного происхождения (т. е. в результате гравитационного коллапса) существуют (т. е. ученые физики и космологи предполагают) черные дыры негравитационного происхождения: они называются мини-черные дыры, первобытные, родившиеся в самую раннюю эпоху Большого взрыва. Эти первобытные

мини-черные дыры не являются черными дырами гравитационного происхождения, а черными дырами Большого взрыва. По размерам они — мини-черные дыры — должны по всем данным и расчетам существовать во Вселенной. Пока эти первобытные мини-черные дыры не обнаружены, но ученые-специалисты (С. Хокинг и др.) уверены, что они в различных уголках нашей Вселенной существуют, в том числе и в нашей галактике.

Первобытные мини-черные дыры, в силу их малого размера, очень трудно опытным путем обнаружить: эти первобытные мини-черные дыры с размером протона и нейтрона — 10^{-13} см — обладают плотностью материи в миллиарды тонн. В случае обнаружения такой мини-черной дыры ее можно использовать для получения энергии, равной мощности десятков крупных электростанций.

Даже ни одна обычная черная дыра, образованная в результате гравитационного коллапса из звезды, пока не обнаружена учеными экспериментом: размер обычной черной дыры составляет меньше 1 000 км. Поэтому очень трудно также обнаружить такие черные дыры, разбросанные в необъятных просторах нашей Вселенной и не излучающие свет как индикатор познания.

И все же будем надеяться, что когда-нибудь, через 10, 20 и т. д. лет, человечество оседлает эти черные и мини-черные дыры и будет иметь неисчерпаемый и экономичный источник получения энергии для нужд мирного существования.

Черные дыры во Вселенной должны существовать, ибо они — одна из фундаментальных и универсальных форм самосохранения материи, ее абсолютной неуничтожимости и несоздаваемости.

Мы рассмотрели проблему физики черных дыр и отметили, что физика черных дыр основывается на трех законах:

1. Законы сохранения энергии, массы, импульса и углового момента.
2. Второй закон физики черных дыр гласит, что площадь поверхности горизонта событий не уменьшается никогда: он может только возрастать. В этом отношении закон возрастания площади поверхности горизонта событий черных дыр и второй закон термодинамики как закон возрастания энтропии изолированной системы сходны: это сходство двух законов природы является проявлением внутреннего их подобия.
3. Третий закон физики черных дыр гласит, что поверхностная гравитация как мера силы гравитационного поля есть область тех световых волн, которым не удалось вырваться из оков черных дыр: поверхностная гравитация черной дыры сходна с температурой как мерой тепловой энергии. Мало того, между поверхностной гравитацией черных дыр и температурой имеется внутреннее их тождество, ибо существует тождество их распределения во всех точках.

Таким образом, между физикой черных дыр и термодинамикой существует не только сходство, но и внутреннее тождественное их подобие. Это обстоятельство имеет фундаментальное значение для изучения и понимания природы черных дыр: черные дыры излучают частицы как абсолютно черное тело. Черные дыры излучают частицы как раскаленное докрасна тело. Поэтому Стивен Хокинг высказал ставшую знаменитой фразу: «Черные дыры не так уж черны».

В философском осмысливании эта знаменитая фраза Стивена Хокинга означает, что черные дыры превращаются в белые дыры как дыры, излучающие частицы и излучение в виде фотонов.

Одним словом, для нас важно то обстоятельство, что черные дыры не так уж черны, а могут и действительно становятся белыми дырами истечения элементарных и фундаментальных (кварки и лептоны) частиц, а также фотонов в виде излучения, нейтрино, глюонов и т. д.

Это был действительно революционный прорыв в интерпретации, понимании и осмысливании природы черных дыр, совершенный Стивеном Хокингом. Мы до сих пор в нашей работе, рассматривая проблему черных дыр, постоянно подчеркивали, что в коллапсирующей черной дыре вся информация о коллапсированной звезде исчезает, ибо невращающаяся черная дыра характеризуется одним свойством — массой, а вращающаяся черная дыра характеризуется только двумя свойствами — массой и скоростью вращения, а вся информация о коллапсированном теле (т. е. о звезде) исчезает в коллапсирующей черной дыре. Кроме того, мы постоянно подчеркивали, что на горизонте событий черных дыр и под ним сила гравитационного притяжения настолько сильна, что даже свет не может вырваться из черных дыр и улететь в бесконечность. Если свет не может вырваться из черных дыр, то ничто не может вырваться из них, ибо скорость света — предельная, поэтому ничто не может иметь скорость большую, чем скорость света.

В чем же состоит революционный прорыв, совершенный Стивеном Хокингом, в философском понимании природы черных дыр?

Во-первых, он заключается в радикальном пересмотре самого методологического подхода к пониманию природы и сущности черных дыр: черная дыра не объект классической физики, т. е. общей теории относительности Эйнштейна как классической теории, а объект квантовой физики, точнее, теории квантовой гравитации, которая должна быть сформулирована и создана. Поэтому именно так актуальна настоятельная необходимость построения калибровочной теории квантовой гравитации; во-вторых, мы должны четко и ясно представить различие между коллапсированным телом (т. е. звездой) и коллапсирующей черной дырой: вся информация о коллапсированном теле исчезает в коллапсирующей черной дыре. Остается у невращающейся черной дыры только одна информация о массе как одной характеристике ее, а у вращающейся черной дыры остаются лишь две характеристики — масса и скорость вращения. Можно сказать, что у черной дыры отсутствует память о прошлом, т. е. о коллапсированной звезде как ее «предке»: черная дыра забывает о прошлом как классическом предке — звезде. В этом проявляется и нелинейность катастрофического появления черных дыр в результате гравитационного коллапса: коллапс — катастрофическая нелинейность, забывающая о прошлом.

В-третьих, звезда есть объект классической физики, т. е. общей теории относительности Эйнштейна, а черная дыра есть объект квантовой теории квантовой гравитации. Поэтому это различие необходимо четко и ясно представить:

Если мы к исследованию природы черных дыр и пониманию их сущности будем подходить с позиции классической физики, т. е. общей теории относительности Эйнштейна, то неизбежно и неотвратимо мы приходим к признанию сингулярности как точки бесконечной плотности материи и искривленного пространства-времени: в точке бесконечной сингулярности пространство-время теряют свой реальный статус. Пространство самозамыкается и компактируется, а время останавливается. А для избежания всех этих аномалий, связанных с бесконечной сингулярностью, необходим квантово-гравитационный подход к исследованию и пониманию природы черных дыр.

Квантово-калибровочный подход к черным дырам предполагает понимание квантовой сущности мира микрочастиц:

- 1) принцип неопределенностей В. Гейзенберга как основополагающий принцип мира микрочастиц;
- 2) квантовый вакуум как виртуальный вакуум с ненулевой энергией;
- 3) принцип квантовых флуктуаций, т. е. случайности, вероятности, неопределенности, непредсказуемости и т. д.

Принцип неопределенностей Вернера Гейзенберга нас интересует с точки зрения философского видения мира микрочастиц: во-первых, принцип неопределенностей является всеобщим и универсальным принципом. Из принципа неопределенностей В. Гейзенберга вытекают три философского порядка следствия:

- 1) познание микрочастиц носит вероятностный характер: классическое точное знание заменяется квантово-вероятностным знанием;
- 2) строгий детерминизм как однозначное знание причинно-следственной связи и зависимости между явлениями заменяется индетерминизмом как неоднозначным вероятностным принципом причинности;
- 3) само классическое понятие траектории движения частиц лишается физического смысла: в силу дуалистической природы частицы-волны осуществляется многомерность ее движения в пространстве-времени.

Одним словом, принцип неопределенностей В. Гейзенберга как фундаментальный принцип квантовой физики представляет собой коренной, радикальный пересмотр основных представлений классической физики макрочастиц — замена детерминизма индетерминизмом, строгих динамических законов законами вероятности, траектории движения макрочастиц многомерностью движения микрочастиц в пространстве-времени. И все же главное отличие микромира от макромира в его дуалистической природе частицы-волны, т. е. в их корпускулярно-волновой природе. Поэтому принцип неопределенностей В. Гейзенберга является выражением сущности этого дуализма: дуализм есть сущность природы микрочастиц.

Второй момент, с которым С. Хокинг связывает излучение черных дыр, — мир виртуальных частиц и античастиц: мир виртуальных частиц и античастиц — это не ставший реальным мир, а мир вечного становления небытия в бытие и, наоборот, превращения бытия в небытие, и т. д. Можно это положение метафоризовать с ницшеанским пониманием аполлонизма и дионисизма: аполлонизм — порядок, спокойствие, царство упорядоченности и организованности, а дионисизм — буйство, беспорядочность, хаос и хаотизация.

И все же Вселенная и ее природа так устроены, что в основе порядка всегда лежит хаос: без хаоса нет порядка и, наоборот, нет хаоса без порядка. Великий Гегель был прав, когда он утверждал, что во всем — в природе, мышлении и социуме, — самым фундаментальным является не ставшее, а становление.

Мир виртуальных частиц и античастиц — мир становления. Во-первых, из этого мира виртуальных частиц и античастиц рождаются готовые, реальные частицы и античастицы как оформившиеся, ставшие и, наоборот, готовые, ставшие, оформившиеся подвергаются дезорганизации, деструктурированию, хаотизации, превращаясь снова в мир виртуальности: мир виртуальности как мир хаоса и хаотизации лежит в

основании вещественно-полевого мира готовых, реальных, ставших частиц и античастиц. Во-вторых, виртуальный мир абсолютно неотделим от вещественно-полевого мира: виртуальные частицы в качестве промежуточных векторных частиц всегда участвуют во всех типах взаимодействий. Мало того, как промежуточные векторные частицы — бозоны — они определяют характер всех взаимодействий.

Бозоны как виртуальные частицы осуществляют взаимодействия между фермионами: в квантовой теории поля поэтому фермионные взаимодействия немислимы без виртуальных бозонов.

В-третьих, с виртуальностью связано также излучение в результате аннигиляции.

Таким образом, в мире квантовой материи пока можно выделить три слоя (пласта) материи:

- 1) вещественная материя (элементарные частицы, атомы, молекулы и т. д.);
- 2) полевая материя нами идентифицируется с типами сил взаимодействий;
- 3) виртуальная материя как материя квантового вакуума: квантовому вакууму имманентно присуща виртуальная материя.

Квантовый вакуум абсолютно неотделим от виртуальной материи: квантовый вакуум не есть пустое пространство классической физики как идеализированное. В мире нет пустого пространства-времени: оно заполнено всегда и везде так или иначе той или иной материей: «темной материей» как силой гравитации заполнено пространство-время во Вселенной, а барионной материей — пространство-время в микромире. Квантовый вакуум как пространство-время в микромире заполнен виртуальной материей как частью барионной материи.

Поэтому квантовый вакуум — виртуальный вакуум с ненулевой энергией: он есть вакуум квантовых флуктуаций. Он есть мир дионизизма.

Раздел III. ОТ ТЯГОТЕНИЯ К АНТИТЯГОТЕНИЮ

Самое интересное — человек.

Б. Паскаль

Откуда мы, кто мы и куда мы.

И. Кант

Чтобы испечь яблочный
пирог, нужно изобрести
Вселенную.

К. Саган

Глава 7. Крупномасштабная структура Вселенной (КМС)

Именно крупномасштабная структура Вселенной, состоящая из галактик со звездным миром, скоплений галактик и сверхскоплений, является нашей космической обителью, где на самом краю спирального «рукава» нашего Млечного Пути мы, люди, живем.

Жизнь могла возникнуть только с образованием галактик со звездным миром, который дает нам свет и тепло, обогревая окружающее нас пространство Вселенной: без света и тепла, даваемых нашей звездой Солнцем, окружающее нас пространство Вселенной представляет собой абсолютную темную ночь с температурой ниже нулевой отметки -270°C .

И неслучайно то обстоятельство, что древние египтяне своим богом называли Солнце. А древние греки считали, что Зевс как Огнедержец является Богом всех богов и людей.

В своих многочисленных работах Мирча Элиаде рассматривает в мифологии три космогонических мифа:

- 1) миф о сотворении мира;
- 2) миф о происхождении мира;
- 3) миф о времени гетерономном: профанное и священное время.

При этом Мирча Элиаде подчеркивает и акцентирует свое внимание на проблеме ценности и смысла мифов архаичных людей.

Чтобы действовать и быть, архаичные люди в ритуалах, обрядах, церемониях, танцах, песнопениях все освящали, придавая своим действиям и формам поведения смысл, значимость и ценность: смысл, значимость и ценность есть продукты архаичного человека, погруженного в свой культурный контекст.

Миф — наш мир, в котором мы живем и знаем: он один для всего человечества. В этом мире множество типов культуры: в едином нашем мире множество самых различных, а иногда просто несовместимых типов культуры. Но несмотря на различие социально-экономических структур и типов культуры, у всех народов, этносов духовное единство: дух у народов един. Он проявляется и в их мифологическом сознании и мышлении: самые разные народы, стоящие на самых различных социокультурных уровнях (архаичном, традиционном и развитом), имели и выработали какие-то единые по духу мифы.

Таковыми мифами являлись мифы космогонического сотворения мира и о происхождении мира, а в основе этих универсальных космогонических мифов лежала одна и та же идея гетерономного времени: космологический миф о сотворении мира и космологический миф о происхождении мира — это мифы, которые совершаются и происходят во времени.

А время в мифологии — гетерономное понятие, а не гомогенное: гетерономность времени в мифе — это абсолютно четкое и недвусмысленное различие времени священного от времени профанного, мирского.

Священное время — сакральное время, время как литургическое есть неизменное и вечное: священное время как литургическое — время нетекущее и нетлеющее. Это есть время бессмертия души и ее свободы: оно есть райское время благоденствия и изобилия. Священное время — время, в котором не действуют ни закон причинности, ни закон кармы, и потому в нем отсутствует закон разрушения всего и смерти: священное время есть время, в котором отсутствует эсхатологичность профанного мирского времени.

Профанное мирское время — эсхатологичное время, обладающее началом и концом всякого и любого существования: профанное время есть время всякого и любого существования.

Существование мирское в онтофании есть профанное существование: профанное существование есть существование эсхатологичное, т. е. само существование эсхатологически временное. Всякое существование по своей сущности эсхатологически временное: как эсхатологически временное само по себе существование имеет начало своей бытийности и имеет конец собственной бытийности.

Таким образом, само мирское существование в онтофании как проявлении бытийности — профанное время, обладающее эсхатологическим концом. Следовательно, мирское существование в онтофании как сфере проявления бытийности — сфера действия закона непрерывного разрушения и разложения, закона непрерывного превращения бытийного существования в небытийное: онтофания, следовательно, есть сфера непрерывного проявления бытия и его превращения в небытие.

Онтофания — сфера постоянного превращения порядка как упорядоченного бытия в хаос как беспорядок: начало сотворения богом мира — порядок, который непрерывно и постоянно разрушается и разлагается в хаос, в беспорядок, т. е. небытие.

Именно этот хаос (беспорядок), приводящий людей к неизбежному концу, смерти, больше всего страшит человека мифического, людей как архаичных, так и традиционных обществ. А разве современного человека не этот хаос, небытие, смерть беспокоит? При этом совершенно очевидно, что чем дальше длится время от начала

творения мира, тем больше порядок подвигается к разрушению и беспорядку, превращаясь в хаос: течение времени ведет к хаосу.

Иерофания и теофания — сферы упорядоченности: священное время, присущее этим сферам — упорядоченное время. Именно как упорядоченные сферы иерофания и теофания являются сферами бессмертия и свободы души, благоденствия и райского изобилия, и как таковые они, т. е. иерофания как проявление священного, сакрального и теофания как проявление бога и божественного деяния, являются для мифического человека идеальными символическими образцами, моделями, парадигмами всех видов человеческой жизни, действия и поведения.

Именно поэтому мифический человек осуществляет в своих ритуалах, ритуальных церемониях, обрядах, инициации, танцах, песнопениях и т. д., одним словом, во всех своих ритуальных манифестациях, «возврат к прошлому»: это постоянное возвращение мифического человека в своих символических и мистических действиях к прошлому есть его стремление все освящать священным смыслом, значимостью и ценностью: чтобы действовать и быть, он должен все освящать священным смыслом, значимостью и ценностью.

Для мифического человека только и только священное, сакральное может быть образцом, парадигмой всех видов и форм человеческого существования, действия, жизни и поведения: а для деяния и чтобы быть лучше, чем он есть, нужны мифическому человеку образцы, парадигмы, модели идеальные.

Таким образом, космогонические мифы о сотворении и о происхождении мира более ценностные модели, чем истинно-познавательные.

Если говорить о познавательном значении их, т. е. космогонических моделей, то они являются моделями скорее всегда самопознания мифического человека, чем познания и исследования Космоса как упорядоченной системной целостности.

Безусловно, архаичный человек интуитивно чувствовал, видел и слышал, что в мире мирском есть какая-то повторяемость, цикличность, ритмичность, т. е. устойчивость бытия вещей в мире. Эта устойчивость и повторяемость бытия в космогонии служат твердым основанием веры мифического человека в свое существование. Однако это эмоционально-чувственное восприятие мира служило основанием их оценки жизни и жизнедеятельности: эта оценка им придавала более ценностный смысл их жизни, чем познавательно-истинный.

Мы хотим сказать, что космогонические мифы о сотворении и происхождении мира более ценностно-смысловые и ориентационно-ценностные модели для подражания, чем познавательные.

Безусловно, космогонические мифы о сотворении и происхождении мира есть и познавательно-ценностные модели (устойчивость бытия вещей в мире, их повторяемость, цикличность и ритмичность), однако на первом плане, когда люди архаичных обществ строили и создавали эти мифы, стоял вопрос о ценностном смысле и ценностно-ориентационной их значимости.

Это проблема самопознания, самодостаточности, самооценности, самоцели человека архаичных обществ.

§1. Галактики

Через 2-3 миллиарда лет после Большого взрыва появляются галактики, а в них происходит звездообразование: галактики объединяются в группы и скопления, а скопления составляют сверхскопление, в состав которого входят сотни тысяч галактик.

Следовательно, расширение Вселенной представляет собой постоянное и непрерывное усложнение самоорганизации материи во Вселенной: суть этого расширения Вселенной в непрерывном усложнении, в переходе в результате самоорганизации материи от элементарного, простого к сложному, а от сложного — к суперсложному. Вселенная — суперсложная суперсистема, которая проявляется в космосфере, биосфере и социосфере (ноосфере): венцом ее творения является ноосфера (сфера социумного разума, т. е. коллективного, всечеловеческого разума). Итак, расширение Вселенной есть:

- 1) ее единство;
- 2) ее многообразие;
- 3) ее усложнение.

Рожденная Вселенная в первые миллиардные доли секунды после Большого взрыва была бесчастичной Вселенной: самая ранняя Вселенная, родившаяся в первые миллиардные доли секунды после Большого взрыва, была бесчастичной и, следовательно, безвещественной. Частицы рождаются позже, когда только что родившаяся Вселенная похолодала: только при резком, т. е. катастрофическом, понижении температуры и похолодании структурировалась Вселенная как частичная, а вещественной структурой она становится лишь через 1000 лет после Большого взрыва, тогда, когда появляются атомы как настоящее и подлинное вещество, а из них молекулы.

Нам важно подчеркнуть, что Вселенная, только что родившаяся сразу после Большого взрыва, когда она находилась в термодинамическом равновесии в миллиарды миллиардов миллиардов градусов, была бесчастичной и невещественной: при такой супергорячей Вселенной исключен сам процесс структурирования. Структурирование материи может происходить и, действительно, происходит тогда, когда супергорячая Вселенная станет «теплой»: в «теплой кухне» становится возможным изготовление таких изысканных блюд, как энергоемкие элементарные частицы и их суперпартнеры (фермионы и бозоны).

Вторым фундаментальным условием для частичного структурирования Вселенной, кроме резкого понижения температуры и охлаждения, является катастрофическое понижение гиперплотности материи.

Если первоначально Большого взрыва признать особое состояние сингулярности как бесконечность плотности материи и искривленности пространства-времени, то в этом первоначале сингулярности абсолютно исключено образование каких бы то ни было частиц: при бесконечной плотности материи и искривленности пространства-времени исключены всякие физические процессы структурирования материи. Поэтому необходим Большой взрыв, в результате которого гиперплотность материи становится катастрофически разреженной, а бесконечная искривленность пространства-времени катастрофически раскручивается, разматывается, одним словом, прежде всего должно расширяться бесконечно искривленное внутри пространство-время, т. е. свернутое, закрученное внутрь, компактифицированное: без растягивания, раскручивания и разматывания бесконечно искривленного пространства-времени внутрь, т. е. компактифицированного пространства-времени, абсолютно немислимо расширение Вселенной как катастрофическое похолодание и катастрофическое разрежение гиперплотности материи. Для того чтобы супергорячая и гиперплотная Вселенная стала расширяться, необходимо растягивание и раскручивание бесконечно искривленного пространства-времени внутрь в сингулярности: расширение Вселенной есть прежде всего растягивание

искривленного внутрь пространства-времени в сингулярности. Только Большой взрыв как катастрофа способен к растягиванию бесконечно искривленного внутрь пространства-времени.

Итак, расширение Вселенной как следствие Большого взрыва включает в себя:

- 1) похолодание ее;
- 2) разрежение гиперплотной материи;
- 3) растягивание искривленного внутрь пространства-времени.

Только при этих условиях расширения Вселенной стало возможным становление частичной и вещественной Вселенной: такая Вселенная еще была без звезд, галактик, скоплений их и сверхскоплений, которые образуются только через 2-3 миллиарда лет после Большого взрыва. Значит, наша Вселенная почти в течение 2-3 миллиардов лет после Большого взрыва «жила» без звездного мира, без галактик и закона Э. Хаббла, скоплений и сверхскоплений.

Этот крупномасштабный космический мир во Вселенной появился только через 2—3 миллиарда лет после Большого взрыва. Следовательно, действительно, наша Вселенная — ставшая суперсистема в своей исторической эволюции, начиная с супергорячего состояния ее через «теплое» к холодному: только в «холодной» кухне начинается настоящее изготовление вещественных блюд, таких как атомы и молекулы, без которых немислимы ни звездообразование, ни галактикоформирование и, следовательно, ни скопления галактик, ни сверхскопления.

На самом деле галактики начали формироваться через 2-3 миллиарда лет после Большого взрыва из газопылевых (т. е. молекулярных) облаков, которые под воздействием силы гравитационного притяжения начали накаляться и распадаться на сотни миллиардов газовых шаров, которые, в свою очередь, под воздействием мощной силы тяготения накаляются докрасна, и в их недрах поднимается температура 10 000 градусов и более, что явилось условием начала термоядерных реакций превращения водорода в гелий: с этого момента газовые шары загораются и становятся звездами. Каждая галактика включает в свой состав от 100 до 200 миллиардов звезд: последние являются основными структурными компонентами галактики.

Но, как мы уже писали, галактики бывают эллиптические, спиральные, линзоподобные, неправильные, карликовые и т. д.: эллиптические галактики — самые старые, в которых почти не происходят процессы звездообразования, но зато они содержат огромные гало, которые вообще не светятся и не излучают никаких электромагнитных излучений. Поэтому, как предполагают ученые-специалисты, эти огромные гало представляют собой мощную концентрацию «темной материи»: в отдельных случаях концентрация «темной», «невидимой», «скрытой» материи в эллиптических галактиках достигает огромных размеров и составляет почти 95 % всей массы галактики. Следовательно, в эллиптических галактиках «видимая», «светящаяся» материя составляет всего 5 %.

Спиральные галактики — относительно молодые, в которых происходят интенсивные процессы звездообразования, поэтому в них соотношение барионической (т. е. «светящейся», «видимой») материи и антибарионической (т. е. «темной», «невидимой») материи составляет соответственно приблизительно 50 на 50 %. Значит, в спиральных галактиках процессы звездообразования будут продолжаться еще много миллионов и миллиардов лет: наша галактика Млечный Путь относится к спиральным галактикам, где происходит рождение молодых звезд. Наша звезда Солнце, от которой зависит сама жизнь на Земле и, следовательно, мы, люди, — относительно

молодая звезда, возраст которой не более 10 миллиардов лет: ей предстоит продолжить свою «жизнь» еще примерно на 10 миллиардов лет. Чем массивнее звезда, тем в ее недрах быстрее протекают термоядерные реакции и тем самым короче срок ее жизни: наша звезда Солнце, которая дает нам все необходимое для жизни на Земле, относится по своей массе к средней звезде.

Можно условно считать, что из 10 галактик:

- 1) эллиптические — 3;
- 2) спиральные — 6;
- 3) остальные — 1.

Из этого можно сделать вывод о том, что основная материя (т. е. масса и, следовательно, энергия) содержится в эллиптических и спиральных галактиках: концентрация массы в них составляет более 90 %, а остальная часть материи содержится в линзоподобных, неправильных и карликовых галактиках.

При этом большая часть «темной материи» содержится в эллиптических и спиральных галактиках: 95 % массы в эллиптических галактиках составляет «темная материя», а в спиральных галактиках — 50 %. Но спиральных галактик в два раза больше, чем эллиптических. Следовательно, как отмечает профессор МГУ И. М. Капитонов в своей книге «Введение в физику ядра и частиц», «темная материя» абсолютно преобладает над «видимой материей», т. е. антибарионическая материя над барионической, в соотношении 95 % на 5 %.

Это одна сторона проблемы соотношения барионической и антибарионической материи: она есть количественное соотношение их. Но есть вторая, качественная, сторона, которая заключается в том, какая материя быстрее «сгорит», а какая останется вечно? Иными словами, какая материя быстрее «изнашивается» и «сгорает» — барионическая или антибарионическая? Ответ ясен и однозначен: быстрее «сгорает» барионическая материя (мы видели, что в черных дырах вся барионическая материя «сгорает» под воздействием антибарионического (т. е. гравитационного) коллапса). Мало того, все неоднородности барионической материи под горизонтом событий в черных дырах сглаживаются, исчезают и превращаются в одну гравитационную массу, т. е. «темную материю»: барионическая материя «сгорает» и превращается в антибарионическую, т. е. в «темную», «невидимую», «скрытую» материю.

Вообще в этой связи следует дать небольшое и краткое разъяснение о черной дыре и об информации о ней. Совершенно справедливо утверждение о том, что сила коллапса как катастрофического гравитационного сжатия в черных дырах настолько сильна, что даже свет не может вырваться из нее: если свет не может вырваться из нее, то ничто не может вырваться из нее, поэтому мы не можем получить информацию (никакую) о черной дыре.

Во-первых, мы должны четко и ясно представить различие между звездой и черной дырой: звезда — это система, когда в ее недрах происходят термоядерные реакции превращения водорода в гелий и т. д. Звезда — это система, которая сохраняется до тех пор, пока работает ядерный котел, и когда этот ядерный котел перестает работать вследствие исчерпания ядерного топлива, звезда перестает быть звездой: она подвергается воздействию мощной силы гравитационного сжатия, т. е. коллапса, и в результате этого звезда превращается в черную дыру: черная дыра — это не звезда, а ее «труп».

Как в трупе человека исчезают все симптомы и атрибуты самого человека как живого и разумного существа, так и в трупе звезды исчезают и ликвидируются все

свойства и характеристики звезды коллапсом как гравитационной силой чудовищного сжатия: в черной дыре как трупe звезды уничтожена и ликвидирована вся информация о звезде коллапсом. В этом состоит суть правила Прайса, согласно которому происходит «сглаживание неоднородностей».

Если мы в черную дыру будем бросать одну тонну камней, одну тонну бриллиантов, одну тонну спирта, одну тонну перца и однотонного слона, то в результате коллапса мы не обнаружим ничего (ни камней, ни бриллиантов, ни спирта, ни перца, ни слоновьих костей), кроме массы 5 тонн (ни запаха, ни горечи и т. д.). В сингулярности в черных дырах ничего нет, кроме гравитационной массы: одна масса и ничего другого.

Рис. 3.1



В сингулярности в черных дырах не содержится ничего и абсолютно ничего, кроме гравитационной массы бесконечной плотности: все свойства и качества звезды в черной дыре как ее трупe ликвидированы и уничтожены коллапсом. Поэтому мы никогда не получим из черной дыры никакую информацию о звезде: можно получить только и только информацию о черных дырах, если они будут испарять (истекать) частицы (С. Хокинг).

Галактика состоит из короны, гало-балджа и диска (рис. 3.1).

В короне галактики содержится «невидимая», «темная» материя, превосходящая в 10 раз суммарную массу всей «видимой» материи.

Галактики образовались через 2-3 миллиарда лет после рождения Вселенной в результате Большого взрыва. Эволюцию Вселенной после Большого взрыва можно условно делить на три периода:

1. Это — период радиационно-доминантной фазы, когда происходит отделение вещества и излучения, частиц и античастиц и релятивистские частицы-античастицы становятся нерелятивистскими, и соответственно появление сил взаимодействий, связывающих эти частицы и античастицы между собой в процессах взаимодействий.
2. Второй этап, очень важный и существенный в целом в структурообразовании Вселенной, — это вещественно-доминантная фаза образования атомов и молекул, прежде всего водорода и гелия как основных и главных действующих лиц в крупномасштабном структурообразовании Вселенной — звезд, галактик, скоплений их и сверхскоплений.
3. Галактико-доминантная фаза, когда происходит формирование крупнотруктурных космических образований во Вселенной: сначала образуются большие, а затем маленькие. Сначала через 2—3 миллиарда лет после рождения Вселенной образуются галактики, а затем звезды, составляющие основные структурные компоненты галактик.

Элементы галактик представляют собой газовые облака, состоящие из водорода и гелия — химических элементов, образовавшихся в первые три минуты после рождения Вселенной, как отмечает известный вьетнамо-американский астрофизик Тринх Ксуан Тхуан в своей книге «Вселенная».

Под воздействием силы гравитации эти газовые облака распадаются на газовые шары: при распаде газовых облаков на сотни миллиардов газовых шаров в этих шарах происходит образование высоких температур до нескольких десятков и сотен миллионов градусов, что создает условия для термоядерных реакций превращения водорода в гелий: газовые шары загораются и становятся звездами.

Значит, сначала галактики представляют собой мозаику газовых облаков, которые под действием силы тяготения раскалываются и раздробляются на сотни миллиардов газовых шаров, в недрах которых загораются ядерные костры, вызывающие термоядерные реакции превращения водорода в гелий: ядерные костры превращают газовую пыль в звезду как систему равновесия между силой давления, вызванной термоядерными процессами превращения водорода в гелий, и силой гравитационного сжатия собственной массы звезды.

С точки зрения философии интересно то обстоятельство, что природа действует не по законам линейности, а по законам нелинейности: линейность есть предельный (т. е. частный) случай нелинейности: вся природа во Вселенной нелинейна, а линейность — просто идеализация как абстрагирование от некоторых случайностей, отклонений некоторых параметров от заданных. Во Вселенной при исследовании крупномасштабных космических объектов (звезды, галактики, скопления их и сверхскопления — ниже мы более подробно рассмотрим нелинейность их бытия) показывается, что тишина, покой и равномерность, которые мы наблюдаем в нашей обыденной жизни, наблюдая небесный свод и созерцая ночью звездный мир, обманчивая видимость: они есть иллюзии. За тишиной, покоем и равномерностью скрывается неистовая природа Вселенной: Вселенная по существу нелинейна, бифуркация и ее эволюция катастрофичны во всех формах проявления ее нелинейной сущности. Как мы видели, образование белых карликов, пульсаров (нейтронных звезд) и черных дыр — все эти процессы катастрофичны (внезапны, случайны, мгновенны, непредсказуемы и т. д.). Через призму этих катастрофических процессов, их буйство, ярость и неистовство наука устанавливает законы как упорядоченные структуры, которые инвариантно сохраняются: в хаосе турбулентных процессов научное мышление фиксирует симметрию законов природы и тем самым на основе этих познанных инвариантных законов объясняет хаос катастрофических процессов. В этом состоит задача и цель научного познания: в хаосе увидеть упорядоченную регулярность и организованность. Хаос не только беспорядок, но и устойчивый порядок.

Сами галактики как целостные системы на первый взгляд относительно устойчивы, равномерны, стабильны, а на самом деле в недрах галактик происходят неистовые и бурные катастрофические процессы гибели одних звезд и рождения новых, других молодых звезд: в ядрах галактик существуют квазары, яркость каждого из которых превышает яркость целой галактики. Ученые считают, что источником энергии квазаров являются черные дыры.

Галактики не находятся в изоляции друг от друга: они входят в группы и скопления, в которых сталкиваются между собой, сдирая с внешних оболочек звезды; большие «пожирают» маленькие галактики и тем самым они занимаются «каннибализмом»; две галактики могут столкнуться и образуется новая, большая по размеру галактика.

Поэтому неистовая Вселенная нелинейна: ее эволюция характеризуется бифуркационными и катастрофическими изменениями и переходами.

Поэтому современное философское мышление в аутентичности с научным мышлением должно быть нелинейным мышлением, постоянно переходящим от равновесного подхода к неравновесному, от устойчивой системы к неустойчивости, от устойчивости рассмотрения исследуемых явлений к бифуркационному и катастрофическому подходу к явлениям, событиям, процессам, происходящим в глубинных недрах неистовой Вселенной, чтобы в хаосе установить порядок.

Таким образом, наша, нами созерцаемая Вселенная при виде ночного небосвода представляется как будто неизменной и статической, а на самом деле в ее звездно-галактическом мире происходят гигантские катастрофы, в результате которых катастрофически разрушаются не только звезды, но целые галактики при их столкновениях с огромными скоростями в сотни тысяч км/с. Однако эта грандиозная нелинейность нашей Вселенной не означает и не может означать, что эти грандиозные катастрофические процессы показывают абсолютную хаотическую природу нашей Вселенной. Именно поэтому требуется новое понимание самой природы и сущности хаоса, хаотизации и хаотичности: хаос — не только беспорядок, но и порядок. В самом хаосе содержится в тайниках высокоупорядоченная структура — странный аттрактор: этот аттрактор Э. Лоренца как точка притяжения — начало упорядоченности и организованности. Мало того, в основе упорядоченных структур всегда лежит и пребывает хаос: в самом хаосе беспорядочные хаотические процессы упорядочиваются и самоорганизуются. Поэтому сущность хаоса состоит и в деструктивной, и в конструктивной функции. Задача науки состоит в том, чтобы понять созидательную функцию хаоса, чтобы объяснить его деструктивную функцию.

Таким образом, звездно-галактический мир на первый взгляд кажется царством тишины, равномерности и статичности, а на самом деле не только звезды, но и галактики в своей бытийности катастрофичны: они движутся с огромными скоростями, приближающимися к скорости света — с, и сталкиваются между собой, в результате чего катастрофически разрушаются, образуя новые галактики.

Однако это буйство, ярость, неистовство бытия галактик нельзя представить исключительно как катастрофические, деструктивные процессы. На самом деле катастрофа не только разрушительный процесс — деструктивный, но и конструктивный, созидательный процесс. Поэтому катастрофа есть противоречивый процесс диверсификации и инновации: диверсификация — распад целого на отдельные части, а инновация — созидание нового из этих частей.

§2. Нелинейность эволюции Вселенной

Мы уже отметили, что та тишина, тот покой и равномерность, которые воспринимаются нами при видении и созерцании ночного небесного мира, мерцании звезд, смены зимы и лета и т. д. — все это одна видимость нашего обыденного созерцания и чувственного восприятия, основанных на повседневном житейском опыте жизни землян: обыденное видение с помощью чувственного восприятия дает нам видимую и иллюзорную картину небесного свода.

Революционный прорыв в этом видении звездного мира сделал, безусловно, Галилео Галилей, который им же изобретенный телескоп направил на познание Солнечной системы и ее планет: планеты Солнечной системы оказались такими же, как

Земля, изрезанная вулканическими извержениями — горами и горными хребтами, впадинами и глубокими каньонами, покрытыми толстыми слоями пыли и каменистым покровом и т. д. Галилей как ярый сторонник коперниканской революции совершил поистине величайший подвиг после Н. Коперника, который в своей гелиоцентрической концепции низвел нашу Землю до положения рядовой планеты и тем самым осуществил идентификацию всех планет в Солнечной системе. Это было огромным и сокрушительным ударом по библейскому мифу о божественном происхождении и выделенности Земли как обиталища человека.

Великая заслуга Галилея заключается в развенчании аристотелевского взгляда на небесный мир: для Аристотеля звездный мир есть абсолютной идеальный и неизменный мир. Именно этот двухтысячелетний догмат Аристотеля сокрушил Галилей в своей концепции идентификации всех небесных тел в Солнечной системе с планетными свойствами Земли.

Таким образом, гелиоцентризм Н. Коперника и Г. Галилея сменил геоцентризм: в античном мире люди считали, что Земля является центром Вселенной, а после господства средневековья в новое время, после коперниканской революции центром Вселенной стало Солнце. А для Ньютона центром Вселенной стала наша галактика — Млечный Путь. Поэтому заслуга Ньютона состоит в идентификации всех звезд в нашей галактике Млечного Пути с нашим Солнцем. Для Ньютона вся Вселенная ограничена Млечным Путем как безграничным в пространстве и во времени. Сейчас нам хорошо известно, что наша галактика Млечный Путь состоит из ста миллиардов звезд типа нашего Солнца: все звезды в Млечном Пути являются солнцами типа нашего Солнца.

Для Ньютона Млечный Путь — вся Вселенная в целом: она безгранична и целостна. Вселенная Ньютона — статическая Вселенная в целом. Она в целом неподвижна и не расширяется, хотя ее внутренние структурные компоненты — звезды, — связанные между собой силой гравитационного притяжения, взаимно перемещаются относительно друг друга и центра массы галактического ядра.

Следовательно, историческое движение человеческого воззрения на строение и структуру Вселенной предстает перед нами как постоянная смена одного миропонимания другим, новым, радикально отличающимся от предыдущего: геоцентризм Аристотеля сменяет коперниканский гелиоцентризм. А ньютонова Вселенная представляет собой галактикоцентризм, т. е. Млечный Путь — вся статическая и неподвижная Вселенная: она однородна и изотропна. Именно поэтому Ньютону удалось сформулировать великие законы сохранения импульса и момента количества движения, а также закон сохранения энергии как выражение однородности времени.

Следовательно, сначала Земля наша представлялась центром Вселенной, а затем Солнце стало в новое время центром Вселенной. Наша галактика Млечный Путь у Ньютона стала всей статической и неподвижной Вселенной, где все звезды были идентифицированы, в том числе и наше Солнце как рядовая звезда наряду с бесчисленным множеством солнц типа нашей звезды: у Ньютона наша звезда Солнце перестала выступать в качестве центра Вселенной. Впервые в истории человеческого воззрения на Вселенную у Ньютона Вселенная стала без центра: все есть центр и ничто не является центром во Вселенной. У Ньютона Вселенная как Млечный Путь лишилась центра. Она во всех точках пространства однородна и во всех направлениях изотропна и симметрична во все моменты времени.

По современным представлениям о Млечном Пути, наше Солнце, которое находилось в центре Вселенной Н. Коперника, не находится даже в центре Млечного Пу-

ти, а находится на самом краю Млечного Пути в спиральных его рукавах на расстоянии 90 000 световых лет от центра масс галактического ядра.

Дальнейший подлинно революционный переворот в нашем представлении о Вселенной совершил американский космолог, замечательный экспериментатор наблюдательной космологии, великий Эдвин Хаббл, который радикально расширил наше представление о Вселенной: вне нашей галактики он обнаружил другую галактику Андромеду, находящуюся на расстоянии от нашего Млечного Пути 23 000 000 световых лет: Андромеда стала близнецом-соседкой Млечного Пути. А затем с 1923 по 1929 гг. Э. Хабблом были открыты и сфотографированы десятки и сотни других галактик в расширяющейся Вселенной: Э. Хабблом были идентифицированы все им обнаруженные и открытые галактики.

Галактики представляют собой целостные структурные образования, состоящие из ста миллиардов и более звезд типа нашего Солнца. Если Ньютон сосредотачивает свое внимание на идентификации звезд внутри Млечного Пути, то Э. Хаббл свое внимание направляет на идентификацию им же открытых и обнаруженных галактик во Вселенной: результатом этой идентификации галактик явилось установление всеобщего закона удаления галактик друг от друга. Скорость удаления галактик друг от друга пропорциональна расстоянию от нас: чем дальше находятся от нас галактики, тем быстрее они удаляются. Если галактики от нас находятся в два раза дальше, то они с удвоенной скоростью удаляются от нас, а если же они находятся в три раза дальше от нас, то разбегаются они с утроенной скоростью. Так, Э. Хаббл экспериментально обосновывает теорию советского физика и математика А. А. Фридмана о расширяющейся Вселенной, которая лежит в основе всей современной космологии и заменила статическую Вселенную А. Эйнштейна: неподвижная, неизменная и статическая Вселенная Эйнштейна стала после А. А. Фридмана и Э. Хаббла динамической и эволюционирующей Вселенной. Но эта Вселенная А. А. Фридмана и Э. Хаббла не является линейно-плоско-эволюционной системой, развивающейся монотонно и непрерывно, плавно, без скачков и прямолинейно, а представляет собой нелинейную суперсистему, развивающуюся путем бифуркации и катастрофы, через хаос и порядок, путем скачкообразного и взрывного перехода от устойчивости, равновесного состояния к неравновесному: в симметричной в целом Вселенной ее эволюция происходит через катастрофы и катаклизмы в недрах звезд, галактик, их скоплений и сверхскоплений — как скоплений скоплений и т. д. Вселенная есть нелинейная суперсистема, полная неожиданностей, случайностей, хаотизации, турбулентности, аттракторов (странных и фрактальных) и т. д. Наша Вселенная в философском видении космологического времени — «Ниагарский водопад».

Поэтому задача и цель науки и научного познания заключаются в том, чтобы через эти катастрофы и катаклизмы бытия галактик увидеть и установить внутренние их законы развития.

Таким образом, наши представления о Вселенной в ходе исторического развития изменились от статического миропонимания к динамическому: статическая Вселенная Коперника—Ньютона—Эйнштейна в работах А.А.Фридмана (1922-1924 гг.) и Э. Хаббла (1923-1929 гг.) стала динамической, т. е. эволюционирующей Вселенной.

Революционные достижения второй половины XX века в области современной космологии, физики и астрофизики элементарных частиц заставляют и нас, философов-методологов науки, по-новому взглянуть на сам динамический процесс эволюционирующей Вселенной: самым впечатляющим событием последних десятилетий

ушедшего двадцатого столетия является замечательное «бракосочетание» космологии, физики и астрофизики элементарных частиц. На сегодняшний день совершенно невозможно представить и немислимы понимание и решение проблем современной космологии без физики частиц и астрофизики элементарных частиц и, наоборот, проблем физики частиц и астрофизики элементарных частиц без ясного представления и понимания фундаментальных проблем современной космологии и их решения. Можно в этой связи привести только два факта:

1. Фундаментальные проблемы физики элементарных частиц, их происхождения и рождения могут быть поняты и решены в контексте теории Большого взрыва Г. Гамова и, наоборот, теория Большого взрыва наполняется конкретным физическим содержанием в свете решения проблем физики частиц и астрофизики элементарных частиц.
2. Проблемы черных дыр могут быть поняты и решены только в великолепном и синхронном содружестве космологии, физики и астрофизики элементарных частиц: такое содружество предполагает настоятельную необходимость создания новой теории квантовой гравитации. Эта теория должна быть единой теорией барионической и антибарионической материи, их взаимопереходимости и взаимопорождаемости.

В свете впечатляющих достижений в области современной космологии, физики частиц и астрофизики элементарных частиц за последние десятилетия прошлого столетия необходимо уточнить в философском аспекте понятие эволюции Вселенной: эволюция Вселенной предстает перед нами не в линейном, безмятежном и монотонном расширении Вселенной, а в глубинных пластах и недрах звезд, галактик, скоплений их и сверхскоплений происходит неистовое буйство материи, связанное с бифуркационными и катастрофическими процессами активности материи, не увиденными в первой половине XX века: современное представление об эволюции Вселенной связано с переходом от линейности к нелинейности крупномасштабных космических объектов, их динамических процессов. Поэтому современное представление об эволюции Вселенной по своей глубинной сути — нелинейное расширение Вселенной, связанное нелинейными процессами бифуркации и катастрофы: рассмотрение и исследование крупномасштабных космических объектов — звезд, галактик, скоплений их и сверхскоплений — показывают, что их бытие при космологическом временном измерении предстает перед нами как нелинейное эволюционное развитие, связанное с катастрофическими изменениями самой природы этих вещей.

Наглядными примерами нелинейности самой природы вещей служат квазары, яркость которых превышает яркость нашего Солнца в 100 000 000 000 (сто миллиардов) раз. Но самое удивительное и поразительное заключается в том, что такое чудовищно колоссальное количество энергии источают квазары из области меньшей, чем область Солнечной системы. Пока специалистами окончательно не установлен источник такого суперколоссального количества энергии. Предположение их состоит в том, что источником энергии излучения квазаров является вещество, подвергнутое коллапсу черных дыр; или возьмем мини-черные дыры, рожденные сразу в первые доли секунды после Большого взрыва: эти мини-черные дыры при радиусе, равном радиусу протона — 10^{-13} см, обладают плотностью материи в миллиарды тонн. Такая мини-черная дыра при использовании ее энергии может заменить более 20 крупных атомных электростанций.

Коллапс как гравитационная сила катастрофического сжатия может и нашу планету Земля коллапсировать до размера в 18 мм: такая плотность материи эквивалентна плотности материи в сингулярности черных дыр.

А разве Большой взрыв — это линейность? Большой взрыв — нелинейный процесс бифуркации и катастрофы.

Настоящая революция нелинейного мышления в области современной космологии и физики элементарных частиц связана с именем Георгия Гамова — русско-американского ученого, автора теории Большого взрыва (1948 г.). Именно он положил основу нелинейного подхода к эволюционной теории Вселенной А. А. Фридмана и Э. Хаббла: Большой взрыв — это катастрофический взрыв горячей Вселенной Гамова: Большой взрыв, с одной стороны, — катастрофически взрывает горячую и сверхплотную Вселенную, а с другой, он — катастрофическое рождение нашей Вселенной как рождение элементарных частиц, атомов и молекул, звезд и галактик и т. д.

После гамовской теории Большого взрыва в космологии наступает некоторое затишье, которое продолжается до начала 60-х годов XX столетия: в этот период происходит нелинейная революция научного мышления в другой области физики элементарных частиц. Самыми замечательными достижениями этого периода являются построение КХД, объединение трех типов взаимодействий в стандартной модели физики элементарных частиц — $SU_{(5)} \supset SU_{(3)} \otimes SU_{(2)} \otimes U_1$

Однако в области космологии «затишье» нарушается в самом начале 60-х годов XX столетия в связи с экспериментальным обнаружением «белых карликов» (1962 г.), квазаров (1964 г.) и пульсаров как нейтронных звезд (1967 г.).

Белые карлики как умершие звезды были предсказаны теоретически выдающимся индийским ученым С. Чандрасекаром в 1930 г., а пульсары как нейтронные звезды были теоретически предсказаны советским физиком Л. Ландау в 1934 г.: и белые карлики, и пульсары интересны как катастрофически коллапсированные умершие звезды.

Эволюция этих звезд, т. е. их судьба, интересна как нелинейная судьба: она катастрофична. Огромные звезды, радиусы которых миллионы километров, за считанные минуты (или секунды) превращаются в белые карлики в 10 000 км, а пульсары — в 10 км (одна чайная ложка вещества пульсара весит миллиарды тонн; эта плотность материи эквивалентна сжатой массе ста Эйфелевых башен).

Современное философское мышление также должно быть нелинейным: в черных дырах в сингулярности и пространство-время становится бесконечным (об этом мы достаточно писали, поэтому нет необходимости повторять).

Почему современная философия должна быть нелинейной?

- Во-первых, основная необходимость нелинейности философии заключается в нелинейной сущности и характере великой триады материи и пространства-времени, т. е. в их сингулярном бытии: сингулярное их бытие состоит в их существовании в коллапсированном, реколлапсированном и антиколлапсированном состоянии.
- Во-вторых, необходимость нелинейной философии заключается в бифуркационно-катастрофическом характере и сущности рождения, становления и эволюции Вселенной: Вселенная временна, а материя бессмертна.
- В-третьих, самоорганизация материи и пространства-времени в микроструктуры и макроскопические космические объекты происходит в результате и путем смены хаоса и порядка, турбулентности и упорядоченности, диссипации и диссипа-

тивных структур, хаотизации и аттракторов (странных и фрактальных): роль случайности в самоорганизации структур во Вселенной фундаментальна.

- В-четвертых, необходимость нелинейной философии заключается в том, что микро- и макроскопические объекты подчиняются универсальному и фундаментальному гиперболическому закону как взрывному росту или уменьшению их: Великое превращается в малое, а малое становится Великим.
- В-пятых, необходимость нелинейной философии заключается в признании Мега-Вселенной, содержащей мульти-вселенные: не одна наша Вселенная во всем мироздании, а бесконечное множество мульти-вселенных в Мега-Вселенной, одни из которых рождаются в результате Большого взрыва, другие — существуют, а третьи — умирают, а материя и пространство-время в свернутом, компактифицированном виде самосохраняются: материя бессмертна и Мега-Вселенная также бессмертна. Временны мульти-вселенные.
- В-шестых, современная философия должна исходить и основываться не на признании концепции одной нашей Вселенной во всем мироздании, а множественности мульти-вселенных в Мега-Вселенной как целокупном мироздании: только исходя из хаотической космологии Андрея Линде могут быть решены фундаментальные проблемы миропонимания, которые в настоящее время находятся в тупиковой ситуации.

Нелинейная философия

Бифуркация — одно из центральных понятий быстро развивающейся нелинейной динамики: оно связано с такими ее понятиями, как катастрофа, симметрия, спонтанное нарушение симметрии, неустойчивость, многоканальность ее временной эволюции и т. д. Особенно важны бифуркация и катастрофа при исследовании и осмыслении тех грандиозных космологических процессов, которые происходят в галактиках на фоне как будто спокойного и равномерного ночного звездного небосвода: самыми существенными характеристиками эволюции звезд в галактиках являются катастрофические их изменения и превращения (вспомним о белых карликах, пульсарах, не говоря о черных дырах, катастрофических взрывах новых и сверхновых и т. д.).

О чем все эти космологические процессы говорят? Они говорят о нелинейной природе и характере их развития и эволюции в масштабе космологического времени: временная их космологическая эволюция катастрофична.

В философском исследовании фундаментальных космологических проблем рождения, становления и эволюции крупномасштабных космологических объектов Вселенной возникла настоятельная необходимость радикального пересмотра традиционных философских понятий, категориального аппарата, принципов, выступающих в качестве мировоззренческих, методологических и гносеологических норм и ценностей: линейная философия должна быть заменена нелинейной философией точно так же, как в физике элементарных частиц на самых ее передовых современных позициях эпоха частичной философии, существующая со времен Демокрита, должна рано или поздно быть заменена новой эрой бесчастичной философии.

Нелинейная философия не должна быть феноменологическим описанием основных понятий нелинейной динамики и ее, безусловно, бесспорных достижений за последние десятилетия прошлого XX века: нелинейная философия должна разработать

собственный категориальный аппарат на основе глубокого философского осмысления этих бесспорных достижений нелинейной динамики и понимания философской их значимости для изучения и исследования самых различных конкретных сфер — космосферы, макросферы, микросферы, а также биосферы и социокультурной сферы.

Нелинейная философия — нелинейное изучение этих сфер и их философское исследование и понимание: она должна дать нам, философам, новое нелинейное понимание этих фундаментальных сфер.

Значит, речь должна идти о новом мировидении, о новом, нашем методологическом и гносео-эпистемологическом диалоге человека с природой как космосом в целом.

Значит, речь идет о новом, нелинейном мировидении, нелинейной методологии и эпистемологии исследования, понимания и осмысления нелинейной природы и характера развития и эволюции всех структур во Вселенной, включая биосферные и социокультурные.

В контексте нашей работы нелинейный философский подход заключается в том, чтобы разработать философское значение таких категорий нелинейной динамики, какими являются категории коллапс, реколлапс и антиколлапс; симметрия, асимметрия и СНС; равновесность и неравновесность; бифуркация и катастрофа; хаос и порядок; случайность и вероятность; аттракторы — странные и фрактальные; Большой взрыв и Большой крах, сингулярность и турбулентность, диссипация и диссипативные структуры, простое, сложное и сверхсложное, самоорганизация и самодезорганизация и т. д. и т. п.

Без осмысления этих и других понятий нелинейной динамики совершенно невозможно не только философское исследование проблем ФЭЧ и космологии Вселенной, но и философское, новое мировидение неистовой Вселенной: неистовая Вселенная, как супербуйная сверхсистема в своем рождении в результате Большого взрыва, становлении и эволюции, нелинейна.

Она и хаотична, и высокоупорядоченна; она симметрична и асимметрична, и эта симметричная Вселенная в своем расширении спонтанно нарушается; она и случайна, и необходима: случайность в ее расширении играет существенную и архиважную роль, случайность выступает как инновационный феномен; ее структурные образования систематически и постоянно переходят от устойчивости к неустойчивости, от равновесности к неравновесному состоянию (нам глубоко привлекательна идея И. Пригожина о том, что материя в неравновесном состоянии «просыпается» и становится активной, креативной); коллапс приводит материю и пространство-время к сингулярности, которая реколлапсирует: реколлапс — деколлапсирование в белых дырах коллапсированной в сингулярности черных дыр материи и пространства-времени: коллапс превращает Великое в малое, а реколлапс — малое в Великое. Вселенная как Великое рождается из малого микрона; все во Вселенной временно и непостоянно, а постоянство и неизменность относительны: абсолютной в космологической шкале времени является только изменчивость; все в ней изменяется через бифуркацию и катастрофу в большом космологическом временном параметре: все сущее в ней должно погибнуть; над всем этим господствует диссипация энтропии: из беспорядка рождается порядок; из хаоса рождается порядок, чтобы снова вернуться в хаотическую пучину турбулентности, где хаос творит аттрактор, в котором формируется тонкая упорядоченная структура сложности и запутанности многообразия хаоса.

Так возникает Великое из малого, сложное из простого и совершенное из несовершенного: в этом состоит истина науки, красота и благо философии. Философия и

наука — сиамские близнецы, которые не могут жить друг без друга: их жизнь — вся Вселенная.

Были достигнуты фундаментальные и впечатляющие открытия в области ФЭЧ и современной космологии во второй половине прошлого XX века: достижения эти ошеломляющие. И все же в философском аспекте (а также и научном) эти блестящие достижения важны и существенны не сами по себе, а в том, что они перед наукой и философией поставили больше неразгаданных тайн Вселенной, чем разгаданных тайн философии. Философия — это интуитивная страсть к тайнам природы и человека, а наука приходит и решает эти тайны на уровне разума: интуиция ставит проблему тайны, а наука ее решает; интуиция открывает идею, а наука ее превращает в теорию как систематическое знание об истине; интуиция есть целостное видение мира, а наука — познание его во всех деталях.

Так идут интуиция и разум рука об руку вместе на протяжении всей истории человеческой мысли: интуиция — разведка, а разум — тяжелая артиллерия. Философия, если она хочет стать современной и если хочет стать «предсказательницей», должна выйти за пределы концепции существования одной-единственной Вселенной в одном экземпляре: все нами рассмотренные категории должны быть справедливыми в мульти-вселенных.

Нелинейная динамика как быстро развивающаяся наука со второй половины прошлого века ставит перед нами новое, философское видение мира и его понимание: философский смысл и значение нового, нелинейного подхода к исследованию явлений природы и их осмыслению заключается в том, что нелинейность является всеобщим и фундаментальным принципом и законом эволюции Вселенной в целом.

Нелинейность является универсальным принципом и закономерностью развития материи на всех уровнях ее строения и структурной самоорганизации, начиная с космосферы, биосферы и кончая социокультурной: Вселенная в целом и во всех ее структурах развивается и эволюционирует не линейно, а нелинейно.

Нелинейность на самом деле является характерной особенностью бытия материи в мире микроскопических частиц, макроскопических тел и больших космических объектов: эволюция Вселенной на всех этих уровнях бытия материи происходит не линейно (т. е. плавно, монотонно, равномерно), а нелинейно (т. е. скачкообразно, со взрывами, катастрофически).

Философия черных дыр заключается в коллапсировании материи и пространства-времени в результате катастрофического гравитационного сжатия звезды, в недрах которой перестал гореть ядерный котел: черные дыры — образчики нелинейного развития материи, ее катастрофического превращения в сингулярность. Черные дыры — образчики катастрофического исчезновения всех свойств пространства-времени — геометрических, топологических, метрических и т. д. свойств в сингулярности.

Не только эволюция звезд (черные дыры, пульсары, белые карлики, взрывы новых и сверхновых звезд) происходит нелинейно, но также и эволюция галактик в их сверхскоплениях и скоплениях: галактики не только удаляются друг от друга на больших космических расстояниях, но они на малых расстояниях сближаются и сталкиваются, образуя в результате этих чудовищно мощных столкновений новые галактики. Галактики (крупные) занимаются катастрофическим «каннибализмом», пожирая маленькие. Но самым впечатляющим зрелищем являются квазары, находящиеся в центральной части галактик и излучающие из области не больше нашей

Солнечной системы яркость и светимость, которые превосходят яркость и светимость целой галактики, состоящей из 100 миллиардов звезд, подобных нашему Солнцу. Тайны квазаров еще окончательно нами не разгаданы, но одно несомненно — бытие их нелинейно: источником энергии, как считают специалисты, может быть коллапсированная материя в черной дыре.

Для нас нелинейность представляет философский смысл и интерес, ибо не только материя в своем бытийном существовании представляет собой нелинейную реальность, но и бытие пространства-времени нелинейно: само существование пространства-времени нелинейно, ибо в философском понимании судьба природы материи, пространства и времени одинаково нелинейна: все свойства (геометрические, топологические, метрические и т. д.) подвержены катастрофическим изменениям (или ичезновению). Великое становится малым (черные дыры, пульсары, белые карлики и т. д.) и малое превращается в большое: такова диалектика нелинейности связи малого и Великого, Большого и малого.

В этом великий философский смысл нелинейной связи малого и Великого: он заключается в единстве всеобщности связи всех вещей в мире: при всем бесконечном множестве многообразия и разнообразия явлений во Вселенной в основе своего бытия они едины. Поэтому они (малое и Великое, Большое и малое) взаимопереходимы и взаимопревращаемы, т. е. не линейно (т. е. плавно, монотонно, равномерно), а нелинейно (скачкообразно, катастрофически, со взрывом).

А теперь спустимся с вершины космического мира в глубинный мир хаоса микрочастиц и макротел, состоящих из атомов и молекул: исследования нелинейной динамики со всей очевидностью показывают, что самой существенной характеристикой этих микро- и макромиров является роль категорий случайности, хаоса и турбулентности, теории которых созданы талантом и усилиями многих математиков, физиков, метеорологов — Эдвардом Лоренцом, Стивеном Смейлом, Бенуа Мандельбротом и другими — теории хаоса, фракталов, турбулентности, странных аттракторов, одним словом, новые, нелинейные теории о динамических системах, эволюционирующих во времени.

Мы рассмотрим общеефилософское значение этих новых теорий.

Каково общее философское значение вообще нелинейной динамики, в рамках которой получили свой статус эти новые теории хаоса, фракталов, турбулентности, странных аттракторов и т. д.?

1. Это не только новое научное видение мира, но и новое философское видение мира, ибо нелинейность есть фундаментальное, всеобщее и универсальное видение мира, которое должно быть пронизано при исследовании, осмыслении и понимании всех трех сфер — космосферы, биосферы и социокультурной сферы: хаос должен быть нами осмыслен и понят как всеобщая и фундаментальная философская категория нового, нашего миропонимания и мироосмысления природы и сущности эволюции Вселенной на всех структурных уровнях материи: хаос лежит в основе всех этих уровней существования материи. Хаос — творец, организатор и конструктор самоорганизации материи: хаос — самоорганизующая сила материи.
2. До недавнего времени хаос понимался только как деструктивная сила: хаос в этом плане интерпретировался как беспорядок и истолковывался как разрушитель и рассеиватель энергии. Хаос — не только деструктивная, но и прежде всего конструктивная сила самоорганизации материи: хаос — созидатель самоорганизованности структурированных систем. Классическим образцом хаоса является турбу-

лентность, над созданием теории которой трудились такие великие умы советских ученых, как академики А. Колмогоров и Л. Ландау. Сейчас создана теория турбулентности: в турбулентности хаос строит очень упорядоченную и тонкую структуру — странные аттракторы, представляющие собой двойные, строго упорядоченные и самоорганизованные спирали, соединенные между собой и осуществляющие взаимодействия: странный аттрактор — математический образ, который отражает особенности хаотических движений реальных физических систем. Следовательно, турбулентность, которую представляли исключительно в терминах беспорядка, беспорядочного хаоса, лишённого какого бы то ни было порядка, перед нами сейчас выступает как феномен, включающий в себя беспорядок и порядок, т. е. хаос: хаос — не беспорядок и не порядок, а нелинейность связи порядка и беспорядка.

Еще раз мы хотим подчеркнуть нашу мысль: хаос не есть исключительно беспорядок или исключительно порядок. Хаос — нелинейная диалектика связи и единства беспорядка и порядка: беспорядок не тождествен хаосу и порядок не идентифицируем с хаосом. Хаос — сила, которая конструирует из беспорядка порядок и одновременно разрушает порядок, создавая новый беспорядок: хаос — действительная диалектика единства порядка и беспорядка.

При этом философия (современная) не может быть конденсацией только научных истин и великих открытий: ей важны не только научные истины, но и ценности культуры.

Жизнь как нелинейность

Наша жизнь как таковая основана на фундаментальном квадрате: водород, углерод, кислород и азот, которые немислимы без протона и электрона. Интересно отметить, что жизнь в нашей Вселенной в основном построена из первого семейства фундаментальных частиц: *u*-кварк и *d*-кварк, из которых состоит структура протона, электрона и электронного антинейтрино. Без электрона и протона немисливо существование атомов, из которых состоят молекулы как основа жизни: молекулы не сами по себе — жизнь, а их пространственная конфигурация, состоящая из миллиардов миллиардов особо самоорганизованных полимерных молекул. Жизнь — вечное движение этих молекул, ни на секунду не останавливающееся: она есть постоянное самовоспроизведение и абсолютное и точное самообновление этой пространственной конфигурации молекул во временном ритме и цикличности.

Жизнь — сама нелинейность: ее возникновение и существование связаны с нелинейными физическими, химическими, биологическими процессами диссипации и диссипативных структур, устойчивости и неустойчивости, бифуркации и катастрофы, равновесности и неравновесности, случайности и вероятности, хаоса и порядка, фрактальных аттракторов и т. д.

Жизнь характеризуется спиральной структурой молекул, их левоспиральностью или правоспиральностью: молекулы с левоспиральной ориентацией отвечают только на «зов» молекул с левовинтовой спиральностью, а молекулы с правовинтовой спиральностью — на «зов» молекул с правоспиральной ориентацией. Жизнь в глубине своей асимметрична: асимметрия — характерная особенность жизни, направленная против хаоса, беспорядка, диссипации, одним словом, против деструктивной функции энтропии как меры беспорядка.

Жизнь — это конформационная сверхсложная система, которая состоит из четырех конформационных слоев: первичная структура, вторичная, третичная и четвертичная структуры: самое «дорогое» жизнь прячет в конформационном тайнике первичного слоя (например, ДНК как молекулярная структура генетической информации).

Жизнь — это конформное структурное образование молекул, которое характеризуется в точном матричном воспроизведении структурной организации молекул в их детальных связях и в целостности: конформное самовоспроизведение должно быть механизмом синхронизации всех частей и целостности организации жизни.

Жизнь — это открытая структурная система, призванная обеспечить когерентность организма жизни: когерентность как внутреннее самосогласованное единство организма жизни воспроизводится только во взаимодействии с внешней средой, получая из нее вещества и энергию для самообновления и самосовершенствования жизни. Жизнь как открытая система — диссипативная структура, использующая диссипацию энергии (т. е. хаос, беспорядок) для упорядочивания и усовершенствования организма жизни.

Жизнь — это одновременно диссипативная структура, производящая энтропию как меру хаоса, беспорядка и использующая их для усовершенствования когерентности жизни как конформационной и конформной структурной организации системы. В этом состоит и конструктивная роль и значимость энтропии, хаоса и порядка, диссипации и диссипативных структур: энтропия как производитель хаоса играет и конструктивную функцию.

§3. Скопления галактик

В нашей работе рассмотрены проблемы рождения звезд, их жизни и смерти: смерть звезды (белые карлики, пульсары и черные дыры) — следствие катастрофического коллапса как силы мощнейшего гравитационного сжатия. В философском ракурсе коллапс — смерть звезды, но не материи и пространства-времени: коллапс есть смерть бытия, но не материи как таковой и смерть трехмерности пространства, но не самого пространства как такового: в сингулярности сохраняется пространство высших размерностей в свернутом, скрученном виде.

Даже сингулярность как бесконечную плотность материи и искривленности внутри пространства-времени нельзя представлять как смерть материи и пространства-времени: коллапсированная реальность так или иначе, рано или поздно через миллионы лет, а может быть, через миллиарды лет реколлапсирует: реколлапс есть физическая необходимость расширения коллапсированной материи и пространства-времени.

«Черная дыра не такая уж черная» (С. Хокинг) — существует белая дыра как дыра реколлапса.

Вообще следует отметить, что коллапсировать могут любая материя и всякое пространство-время: коллапс и реколлапс есть всеобщие и фундаментальные законы существования материи вообще и пространства-времени. Если человеческие руки обладали бы чудовищно-гигантской силой катастрофического сжатия, то они могли бы сжать нас до размера 10^{-23} см, и в результате этого гигантского сжатия нашего тела коллапсированная плотность материи и пространства-времени была бы эквивалентна коллапсированной плотности материи и пространства-времени в черных дырах. Если коллапсировать нашу Землю до размера 18 мм, то эта коллапсированная плотность

материи и пространства-времени также эквивалентна коллапсированной плотности материи и пространства-времени в черных дырах.

Как отмечалось, существуют мини-черные дыры, рожденные в самую раннюю эпоху Большого взрыва, с размером протона — 10^{-13} см: 1 см³ материи и пространства-времени в мини-черных дырах будет весить миллиард тонн, что эквивалентно плотности материи и пространства-времени в пульсарах. А в белых карликах коллапсированная плотность материи и пространства-времени превосходит в миллионы раз плотность воды.

Любая материя и пространство-время могут быть в разной степени и мерс коллапсированы до сингулярности как бесконечности плотности материи и пространства-времени: все зависит от силы коллапса, т. е. сжатия.

Могут быть коллапсированы не только звезды, но и галактики, их скопления и сверхскопления. Могут быть коллапсированы также как фундаментальные, так и элементарные частицы. В этом отношении и биосфера (а также и социосфера) может быть коллапсирована.

Однако Вселенная так устроена и в космологическом, и в физическом отношении, что существует антиколлапсирующая сила как барионическая: антибарионическая сила — коллапсирующая сила, а барионическая сила — антиколлапсирующая сила.

Поэтому расширение Вселенной как самоорганизация суперсистемы есть господство барионической силы как антиколлапсирующей силы и противодействие ее антибарионической силе как коллапсирующей силе, т. е. «темной», «скрытой», «невидимой» материи: барионическая материя есть «видимая», «светящаяся», которая, как мы отметили, является пока единственным и мощным индикатором постижения нами Вселенной в ее крупномасштабных космических образованиях — звезды, галактики, их скопления и сверхскопления.

Однако весь парадокс познавательной ситуации в том и заключается, что сама барионическая материя «видима» нами и она «светит» нам только на 20 %, а 80 % антибарионической материи нами «невидимы», «скрыты» от нас: 20 % барионической материи как «светящейся», «видимой» нам известны в виде различных видов ядерных и электромагнитных излучений.

Значит, 1/5 часть барионической материи как антиколлапсирующей силы нам известна, а остальная 4/5 часть нам пока недоступна и «невидима», поэтому «темной», «скрытой», «невидимой» материей является не только антибарионическая материя как коллапсирующая материя катастрофического гравитационного сжатия: коллапс и сжатие — не идентичные понятия. Не всякое сжатие есть коллапс: коллапс — понятие нелинейной динамики, связанное с такими понятиями, как неустойчивость, случайность, бифуркация, катастрофа, хаос, разрушение, симметрия и ее спонтанное нарушение и т. д.

Коллапс — не только катастрофа материи, но и пространства-времени: коллапс — катастрофическое разрушение структуры бытия материи и пространства-времени. Коллапс — сила катастрофического сжатия структурных образований, в результате которого происходит ликвидация всех неоднородностей материи и пространства-времени: в целом коллапс — гомогенизация гетерогенности.

Реколлапс, наоборот, — гетерогенизация гомогенности: реколлапс — расширение коллапсированной плотности материи и пространства-времени: реколлапс — раскручивание, разматывание и развертывание пространства-времени, и на этом фоне самоорганизация материи в структурных (микроскопических и космологических) образованиях.

Эволюция Вселенной в крупномасштабных структурных образованиях есть противоречивый процесс коллапса и реколлапса: звезды рождаются и умирают в космологическом времени, и, видимо, галактики рождаются и умирают, а также их скопления и сверхскопления: все, что рождается, должно умереть.

Сама Вселенная как суперсистема рождается в результате Большого взрыва: это означает, что Вселенная имеет начало, настоящее и будет иметь будущее, которое зависит от критического значения материи и пространства-времени.

До теоретического и математического обнаружения в 1933 г. «скрытой», «невидимой» материи было принято считать, что физически существующая плотность материи в 100 раз меньше, чем критическое значение плотности материи во Вселенной, чтобы расширение ее замедлилось, а затем остановилось, и она начала сжиматься. А теперь после открытия в 1933 г. Фрицем Цвики «скрытой», «темной» материи в скоплениях принято, что физически реальная плотность материи во Вселенной в 10 раз меньше критического значения, чтобы Вселенная начала сжиматься и свертываться, а затем в конце концов начала коллапсировать, превратившись в точку сингулярности, чтобы все начинать снова с нового Большого взрыва.

Неизбежна ли судьба Вселенной в коллапсировании?

Многие специалисты — космологи и астрофизики — считают, что общий возраст Вселенной (от ее расширения после Большого взрыва и до ее коллапсирования в сингулярность) составит 100 миллиардов лет; настоящий возраст ее, т. е. сколько лет уже она прожила, — 20 миллиардов лет, и ей еще осталось расширяться 30 миллиардов лет, а затем расширение Вселенной сменится сжатием и коллапсом, которые будут продолжаться симметрично столько же лет, сколько она расширялась, т. е. 50 миллиардов лет. (Среди ученых-специалистов, отстаивающих данную схему, можно назвать прежде всего С. Хокинга, С. Вайнберга, Р. Пенроуза и других.)

Первое — это то, что Вселенная как самоорганизованная суперсистема, имеющая начало своего рождения и настоящее, будет иметь свой конец в будущем: Вселенная как самоорганизующаяся суперсистема так же, как все самоорганизованные структуры в ней, не может существовать вечно. Эта суперсистема как изменяющаяся и претерпевающая глубокие катастрофы неспособна самосохраняться бесконечно и беспредельно: если все крупномасштабные космические объекты, из которых состоит Вселенная, претерпевают глубокие катастрофические изменения, то непонятно, как целое самосохраняется, если части или исчезают, или их структурные компоненты не остаются неизменными и не могут оставаться вечными в своем бытийном существовании: не только части зависят от целого, но и целое находится в прямой зависимости от фундаментальных катастрофических изменений своих частей.

Такова нелинейная динамика частей и целого: они взаимопределяемы и взаимообуславливаемы как самоорганизующиеся системы, подсистемы. Поведение системы (или суперсистемы) зависит от самоорганизованности подсистем и, наоборот, подсистемы должны и, действительно, подчиняются закону целого как системы: в синхронной (циклической и ритмичной) самоорганизованности системы и ее подсистем заключается суть проблемы самоорганизации и саморазвития материи. (Мы же по факту удаления галактик друг от друга судим о расширении Вселенной, от частных наблюдений переходим к всеобщему суждению о расширении Вселенной или, зная физически реальную плотность материи во Вселенной по отношению к ее критическому значению, можно предположить, будет ли Вселенная бесконечно расширяться или же будет сжиматься (или даже коллапсировать).)

Поэтому нельзя рассуждать и в философском плане о расширении или сжатии Вселенной абстрактно и вообще, не основываясь на современных астрофизических данных наблюдений: а эти данные наблюдений дают основание предположить, что после теоретического и математического допущения о наличии «скрытой», «невидимой», «темной» материи в скоплениях галактик величина физически реальной плотности материи во Вселенной в 10 раз меньше критического ее значения для свертывания расширяющейся Вселенной. Следовательно, задача исследователей космических объектов заключается в том, чтобы определить, где еще надо искать недостающую «скрытую», «невидимую», «темную» материю?! Ситуация в теоретической астрофизике и космологии сложилась и складывается таким образом, как мы уже подчеркивали, что «темной» материей обладает не только антибарионическая материя как сила тяготения, но и барионическая материя как ядерные и электромагнитные силы, которые «светятся», и нам «видимыми» становятся только 20 %.

Второе — это то, что недостающую «скрытую», «невидимую», «темную» материю мы должны искать в галактиках, их скоплениях и сверхскоплениях: в целом разные авторы (ученые-специалисты) дают различные значения величины недостающей «скрытой материи». Общий итог из данных сводится к цифре 10-15 % видимой антибарионической материи, а остальная часть — почти 90-85 % — это «скрытая», «невидимая», «темная» антибарионическая материя как сила гравитационного поля. Некоторые авторы считают, что «темная» антибарионическая материя составляет почти 95 % и только 5 % являются «видимыми» для нас: в своих рассуждениях они приводят тот факт, что в эллиптических галактиках существует «темное» огромное гало в их центрах масс, которое вообще не излучает ничего. Мы об этом «темном» и очень массивном гало не можем ничего сказать, потому что оно абсолютно «темное» и ничего не излучает, поэтому мы не можем иметь никакой информации об этом гало в центре эллиптических галактик: в эллиптических галактиках видимая материя как антибарионическая составляет максимум 5 %, а остальные 95 % ее — «темная» материя. Эллиптические галактики — самые старые галактики во Вселенной, в которых почти отсутствует новое звездообразование.

В отличие от эллиптических, в спиральных галактиках происходит интенсивное молодое звездообразование. Поэтому можно предположить, что спиральные галактики — относительно молодые галактики, чем эллиптические: светящаяся материя в них составляет иногда от 10 % до 40 %. В среднем «видимая» барионическая материя в спиральных галактиках, как считают ученые-специалисты, составляет около 15-20 %, а остальное — «темная», «несветящаяся» материя и потому нами «невидимая» антибарионическая материя.

В линзоподобных и неправильных галактиках «видимая», «светящаяся» барионическая материя в целом составляет еще меньше, чем в спиральных галактиках: она составляет от 3 % до 7 % всей содержащейся в них материи.

Таким образом, в галактиках в среднем приближении «видимая» антибарионическая материя составляет в настоящее время не больше 10-15 % всей содержащейся в них антибарионической материи, а остальные 85-90 % — «темная» материя. Поэтому мы считаем, что величина в 10 раз меньше физически реальной плотности материи во Вселенной по отношению к ее критическому значению для свертывания Вселенной в сжатие и затем в коллапс слишком занижена: фактически нам неизвестна вся материя, сконцентрированная в галактиках, особенно в их центральном ядре.

Нам хорошо известно то, что в каждую структуру галактики входят более ста миллиардов звезд и их систем: не вся барионическая материя в них «светится» и потому

является «видимой» нам: «видимой» становятся только 20 % барионической материи, которая доходит к нам в виде самых различных электромагнитных излучений (видимый свет, инфракрасное и ультрафиолетовое излучения, рентгеновское, радиоволны, микроволновое фоновое излучение, т. е. реликтовое излучение, и т. д.), которые являются основными индикаторами постижения нами крупномасштабных космических объектов.

Все это только количественная сторона постижения галактик, скоплений их и сверхскоплений.

1. Галактика в среднем состоит из ста и больше миллиардов звезд, таких, как наше Солнце, причем наша звезда относится к числу средних: есть звезды, массы которых превосходят M_{\odot} в 10, 100, 1000 и даже 1000 000 раз, но есть звезды, масса которых намного меньше.

2. Скопление включает в свою структуру от 500 до 1000 галактик: есть скопления, в состав которых входят более 1000 галактик. Скопление точно также, как и галактика, есть определенная структурированная целостная система со своими упорядоченными законами и процессами: самое интересное для нас состоит в том, что именно при изучении процессов взаимоотношений галактик была выдвинута в 1933 г. Фрицем Цвики (австро-американским астрофизиком) теоретическая гипотеза «скрытой», «темной» материи.

В скоплениях галактики перемещаются друг относительно друга и центра масс: эти перемещения галактик относительно друг друга носят устойчивый характер. Они никуда не разбегаются.

По мнению Фрица Цвики, если бы в центре скопления не существовало массивное ядро, которое обладало достаточной силой гравитационного притяжения перемещающихся относительно друг друга галактик, то они разбежались бы в разные стороны: это фундаментальный теоретический вывод о существовании в скоплениях «скрытой», «темной» материи, которая удерживает перемещающиеся галактики от возможности их разбегания в разные стороны.

Следовательно, именно при изучении движения галактик в скоплениях было выдвинуто Фрицем Цвики предположение о существовании во Вселенной кроме «видимой», «светящейся» материи (т. е. барионической) «скрытой», «невидимой», «темной» материи: сама по себе проблема «темной» материи, нами не познанной и экспериментально не обнаруженной, является наиболее важной и фундаментальной проблемой в современной космологии, ибо с ней ученые-специалисты связывают свои надежды о решении вопроса о судьбе нашей Вселенной в будущем.

3. Это — сверхскопления как скопления скоплений скоплений (С. Вайнберг): сверхскопления охватывают все метагалактическое пространство, т. е. все пространство горизонта видимости — 10^{28} см. Оно включает 10^{11} галактик $\times 10^{10}$ звезд = 10^{21} звезд. Это огромное космологическое реальное пространство Вселенной, нами теоретически охваченное, и если прибавить мир микропространства в глубине 10^{-17} см (граница и глубина слабых взаимодействий), то горизонт «видимости», нами теоретически охваченный, составляет впечатляющий диапазон:

$$10^{28} \text{ см} + 10^{-17} \text{ см} = 10^{45} \text{ см}.$$

Является ли эта величина границей нашей Вселенной или началом нашего постижения Вселенной, ее расширения и эволюции?

Мы считаем, что этот горизонт видимости не является и не может являться границей Вселенной или ее концом, т. е. у Вселенной не может быть ни границы, ни конца: она может и, действительно, обладает двумя свойствами — или она может бесконечно расширяться, или она начнет сжиматься и коллапсировать, превращаясь в сингулярную точку. Но коллапсированная сингулярность не есть конец существования философской материи и ее бесконечно искривленного и коллапсированного пространства-времени: она есть конец физической Вселенной, в маленьком уголке которой разместилась наша родная Солнечная система, где мы, люди, обитаем на малюсенькой нашей родной Земле. Коллапсированная в сингулярность, наша Вселенная вновь возродится в другом бытийном облике, может быть, с совсем другими физическими законами, принципами и мировыми постоянными. Одно абсолютно философски несомненно: философская материя и ее пространство-время в другом облике снова породят новую Вселенную и, может быть, когда-нибудь и где-нибудь свой высший цвет — человеческий разум (Ф. Энгельс).

Но вернемся к сверхскоплению. Сверхскопление как скопление скоплений скоплений (С. Вайнберг) представляет собой, как галактики и скопления, их строго упорядоченную суперсистемную структуру, в центре которой находится «точка Великого притяжения»: эта «точка Великого притяжения» представляет собой точку огромной и колоссальной концентрации «темной» материи, вокруг которой вращаются по своим орбитам скопления галактик. При этом чем ближе они находятся к «точке Великого притяжения», тем с большей скоростью они (т. е. скопления) движутся и быстрее приближаются к ней.

Таким образом, с одной стороны, установлен фундаментальный закон о всеобщем удалении галактик друг от друга, а с другой стороны, существует фундаментальный факт о «точке Великого притяжения» как великой точке притяжения скоплений скоплений галактик к этой «точке Великого притяжения». Парадокс состоит в том, что это притяжение скоплений скоплений галактик к «точке Великого притяжения» определяется местным, локальным гравитационным полем: скорость движения (и вращения) скоплений называется пекулярной скоростью, которая определяется местным, локальным гравитационным полем.

Следовательно, мы видим, с одной стороны, разбегание на больших космологических расстояниях галактик, а с другой стороны, на близких космологических расстояниях галактики и их скопления могут сближаться и, действительно, сближаются.

Встает фундаментальный вопрос: могут ли они, сближаясь на близких расстояниях, слипаться? Если они могут слипаться, то неизбежно их коллапсирование?! Если скопления скоплений могут коллапсировать, то неизбежно ли коллапсирование сверхскопления?!

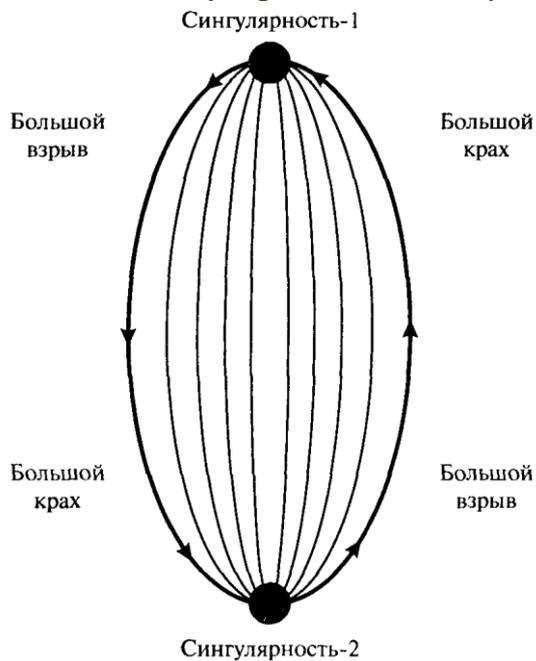
А что станет с сверхскоплением, содержащим в своей структуре 10^{11} галактик \times 10^{10} звезд = 10^{21} звезд?! А если сверхскопление как скопление скоплений скоплений начнет сжиматься и коллапсировать, то станет ли Вселенная сжиматься и коллапсировать?! Безусловно. Поэтому нам представляется, что нельзя исключить такую реальную возможность коллапсирования как сверхскопления, так и Вселенной как суперсистемы: все сущее бытие временно, изменчиво и непостоянно. Все сущее подвержено временному потоку, течению и его ходу от прошлого к настоящему и будущему как концу бытия: время — это феномен, который пожирает всех своих детей (Фридрих Ницше), в том числе философскую Вселенную.

Вселенная временна: она родилась, живет и настанет день, когда она исчезнет в сингулярности, если физически реальная плотность материи во Вселенной превысит критическое значение для свертывания Вселенной, т. е. сжатия и коллапса.

Таково было положение дел о судьбе нашей Вселенной до самого конца ушедшего века: она рождается из сингулярности в результате Большого взрыва и заканчивает свою жизнь вселенским сжатием и гигантским Большим крахом, превращающим ее в новую сингулярность-2, чтобы все начинать снова.

Такова была философская ситуация (и научная) до открытия в самом конце прошлого века космического вакуума как причины ускоренного и бесконечного расширения Вселенной.

Рис. 3.2. Схема «от сингулярности-1 к сингулярности-2»



Такую позицию, т. е. «от сингулярности-1 к сингулярности-2», занимали и обосновывали прежде всего выдающиеся ученые: Стивен Вайнберг, Стивен Хокинг, Роджер Пенроуз и многие другие — до открытия двумя группами американских астрономов в самом конце прошлого века (т. е. в 1998-1999 гг.) космического вакуума с его антитяготением, антигравитацией как физической причиной ускоренного, бесконечного расширения нашей Вселенной: расширение нашей Вселенной не будет остановлено, и она не будет коллапсирована в новую сингулярность-2, наоборот, она бесконечно с ускорением будет расширяться, ибо энергия космического вакуума с его антитяготением составляет почти 68 % всей мировой энергии, тогда как энергия «темной материи» — 30 %, а энергия «видимой» материи — лишь 2 %. (На этом вопросе более подробно остановимся в последующей специальной главе.)

§4. Открытие крупномасштабной структуры Вселенной и сверхскопления

Великая заслуга А. А. Фридмана заключается в физико-математическом утверждении и истолковании фундаментального мировоззренческого понимания космического масштабного фактора — $R(t)$, играющего определяющую роль в эволюционном развитии нашей Вселенной и ее эволюционной судьбе: космологический масштабный фактор — $R(t)$ есть целостная пространственно-временная динамическая структура нашей Вселенной. Вопрос о том, когда этот космологический масштабный фактор растет (расширяется, увеличивается) или уменьшается (укорачивается, свертывается), зависит от отношения реально наблюдаемой плотности космической материи во Вселенной к ее критическому значению.

Уравнения Эйнштейна требуют, чтобы средняя плотность материи (энергии) составляла $2 \cdot 10^{-29}$ г/см³. Однако реально наблюдаемая плотность космической материи (энергии) в 7 раз меньше, чем требуют уравнения Эйнштейна $2 \cdot 10^{-29}$ г/см³ (именно об этом пишет С. Вайнберг в своей книге «Гравитация и космология», с. 501-543).

Проблема плотности космической материи есть проблема эволюции Вселенной, т. е. какова эволюционная судьба нашей Вселенной: будет ли она бесконечно и безгранично расширяться или расширение когда-нибудь будет замедляться, остановится и Вселенная начнет сжиматься. Исходя из требований уравнений Эйнштейна, мы должны в реальном пространстве-времени Вселенной искать «недостающую материю», ибо сумма плотности масс всех галактик, по современным данным астрофизических наблюдений, как об этом пишет С. Вайнберг, как раз в 7 раз меньше того, чего требуют уравнения Эйнштейна. Поэтому проблема поиска «недостающей материи» стала не только проблемой космологии и астрофизики элементарных частиц, но и фундаментальной проблемой философского миропонимания.

Как отмечает С. Вайнберг в своей книге, поиск «недостающей материи» происходит в следующих направлениях:

1. Внутри скоплений галактик, т. е. в межгалактическом пространстве скоплений их: мы знаем плотность масс самих галактик, но мы не знаем то, что находится в пространстве между галактиками скоплений.

2. Второе направление нацелено на поиск «недостающей материи» — это вне скоплений, т. е. в пространстве между самими скоплениями, расстояния между которыми исчисляются от нескольких сотен тысяч до десятков, сотен миллионов парсеков. Это гигантское пространство между скоплениями, безусловно, заполнено ионизированным и нейтральным газом из водорода.

3. Нам представляется, что сверхскопления как гигантские скопления скоплений скоплений, как пишет С. Вайнберг в своей книге, — совершенно малоизученные и малоисследованные объекты, в пространстве которых должно находиться немало «экзотической материи в виде газа и пыли».

4. Еще одно направление — это ультрарелятивистские частицы-фотоны, нейтрино и гравитон, которые движутся в пустом пространстве со скоростью света и очень слабо взаимодействуют с веществом (за исключением фотонов — γ). Проблема нейтрино — это фундаментальная проблема плотности космической материи: во-первых, как отмечает академик Я. Б. Зельдович, нейтрино должно внести основной вклад в реально на-

блюдаемую плотность космической материи во Вселенной. Мало того, академик Я. Б. Зельдович считает, что нейтрино как основной компонент вещества в нашей Вселенной должно определять материальную структуру ее: наша Вселенная — нейтринная Вселенная. Парадокс заключается в том, что все экспериментальные попытки по обнаружению массы у нейтрино, как отмечают Г. В. Клайддор-Клайнгротхаус и К. Цюбер в книге «Астрофизика элементарных частиц», пока не увенчались успехом: все экспериментальные исследования по обнаружению массы у нейтрино совершенно безрезультатны. И все-таки во многих лабораториях мира продолжают эти эксперименты, ибо проблема массы у нейтрино — это проблема нашего философского миропонимания.

Вообще, в философском плане стоит еще раз отметить, что «пустыня», о которой мы писали, — не абсолютная «пустыня» (таковой не существует и не может существовать): если в «ней» обнаружится суперсимметрия, т. е. суперпартнеры всех нам известных элементарных частиц — скварки, слептоны, снейтрино, фотино, зино, вино, гравитино и т. д., то это есть познание нами совершенно нового мира «темной материи», частицами которой могут оказаться некоторые из суперпартнеров. Они должны внести существенный вклад в проблему плотности космической материи (об этой «темной материи» речь пойдет ниже).

5. Следующим направлением поисков «недостающей материи» должно быть космическое изотропное микроволновое излучение, открытое Арно Пензиасом и Робертом Вилсоном в 1965 г.: «изотропное микроволновое фоновое излучение» как излучение космического происхождения должно внести определенный вклад в среднюю плотность космической материи во Вселенной.

6. Значительный философский интерес в поисках «недостающей материи» — сверхскопления как скопления скоплений скоплений, как пишет С. Вайнберг. Сверхскопления, как и скопления галактик, особенно в философском отношении интересны по следующим соображениям: изучение сверхскоплений показывает то, что они, несмотря на разбросанность их на огромнейшие пространственные расстояния, исчисляемые сотнями и тысячами Мпс (т. е. миллионы парсеков), обладают определенной структурной организацией. В центре их структурной организации сконцентрировано ядро, где сосредоточена «темная материя» чудовищной плотности: это центральное ядро сверхскоплений называется точкой Великого притяжения, вокруг которой вращаются и движутся гигантские скопления галактик. При этом чем ближе они находятся, движутся и вращаются, тем они с большей скоростью движутся и приближаются к точке Великого притяжения (т. е. Великого аттрактора).

Эта точка Великого аттрактора представляет собой «сгусток» концентрации чудовищно тяготеющих масс и, следовательно, «местного» (т. е. локального) гравитационного поля. Поэтому философский смысл ее заключается в антиномичности крупномасштабной структуры Вселенной: с одной стороны, происходит расширение Вселенной, т. е. удаление и разбегание галактик друг от друга со скоростью, приближающейся даже к скорости света, а с другой стороны, «стягивание», сжатие и приближение гигантских скоплений к точке Великого аттрактора. Как отмечает С. Вайнберг, в этой антиномичности проявляется решение спора между Ньютоном и Махом: Ньютон тяготение рассматривал исключительно как продукт локального гравитационного поля, а Мах считал результатом всей совокупной (в том числе и дальней) массы во Вселенной.

(Проблема «темной материи» пока нами рассматривается без энергии космического вакуума как антигравитации, открытого только в самом конце прошлого (XX) века.)

«Темная материя» составляет, по мнению физиков-специалистов, 80 % всей космической материи, и только 20 % материи в барионной форме, т. е. вещественной. Барионная форма космической материи — это материя в виде вещества излучений, которые нам известны как элементарные частицы, ядра, атомы, молекулы, звезды, галактики и т. д. А «темная материя» есть небарионная материя: она, сокрытая в основании нижнего этажа барионной материи, — гравитационная материя.

Основным, до сих пор единственным индикатором познания материи космической (звезды, галактики) был свет как носитель информации о тех глубинных, внутренних процессах, протекающих в недрах звезд, галактик и т. д.

К изучению и исследованию скоплений и сверхскоплений, природы их строения и структуры не всегда применим «световой метод» как индикатор познания, дающий нам исчерпывающую информацию о крупномасштабных космических объектах.

Так, например, в сверхскоплениях объекты, как мы подчеркивали, «стягиваются» и «прижимаются» к центру как точке Великого притяжения: от этих объектов как центростремительных не испускаются никакие излучения. Поэтому-то мы их называем «темной материей».

Физики — народ изощренный: они все-таки нашли второй индикатор познания космической материи — «темной материи». Этим индикатором метода познания «темной материи» стала пекулярная скорость движения и вращения объектов в скоплениях и особенно в сверхскоплениях. Опять мы наталкиваемся на антиномию при попытке познания крупномасштабных структур во Вселенной: пекулярная скорость движения и вращения объектов — скорость их, вызванная локальным гравитационным полем.

На чем основана уверенность физиков и космологов в реальном существовании «темной материи» как скрытой, невидимой? Она основана на изучении и исследовании крупномасштабных, крупнозернистых структурных объектов во Вселенной, прежде всего, скоплений галактик и сверхскоплений как скоплений скоплений: именно при изучении и исследовании поведения этих крупномасштабных структур происходит «невидимое» и скрытое проявление неизвестной нам «темной материи»: «невидимое» означает просто неприменимость света как индикатора познания природы и свойств «темной материи».

Сверхскопления, как обладающие определенным внутренним строением и структурной организацией, не есть какая-то статическая система, а есть целостно-упорядоченная система, находящаяся во временном изменении, движении и вращении: сверхскопления как целостные системы обязаны своей объективностью, т. е. существованием, «темной материи» и вызываются локальным гравитационным полем.

Пока мы под «темной материей» понимаем гравитацию как «невидимую» материю: нам неизвестны ни гравитационные волны, которые должны излучать «гравитационный свет», ни гравитационные частицы — гравитоны и их суперпартнеры — гравитино. (А может быть, гравитация — материя без точечных частиц, суперструнная?!)

Скопления галактик и сверхскопления показывают неоднородность пространства Вселенной как гигантскую плотность суперконцентрации массы и энергии (т. е. материи) в отдельных локальных участках Вселенной. Так, например, масса сверхскопления составляет $5 \cdot 10^{16} M_{\odot}$ (M_{\odot} — масса нашего Солнца). Такая гигантская плотность суперконцентрации масс в локальном, «местном» участке Вселенной как неоднородность неслучайна, а является существенной физической необходимостью самоорганизации, самосохранения и самотворения материи в эволюции Вселенной. Сущест-

вание скоплений галактик и особенно сверхскоплений показывает, что наряду с изотропной Вселенной во всех направлениях существует анизотропия в отдельных направлениях, локальных участках Вселенной, связанная и определяемая локальным гравитационным полем: индикатором анизотропии является пекулярная скорость как индивидуальная скорость движения и вращения отдельных центростремительных объектов (скоплений), направленная линейно к точке Великого аттрактора: пекулярная скорость, как выделенная направленность, асимметрична, т. е. анизотропна.

Итак, неоднородность и анизотропия как локальные явления, вызываемые гравитационной «темной материей», вступают в противоречие с основным космологическим принципом однородности и изотропности пространства Вселенной во всех точках и направлениях: однородность и изотропность глубоко и диалектически связаны с неоднородностью и анизотропией проявления «темной материи», т. е. невидимой гравитации.

Во-первых, если рассматривать крупномасштабные и крупнозернистые структуры во Вселенной, то со всей очевидностью наблюдается один интересный факт: все эти структурные образования обладают в центре ядром. Все галактики (эллиптические, спиральные, линзообразные и т. д.) без исключения имеют в центре ядро как плотность концентрации материи, т. е. гравитирующих масс и, следовательно, энергий. При этом плотность гравитирующей массы ядра всегда значительно превосходит плотность массы остальной части галактики. Проблема ядра в контексте материи вообще (как неживой, так и живой) представляет собой не только фундаментальную проблему в контексте самоорганизации материи, но и всеобщую, универсальную проблему самосохранения и саморазвития материи: в клетке всех живых организмов имеется ядро как ДНК; в атоме также имеется ядро, состоящее из протона — p и нейтрона — n ⁰; в центре звезды находится ядро, где происходит термоядерный синтез превращения водорода в гелий; у всех галактик в их центре находится ядро как особая плотность концентрации гравитирующих масс; в скоплениях галактик также имеется центральное ядро как сверхплотность массы. В центре как ядре галактик находятся квазары.

Таким образом, проблема ядра есть в философском ракурсе проблема самоорганизации материи как самосохранения, самотворения и саморазвития ее: ядро — это центр структурообразования и целостности системы. В центре активных галактик находятся сверхмассивные черные дыры с массой в миллионы и миллиарды M_{\odot} .

Сверхскопления окружены Великой стеной, отделяющей их от «пустот»: основная масса сверхскоплений сосредоточена в точке Великого аттрактора как притяжения и вблизи этой точки в скоплениях, которые вращаются и движутся к этой точке Великого притяжения. Сумма массы сверхскоплений внутри Великой стены составляет, как мы уже писали, $5 \cdot 10^{16} M_{\odot}$. Это гигантская концентрация гравитирующей массы на относительно небольшом пространственно-временном объеме: расстояние внутри Великой стены определяется от 5 Мпс до 100 Мпс и дальше (Мпс — миллион парсеков, а 1 парсек = 2,4 световых года).

Таким образом, в галактиках плотность массы превышает в 5 раз, а в скоплениях и сверхскоплениях в 3 раза среднюю плотность космической материи Вселенной: в галактиках, скоплениях и сверхскоплениях плотность распределения гравитирующих масс не более чем в 7-8 раз превышает среднюю плотность массы во Вселенной.

О чем этот фундаментальный факт нам говорит? Во-первых, как мы уже писали, об однородности и неоднородности распределения массы во Вселенной; во-вторых, об изотропии и анизотропии в пространстве Вселенной; в-третьих, здесь встает, естественно,

самый интересный и интригующий нас вопрос: как относится такая гигантская плотность концентрации масс к расширению Вселенной вообще? Иными словами, влияет ли такая гигантская плотность материи, концентрированная и спрессованная в гигантских скоплениях и сверхскоплениях, на ход скорости всеобщего расширения Вселенной?

То есть может ли эта гигантская плотность концентрации массы в крупномасштабных и крупнозернистых структурах тормозить (затормозить) скорость всеобщего расширения Вселенной?

Поэтому вопрос о галактиках, их скоплениях и сверхскоплениях, об их ядре как структурообразующем центре — не праздный или просто любопытный научный вопрос, а глубоко философский, затрагивающий наше миропонимание и мировоззрение об эволюционной судьбе нашей Вселенной, где мы живем на невидимой былинке, называемой Земля. Правда, Стивен Хокинг считает, что нам, людям, не стоит особенно беспокоиться о смене расширения сжатием Вселенной, ибо значительно раньше мы упадем в небытие с лика Земли, а Земля упадет на Солнце и вместе с нею через миллиарды лет исчезнет и наше Солнце.

И все же мы как люди, какова бы не была нам уготованная свыше судьба, всегда будем вопрошать: откуда мы, кто мы и куда идем? (И. Кант.)

Все, о чем мы писали выше, — это ведь относится к «видимой материи», плотность которой в 7-8 раз меньше средней плотности материи во Вселенной, как требование уравнений Эйнштейна — 10^{-29} г/см³. Во Вселенной, по самым современным представлениям астрофизических наблюдений, кроме «видимой» нам барионной формы материи, есть «невидимая», «темная материя», при этом «видимая», барионная форма материи составляет всего 20 % всей сущей материи Вселенной, а остальные 80 % — «невидимая», небарионная, «темная материя», которую мы только начали, делая первые шаги, изучать, исследовать и познавать только верхнюю ее мантию, индикатором познания которой является пекулярная скорость как индивидуальная скорость, вызываемая локальным гравитационным полем.

Причем движения космических объектов с пекулярными скоростями, вызванными локальным гравитационным полем, представляют собой гигантское общее движение крупномасштабных и крупнозернистых структур, противодействующее и противостоящее космической скорости однородного и изотропного расширения Вселенной.

Пекулярная скорость — индикатор познания гравитационной, «темной материи»: она как индикатор сделала, как отмечают Г. В. Клайдор-Клаймгротхаус и К. Цюбер в книге «Астрофизика элементарных частиц», гравитацию прозаичной.

Итак,

- 1) Великий аттрактор есть точка гиперплотного притяжения гигантской концентрации гравитирующих масс: сама по себе точка Великого притяжения делает в локальном участке Вселенной пространство анизотропным;
- 2) к этой точке Великого аттрактора направлены (т. е. анизотропно), устремлены и движутся скопления галактик, определяемые пекулярными скоростями, вызванными локальным гравитационным полем «темной материи»: пекулярная скорость является прекрасным индикатором познания нами анизотропии проявления «темной гравитационной материи»;
- 3) сверхскопления окружены Великой (китайской) стеной, которая отделяет сверхскопления от «пустот»: сверхскопления анизотропны к «пустотам», где нам пока неизвестно присутствие каких-то космических объектов.

Важным событием, составляющим фундамент современной космологии, является открытие в конце прошлого (XX) века крупномасштабной структуры Вселенной; до этого открытия были известны:

- 1) галактики, в состав каждой из которых входит от 100 до 200 миллиардов звезд;
- 2) скопления галактик, каждое из которых содержит от 500 до 1000 галактик;
- 3) сверхскопления, состоящие из 10^{10} звезд \otimes 10^{11} галактик = 10^{21} звезд.

Открытие крупномасштабной структуры Вселенной, состоящей из сверхскоплений, содержащих каждое по сотне, тысяче, миллиону и более галактик, было даже для самих ученых полной неожиданностью из-за необычных форм сверхскоплений и их структурной конфигурации. Впервые теорию крупномасштабной структуры Вселенной задолго до ее открытия создал наш замечательный астрофизик, академик Я. Б. Зельдович: он назвал свою теорию сверхскоплений теорией «блинов». Экспериментальные астрофизические наблюдения полностью доказали и подтвердили теоретическое предсказание академика Я. Б. Зельдовича о том, что сверхскопления по своей форме и пространственной конфигурации подобны блинам: от блинов сверхскопления отличаются своей невообразимо грандиозной, масштабной размерностью. Они отличаются от блинов еще и тем, что сверхскопления обладают неправильным поперечным размером: центральная часть их имеет форму некоторого утолщения, подобную диску.

Но самое поразительное заключается в том, что между сверхскоплениями, составляющими крупномасштабную структуру Вселенной, пролегают совершенно темные пространственные пустоты: именно эти темные пустоты являются самыми загадочными и интригующими воображение ученых феноменами. Каковы роль и место этих пустот как в общем балансе крупномасштабной структуры Вселенной, так и в отношении связи и зависимости сверхскоплений между собой? Поэтому темные пустоты, пролегающие в пространстве между сверхскоплениями-блинами, и их загадка являются архиважными и архисущественными проблемами в глубоком понимании и изучении крупномасштабной структуры Вселенной и сверхскоплений как ее (т. е. структурных) компонентов.

Одно несомненно: истина всегда скрыта в своем глубоком тайнике. Она никогда не приходит к нам в своем обнаженном виде. Она многолика, многогранна и многоспектральна. Поэтому она, т. е. эта многоликая, многогранная и многоспектральная истина, закодированная в своем тайнике, является, как баядерка, нам не сразу, а со временем, в длительном процессе совместной деятельности разума и интуиции, чувства и интеллекта, воли и действия. Темные пустоты между сверхскоплениями-блинами как истина — мир наш ноуменальный, а не кантовский, поэтому он в конце концов явится нам в своем феноменальном проявлении в наших астрофизических исследованиях и экспериментальных наблюдениях: феномены являются всегда в эксперименте, а ноумены как истина — продукт человеческого гения, его разума и интуиции, чувства и интеллекта, воли и действия.

Спрашивается, какие еще философские выводы следуют из открытия крупномасштабной структуры Вселенной?

Прежде всего следует отметить, что оно расширило диапазон горизонта видимости (т. е. познаваемости) Вселенной. При этом происходит не только значительное, но и невероятное расширение диапазона горизонта видимости Вселенной.

Как мы уже отметили, сверхскопления по своей форме и пространственной конфигурации очень похожи на «блины»: самой характерной особенностью этих «бли-

нов»-скоплений являются их тонкие стены. Вообще ученые (проф. М. В. Сажин и др.) считают, что эти блины-скопления являются переходной формой для образования новых структур в расширяющемся фоне Вселенной.

Кроме значительного расширения диапазона горизонта видимости (т. е. познаваемости) Вселенной и специфических особенностей блинной структуры сверхскоплений, открытие крупномасштабной структуры Вселенной знаменует еще и то, что проблема неоднородности Вселенной получает новое, расширенное углубление и осмысление: граница неоднородности Вселенной расширяется и углубляется.

Во-первых, как было отмечено, Вселенная однородна в среднем, т. е. в больших космологических масштабах 200 Мпс, если все вещество (точнее, материю) Вселенной размазать равномерно по всему космическому пространству. Поэтому однородность пространства как одинаковость всех точек пространства Вселенной, т. е. равномерное распределение материи в пространстве Вселенной, — значительная идеализация, нужная и необходимая для формирования законов физики, в том числе и прежде всего фундаментального закона сохранения импульса. Это абсолютно правомерная идеализация для науки и научного познания: она неоспорима.

Но наша задача — философское осмысление реальной физической неоднородности пространства Вселенной, т. е. осмысление действительной неоднородности пространства такой, какой она на самом деле существует во Вселенной: философское понимание пространства Вселенной есть диалектическое единство однородности и неоднородности. Это философское определение пространственной распределенности материи ни в какой степени не противоречит и не может противоречить научному пониманию пространства как неоднородности, ибо однородность — сторона неоднородности, точно также и неоднородность — сторона однородности: однородности вообще нет и не может быть без неоднородности и, наоборот, неоднородности нет и не может быть без однородности.

Однородность и неоднородность, как сямские близнецы, нерасторжимы: они взаимозависимы и взаимоопределяемы.

Фундаментальным свидетельством этой глубинной диалектики однородности и неоднородности природы пространства Вселенной является факт экспериментального обнаружения крупномасштабной структуры Вселенной, которая раздвигает границы неоднородности пространства Вселенной все дальше за пределы 200 Мпс: сейчас эта граница неоднородности устанавливается в пределах 250 Мпс, т. е. за этим пределом начинается территория идеализированной однородности.

А самый главный философский аргумент в пользу единства однородности и неоднородности состоит в том, что ученые и специалисты верят и глубоко убеждены, что крупномасштабная структура Вселенной неисчерпаема теми сверхскоплениями, которые в данный момент открыты и экспериментально обнаружены: уже готовятся новые, более мощные астрофизические приборы-аппараты для обнаружения сверхскоплений, содержащих в своем строении и структуре тысячи и миллионы галактик.

Кроме того, мы абсолютно уверены, что крупномасштабной структурой Вселенная не кончается и не может кончаться наше постижение Вселенной: оно как вечное движение будет двигаться к еще неизвестной нам форме структурной организации.

Поэтому открытие крупномасштабной структуры Вселенной не является и не может являться пределом нашего постижения пространства Вселенной, его неоднородно-однородной природы: философия так же имеет право на пророчество, как и любая наука, без которого нет и не может быть движения всякой человеческой мысли.

Мы за пророчество не мистическое и не мифологическое, а реальное пророчество, основанное на общих философских и научных соображениях: пророчество — это осуществимость мечты, добра и цели человеческого бытия, это вера и установка постижимости мира, сознание и убежденность открытости мира человеческому разуму, интуиции, чувству и интеллекту, воле и действию.

А разве не были пророками Лао-Цзы и Конфуций, Будда и Христос, многие крупные философы-мыслители и ученые — Платон, Ньютон, Эйнштейн, Кант, Гегель и т. д.?

Какими бы мы умными ни стали и ни станем, все мы, люди мыслящие, стоим на их пророческих плечах: истинная мысль, как блеск изумруда, прорастает из родника пророчеств многих и многих поколений людей.

Мы верим, что за крупномасштабной структурой Вселенной природа скрывает еще бесконечное множество новых, более мелких и более крупных структур в пространстве Вселенной: бесконечность Вселенной заключается и в бесконечности структуры ее пространства.

§ 5. «Темная материя»

Для решения каких космологических проблем возникает настоятельная необходимость введения «темной материи»?

1. Это проблема сингулярности как начала Большого взрыва: в какой форме и состоянии материя находилась в сингулярности как начале рождения Вселенной? Бариионная материя возникает после Большого взрыва, поэтому она, т. е. материя в бариионной форме, исключается (ее наличие) в сингулярности. Поэтому без «темной материи» почти невозможно решение проблемы сингулярности.
2. Вторая проблема — сама проблема Большого взрыва: сразу же исключается сила бариионной материи как причина Большого взрыва. Да и по существу сила бариионной материи «бессильна» взрывать катастрофически сингулярность как бесконечную гиперплотность материи и искривленность пространства-времени. А гравитационная сила слишком слаба в микромире, чтобы взорвать сингулярность как начало рождения Вселенной: требуется суперсила (а может быть, суперструнная) как причина Большого взрыва: расщепленными силами этой (суперструнной) суперсилы являются фундаментальные взаимодействия — сильные цветные, электромагнитные, слабые и гравитационные взаимодействия.
3. Третья проблема — проблема звезд, в недрах которых происходят термоядерные процессы, вызывающие термоядерный синтез элементов. Проблема заключается в том, куда девается масса всех этих «умерших звезд» — белых карликов, пульсаров и черных дыр? Не составляет ли масса этих «умерших» звезд в результате гравитационного коллапса «темную материю»?!
4. Четвертая проблема — проблема галактик, их скоплений и сверхскоплений, особенно:

индикатором познания находящихся от нас на расстояниях в десятки и сотни миллионов парсеков (1 парсек = 2,3 световых лет) галактик является исследование света, т. е. светимости, излучаемой самими галактиками: эти исследования (многократные фотографические изображения объекта, находящегося на пути между галактикой и наблюдателем, — эффект гравитационной линзы) показывают, что индикато-

ры света (светимости, яркости, абсолютной светимости) дают разные численные оценки массы галактик — 5, 7, 15, 20, 40, 45 % видимой массы от всей массы галактик. Одним словом, нам через индикатор света известно не более 20 % массы и, следовательно, энергии от всей массы галактик, а остальное — 80 % нами невидимо и неизвестно: нам на сегодняшний день известна только 1/5 часть массы галактик, а остальные — 4/5 неизвестны, т. е. это непознанная «темная материя», природа которой нам совершенно непонятна и таинственна.

Галактики, как известно, бывают спиральные, линзоподобные и эллиптические, которые различаются по форме, величине и структуре: общим для всех этих галактик является дископодобное их вращение, т. е. ротационное движение. Исследование гравитационной ротационной кривой дает также аналогичную численную оценку «видимой нами материи» (20 %), а «невидимой темной материи» (80 %), т. е. без учета энергии космического вакуума как антигравитации.

Однако значимость барионной материи вовсе не может определяться и не определяется лишь ее количественным значением в общей космической материи во Вселенной: барионная материя, как мы пока знаем, является основным топливом для поддержания Вселенной в теплом состоянии, где мы можем жить вместе с другими живыми существами.

Под «темной материей» мы понимаем «невидимую», «скрытую», «непонятную» нам материю, которая нами на сегодняшний день ассоциируется главным образом с гравитационной силой. Однако нам до сих пор неизвестна природа гравитации, хотя мы ежедневно и ежечасно даже в своей повседневной, обыденной жизни сталкиваемся с проявлениями гравитации (брошенный вверх камень падает на землю, теннисный и футбольный мячи также падают на землю, водопад и работа гидростанции и т. д. и т. п. — все это проявления гравитации). Но все же неизвестна сущностная природа гравитации и гравитационных сил, хотя построенные Ньютоном и Эйнштейном замечательные по своей математической форме и физической глубине теории о гравитации дают нам всю сумму знаний о Вселенной, ее рождении, становлении и эволюции. Теории тяготения Ньютона и Эйнштейна — это величайшие достижения человеческого гения, представившие нами Вселенную в целостной красоте, гармонии и совершенстве: общая теория относительности Эйнштейна — это единственная космологическая теория, дающая нам целостное представление о Вселенной как единой суперсистеме, обладающей закономерным строением, структурой и эволюцией: ОТО Эйнштейна — самое совершенное, красивое и изящное человеческое творение, когда-либо сотворенное человеческим разумом и интуицией гения.

И все же она — теория классическая, а не квантовая и не калибровочная. Что это означает? Не квантовая (ОТО) теория означает, что ОТО не есть квантовая теория гравитации. А это означает, что, во-первых, не создана квантовая теория микрогравитационных частиц — гравитонов, гравитино и т. д.: все попытки квантования гравитации, как отмечает М. Каку, не увенчались успехом. Во-вторых, ОТО Эйнштейна не калибровочная теория, основным требованием которой является перенормировка, т. е. устранение бесконечности: все решения уравнения движения Эйнштейна, как отмечают специалисты-гравитационисты, приводят к бесконечностям (мы об этом писали, когда рассматривали проблему сингулярности в черных дырах).

В чем же заключается философская проблема? Она заключается в необходимости познания «темной материи», ее сущностной природы: мы знаем, что «темная материя» существует, что она является причиной и источником существования звезд в галактике,

скоплений галактик, сверхскоплений. Однако мы абсолютно не знаем, какова сущностная природа «темной материи», состоит ли эта «темная материя» из каких-то квантовых частиц или нет, а если состоит из частиц, какие же частицы могут претендовать на роль частиц «темной материи». Поэтому мы можем сформулировать нашу философскую проблему как проблему эпистемологическую: наступил момент настоящей необходимости познания и исследования сущностной природы «темной материи», ибо, по оценкам специалистов — астрофизиков и космологов, непознанная «темная» и «невидимая» нами материя составляет, как уже неоднократно отмечали, до 80-90 % материи крупномасштабных структур только нами «видимой» части нашей Вселенной: проблема необходимости познания «темной материи» — настоящая необходимость философской и научной эпистемологии. Барионная материя выступает и в этом случае индикатором познания «темной материи». Однако этот индикатор барионной материи недостаточен, и потому он ограничен: нужны воображение, глубокая интуиция и даже фантазия для построения частиц, претендующих на роль частиц «темной материи».

Итак, нам необходима высокая степень фантазии и воображения для того, чтобы философски предположить теоретически идеализированные частицы-кандидаты на роль частиц «темной материи». Какие же теоретические модели, в которых рассматриваются частицы-кандидаты на роль частиц «темной материи»?

Они следующие:

- 1) суперсимметрия;
- 2) супергравитация;
- 3) инфляционная модель Вселенной.

Мы рассмотрим также экзотические частицы, как суперсимметричные известным нам элементарным частицам суперпартнеры, а также в теории инфляции Вселенной — монополи, аксионы и другие. Одним словом, мы должны мобилизовать всю силу нашего воображения и фантазии, чтобы верить в существование в реальности этих частиц-претендентов на роль «темной материи»: «темная материя» обладает квантовой сущностной природой.

Природа «темной материи»

В качестве частиц-кандидатов на роль частиц «темной материи» претендуют многие частицы «видимой» и «невидимой» материи — нейтрино, гравитино, аксионы, монополи Дирака, максимоны, преоны, космоны, нейтралино и т. д. Одним словом, физиками, астрофизиками и космологами выдвигается множество самых различных частиц-претендентов на роль частиц «темной материи». Мы, естественно, рассмотрим из этого множества только наиболее в концептуальном отношении, на наш взгляд, вероятные и обоснованные частицы-кандидаты на роль «темной материи».

1. Прежде всего рассмотрим, какие же частицы из известных нам элементарных частиц в силу их специфических особенностей могут быть наиболее вероятными частицами-кандидатами на роль «темной материи». По мнению физиков-специалистов, на роль частиц «темной материи» могут претендовать космические тяжелые нейтрино, которые «родились» в самую раннюю стадию развития Вселенной после Большого взрыва. Космических нейтрино три сорта — электронное нейтрино ν_e , мюонное нейтрино ν_μ и тау-лептон нейтрино ν_τ . Из этих космических нейтрино исключается

сразу же электронное нейтрино ν_e как легкая частица, поэтому считают, что электронное нейтрино ν_e не может претендовать на роль частиц «темной материи». На роль частиц «темной материи» могут претендовать две космические частицы-нейтрино — мюонное нейтрино ν_μ и тау-лептон нейтрино ν_τ в силу их специфических особенностей: они тяжелые ранние космические частицы — нейтрино, поэтому они могут претендовать на роль частиц «темной материи».

2. Самой интересной моделью, предполагающей частицы-кандидаты на роль частиц «темной материи», является суперсимметрия, которую мы уже подробно рассмотрели выше в нашей работе. Поэтому мы не ставим перед собой задачу детально го рассмотрения модели суперсимметрии: нас интересует суперсимметрия в аспекте исследования проблемы природы «темной материи».

Во-первых, в чисто философском понимании суперсимметрия интересна и содержательна тем, что она в своем концептуальном содержании впервые ставит проблему иного мира суперсимметричных частиц, отличного от знакомого нам барионного мира знакомых нам элементарных частиц: суперсимметричный мир — иной и более глубокий мир суперчастиц как суперпартнеров обычным, нам известным элементарным частицам барионной материи: суперсимметричными частицами как суперпартнерами элементарным частицам барионной материи являются суперкварки (скварки), суперлептоны (слептоны), фотино как суперпартнер фотона, глюино как суперпартнер глюона, гравитино как суперпартнер гравитона, нейтралино, вино, зино, хиггсино и т. д.).

Во-вторых, многие из этих суперпартнеров могут быть кандидатами-частицами на роль частиц «темной материи»: суперпартнеры элементарных частиц барионной материи в силу их специфических особенностей могут выступать в качестве суперсимметричных частиц «темной материи». Прежде всего, гравитино, нейтралино, хиггсино, вино, зино и др. могут быть кандидатами-частицами на роль частиц «темной материи»: на роль частиц «темной материи» могут претендовать суперпартнеры как суперсимметричные частицы, потому что они являются тяжелыми частицами по сравнению с частицами барионной материи.

3. Наиболее вероятными и обоснованными кандидатами-частицами на роль «темной материи», безусловно, являются монополи Дирака: теоретическое обоснование необходимости существования во Вселенной монополей и антимонполей как фундаментальных частиц и античастиц принадлежит Полю Дираку — великому физика и лауреату Нобелевской премии. Именно Поль Дирак, исходя из асимметрии между электричеством и магнетизмом в классических уравнениях Максвелла, обосновал идею о том, что в природе должна существовать и реализоваться симметрия между электричеством и магнетизмом: непознанность нами магнитных явлений и магнитного заряда является асимметрией между электричеством и магнетизмом. По этому поиск дираковского монополя является необходимостью восстановления симметрии между электрическими и магнитными явлениями: идея симметрии как методологический принцип диктует необходимость восстановления паритета между электричеством и магнетизмом. Это первое.

А второе заключается в том, что идея дираковских монополей и антимонполей приобрела фундаментальное значение в контексте поиска «темной материи» и исследования ее сущностной природы: монополи (и антимонполи) — наиболее вероятные претенденты-частицы «темной материи».

Во-первых, монополи и антимонополи являются тяжелыми и нерелятивистскими частицами, возникающими на поздних стадиях радиационно-доминантной фазы развития Вселенной, т. е. после кварк-адронного фазового перехода (конверсии кварков в адроны), поэтому монополи (и антимонополи) являются нерелятивистскими тяжелыми частицами (и античастицами); во-вторых, в силу того, что монополи и антимонополи являются нерелятивистскими и тяжелыми частицами и античастицами, аннигиляция между ними не приводит к взаимному уничтожению и превращению их в излучение: они являются во Вселенной стабильными частицами (и античастицами); в-третьих, в силу перечисленных особенностей монополи и антимонополи в состоянии противодействовать гравитационному коллапсу в процессе образования крупномасштабных структур во Вселенной: они, по предположению физиков-специалистов, являются непосредственными «участниками» в образовании крупномасштабных структур (галактики, скопления, сверхскопления) во Вселенной.

В инфляционной модели Вселенной проблема монополя (и антимонополя) получает наиболее элегантное решение: во-первых, в ложном вакууме, когда происходит катастрофическая инфляция, т. е. вздутие, Вселенной, происходит «размывание» монополей (и антимонополей), а затем происходит фазовый переход ложного вакуума в правильный вакуум путем квантовых флуктуаций и снова происходит увеличение монополей и антимонополей: в правильном вакууме происходит увеличение их.

Во-вторых, Вселенная в инфляционной модели переходит от ложного вакуума к правильному путем квантовых флуктуаций фазового перехода, который всегда связан с образованием топологических дефектов, на которых образуются домены: каждому домену соответствует один монополь с антимонополем.

Именно поэтому проблема монополей (и антимонополей) имеет фундаментальное значение для решения проблемы природы «темной материи» и важного вклада «темной материи» в общую космическую плотность материи во Вселенной. «Темная материя» — проблема решения замкнутости Вселенной как философско-мировоззренческого ее понимания. Философское миропонимание — понимание Вселенной в ее имманентной собственной эволюции и судьбе.

Аксион как частица «темной материи»

Выше мы рассмотрели частицы-кандидаты на роль частиц «темной материи» — тяжелые нейтрино — ν_μ и ν_τ , гравитино, нейтралино, хиггсино, а затем более подробно исследовали монополи (и антимонополи) как наиболее вероятные кандидаты на роль частиц «темной материи». Было отмечено, что проблема изучения частиц «темной материи» — одна из фундаментальных проблем современной астрофизики элементарных частиц и космологии, ибо проблема природы «темной материи» — это проблема решения замкнутости или открытости нашей Вселенной: если вклад частиц «темной материи» в общую космическую плотность материи Вселенной — $K = +1$, то расширение Вселенной сменится сжатием и, наконец, она подвергнется катастрофическому коллапсу, и Вселенная превратится в сингулярность, а если общий вклад частиц «темной материи» — $K = -1$, то Вселенная будет бесконечно расширяться. Поэтому проблема природы «темной материи» — не только проблема современной астрофизики элементарных частиц и космологии, но и общеприкладная проблема эпистемологии частиц «темной материи» и нашего миропонимания: чтобы понять, надо познать. Только познавая, можно понять, и только понимая, можно исследовать.

Поэтому под эпистемологией мы понимаем философскую теорию научного познания, а не традиционную гносеологию: философствовать можно в том случае, если философская эпистемология основана на точном и достоверном научном знании о мире частиц и сил современной космологии.

Поэтому, мы считаем, традиционная гносеология должна быть преобразована в современную философскую эпистемологию науки и научного познания: традиционная гносеология стала анахронизмом и архаикой, по крайней мере, в современной астрофизике элементарных частиц и космологии как науке о Вселенной в целом.

Дело не только в том, что традиционные схемы, категории, законы философской гносеологии не работают в областях физики элементарных частиц, астрофизики и космологии, но и в том, что для физиков и космологов все научно-теоретические идеи, концепции, принципы двадцатилетней давности становятся «старомодными», потому что перед теоретически и экспериментально решенными проблемами на передовых позициях развития научной мысли постоянно возникают, встают и раскрываются все новые и новые, до сего времени невиданные и необычные факты, данные, парадоксы и антиномии, решение которых требует изобретения изощренных математических способов мышления и глубины не только физической интуиции, но и философского масштаба мышления, воображения и фантазии. Именно поэтому специалисты-физики и космологи считают, что в областях современной космологии и астрофизики элементарных частиц сложилась научно-теоретическая и философско-эпистемологическая проблемная ситуация, выход из которой требует не только эксперимента, но и прежде всего имажинативного мышления, т. е. воображения и фантазии для построения и конструирования необычных, неожиданных, спонтанных гиперболических моделей, идей о частицах и их связывающих силах взаимодействий (КХД — конфайнмент, аромат, цвет, струна, суперсимметрия, супергравитация, суперструна, коллапс и реколлапс, белая и черная дыра, «пустыня» и пустота, и т. д. и т. п. — за всеми этими нам знакомыми терминами, словами, символами вскрываются совершенно необычные, неожиданные, спонтанные, гиперболические идеи, понятия, концепции, абсолютно несовместимые не только со схемами традиционной гносеологии, но и науки и научно-теоретического мышления и познания начала и даже середины XX в.).

В самом деле, физика частиц и их связывающих сил и космология на сегодняшний день шагает «семиимильными шагами», а философия в целом — «черепашьими шагами»: если она и дальше будет двигаться таким темпом, то никогда не догонит науку и ее революционное развитие. А истинная философия должна быть «маяком» для корабля — науки.

Аксионы — необычные частицы-кандидаты на роль частиц «темной материи»: аксионам, также как и монополям, придается исключительно значительная роль в образовании крупномасштабных структур во Вселенной.

Что за частица «темной материи» аксион?

Аксионом называют голдстоуновский бозон, который появляется в результате спонтанного нарушения симметрии Печей—Квинна: симметрия Печей—Квинна — симметрия, выражающая вакуумное состояние материи, произвольный параметр θ равен нулю. (Мы не будем входить в тонкости математики симметрии Печей—Квинна.) Нам важно вспомнить два момента:

1. Спонтанное нарушение симметрии (СНС мы подробно исследовали в нашей работе, когда рассматривали единую теорию электрослабых взаимодействий);

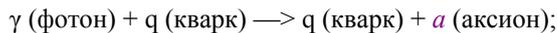
2. Механизм Хиггса как скалярного комплексного поля: в результате спонтанного нарушения симметрии появляется голдстоуновский бозон безмассовый, т. е. аксион, который массу приобретает в результате действия механизма Хиггса. Так, аксионы становятся массивными частицами-кандидатами на роль «темной материи» точно также, как монополи являются массивными частицами «темной материи», участвующими в образовании крупномасштабных структур во Вселенной.

Откуда и как рождаются аксионы?

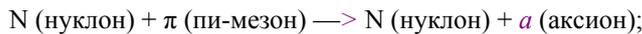
Как и монополи, аксионы рождаются из частиц барионной материи: они рождаются на поздних стадиях радиационно-доминантной фазы после кварк-адронного фазового перехода, т. е. конверсии кварков в адроны. (Мы видим, что рождение аксионов очень сходно с рождением монополей.) Значит, аксионы, как и монополи, рождаются в самую раннюю эпоху рождения Вселенной после Большого взрыва.

Чтобы аксионы и монополи могли родиться, должны были уже существовать кварки, лептоны, адроны:

1) процесс фоторождения на кварке:



2) процесс пион-аксионной конверсии:

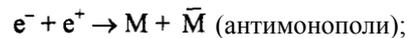


3) аксионы рождаются в результате распада аксионных структур.

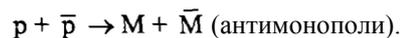
Таким образом, аксионы, рождающиеся из кварков и адронов, являются тяжелыми, массивными и нерелятивистскими частицами «темной материи», поэтому аксионы, как и монополи, могут внести значительный вклад в общую космическую плотность материи во Вселенной. Именно в этом состоит роль аксионов (и монополей) в космологии.

Схемы рождения монополей:

1) они рождаются из аннигиляции пары позитрон-электрон:



2) монополи могут родиться из аннигиляции протона-антипротона:



Первый философский вывод, который требуется здесь сделать из рассмотренных схем рождения аксионов (и монополей), заключается в глубоком единстве барионной и «темной материи»: они («барионная материя» и «темная материя») не разделены непроходимой «китайской стеной». Второй вывод заключается в самосохранении материи как таковой: «барионная материя» превращается в «темную материю» и, наоборот (может быть), «темная материя» — в «барионную материю». «Барионная материя» и «темная материя» — разные типы бытия материи: одно бытие — «барионная материя» превращается в другое бытие — «темную материю» и, может быть, бытие «темной материи» превращается в другое бытие «барионной материи», а материя как таковая никуда не исчезает. Она при всех взаимопревращениях «барионной материи» и «темной материи» самосохраняется во Вселенной.

Проблема единства «темной материи» и «барионной материи»

Итак, аксионом называется появляющийся в результате спонтанного нарушения симметрии Печей—Квинна голдстоуновский безмассовый бозон: массу аксион приобретает в результате действия механизма Хиггса как скалярного комплексного поля. Далее мы показали, как аксионы рождаются (т. е. могут рождаться) на самых поздних стадиях радиационно-доминантной фазы после кварк-адронного фазового перехода, т. е. конверсии кварков в адроны: $N + \pi \rightarrow N + a$.

Для нас важен вывод о том, что аксионы могут рождаться из барионной материи в самую раннюю эпоху развития Вселенной после Большого взрыва: аксионы как частицы «темной материи» рождаются и могут рождаться из частиц «барионной материи». Следовательно, «темная материя» и «барионная материя» каким-то фундаментальным образом в своем глубоком основании взаимосвязаны, взаимопроницаемы и взаиморождаемы: «барионная материя» рождает «темную материю», а может быть, и «темная материя» — «барионную материю».

По нашему философскому предположению, сингулярность в черной дыре — бесконечная гиперплотность единственной «темной материи»: в сингулярности как точке бесконечной гиперплотности коллапсирующей гравитирующей массы и, следовательно, гравитирующей энергии в принципе не может находиться и не находится «барионная материя»: коллапс уничтожает все лики материи, в том числе и прежде всего барионную материю, в одну «темную материю» как коллапсированную гравитационную массу-энергию.

Сила барионной материи, в том числе и сила ядерной материи вместе с электромагнитной и электрослабой силой, настолько незначительна и «слаба» по сравнению с силой «темной материи» в крупномасштабных космических объектах во Вселенной, что эти две силы (силы «барионной материи» и «темной материи») несравнимы и несоизмеримы вообще, когда речь идет о космических крупномасштабных структурах во Вселенной. Это — во-первых. А во-вторых, как мы писали, в коллапсирующей вращающейся черной дыре за горизонтом, под горизонтом и внутри горизонта событий, по теореме Прайса—Пенроуза, нет и не может быть силы, способной противостоять и противодействовать превращению всех ликов материи, в том числе и барионной материи, в сингулярность как бесконечную плотность «темной материи». Но эта бесконечная гиперплотность «темной материи» как сингулярность не есть математическая бесконечность, лишенная всякой материи вообще, а есть физическая бесконечность гиперспрессованной «темной материи»: эта бесконечность «темной материи» — коллапс, создающий и творящий свою противоположность — реколлапс как расширение «темной материи».

Поэтому, нам представляется, сингулярность как начало Большого взрыва и рождения нашей Вселенной — сингулярность в коллапсированной «темной материи»: Большой взрыв — фазовый переход «темной материи» в «барионную материю»: рождение Вселенной после Большого взрыва — рождение «барионной материи» из «темной материи». (А фазовый переход, тем более Большой взрыв, есть двуединый противоречивый процесс разрушения сингулярности «темной материи» (т. е. диверсификации) и созидания нового (т. е. Вселенной как рождения барионной материи) (т. е. инновации).)

Следовательно, наша философская мысль заключается во взаимопроницаемом единстве «барионной материи» и «темной материи»: «темная материя» и «барионная

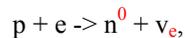
материя» — взаимопорождаемые материи во Вселенной, и их силы взаимодействуют, а механизмом этих сил взаимодействий является противоречивый процесс коллапса и реколлапса «темной материи».

А теперь рассмотрим роль аксиона в эволюции звезды: эволюция звезды (т. е. ее жизненный цикл) определяется равновесием между внутренним давлением-сопротивлением, создаваемым термоядерными реакциями в недрах звезды, и гравитационной силой, создаваемой гравитационной массой как «темной материей». Значит, звезда «живет своей собственной жизнью» до тех пор, пока сохраняется это равновесие, определяемое внутренним сопротивлением гравитационному сжатию «темной материи»: как только нарушается это равновесие, звезда «умирает» под действием гравитационного коллапса. В зависимости от массы звезды по сравнению с M_{\odot} , она под гравитационным сжатием превращается:

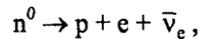
- 1) в белые карлики, если масса звезды $M > M_{\odot}$;
- 2) в нейтронные звезды (т. е. пульсары), если масса звезды $\gg M_{\odot}$ в 3 раза;
- 3) в черные дыры, если масса звезды превосходит M_{\odot} в 4, 5, 10, 100 и т. д.

Следовательно, в звезде как космическом объекте «уживаются», «сосуществуют» и «взаимоуравновешиваются» две материи — «барионная материя», определяющая термоядерную эволюцию жизни звезды, и «темная материя» как гравитационная масса сжатия и коллапса.

Какова роль аксиона в этой жизненной эволюции звезды? Роль аксиона почти такая же, какая принадлежит в эволюции звезды нейтрино: образовавшиеся в термоядерных процессах барионной материи аксионы, как и нейтрино, уносят часть энергии и тем самым сокращают время жизни звезды. В недрах звезды, в ее термоядерном котле происходит не только превращение водорода в гелий и т. д., но и столкновения протона и электрона, которые рождают нейтрон и нейтрино:



нейтрон, в свою очередь, распадается:



т. е. на протон, электрон и электронные антинейтрино, которые сразу же покидают звезду, унося часть ее энергии, и тем самым также сокращают время жизни звезды. Видимо, роль аксиона аналогична роли нейтрино: «барионная материя» и «темная материя» работают вместе, рука об руку. В этом философия единства «темной материи» и «барионной материи» во Вселенной: это единство «барионной материи» и «темной материи» — основание самосохранения материи во Вселенной.

Без допущения существования «темной материи» и введения «темной материи» в космологию и астрофизику элементарных частиц мы не могли бы решить и понять те парадоксы-асимметрии, которые реально и объективно существуют во Вселенной:

- 1) асимметрия между веществом и антивеществом;
- 2) асимметрия между веществом и излучением: вещества во Вселенной в 1000 раз больше, чем излучения всех видов;
- 3) наконец, асимметрия между «темной материей» и «барионной материей»: как неоднократно мы подчеркивали, «темная материя» на сегодняшний день во Вселенной составляет 80 %, а «барионная материя» — только 20 % (цифры

без учета энергии космического вакуума). Видимо, все же дело не только в количественном соотношении «темной материи» — 80 % и «барионной материи» — 20 %, хотя этот факт, безусловно, фундаментален: для философской мысли самое главное — самосохранение материи во Вселенной, а затем уже «темная материя» и «барионная материя», которые просто во взаимопорождении реализуют философский принцип самосохранения материи через самоорганизацию в самых различных микро-, мелко- и крупномасштабных структурах во Вселенной.

1. Асимметрия между веществом барионным и антивеществом барионным: в процессах аннигиляции без «темной материи» они давно уже «выгорели» бы, превратившись в излучение. Однако из аннигиляции барионного вещества и барионного антивещества рождается не только сама «барионная материя», но и «темная материя»: процесс фоторождения a на кварке:

$$\gamma + q \longrightarrow q + a \text{ и т. д.}$$

2. Асимметрия между веществом и излучением состоит в том, что вещество доминирует во Вселенной в 1000 раз над излучением. Если бы барионная материя постоянно не рождалась из «темной материи» в результате коллапса и реколлапса в черных и белых, а также в серых дырах, то барионная материя давно превратилась бы вся в излучение.

3. Асимметрия между «темной материей» и «барионной материей» должна во Вселенной сохраняться, иначе она давно «сгорела» бы или коллапсировала: асимметрия между «темной материей» и «барионной материей» — проблема самосохранения материи и, следовательно, устойчивой стабильности нашей Вселенной в течение 20 миллиардов лет. Как считают ученые-специалисты — С. Вайнберг, А. Дзикаки и другие, общий возраст Вселенной — 100 миллиардов лет, возраст реальной Вселенной — 20 миллиардов лет, еще 30 миллиардов лет Вселенная будет расширяться, а после 50 миллиардов лет «жизни Вселенной» она будет сжиматься и затем коллапсировать и превратится в сингулярность, чтобы снова все начать.

Многие фундаментальные проблемы в физике частиц, астрофизике и космологии находятся в неразрешенных тупиковых ситуациях в рамках признания существования одной нашей Вселенной в одном экземпляре во всем мироздании. Однако при признании множественности существования мульти-вселенных в Мега-Вселенной эти тупиковые ситуации преодолимы.

Барионическая и антибарионическая материя в крупномасштабных космических объектах

Под барионической материей понимается обычная барионная материя, связанная с тремя типами взаимодействий — СВ, ЭМВ и СЛВ и соответствующими фундаментальными и элементарными частицами — кварками и лептонами как фундаментальными, принимаемыми в стандартной модели физики элементарных частиц —

$SU_{(5)} \supset SU_{(3)} \otimes SU_{(2)} \otimes U_{(1)}$, и другими элементарными частицами, включая все адроны как частицы, участвующие в сильных взаимодействиях — ядерных и кварк-глюонных.

Под барионической материей обычно понимают «видимую», светящуюся материю, которая является универсальным индикатором познания всех крупномасштабных космических объектов — звезд, галактик, их скоплений и сверхскоплений, глубинная природа которых является антибарионической материей как «темной материей»: «темная материя» — «скрытая», «невидимая» материя, которая познается нами благодаря барионической материи как индикатору познания всех крупномасштабных космических объектов во Вселенной.

Наша философская позиция в вопросе о соотношении барионической и антибарионической материи, т. е. «видимой» и «невидимой», заключается в том, что все крупномасштабные космические объекты — звезды, галактики, их скопления и сверхскопления — во Вселенной представляют собой по своей сути и природе определенные структурные образования, глубочайшее внутреннее единство барионической и антибарионической материи: при катастрофическом разрушении этого органического единства барионической и антибарионической материи космические объекты перестают существовать как самоорганизованные структуры.

Космическими объектами управляет сила гравитации, т. е. «темная», антибарионическая материя, а в управлении мира микрочастиц участвуют три остальные силы барионической материи — СВ, ЭМВ и СЛВ. Безусловно, сила гравитации играет доминирующую роль во взаимодействиях крупномасштабных космических объектов. Однако она не является ни господствующей, ни единственной силой, управляющей космическими объектами. В самом деле их связь между собой и их взаимодействия обуславливаются силой гравитационного поля.

Но когда мы исследуем не только характер силы связи между космическими объектами как целостными структурами, а проникаем во внутренние структуры космических объектов, в их строение и процессы, происходящие в этих структурах и в их недрах, в их тайниках, то выясняется, насколько важны и существенны роль и значение барионической материи: стабильность, устойчивость существования крупномасштабных космических структур определяются существованием и действием барионической материи.

На самом деле звезда рождается, живет и умирает: жизнь звезды есть устойчивое равновесие, достигаемое между силой внутреннего давления, вызываемой термоядерными реакциями в ее недрах, и силой гравитационного сжатия ее собственной массы: звезда живет до тех пор, пока не исчерпана барионическая материя как ядерное топливо для термоядерных реакций превращения водорода в гелий. Как только барионическая материя как ядерное топливо закончится, в недрах звезды верх одерживает сила гравитационного сжатия ее собственной массы и в результате коллапса как катастрофического гравитационного сжатия огромная звезда превращается в зависимости от массы в белого карлика или пульсар, или черную дыру, которые являются звездными «трусами»: бытие звезды как самоорганизованной структуры целиком и полностью определяет барионическая материя.

Рождение звезд, их жизнь и смерть обуславливает взаимная сопряженность творчества барионической материи как «светящейся», «видимой» и антибарионической материи как «темной», «невидимой»: в рождении звезд как самоорганизованных структурных целостностей в одинаковой степени участвуют и барионическая материя, и антибарионическая материя. Антибарионическая материя при этом выступает как сила гравитационного притяжения, которая сжимает барионическую материю и ее частицы в структурную самоорганизацию. Без силы тяготения образование звезд

как самоорганизованных структур невозможно точно также, как и без барионической материи и ее частиц невозможно само структурирование звезд. Упрощенно можно сказать, что антибарионическая материя как «темная», «скрытая» материя в рождении звезд выступает как сила тяготения, которая связывает частицы как элементы барионической материи в структуру звезд: антибарионическая материя — сила связывающая, а барионическая материя есть элементы строительного материала, которые становятся структурными компонентами звезд благодаря силе притяжения гравитации.

Таким образом, роль антибарионической материи в рождении звезд, жизни их и смерти двойственна: в рождении звезд играет положительную роль, а в их смерти — отрицательную.

В недрах нашего Солнца каждую секунду 600 тонн водорода превращается в гелий, и таким образом поддерживается жизнь нашего Солнца уже на протяжении около 10 миллиардов лет и будет поддерживаться еще 10 миллиардов лет. Значит, жизнь звезд есть «самоожжение» барионной материи: самопожертвование барионической материи дает жизнь звездам. Без такого самопожертвования барионической материи невозможна и немыслима жизнь звезд: в этом состоит суть жизни звезды как самоорганизации. В ежесекундной смерти барионической материи (т. е. водорода) состоит жизнь звезды как процесс самоорганизации: в смерти пламя жизни звезды и, конечно же, жизнь — одновременно смерть. В этом заключается суть самоорганизации материи как нелинейного процесса: рождение звезды, ее жизнь и смерть — нелинейные процессы, связанные с такими понятиями, как устойчивость и неустойчивость, бифуркация и катастрофа, коллапс, реколлапс, антиколлапс, равновесие и неравновесие, симметрия и спонтанное нарушение симметрии, порядок и хаос, энтропия и информация, консервативные и диссипативные структуры и т. д.

Как симметричное состояние бифуркация есть неустойчивое и ненадежное состояние ее, причиной его разрушения может служить случайность, малейшая флуктуация: как симметричное состояние системы бифуркация есть многоканальность ее эволюции. Это означает, что все каналы эволюции системы равновероятны, поэтому трудно предсказать, по какому каналу пойдет будущая эволюция системы: это будущая эволюция системы зависит от совершенно незначительной случайности. Однако спонтанное нарушение симметрии (СНС) может быть легким или жестким: под жестким нарушением симметрии понимается катастрофа, которая играет двойственную роль. С одной стороны, катастрофа — полное разрушение системы, а с другой стороны, следствием катастрофы является образование (появление, рождение, возникновение) совершенно новой структуры, отлично качественно от старой, катастрофой разрушенной системы. Именно поэтому мы постоянно подчеркиваем и подчеркиваем нелинейность характера и природы эволюции звезд, галактик, их скоплений и сверхскоплений: эволюция всех этих крупномасштабных космических объектов носит не линейный (плавный, монотонный, равномерный) характер, а нелинейный (взрывной, катастрофический, скачкообразный) характер.

Коллапс — сжатие, а реколлапс — расширение, тогда как антиколлапс — противодействие сжатию и расширению для самосохранения структур бытия материи (вспомним, например, квантовую модель атома, закон запрета Паули или кварковую цветную материю — конфайнмент и скейлинг).

Этим трем категориям соответствуют три дыры: черной дыре — коллапс, белой дыре — реколлапс, а серой дыре — антиколлапс, преобразующий содержимое черной дыры в содержимое белой дыры.

Коллапс — сила сглаживания всех неоднородностей и ликом бытия материи и превращения неоднородностей барионной материи в гравитационную «темную» материю. Реколлапс — сила превращения гравитационной «темной» материи в частицы барионной материи во всем спектре их многоцветия и многокрасочности; антиколлапс ■ — сила самосохранения бытия материи и противодействия разрушительному влиянию коллапса или самосохранения многоцветия и многокрасочности действия реколлапса.

Все эти триединые категории — коллапс, реколлапс и антиколлапс — звенья единой и последовательной цепи фундаментального закона самоорганизации бытия материи: сингулярности соответствует коллапс, Большому взрыву — реколлапс, антиколлапс соответствует самосохранению самоорганизованных структур на всех уровнях микро-, мелко- и крупнозернистых образований бытия материи во Вселенной.

Итак, мы отметили, что антибарионическая, т. е. «темная материя», в эллиптических, спиральных и других галактиках в целом составляет 95 %, а остальное приходится на барионическую, т. е. «светящуюся», «видимую» материю: такова асимметрия между «темной материей» и «видимой» материей.

Фактически Вселенная с образованием галактических структур, в основном, состоит из «темной материи», т. е. через 2-3 миллиарда лет после Большого взрыва. В более раннюю эпоху после Большого взрыва, т. е. в первый миллиард лет после Большого взрыва, в строении и структуре Вселенной преобладала и доминировала барионическая материя: она была господствующей до начала звездообразования в недрах галактик.

Но встает, естественно, вопрос: откуда и каким образом это доминирование «темной материи» появилось?

Можно предположить, что до образования атомов, до 1000-3000 лет после Большого взрыва, во Вселенной господствующей материей была барионическая материя. Была ли в этот период после Большого взрыва антибарионическая, т. е. «темная материя»?

Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо снова рассмотреть проблемы четырех типов взаимодействий — СВ, ЭМВ, СЛВ и ГВ.

Во-первых, мы уже знаем, что на энергиях 10^{15} ГэВ все три типа взаимодействий барионической материи — СВ, ЭМВ и СЛВ — были объединены в один фундаментальный тип взаимодействий барионической материи: все три константы этих трех взаимодействий сливаются в точке Большого объединения, т. е. стандартной модели ФЭЧ. Силы этих трех взаимодействий барионической материи становятся на энергиях 10^{15} ГэВ тождественными.

Во-вторых, в стороне от этого объединительного процесса всегда стояла гравитация: ей всегда был чужд этот объединительный процесс, хотя она как сила взаимодействует со всем сущим и со всеми силами взаимодействий. Мало того, именно она искривляет пространство-время внутрь: искривление пространства-времени внутрь есть сила гравитации. Искривление пространства-времени внутрь и сила гравитации — нечто одно и то же, как известно по Эйнштейну.

Следовательно, сила гравитации существовала уже в сингулярности как точке бесконечности плотности материи и искривленного внутрь пространства-времени: но ведь эта сингулярность есть начало всех начал Большого взрыва. Поэтому мы должны исходить из того, что сила гравитации как искривленное внутрь пространство-время существовала в сингулярности до Большого взрыва: Большой взрыв как катастрофический

взрыв — сам реколлапс коллапсированной силы гравитации и искривленного внутрь пространства-времени в сингулярности. Большой взрыв не может быть силой барионической материи: слишком она ничтожна для такого Большого взрыва, чтобы расколоть, раздробить, расщепить сингулярность как бесконечность плотности материи и искривленного внутрь пространства-времени. (Известный российский астрофизик, член-корреспондент РАН И. Д. Новиков отмечает, что сила одной гравитационной бомбы во много миллионов раз будет превосходить любую атомную или водородную бомбу, а Стивен Хокинг считает, что энергия первобытной миничерной дыры с радиусом протона — 10^{-13} см — достаточна для работы десятков мощных АЭС.)

Крупномасштабные космические объекты — звезды, галактики, их скопления и сверхскопления — реально начали образовываться только через 2—3 миллиарда лет после Большого взрыва: в их образовании и существовании определяющую роль играла и играет «темная материя» как антибарионическая. Однако это обстоятельство не исключает и не может исключить и роль барионической материи в образовании и существовании крупномасштабных космических объектов. Так, например, роль барионической материи в формировании галактик очень существенна, ибо газовые облака, т. е. молекулярные облака, состоящие из водорода и гелия, под воздействием силы гравитации накаляются и распадаются на сотни миллиардов газовых шаров, которые в свою очередь под силой тяготения накаляются докрасна, и в их недрах температура поднимается до 10 000 градусов и более, что явилось условием начала термоядерных реакций превращения водорода в гелий: газовые шары загораются и становятся звездами. А звезды составляют основные структурные компоненты галактик — галактики под воздействием силы гравитационного тяготения образуют скопления.

Именно исследуя строение, структуру и поведение галактик в скоплениях, в 1933 г. австрийский ученый Фриц Цвики пришел к важному выводу о существовании в центре скоплений «темной материи», благодаря которой скопление как целостная структурная система остается неизменным. В самом деле, в центре скопления галактик имеется огромное ядро, состоящее из неизвестной «темной материи», сила которой достаточна, чтобы удержать перемещающиеся галактики относительно друг друга и центрального ядра, ибо без центрального ядра, где сосредоточена «темная материя», перемещающиеся галактики в скоплении разбежались бы в разные стороны, как отмечает известный вьетнамо-американский астрофизик Тринх Ксуан Тхуан в своей работе «Вселенная».

Таким образом, в скоплении галактики не находятся в статическом состоянии: они находятся не в состоянии покоя, а в вечном движении и перемещении с огромными скоростями. Они сталкиваются друг с другом, сдирая с поверхностных слоев звезды и разрушая их; большие галактики при столкновении занимаются «каннибализмом», «проглатывая» внутрь себя маленькие; столкновение двух галактик образует новую, еще большую, галактику.

Одним словом, мир галактик в скоплении, связанных силой гравитационного притяжения, не такой спокойный мир, как кажется на первый взгляд: на самом деле этот мир скопления галактик, как и мир звезд, — неистовый и бурный мир, подверженный катастрофе и катаклизму.

Мир звезд, галактик и скоплений их — неистовый и бурный мир, связанный с вечным их рождением и со смертью: звезды взрываются и коллапсируют, превращаясь в белые карлики, пульсары и черные дыры.

А могут ли коллапсировать галактики и их скопления? Могут, отвечает Стивен Хокинг. Он даже считает возможным в конечном счете коллапсирование всей Вселенной как результат Большого сжатия: концом Большого сжатия как коллапса Вселенной станет сингулярность.

Таким образом, проблема «темной материи» есть проблема архимногосторонняя и архимногосторонняя:

- 1) поиск и обнаружение частиц-претендентов на роль частиц «темной материи»;
- 2) проблема поиска и обнаружения недостающей материи, т. е. «темной», в крупномасштабных космических объектах — галактиках, их скоплениях и сверхскоплениях;
- 3) проблема «темной материи» не есть проблема установления ее количественной величины и значения: эта проблема — проблема качественного понимания и интерпретации;
- 4) проблема «темной материи» есть проблема коллапса: принципиальное значение имеет для Большого сжатия не вообще количественная величина и значение «темной материи», а коллапсированная «темная материя» (вспомним белые карлики, пульсары, черные дыры, квазары, первобытные мини-черные дыры и т. д.);
- 5) проблема «темной материи» поэтому есть проблема сингулярности как точки бесконечной плотности материи и искривленного внутрь пространства-времени;
- 6) проблема «темной материи» есть проблема реколлапса как Большого взрыва, расширения Вселенной, растягивания искривленного внутрь пространства-времени;
- 7) проблема «темной материи» — проблема барионической материи, их соотношения и взаимопроникновения;
- 8) проблема «темной материи» — проблема настоятельной необходимости создания теории квантовой гравитации.

Одним словом, проблема «темной материи» — проблема Большого взрыва и Большого сжатия, а все остальные проблемы связаны с этими проблемами и призваны их решать: Большой взрыв и Большое сжатие — два конца одной палки.

Мы начнем рассмотрение всех этих проблем «темной материи» с сингулярности как изначального начала Большого взрыва: сингулярность рассматривается как коллапсированная бесконечность плотности материи и искривленного внутрь пространства-времени.

После открытия двумя группами американских астрономов в самом конце прошлого века (т. е. в 1998-1999 гг.) космического вакуума с его антитяготением, антигравитацией ситуация с «темной материей» изменилась в пользу космического вакуума, хотя важная значимость «темной материи» осталась: энергия космического вакуума составляет 68 % всей мировой энергии, а на долю «темной материи» приходится около 30 %. Плотность энергии космического вакуума является источником и причиной бесконечного расширения Вселенной с ускорением. Отныне, как предполагают ученые специалисты, наша Вселенная не подвергнется Большому краху как коллапсу, превращающему Вселенную в новую сингулярность-2.

§ 6. Большое сжатие

Естественно, после рассмотрения вышеперечисленных философских проблем по логике вещей встает проблема Большого сжатия: она является по существу вопросом о судьбе нашей Вселенной, на маленьком клочке которой, названном Землей и затерянном в мироздании миллиардов миллиардов миллиардов звездных систем, галактик и их скоплений, мы — разумные существа — обитаем, созерцаем и размышляя об этом загадочном и таинственном мироздании: наше положение, по словам великого мыслителя Блеза Паскаля, прикованное навечно к маленькой былинке-Земле, ничтожно, но своим разумом мы охватываем все метагалактическое пространство с горизонтом видимости в космосе — 10^{28} см и микромире — 10^{-17} см.

Таким образом, современный человек со своим интеллектом и интуицией охватывает горизонт видимости в метагалактическом пространстве — 10^{45} см: это огромная пространственно-временная протяженность, включающая в свой состав и структуру Вселенной более 10^{21} звездных систем, таких как наше родное Солнце.

Можно даже утверждать, что чем больше мы познаем тайны Вселенной, тем больше она скрывает еще более глубоких и загадочных тайн: познание одной тайны скрывает еще новые десятки неведомых тайн Вселенной. И главная проблема научного (в том числе философского) познания заключается в том, чтобы найти соответствующие ключи к тайным замкам Вселенной: замки-то Вселенной особые, сверхсекретные сейфы. В этом состоит одна из особенностей расследования загадок Вселенной: Вселенная наша отличается от сверхсекретного сейфа тем, что она как суперсамоорганизованная и суперсамоорганизующаяся структура изобретает все новые и новые своим изощренным способом и методом замки. В этом также состоит трудность найти сразу подходящие ключи к этим изощренным и суперсекретным замкам.

Однако найденные ключи не всегда подходят к этим замкам. Наступает разочарование ученых в поисках все новых и новых ключей: разочарование сменяется минутой великого просветления в неожиданном явлении мысли, идеи, концепции. Но это торжество радости просветления продолжается ненадолго: за открытием одного замка ключом, найденным путем интуитивного просветления, скрываются еще новые, сверхзагадочные, замки, для открытия которых требуются еще более изощренные и необычные ключи. Наука движется по пути случайностей, и развивается она неожиданным путем: она в принципе — феномен не линейности, а нелинейности.

Вторая половина XX столетия характеризуется выдающимися и великолепными достижениями в области ФЭЧ и современной космологии. Но самое удивительное заключается в том, что несмотря на бесспорные (а может быть, великие) достижения на пути развития этих фундаментальных наук, появляются все новые и неожиданные парадоксы как неразрешимые противоречия нашего мышления (как научного и философского): без решения этих парадоксов научным и философским мышлением невозможно движение науки и философии. Решение парадокса — Рубикон, переходящий Цезарь стал императором всей Римской империи: наука не империя, в ней методы Цезаря неприменимы.

Самой фундаментальной проблемой философии и науки из всех фундаментальных в области космологии и ФЭЧ является проблема Большого сжатия Вселенной: подвергнется она коллапсу или нет? Это фактически вопрос о судьбе Вселенной: будет ли она бесконечно расширяться или расширение ее замедлится, остановится и начнется Большое сжатие с коллапсом в сингулярности?

Мы уже отметили, что инфляция Алана Гута (1980 г., Массачусетский университет) сформулирована для того, чтобы избежать Большого сжатия Вселенной: пространство Вселенной плоское и расширение Вселенной будет происходить бесконечно.

Как известно, из расширяющейся космологической модели Вселенной А. А. Фридмана следует три сценария ее эволюции:

- 1) если $K = 0$ — кривизна пространства Вселенной — равна 0, то расширение Вселенной будет продолжаться бесконечно;
- 2) если $K = -1$, то расширение Вселенной будет продолжаться также бесконечно;
- 3) если $K = +1$, то расширение пространства Вселенной может через несколько миллиардов лет замедлиться и остановиться, а затем начнется Большое сжатие с последующим коллапсом в сингулярности, чтобы все начинать с начала — Большого взрыва.

Не все ученые разделяют концепцию плоского пространства Вселенной и бесконечного расширения Вселенной: один из них — Стивен Вайнберг, один из создателей единой теории электрослабых взаимодействий, удостоенный вместе с А. Саламом и Ш. Глэшоу Нобелевской премии. В своей фундаментальной работе «Гравитация и космология» С. Вайнберг утверждает, что общий возраст Вселенной равен 80 миллиардам лет; настоящий возраст Вселенной — 20 миллиардов лет и еще 20 миллиардов лет наша Вселенная будет расширяться, а затем расширение ее замедлится и остановится: потом начнется Большое сжатие с последующим коллапсом в сингулярности, чтобы все начинать с начала — Большого взрыва. И в своей книге С. Вайнберг предлагает концепцию плотности материи, недостающей до критического значения плотности материи во Вселенной — 10^{-29} г/см³. До открытия «темной материи» австрийским физиком Ф. Цвики недостающая реальная плотность материи была в 100 раз меньше критического значения плотности материи во Вселенной, а после открытия «темной материи» недостающая реальная плотность материи составляет величину, в 10 раз меньшую критического значения плотности материи во Вселенной: эта цифра, 10 раз меньше недостающей плотности материи, является общепринятой большинством ученых цифрой; С. Вайнберг предлагает поиск недостающей плотности материи при изучении и исследовании галактик, их центральной части — гало как мощной концентрации «темной материи», а также недостающая материя может быть особенно сконцентрирована в центральных ядрах скоплений галактик и сверхскопления как скопления скоплений.

Таким образом, Стивен Вайнберг считает, что при активном и целеустремленном поиске недостающей материи в галактических ядрах, в центральных ядрах скоплений галактик и сверхскоплений значительно может быть сокращен разрыв между недостающей плотностью материи и критическим значением плотности материи во Вселенной. Поэтому С. Вайнберг проблему «темной материи» рассматривает как архифундаментальную проблему, от решения которой будет зависеть судьба расширяющейся Вселенной: будет ли она бесконечно расширяться или же наступит момент Большого сжатия.

Фактически С. Вайнберг в своей работе «Гравитация и космология» под «темной материей» понимает лишь силу гравитации, которая нам «не светит» и «невидима»: в эллиптических галактиках нам «светит» только 5 % материи, а остальные 95 % вообще остаются нам «темной материей» как «невидимой» и «несветящейся» материей, хотя ученые глубоко убеждены в реальном существовании огромного и чудовищно-большого количества «темной материи».

Известный физик, профессор МГУ И. М. Капитонов в своей книге «Введение в физику ядра и частиц» также считает, что нам «светит» только 5 % материи, а 95 % материи остаются для нас «темной материей»: об этих 95 % материи мы почти ничего не знаем, но мы знаем, что она, эта «темная материя», существует реально физически и объективно философски. В своей книге И. М. Капитонов дальше конкретизирует понятие «темной материи». В понятие «темной материи» он включает:

- 1) гравитацию невидимую;
- 2) нейтринную материю;
- 3) физический вакуум как виртуальный квантовый вакуум.

Причем И. М. Капитонов считает, что самой загадочной, таинственно-многообещающей «темной материей» может быть виртуальный квантовый вакуум как неисчерпаемый источник энергии и, следовательно, массы: физический вакуум как виртуальный квантовый вакуум, может быть, является главным источником созидания всего сущего бытия.

Следовательно, из виртуального квантового вакуума в результате Большого взрыва рождается сначала микро-Вселенная, а затем из микро-Вселенной — макро-Вселенная, а из сочетания микро-Вселенной и макро-Вселенной образуется через 2-3 миллиарда лет после Большого взрыва космо-Вселенная как метagalacticкое пространство-время, охватывающее 10^{21} звездных систем, в том числе галактики — 10^{11} и их скопления. Но вакуум — не только источник рождения Вселенной, но он может быть источником (вместе с гравитацией как «темной материей» и нейтринной «темной материей») Большого сжатия: Большое сжатие — это продукт не поэтической фантазии и не мифологического происхождения, а продукт серьезных и глубоких философских и научно-теоретических размышлений многих выдающихся ученых на протяжении многих десятилетий прошлого XX столетия. Поиск «темной материи» — поиск фундаментального ключа к тайнам Вселенной, в том числе и прежде всего к проблеме Большого сжатия Вселенной.

Некоторые ученые, в отличие от С. Вайнберга, еще удлиняют общий возраст нашей Вселенной — 100 миллиардов лет: настоящий возраст Вселенной — 20 миллиардов лет и еще 30 миллиардов лет будет происходить расширение Вселенной, а затем начнется Большое сжатие, которое будет продолжаться симметрично времени расширения Вселенной, т. е. 50 миллиардов лет Большого сжатия с коллапсом его в сингулярность: между временем расширения Вселенной после Большого взрыва и временем Большого сжатия должна существовать симметрия во временной протяженности.

Как мы отметили, конец XX столетия характеризуется впечатляющим и неожиданным открытием в области современной космологии: обнаружена экспериментально двумя группами американских астрономов в 1998-1999 гг. совершенно новая сфера нашей Вселенной — сфера космологического вакуума с его антитяготением, антигравитацией. Наша вещественная Вселенная с ее гравитационной силой тяготения стала и космически вакуумной сферой с силой гравитационного отталкивания, с антитяготением: отныне причиной расширения Вселенной является не Большой взрыв, как считали до сих пор, а космический вакуум с антитяготением. Мало того, космический вакуум является причиной ускоренного и бесконечного расширения Вселенной во времени и пространстве.

Поэтому совершенно неслучайно то обстоятельство, что специалисты открытие космического вакуума по своей фундаментальной значимости сравнивают с открытиями Э. Хаббла и реликтового излучения Пензиаса—Вилсона.

Интересно отметить, что Э. Хаббл (выдающийся американский астроном-экспериментатор) своим открытием об удалении галактик друг от друга подтвердил теорию русского советского ученого А. А. Фридмана о расширяющейся Вселенной, а два американских радиоастронома Арно Пензиас и Роберт Вилсон своим открытием реликтового излучения подтвердили модель Большого взрыва горячей Вселенной русско-американского ученого Георгия Гамова.

Русские ученые — блестящие теоретики-мыслители, а американские — великоколепные наблюдатели-экспериментаторы: развитие науки — единство теории и опыта.

Открытие космического вакуума с его антигравитацией представляет собой не менее научную и философскую значимость, чем открытия Э. Хаббла, А. Пензиаса и Р. Вилсона, если не более.

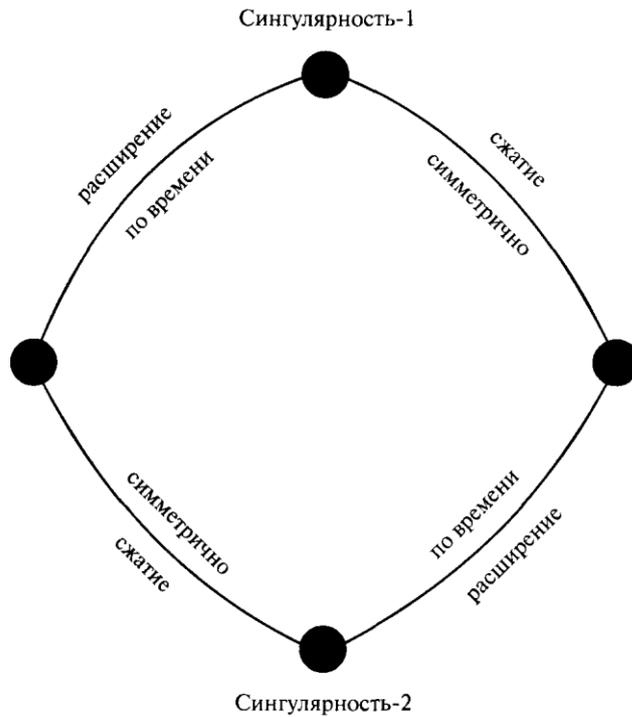
- Во-первых, космический вакуум с его антигравитацией наконец решил проблему физической причины расширения Вселенной: Вселенная не только с постоянной и неизменной скоростью расширяется, но она расширяется с ускорением и бесконечно.
- Во-вторых, открытие космического вакуума с его антигравитацией однозначно дало возможность решения трех вариантов геометрии пространства: отныне ускоренное расширение Вселенной не зависит от выбора типа геометрии пространства (нулевая кривизна, отрицательная или положительная кривизна пространства): ускоренное расширение Вселенной будет происходить независимо от реальной геометрии пространства.

В настоящее время мы не знаем, какова реальная геометрия пространства нашей Вселенной: то ли плоская, то ли отрицательная Лобачевского, то ли положительная замкнутая гиперсфера Римана, но в любом случае — евклидовом, Лобачевского или римановом — расширение Вселенной будет происходить с ускорением и бесконечно.

- В-третьих, в зависимости от выбора пространства — евклидова плоского, отрицательного Лобачевского или замкнутого пространства Римана — имеет место три типа расширения Вселенной, из которых реально осуществляется один и только один тип расширения: при плоском евклидовом пространстве реализуется параболическое, при седловидном пространстве Лобачевского — гиперболическое, а при замкнутом римановском — эллиптическое расширение Вселенной.

Таковы три типа возможности реализации расширения, из которых реально должно осуществляться одно конкретное расширение Вселенной — или параболическое бесконечное расширение, или гиперболическое, также бесконечное, или эллиптическое в гиперсфере, которое, по Фридману, должно начаться с точки, а затем смениться сжатием, которое превращает всю Вселенную снова в точку. Эта концепция Фридмана «от точки расширения — к новой точке сжатия» была представлена и конкретизирована в сингулярной космологической модели Вселенной: сингулярный Большой взрыв → расширение → сжатие → Большой крах как коллапс всей Вселенной в новую сингулярность-2, чтобы все начинать снова.

Сингулярная космологическая модель Вселенной внешне очень интересна, ибо ее основным содержанием является идея симметрии: «Большой сингулярный взрыв → расширение → сжатие → Большой сингулярный крах» (рис. 3.3.).

Рис. 3.3. Схема «От Сингулярности-1 — к Сингулярности-2»

Как известно, после открытия космического вакуума с его антитяготением как физической причины ускоренного и бесконечного расширения Вселенной сингулярная космологическая модель: «от Сингулярности-1 — к Сингулярности-2» (или фридмановская модель: «от точки — к новой точке») потеряла не только философскую привлекательность идеей симметрии, но лишилась физического смысла: отныне расширяющаяся Вселенная никогда не будет сжиматься в новую сингулярность-2.

Расширение будет происходить бесконечно с ускорением: нет во Вселенной физических сил, противодействующих космическому вакууму с его антитяготением, антигравитацией. Гравитация не способна преодолеть силу антигравитации: Вселенная никогда не будет сжиматься, коллапсировать в новую сингулярность-2.

И все же не все точки над «i» поставлены. В этой связи глубоко философски парадоксальна идея, высказанная нашим ведущим ученым-специалистом (астрофизиком-космологом) А. А. Старобинским о «старении Λ -члена», который математически описывает космологическую постоянную Эйнштейна как антитяготение: «старение» силы антитяготения может привести в отдаленном космологическом времени к доминированию тяготения над антитяготением, и тогда неминуема сингулярность-2. Однако это может случиться в том случае, если пространство Вселенной будет иметь постоянную положительную кривизну и наше мироздание будет представлять собой гиперсферу.

Таков извилистый и тернистый путь познания тайн нашей Вселенной: истина — это непрерывная смена ключей к этим тайнам.

В этой связи один из наших ведущих специалистов по астрофизике и космологии А. А. Старобинский отмечает в своей работе «Будущее и прошлое Вселенной», что, естественно, истинное познание Вселенной, как и всякого явления, вещи, процесса, возможно, и осуществимо ее познание в трех временных параметрах: в прошлом, настоящем и будущем¹. Ключевым вопросом познания Вселенной в прошлом является вопрос о начале рождения всего, т. е. рождения Вселенной: из чего родилась наша Вселенная?

Более или менее нам известны три постулата в этом вопросе о начале Вселенной:

- 1) Вселенная родилась и возникла в результате Большого взрыва;
- 2) затем только что родившаяся и появившаяся на свет наша Вселенная вовлекается в стадию инфляционную как стадию прежде всего генерации элементарных частиц;
- 3) а что было до Большого взрыва и инфляционной стадии как стадии катастрофического вздутия нашей Вселенной?

Общепринятым ответом на этот вопрос является сингулярность как начало всего: сингулярность как начало всего — то, что существовало до Большого взрыва и инфляционной стадии Вселенной.

Остается все еще остродискуссионным: что такое сингулярность и что она из себя представляет? По крайней мере по вопросу о сингулярности существуют две концепции: 1) «теория из ничего»; 2) «теория из всего».

«Теория из ничего» означает, что не было пространства-времени до рождения Вселенной: «теория из ничего» есть теория, отрицающая наличие в сингулярности реального структурированного классического пространства-времени. А признает ли «теория из ничего» наличие в сингулярности материи в виде одной-единственной гравитационной массы и, следовательно, энергии или потенциальной, неактуализированной темной материи?

Если «теория из ничего» отрицает в сингулярности наличие четырехмерного классического пространства-времени как реально структурированного, то мы вполне можем быть солидарными с ее представителями, ибо в сингулярности не может присутствовать четырехмерное классическое пространство-время: это классическое четырехмерное пространство-время в действительности возникает с рождением нашей Вселенной.

Встает законный вопрос: следует ли на современном уровне научного знания и мышления четырехмерное классическое пространство-время, осуществленное в реальной Вселенной, вообще идентифицировать с понятием пространства-времени в сингулярности, где не работает ОТО (т. е. теория тяготения Эйнштейна)? Ведь всем специалистам по ОТО Эйнштейна совершенно очевидно, что ОТО прежде всего — релятивистская (но не квантово-полевая) теория о классическом четырехмерном пространстве-времени.

Итак, мы четко должны провести демаркационную линию между понятием пространства-времени вообще в философском смысле и четырехмерным классическим

¹ Будущее Вселенной и будущее нашей цивилизации: Сб. статей. М., 2002.

пространством-временем, являющимся предметом ОТО Эйнштейна: пространство-время в философском смысле — многомерное понятие, которое несводимо к четырехмерному классическому пространству-времени. Философское понятие пространства-времени многомерно: оно несводимо к четырехмерному пространству-времени. Оно может иметь 10 (или более) пространственно-временных измерений, из которых четыре измерения реализовались при рождении нашей Вселенной: из 10 (или 11) пространственно-временных измерений, компактифицированных в сингулярности, реализовались четыре измерения в виде классического пространства-времени. Компактифицированные пространство-временные измерения — свернутые, «невидимые», как гофрированный в мелких кольцах шланг, которые (кольца) издалека невидимы.

Одним словом, в сингулярности как бесконечной плотности материи и бесконечного искривленного (т. е. компактифицированного) пространства-времени нет и не может быть четырехмерного пространства-времени, которое возникает с рождением нашей Вселенной. В этом смысле (если так понимать) «теория из ничего» приемлема как теория, отрицающая наличие в сингулярности четырехмерного классического пространства-времени, реализованного в рождении Вселенной: в сингулярности существует многомерное пространство-время с компактифицированными (10 или 11) измерениями пространства-времени.

А что из себя представляют шесть компактифицированных измерений? Они запрятаны в глубине, на самом нижнем этаже структурной организации мира микрочастиц, поэтому они как компактифицированные и бесконечно искривленные невидимы: они наглядно и образно не представимы. Только разумом и интеллектуальной интуицией они постижимы: они (т. е. эти компактифицированные пространственно-временные измерения), как отмечает Джон Уилер — главный гравитационист, пеноподобны. В сфере пеноподобного пространства-времени нарушаются самые почитаемые учеными принципы мироздания, такие, как принцип причинности, пространственно-временной последовательности и др., реализуемые в микроскопическом и космическом мироздании.

Λ-член

В своей статье «Прошлое и будущее Вселенной»² А. Старобинский отмечает, что последние десятилетия ушедшего века ознаменовались открытием новых космологических фактов фундаментальной значимости для космологии. К таким фактам относятся открытия ускоренного расширения нашей Вселенной, анизотропии реликтового излучения и другие, которые дают нам возможность по-новому смотреть на старые, уже нам известные проблемы современной космологии.

Особый интерес для нас в связи с рассмотрением проблемы сингулярной философии Вселенной имеет проблема Λ-члена как космологической постоянной, который был введен А. Эйнштейном для обоснования своей стационарной Вселенной: Λ-член как космологическая постоянная является силой гравитационного отталкивания, которая противостоит силе гравитационного притяжения и тем самым поддерживает Вселенную в состоянии гравитационного статического равновесия.

Стационарная

² Будущее Вселенной и будущее нашей цивилизации: Сб. статей. М., 2002.

Вселенная как Вселенная, находящаяся в статическом гравитационном состоянии, есть результат уравновешенного действия сил гравитационного притяжения и гравитационного отталкивания: статическое состояние Вселенной есть следствие равнодействующих сил притяжения и отталкивания. И когда наша Вселенная оказалась не стационарной, а расширяющейся в пространстве и во времени, в результате работ советского физика А. А. Фридмана, то А. Эйнштейн признал, что Λ -член был самой большой его ошибкой. Поэтому почти 20 лет Λ -член находился у специалистов — физиков-теоретиков и космологов — в забвении.

Только с установлением и открытием факта ускорения расширения нашей Вселенной ученые вспомнили о Λ -члене А. Эйнштейна: новая форма материи как материя, являющаяся физической причиной ускоренного расширения нашей Вселенной, может быть адекватно описана в форме математических уравнений Λ -члена А. Эйнштейна.

Известный астрофизик-космолог А. Старобинский отмечает, что в связи с Λ -членом, т. е. с открытием нового сорта материи, который доминирует над всеми известными нам формами материи, открывается возможность по-иному подойти к проблеме будущего нашей Вселенной. При этом А. Старобинский считает, что уверенный прогноз будущего Вселенной возможен только на конечном интервале времени: предсказания о будущем нашей Вселенной на бесконечно далекое время — иллюзия.

Пока не все ясно до конца с Λ -членом как космологической постоянной, служащей физической причиной ускорения расширения Вселенной. Возможны три варианта Λ -члена:

1. Λ -член остается постоянным, т. е. неизменным на протяжении всего расширения Вселенной. В этом случае Вселенная расширяется всегда, плотность материи во Вселенной постоянно будет уменьшаться и стремиться к нулю, а кривизна пространства будет де Ситтеровской, т. е. нулевой. В результате этого наша Вселенная будет холодной и пустой.
2. Однако очень трудно представить, что Λ -член будет постоянным на протяжении всего расширения нашей Вселенной: он может измениться во времени, и тогда наша Вселенная предстанет другой.
3. А. Старобинский не исключает возможность коллапса нашей Вселенной в целом, если плотность обычной «видимой» материи, темной «невидимой» материи плюс материи Λ -члена будет больше критической плотности материи во Вселенной: обнаружение нового сорта материи Λ -члена как материи, доминирующей над всеми известными формами барионной и небарионной темной материи и являющейся физической причиной ускорения расширения Вселенной, может служить основанием для коллапса Вселенной, если Вселенная замкнута и кривизна ее равна 1 (т. е. она является положительной). Тогда мы можем ожидать, что через 30 миллиардов лет ускоренное расширение Вселенной остановится, а затем начнет сжиматься и в конце концов Вселенная придет к своему прошлому: Вселенная наша катастрофически коллапсирует и превратится в сингулярность как бесконечность плотности материи и искривленного (т. е. компактифицированного) пространства-времени.

Коллапс — изотропный процесс, а реколлапс — анизотропный: коллапс — процесс превращения всего в одно, а реколлапс — процесс превращения одного во многое.

Можно только предположить, что в ультрамикроскопической области эффект гравитационного коллапса мог быть значительным: он проявляется пренебрежимо мало в мире элементарных частиц — 10^{-40} . Однако на планковском масштабе массы $m_{pl} = 10^{19}$ ГэВ и соответственно длины $l_{pl} = 10^{-33}$ см и времени $t_{pl} = 10^{-40}$ с эффект гравитационного сжатия мог быть значительным и мог оказать свое влияние на коллапсирование барионической материи в качестве фундаментальных и элементарных частиц.

Образование и установление во Вселенной асимметрии между веществом и излучением, частицами и античастицами имели и имеют фундаментальное значение для самосохранения материи как коллапсированной материи и для самоорганизации материи как антиколлапсирующей материи: коллапсированная в веществе материя должна реколлапсировать, чтобы осуществился антиколлапс как самоорганизация материи.

Если бы вещество не отделилось от излучения в самую раннюю эпоху после Большого взрыва, то невозможно было осуществление ни коллапсирования, ни антиколлапсирования: в веществе материя (т. е. эквивалентность массы и энергии) коллапсирует, т. е. она самосохраняется. Во всех процессах сил взаимодействий происходит реколлапсирование коллапсированной материи: антиколлапсирование как самоорганизация материи есть использование этой реколлапсированной материи для саморазвития и самоусовершенствования в процессе перехода от простого к сложному, от сложного к суперсложному (жизнь, биосфера, ноосфера и т. д.).

Саморазвитие материи от простого к сложному и суперсложному — диалектика взаимодействия всей триады — коллапсирование, реколлапсирование и антиколлапсирование материи: все лики материи исчезают и появляются новые ее лики, в том числе все лики нашей Вселенной и самой Вселенной. Однако материя самосохраняется даже в коллапсированной сингулярности как точке бесконечной плотности материи и искривленности пространства-времени: все может исчезнуть в результате коллапса, в том числе и вся Вселенная, не говоря о звездах, галактиках, их скоплениях и даже сверхскоплениях, но абсолютным останется триада материи, пространства и времени. В коллапсированной сингулярности как точке бесконечности эта триада будет сохраняться: материя превратится в бесконечную плотность, пространство-время потеряет свой реальный статус, превратившись в бесконечную искривленность, «свернутость» и «закрученность»: оно (т. е. пространство-время) станет компактифицированным, т. е. «невидимым».

Однако даже коллапсированная сингулярность триады материи и пространства-времени подчиняется времени реколлапсирования: реколлапсирование может быть бифуркацией, которая катастрофически разрушает эту точку сингулярности для антиколлапсирования. В антиколлапсе как самоорганизации материи эта триада материи и пространства-времени снова «выпрямляется», будет расширяться со всеми ликами многоцветия и многокрасочности, творя снова и созидая новую Вселенную в еще более ослепительной яркости и палитре радуги: вечность материи заключается в вечном творении и созидании все новых и новых Вселенных, и так без конца.

В этом философский смысл триады материи, пространства и времени: все сущее временно, и только материя вневременна, хотя она всегда живет и будет «жить» во времени. Только одна материя неподвластна времени: во времени все рождается и все исчезает в нем. И только одна материя никогда не исчезнет: лики ее исчезнут и поя-

вятся новые лики у нее, а сама она вечно останется той же самой: коллапс, реколлапс и антиколлапс — это слуги материи. Они выполняют «желания» материи: самое ее большое «желание» — в самосохранении, самоорганизации и саморазвитии от простого к сложному и от сложного к суперсложному.

Если исчезнет пространство-время, то исчезнет и материя: материя неуничтожима и неуничтожимы пространство и время. Когда мы пишем, что в точке сингулярности пространство и время теряют свой реальный статус, то это положение требует философского объяснения.

Во-первых, теория Калуцы—Клейна утверждает, что истинное пространство как таковое многомерно, а не трехмерно. Возможно, что в сингулярности Большого взрыва истинное пространство как таковое было многомерным (например, оно обладало девятью или десятью пространственными измерениями). В результате Большого взрыва три из девяти (или из десяти) пространственных измерений реализовались в рождении нашей Вселенной как реальное трехмерное протяженное классическое пространство, а остальные шесть (или семь) пространственных измерений остались скрытыми, свернутыми, компактифицированными на планковском масштабе длины $l_{pl}=10^{-33}$ см.

Следует еще раз подчеркнуть, что трехмерное протяженное пространство как реальное в нашей Вселенной имеет не только существенное значение для всего сущего бытия материи в ней, но и является фундаментальной особенностью существования всех вещей, явлений и процессов в нашей Вселенной: все без исключения микроскопические, мелкоскопические и макрокосмические частицы, системы и объекты трехмерны. Их бытие трехмерное: трехмерность их не есть внешний фон их сущего бытия, а является сущностной их природой, определяющей их бытие.

Во-вторых, на квантовом уровне ультрамикроскопических флуктуаций и планковской длины 10^{-33} см (или вблизи ее) философия частиц сменяется философией суперструн: обнаруживается, что само пространственное бытие этих суперструн является многомерным, при этом многомерные пространственные измерения являются скрытыми, свернутыми и компактифицированными при планковском масштабе длины 10^{-33} см. Поэтому на уровне ультрамикроскопических флуктуаций и планковской длины 10^{-33} см квантовые эффекты настолько чудовищно катастрофичны, что не могут существовать ни частицы, ни их пространственная трехмерность: размер, длина, объем, радиус, диаметр и другие геометрические свойства трехмерного протяженного пространства теряют свой реальный физический смысл.

В-третьих, в точке сингулярности Большого взрыва теряют свой реальный смысл все геометрические свойства трехмерного протяженного пространства: в ней могут существовать только и только скрытые, свернутые, закрученные пространственные измерения в компактифицированном (т. е. невидимом) состоянии.

Поэтому наша философия пространства является не философией трехмерного пространства, а философией многомерного пространства: на уровне ультрамикроскопических флуктуаций и планковской длины 10^{-33} см пространственному бытию суперструн соответствует адекватно многомерное пространство теории Калуцы—Клейна.

В-четвертых, существование суперструн связано с многомерностью пространства, его высшими размерностями: этими высшими размерностями пространствен-

ных измерений на уровне ультрамикроскопических флуктуаций являются компактифицированные, свернутые, скрытые пространства, на которые наматываются струны.

В-пятых, в соответствии с теорией Калуцы—Клейна о многомерности пространства должна быть сформулирована современная философская концепция многомерного пространства: современная философия пространства есть философия многомерности пространства.

Поэтому можно в философской перспективе предположить, что с коллапсом нашей Вселенной в новую сингулярность исчезнет ее трехмерное пространство, но не пространство как многомерное: эта многомерность пространственных измерений может быть реализована в результате нового Большого взрыва в мульти-вселенных, составляющих Мега-Вселенную. Именно поэтому в философском ракурсе более адекватной является хаотическая космология Андрея Линде о Мега-Вселенной, состоящей из бесконечного множества мульти-вселенных, одни из которых рождаются в результате нового Большого взрыва, а другие будут стареть и умирать. Хаотическая космология Андрея Линде может стать наиболее адекватной для философии самосохранения триады материи и пространства-времени.

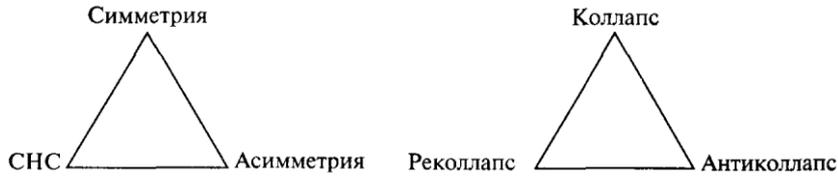
Жизнь — это структурное образование, которое характеризуется следующими структурными особенностями:

1. Парно-спиральная структура: спиральность структуры жизни — наиболее энергетически выгодное состояние материи вообще. Так, например, 70 % галактик в наблюдаемой нами крупномасштабной структуре Вселенной — спиральные.
2. Жизнь — конфигурационная структура трехмерного пространства нашей Вселенной: трехмерность пространства — фундаментальная структура жизни (однако, как мы уже писали, пространство вообще в философском понимании не сводится к трехмерности: оно в философском понимании многомерно в сингулярности до Большого взрыва, при измерении которого реализовалось как классическое трехмерное протяженное пространство нашей реальной реколлапсирующей Вселенной).
3. Жизнь — сложноконформационная структура, состоящая из четырех слоев-формаций — первичная формация, вторичная, третичная и четвертичная структура: жизнь самый драгоценный ее «бриллиант» — ДНК — прячет в самом глубоком слое и надежной формации — первичном ее тайнике.
4. Жизнь — это когерентная структура как органическое единство ее целостности и частей: между организмом как целым и его частями должна существовать синхронность их взаимодействий.
5. Жизнь — это структура темпоральная, подчиненная законам периодичности, ритмичности и цикличности временного интервала: жизнь — это асимметричная темпоральность как необратимость.

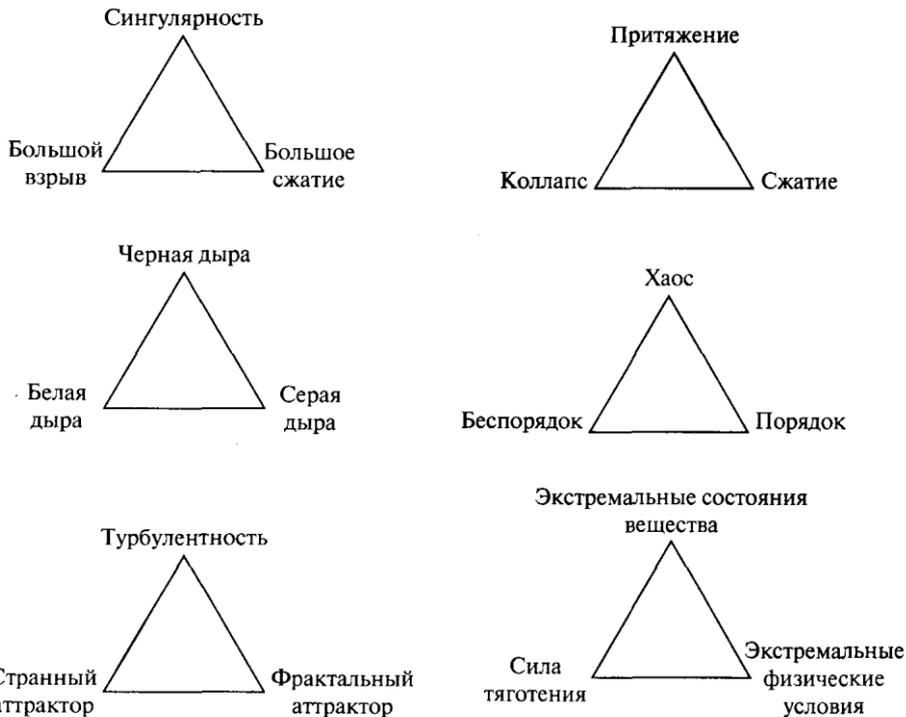
Этими же структурными особенностями в самом общем виде характеризуется крупномасштабная структура Вселенной и ее составные космические компоненты — галактики, скопления галактик и сверхскопления: все они так или иначе обладают спиральной структурой, конформационной и конфигурационной структурными особенностями, а также они когерентны и темпоральны. При всех бифуркационных катастрофах, турбулентных и хаотических процессах, коллапсе и реколлапсе, симметрии и СНС и т. д.

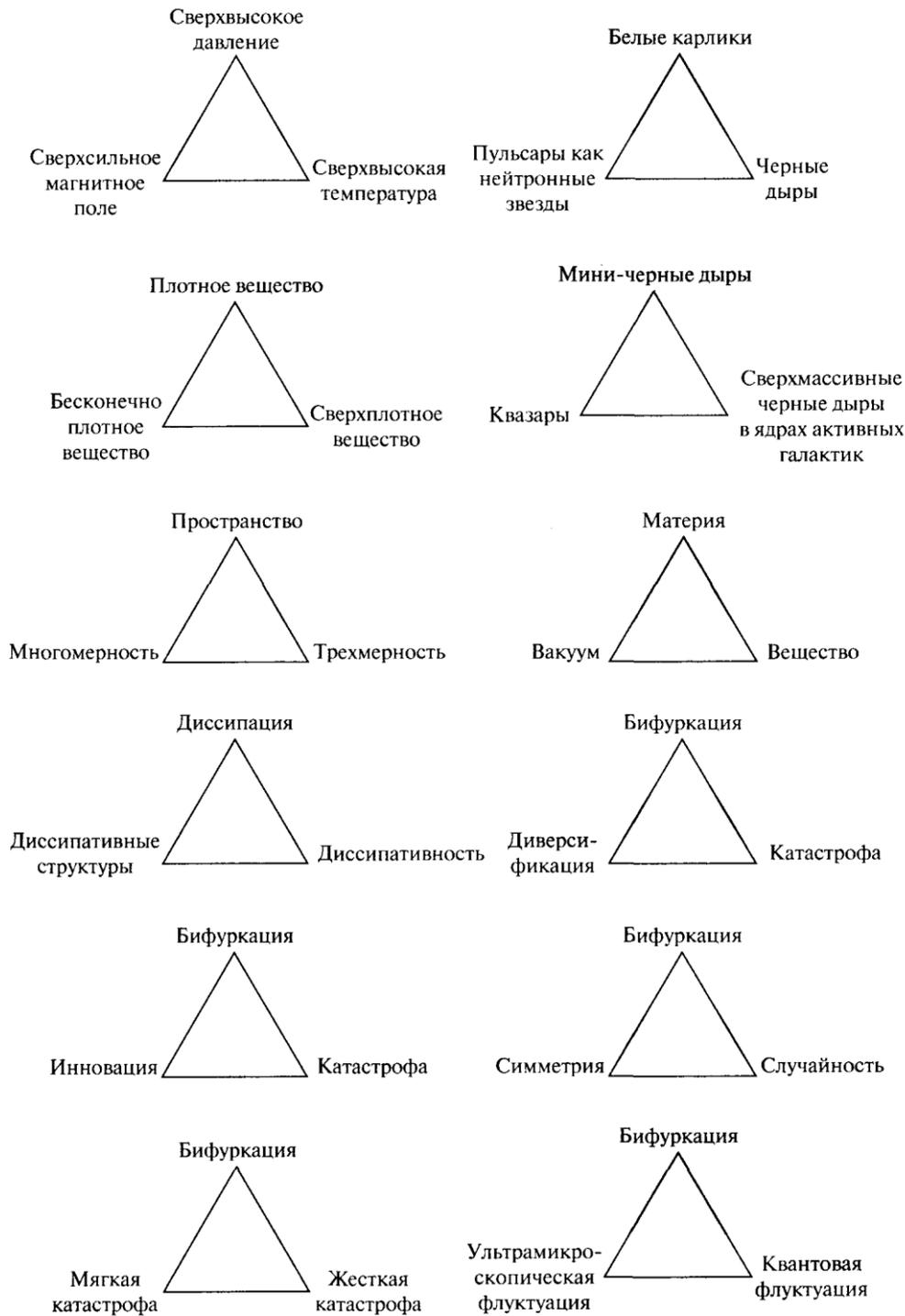
постоянно происходит самовосстановление и самовоспроизведение этих структурных особенностей. Значит, вещи (т. е. галактики, звезды, скопления галактик и сверхскопления) исчезают и уничтожаются, а их структура постоянно самовоспроизводится и самовосстанавливается во все новых и новых вещах: структура изменчивых и нестабильных вещей сохраняется, постоянно самовоспроизводясь и самообновляясь.

Под структурой мы понимаем прежде всего принципы симметрии свойств пространства и времени и вытекающие из этих принципов симметрии фундаментальные законы природы (массы и энергии, импульса и момента импульса и т. д.). Поэтому в первом разделе нашей работы приведены слова Стивена Вайнберга: «Важны не вещи, а принципы симметрии».



Эти триады являются триадийными категориями, выступающими в качестве суперпринципов, суперзаконов и суперкатегорий, применимыми для всех возможных мульти-вселенных.







и т. д.

Все эти (и другие) триады могут служить основой для разработки нового категориального аппарата современной философии в соответствии с фундаментальными открытиями в физике частиц, астрофизике, космологии и нелинейной динамике и всеми ценностями культуры вообще. Они должны быть суперпринципами, суперзаконами и суперкатегориями, справедливыми для всех возможных мульти-вселенных в Мега-Вселенной: во всем мироздании, т. е. в Мега-Вселенной, не одна наша единственная Вселенная, а бесконечное множество возможных, существующих и умирающих мульти-вселенных.

Глава 8. Вселенная как единство вещественной и космически вакуумной сфер

§1. Космический вакуум как антитяготение

Мы уже отметили, что сингулярность в современной космологии стала центральным понятием в исследовании эволюции Вселенной, ее рождения и дальнейшей ее судьбы.

Поэтому для философии миропонимания Вселенной сингулярность является основой и ключевой категорией: сингулярность, точно так же, как и симметрия, асимметрия и спонтанное нарушение симметрии, коллапс, реколлапс и антиколлапс, бифуркация, случайность, аттрактор, турбулентность, хаос и порядок и т. д., должна стать одной из фундаментальных категорий нового аппарата не только естественно-научного мышления, но и философского миропонимания и мироосвоения. Без понятия сингулярности и всех вышеперечисленных и других категорий современного естественно-научного способа и методологии мышления совершенно невозможно философское (а также мировоззренческое) понимание проблем Вселенной, ее начала всех начал, Большого взрыва, инфляционной ее стадии, эволюции и дальнейшей (а может быть, конечной) судьбы: сингулярность — альфа и омега философии Вселенной.

Поэтому я свою философию Вселенной называю сингулярной философией Вселенной. Сингулярность — центральная, осевая, стержневая и ключевая категория, вокруг которой нанизываются (как бусинки) все нами выше перечисленные категории (симметрия, коллапс, хаос, случайность и т. д.).

Мы уже отметили, что современная космология (астрофизика черных дыр, нейтронных звезд, белых карликов, квазаров, активных ядер галактик и т. д.) характеризуется прежде всего выработкой категории сингулярности: сингулярность — главное достижение цели и задачи исследования черных дыр (а также квазаров, пульсаров и т. д.).

Еще раз особо подчеркнем, что во всех случаях в изучении и исследовании всех типов черных дыр самое главное достижение заключается в формировании и конституировании сингулярности как ключевой и осевой категории современной космологии и философии Вселенной. Почему?

Потому что все нами вышеперечисленные (симметрия, коллапс и т. д.) и другие категории служат и подчинены именно категории сингулярности: сингулярность является всеобщим и фундаментальным понятием современного философского понимания Вселенной, ее начала рождения в результате Большого взрыва, инфляционной стадии ее развития, ее эволюции и судьбы: сингулярность есть начало и конец эволюции нашей Вселенной, если обнаружится, что для плотности массы Вселенной будет преобладать критическое значение 10^{-29} г/см³.

Поэтому проблема плотности материи в современной космологии, физике частиц и астрофизике выступает как первостепенная проблемная задача, над разрешением которой ведутся исследования во многих лабораториях мира.

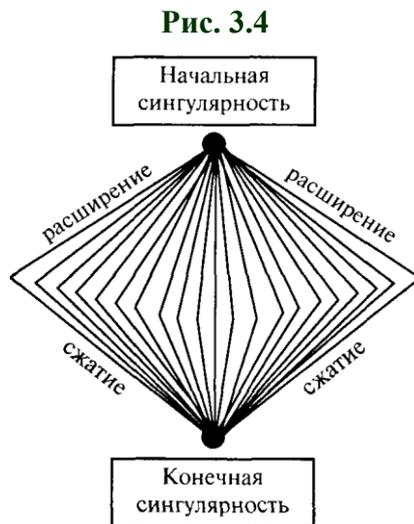
Как считают сейчас ученые, реальная плотность вещества даже с учетом «темной», «невидимой» материи меньше критического значения ($\rho = 10^{-29}$ г/см³). Однако при экспериментальном обнаружении массы у нейтрино (ν_e , ν_μ и τ -лептон) выбор динамики расширения нашей Вселенной и ее геометрии пространства будет сделан однозначно в пользу закрытого (т. е. замкнутого) мира Вселенной: Вселенная сама себя замыкает. Именно поэтому так существенна философская значимость категории сингулярности: она представляет собой в замкнутом мире Вселенной начало Большого взрыва и конец Большого краха. (Мы пока не учитываем космический вакуум с его антигравитацией.)

Начальная сингулярность — рождение Вселенной в результате Большого взрыва, а конечная сингулярность — гибель Вселенной в результате Большого краха: Большой взрыв — реколлапс, а Большой крах — коллапс.

Динамика эволюционирующей Вселенной, в зависимости от реальной плотности вещества во Вселенной по отношению к критическому ее значению, может быть либо бесконечным расширением в будущем, либо закончится сжатием и коллапсом, превращающим всю нашу Вселенную снова в конечную сингулярность: парадоксальность заключается в том, что из начальной сингулярности рождается наша Вселенная в результате Большого взрыва и конечная ее судьба заканчивается Большим крахом как всекосмологическим коллапсом, превращающим всю Вселенную снова в конечную сингулярность.

Во-первых, Вселенная рождается из начальной сингулярности как точки бесконечной плотности материи и бесконечного искривленного пространства-времени: Вселенная рождается из сингулярности.

Во-вторых, в результате Большого взрыва рожденная Вселенная расширяется: расширение Вселенной — генезис фундаментальных частиц и античастиц, тотальная вселенская их аннигиляция, в процессе которой все антивещество «сгорело» и остались только «избыточные» фундаментальные кварки, которые в результате конверсии образовали барионы (прежде всего нуклоны, протоны и нейтроны): последующее



расширение Вселенной связано с осуществлением нуклеосинтеза, а через миллионы лет после Большого взрыва осуществляется рекомбинация как процесс образования нейтральных атомов из легких ядер и электронов — водорода 75 % и гелия 25 % (рис. 3.4).

Таким образом, расширение Вселенной — образование прежде всего фундаментальных пространственно-временных микроскопических структур — частиц, легких ядер и атомов, из которых строятся химические элементы, без которых невозможно образование крупномасштабной структуры Вселенной, состоящей из звезд, галактик, скоплений галактик и сверхскоплений, являющихся структурными компонентами крупномасштабной структуры Вселенной, в состав которой входят 10^{11} галактик, каждая из которых содержит 100 миллиардов звезд, как наше Солнце.

Итак, расширение Вселенной проходит условно три крупных этапа образования ее вещественной сферы:

- 1) этап генезиса фундаментальных частиц и античастиц, нуклеосинтеза и рекомбинации. Самым важным обстоятельством на этом этапе является «гибель антивещества» и абсолютное доминирование вещества во Вселенной: Вселенная наша есть вещественная без антивещества;
- 2) этап распространенности во Вселенной водорода и гелия, без участия которых совершенно немислимо образование не только звезд, но и вообще крупномасштабной структуры Вселенной;
- 3) этап образования и существования крупномасштабной структуры Вселенной.

Нам представляется более адекватным реальному расширению Вселенной и генетически правильным деление эволюции Вселенной на три крупных периода:

- 1) началом первого генеалогического периода является сингулярность, которая катастрофически взрывается Большим взрывом. Затем вслед за образованием классического пространства-времени происходит в несколько секунд инфляционная стадия Вселенной;
- 2) после Большого взрыва в первые же секунды в соответствии с законом зарядового сопряжения образовалось равное число фундаментальных фермионов и антифермионов. Однако в тотальной вселенской аннигиляции произошло «самоуничтожение» этих фундаментальных фермионов и антифермионов, т. е. в этом «космическом котле» аннигиляции «сгорели» одинаково миллиард фермионов (плюс 1 фермион) и миллиард антифермионов. Из этого плюс одного фермиона образовались «избыточные» кварки, которые в процессе конверсии были захвачены протонами и нейтронами: образовались одни протоны без антипротонов и нейтроны без антинейтронов;
- 3) третий период начинается через миллион лет с рекомбинацией атомов из соединения легких ядер и электронов: с атома начинается настоящая, подлинная эпоха вещества без антивещества.

Так, образовалась адронная асимметрия из кварковой асимметрии: сначала в космическом «котле» аннигиляции «сгорели» все кварки и антикварки, кроме «избыточных» кварков, из которых были образованы нуклоны (барионы) без антинуклонов (без антибарионов). Точно такая же ситуация произошла с лептонами: образовалась лептонная асимметрия без антилептонов.

Таким образом, результатом аннигиляционного процесса в космическом «котле» явилось образование:

- 1) кварковой асимметрии без антикварков;
- 2) лептонной асимметрии без антилептонов;
- 3) барионной асимметрии без антибарионов.

Поэтому именно в процессе рекомбинации происходит атомарная асимметрия без антиатомов: из атомов без антиатомов образуются молекулы без антимолекул, а из молекул (без антимолекул) — химические элементы без антиэлементов.

Одним словом, во Вселенной пока не наблюдается существование антизвезд, антигалактик, антископлений галактик, антисверхскоплений. Иными словами, мы не наблюдаем наличие антимиров, их не существует и не может существовать в нашем мирозда-

нии Вселенной, ибо антиматерия вся «сгорела» в тотальном космическом аннигиляционном «котле» в самую раннюю эпоху первых трех минут рождения нашей Вселенной.

Таким образом, симметрия между материей и антиматерией была нарушена в самую раннюю эпоху рождения нашей Вселенной после Большого взрыва и инфляционной Вселенной: наша Вселенная как вещественная — асимметричная Вселенная без антимиров звездных, галактических и метagalактических.

И жизнь в целом как состоящая из вещества в основном без антиатомов, антимолекул, антипротонов, антиэлектронов и т. д. — феномен вещественный без антивещества и потому феномен асимметричный: ДНК — асимметричная двуспиральная молекулярная структура без антимолекул, хотя роза, как отмечает Р. Пенроуз, симметрична в своем внешнем проявлении.

Антигравитация

Самыми фундаментальными открытиями в современной космологии, на которых она основывается, являются три выдающихся экспериментальных открытия, которые были теоретически предсказаны:

1. Экспериментальное открытие Эдвином Хабблом закона всеобщего удаления галактик друг от друга: чем дальше от нас находятся галактики, тем они быстрее удаляются. Это выдающееся открытие Э. Хаббла окончательно подтвердило теоретическое предсказание А. А. Фридмана о нестационарности Вселенной: космологическое расширение Вселенной, предсказанное теоретически Фридманом в 1922 г., подтверждено экспериментальными наблюдениями Э. Хаббла о всеобщем удалении галактик в 1929 г., т. е. через семь лет после фридмановского предсказания и через четыре года после смерти А. А. Фридмана.
2. Вторым фундаментальным экспериментальным открытием в современной космологии является реликтовое излучение, обнаруженное двумя американскими учеными Арно Пензиасом и Робертом Вилсоном в 1965 г. (Нобелевские премии им были вручены в 1978 г.) Микроволновое чернотельное фоновое излучение как электромагнитные волны (т. е. фотоны), идущие к нам со всех сторон изотропно от Большого взрыва как остаточное явление от него, было теоретически предсказано выдающимся американско-советским ученым Георгием Гамовым в 40-50-е гг. прошлого века. Следует здесь отметить, что без построения Г. Гамовым горячей модели Вселенной, т. е. Большого взрыва, вряд ли возможно было понимание и осознание микроволнового фонового излучения как реликтового излучения горячей Вселенной Гамова?! (Г. Гамов так и не был удостоен Нобелевской премии.)
3. Третье фундаментальное открытие было сделано двумя группами американских астрономов в 1998-1999 гг.: это космический вакуум, который, вероятнее всего, изменит не только наше космологическое и астрофизическое представление о мире нашей Вселенной, но и наше философское миропонимание о Вселенной, ее материи, пространстве и времени, об их эволюции и статичности.

Как известно, А. Эйнштейн создал общую теорию относительности в 1915 г.; через семь лет А. А. Фридман, решая обобщенные уравнения гравитационного поля, нашел свое решение о нестационарности нашей Вселенной, т. е. о ее космологическом расширении: стационарная Вселенная Эйнштейна становится у Фридмана нестационарной, т. е. расширяющейся и эволюционирующей.

Сами по себе уравнения гравитационного поля общей теории относительности предполагают возможность существования как статической Вселенной, так и нестационарной Вселенной: А. Эйнштейн построил статическую Вселенную, а А. А. Фридман — нестационарную Вселенную.

Мы ниже эти две концепции рассматриваем в философской интерпретации и понимании: открытие космического вакуума как антитяготения, антигравитации показывает, что мир нашей Вселенной и статичен, и нестационарен. Эволюционирующая Вселенная Фридмана—Хаббла в основе своей содержит в качестве фундамента космический вакуум как статический мир: динамика и статичность не взаимоисключают, а взаимопредполагают.

Парадокс состоит в том, что Эйнштейн как создатель общей теории относительности придерживался модели статической Вселенной: Вселенная Эйнштейна статична.

А. А. Фридман эту статическую Вселенную Эйнштейна превратил в нестационарную Вселенную как динамическую и эволюционирующую Вселенную. Выдающаяся заслуга А. А. Фридмана состоит в том, что, во-первых, он не только наполняет пустую Вселенную материальным содержанием, но и обосновывает структурирование этого материального содержания в типах геометрии пространства-времени: материальное содержание геометризуются в пространственной структурной самоорганизации.

Теория Фридмана не только динамика расширяющейся Вселенной, но и она (эта Вселенная) геометризуются в пространственной структурной самоорганизации. Вселенная не просто динамически расширяется: само это динамическое расширение — геометрическая самоорганизация Вселенной. Динамика оформляется в геометрию, а геометрия определяется динамикой: геометрии нет без динамики и динамики не существует без геометрии. В общеполитическом контексте теория Фридмана — самоорганизация ее в динамической геометрии.

Выдающаяся заслуга Э. Хаббла состоит не просто в экспериментальном подтверждении теории Фридмана о динамическом и геометрическом расширении Вселенной с установлением факта наблюдаемого всеобщего удаления галактик друг от друга. Главное, что сделал Хаббл, заключается в раскрытии количественной закономерности расширения Вселенной: динамическое расширение подчиняется точному количественному закону Хаббла: расширяющаяся Вселенная подчинена точному физическому закону линейной зависимости скорости удаления галактик друг от друга от расстояния их от нас: чем дальше галактики находятся от нас, тем они быстрее разбегаются друг от друга.

Следовательно, саморасширяющаяся Вселенная Фридмана закономерна: она подчинена точному количественному закону линейной зависимости скорости разбегания галактик друг от друга от расстояния их от нас. Чем дальше от нас находятся галактики, тем они быстрее, т. е. с большей скоростью, разлетаются друг от друга.

Поэтому главная заслуга Хаббла заключается в исследовании и установлении наблюдаемой физической закономерности расширяющейся Вселенной Фридмана: Фридман установил принцип динамической и геометрической самоорганизации Вселенной, а Хаббл вскрыл фундаментальный конкретный физический закон, управляющий этой саморасширяющейся Вселенной Фридмана. (Мы о других открытиях Хаббла не пишем специально, чтобы не отвлек внимание читателя от сути главной заслуги Хаббла.)

Таким образом, Фридман статическую Вселенную Эйнштейна «растопил», «расплавил» в динамическом и геометрическом расширении Вселенной: статическая Все-

ленная Эйнштейна у Фридмана превратилась в самоорганизующуюся суперсистему в динамической геометрии Вселенной.

А великая заслуга Хаббла состоит в раскрытии и установлении фундаментальной и универсальной закономерности, лежащей в основе динамики Вселенной Фридмана и управляющей ею: расширение закономерно и управляется законом линейной зависимости Хаббла.

Итак, Эйнштейн в своей общей теории относительности сформулировал уравнения гравитационного поля для описания сильных полей тяготения: тяготение — главное действующее лицо в теории Эйнштейна как универсальный феномен, пронизывающий все вещество, излучение и структуру пространства-времени.

Все виды вещества — темного и светлого — являются гравитирующими: они обладают силой гравитационного притяжения. Не только вещество гравитирующее, но и также излучение (т. е. свет) подчиняется в теории тяготения Эйнштейна силе гравитационного притяжения: оно (т. е. излучение) искривляется в сильном поле тяготения. Мало того, как мы видели, в черных дырах при коллапсе из-под горизонта событий даже свет не может выскочить наружу.

Как мы писали, при коллапсе в черных дырах пространство-время искривляется и даже компактифицируется, превращаясь в сингулярность вместе с веществом и излучением в бесконечность: в сингулярности пространство-время теряет свой реальный физический статус (т. е. классический). Как мы уже писали, при сверхэкстремальных условиях принципиального различия между веществом и излучением нет и не может быть, поэтому понятие вещества охватывает и излучение: вещество в фундаментальной физике частиц, астрофизике и космологии рассматривается как самое широкое и универсальное состояние материи. Оно охватывает весь спектр фундаментальных частиц и античастиц — фермионов: кварков и антикварков, лептонов и антилептонов; адронных частиц — протонов и нейтронов и других; полей и их квантов — глюонов и фотонов, квантов слабых взаимодействий — W^{\pm} и Z^0 -бозонов и гравитонов, а также виртуальных частиц и античастиц всех видов плазмы и т. д.

До самого конца прошлого (XX) века нашу Вселенную поэтому рассматривали в целом как сферу вещественную: как сфера вещественная, она есть сфера тяготения. В ней доминирует и господствует тяготение как сила гравитационного притяжения: гравитации подвержено все вещество и пространство-время.

Почему же тогда происходит расширение нашей Вселенной? По существу же, если в вещественной сфере доминирует и господствует тяготение, эта сфера в конечном счете должна коллапсировать и превратиться в сингулярность, чтобы начать все сначала.

Поэтому совершенно не случайно, что Эйнштейн в своей теории тяготения ввел и сформулировал новую космологическую постоянную — Λ -член, которая должна была компенсировать тяготение: эта космологическая постоянная Эйнштейна была задумана им как антигравитация, антитяготение (точнее, новая космологическая постоянная Λ является точным математическим описанием антитяготения, антигравитации).

Статическая Вселенная, где происходит доминирование и преобладание тяготения, гравитации, не может долгое время находиться в состоянии статичности, неизменности и постоянства: она рано или поздно должна сжаться под действием тяготения и коллапсировать в сингулярность. Поэтому чтобы этого не случилось, Эйнштейн в свои уравнения гравитационного поля ввел вторую космологическую постоянную — Λ -член наряду

с первой космологической постоянной как комбинацией ньютоновской гравитационной постоянной Q и c^2 — квадрата скорости света.

Поэтому фридмановская концепция расширения Вселенной и хаббловские наблюдения разбегания и удаления галактик друг от друга показали Эйнштейну излишним введение новой космологической постоянной Λ как точного математического описания антитяготения, антигравитации. Самое парадоксальное заключается в том, что ни Фридман, ни Хаббл как великие мыслители и ученые не только не обратили внимания на введение Эйнштейном в свои уравнения гравитационного поля второй космологической постоянной Λ , которая модифицировала эти уравнения, из которых исходил Фридман о рождении Вселенной: они по существу даже не ставили вопроса о том, почему же Вселенная расширяется, в чем состоит причина этого расширения и почему галактики удаляются друг от друга, вместо того чтобы притягиваться друг к другу.

Таким образом, Фридман, исходя из модифицированных (в 1917 г.) уравнений гравитационного поля Эйнштейна, создал теорию о расширении Вселенной и постулировал, что Вселенная расширяется, но он обошел вопрос: почему она расширяется? Великий Хаббл, наблюдая самым совершенным телескопом 2,5 м в обсерватории Маунт Вилсон разбегание галактик и даже установив фундаментальную закономерность этого разлета галактик, также обошел вопрос, почему они разбегаются и удаляются, вместо того чтобы приближаться.

Таков извилистый путь научного познания истины: сначала в абстрактном виде что-то предсказываем и предполагаем в виде гипотезы, а затем ищем факты, сопоставимые с этой гипотезой: за фактами мы ищем закономерность их последовательной связи. Факты — феномены, а закон — их внутренняя структура последовательной связи и их зависимости. Уже после познания закономерности ставим вопрос: почему?

Итак, Эйнштейн свою общую теорию относительности окончательно сформулировал в 1915 г.: уравнения гравитационного поля общей теории относительности им сформулированы для описания Вселенной в целом. Поэтому естественно то, что на основе им созданной теории тяготения воздвигнуто мироздание всей Вселенной в целом. Так, им воздвигнута была статическая Вселенная как вечная, неизменная во времени и одинаковая везде и всюду в пространстве: статическая Вселенная Эйнштейна, поскольку она однородна и изотропна в пространстве и однородна во времени, была абсолютно симметрична.

Это означает, что, во-первых, в пространстве нет выделенных центров, все точки в нем равноправны и одинаковы, а во-вторых, в пространстве нет выделенных направлений, все направления в нем одинаковы и равноправны. Что касается симметрии однородности времени, то она заключается в том, что все моменты во времени идентичны и тождественны.

Все эти принципы симметрии (однородности и изотропности пространства и однородности времени) являются фундаментальными, из которых выводятся фундаментальные законы сохранения физики (законы сохранения импульса и момента количества движения, а также закон сохранения энергии). Поэтому, как представляется нам, абсолютно не случайно то обстоятельство, что Эйнштейн построил статическую (абсолютно симметричную) Вселенную: она была нужна ему для выведения фундаментальных законов физики. (Мы считаем, что Эйнштейн знал и понимал теорему Э. Нетер до нее и независимо от нее.)

Еще раз отметим, что статичность и симметричность Вселенной Эйнштейну нужны были для самосохранения в физике фундаментальных ее законов (мы об этом неоднократно писали в нашей работе). Только отметим, что рассматриваемые принципы симметрии являются фундаментальными свойствами пространства и времени, из которых выводятся законы сохранения импульса, момента количества движения и энергии, составляющие сердцевину физики вообще. Это с одной стороны.

А с другой стороны, Эйнштейн глубоко чувствовал и понимал, что статичность Вселенной не может быть сохранена в длительном космологическом временном интервале, если эта статичность сопряжена только и только с одной-единственной силой тяготения, силой господства и доминирования гравитационного притяжения. (На современном языке и уровне значения господство одной гравитации в конечном счете неизбежно приведет к сжатию статической Вселенной и к коллапсу ее в сингулярность.)

Итак, статическая Вселенная не может сохранять свою статичность при господстве одного тяготения: она неизбежно будет коллапсирована и превращена в сингулярность. Этого, безусловно, Эйнштейн не хотел и не мог допустить. Именно поэтому он считал необходимым модифицировать свои уравнения гравитационного поля и обобщить, введя вторую новую космологическую постоянную Λ , точнее, математическое описание антитяготения, антигравитации: антитяготение как сила гравитационного отталкивания должно компенсировать тяготение. Если силы тяготения, действующие на частицы, компенсируются противоположными силами антитяготения, то частицы эти будут находиться в состоянии покоя. Поэтому Эйнштейн считал, что введение им новой космологической постоянной Λ связано с необходимостью квазистатического распределения материи в вечной, одинаковой в пространстве и неизменной во времени Вселенной: бытие статической Вселенной должно поддерживаться противоборством тяготения и антитяготения, сил гравитационного притяжения и гравитационного отталкивания. (Мы только сейчас начинаем понимать всю мощь и величие интеллекта и интуиции А. Эйнштейна как мыслителя и величайшего физика всех времен.)

Самое поразительное и парадоксальное заключается в том, что Эйнштейн, страстный гравитационист, предстает во всем своем величии — как антигравитационист. В этом весь философский смысл построения статической Вселенной и антигравитационизма Эйнштейна: именно он является антигравитационистом № 1. Почему? Потому что фактически он в философском ракурсе первым указал на антигравитацию как физическую причину фридмановского и хаббловского расширения Вселенной с ускорением: эйнштейновская идея антитяготения, антигравитации приобрела конкретный физический реальный смысл только в самом конце прошлого века, т. е. в 1998-1999 гг., когда двумя группами американских астрономов был открыт и обнаружен космический вакуум с антитяготением, антигравитацией как физическим источником и причиной ускоренного расширения Вселенной: Вселенная расширяется с ускорением. Антитяготение — причина расширения Вселенной, космический вакуум с антигравитацией является новой космической сферой, выступающей причиной ускоренного расширения Вселенной.

Творчество А. А. Фридмана также может быть (в философском измерении) рассмотрено как расщепленное внутренне на две плоскости: одна плоскость — философское миропонимание и мироустройство, а другая — научная картина мира. Если у Эйнштейна философское мироустройство — статическая Вселенная, то у Фридмана

оно глубоко динамическая Вселенная: статичность Вселенной у Фридмана «растворяется» в ее динамическом расширении. Вселенная у Фридмана расширяется изотропно во всех направлениях и однородно во всех точках пространства. Если у Эйнштейна статическая Вселенная симметрична, т. е. она статична, потому что она остается всегда во все времена неизменной, постоянной, одинаковой в пространстве, то у Фридмана динамически развивающаяся Вселенная симметрична, т. е. изменяющаяся и расширяющаяся Вселенная в своем развитии сохраняет саму себя в фундаментальных свойствах пространства и времени — изотропии и однородности пространства и однородности времени, с которыми глубоко и внутренне связаны законы сохранения физики: импульса, момента количества движения и энергии.

Сразу же здесь отметим, что великая заслуга Эдвина Хаббла состоит не только в экспериментально-наблюдательном подтверждении фридмановской концепции расширения Вселенной, но и в том, что Хаббл подводит мощную теоретическую базу своим законом всеобщего разбегания галактик в динамику расширения Вселенной Фридмана. Динамическое расширение Вселенной закономерно, и оно подчиняется всеобщему физическому закону линейной зависимости скорости убегания галактик от расстояния их от нас: чем дальше от нас находятся галактики, тем они быстрее разбегаются от нас.

Закон всеобщего разбегания галактик Хаббла является, как отмечают авторы замечательной книги «Вселенная, жизнь, черные дыры», — следствием изотропии и однородности пространства и однородности времени Вселенной Фридмана: таково взаимное теоретическое оплодотворение симметрии Вселенной Фридмана и закона линейной зависимости Хаббла. Поэтому можно смело утверждать, что философское миропонимание и мироустройство фридмановской симметричной Вселенной находит свое полное теоретическое и опытно-наблюдательное подтверждение в замечательных результатах творчества великого американского астронома Э. Хаббла:

- 1) астрономические наблюдения разбегания галактик (как отмечает в своих трудах известный теоретик — астрофизик и космолог, член-корреспондент РАН И. Д. Новиков, Хаббл сделал за все время исследования звездного и галактического мира более 6000 фотографий);
- 2) закон линейной зависимости Хаббла;
- 3) постоянная Хаббла.

Это — одна сторона творчества великого русского ученого Александра Александровича Фридмана. А вторая сторона — чисто научная картина мира, где А. А. Фридман рассматривает в более конкретном и детализированном виде проблему соотношения динамики и геометрии пространства Вселенной. (Для более подробного изучения данной проблемы рекомендуем вышеназванную книгу известных специалистов — члена-корреспондента АН РФ А. М. Черепашука, директора ГАИШ МГУ, и ведущего специалиста-астрофизика, доктора физико-математических наук А. Д. Чернина: «Вселенная, жизнь, черные дыры» (М., 2004).)

При рассмотрении соотношения динамики расширения Вселенной и геометрии ее пространства нас интересует философское значение и смысл решения Фридманом этой сложной и трудной проблемы.

Динамическое расширение Вселенной Фридман «обволакивает» в геометрические формы пространства: если силы динамики расширения велики, а тяготение недостаточно, чтобы воспрепятствовать динамике расширения, то неизбежно бесконечное и беспредельное расширение (такое расширение связано с отсутствием кос-

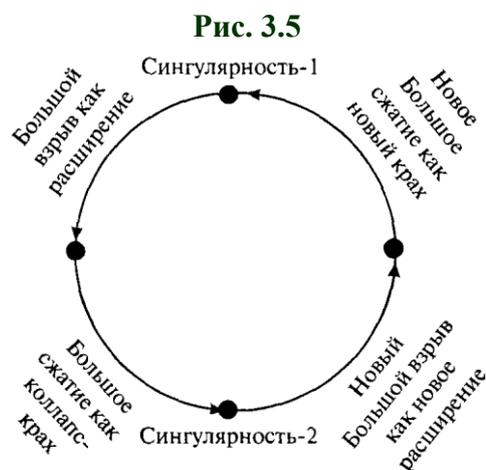
мического вакуума с антигравитацией: при доминировании и господстве антитяготения, антигравитации над тяготением, гравитацией реализуется бесконечное и беспредельное ускоренное расширение Вселенной).

В философском отношении миропонимания в целом позиции Эйнштейна и Фридмана — принципиально отличаются: у Эйнштейна статическая Вселенная, а у Фридмана — динамически расширяющаяся Вселенная. А если по существу, то их научно-философские позиции совпадают, так как новая космологическая постоянная Λ , введенная Эйнштейном в свои уравнения гравитационного поля ОТО, фактически означает интуитивное признание антитяготения для компенсации тяготения в своей статической модели Вселенной: антитяготение как антигравитационная сила отталкивания выступает в своей сущностной природе разрушителем статичности Вселенной. Антигравитация не сближает тела во Вселенной, а их разъединяет и удаляет друг от друга и тем самым увеличивает радиус мироздания. Теперь совершенно стал очевидным вопрос о том, что в мире Вселенной доминирует: гравитация или антигравитация. При абсолютном доминировании антитяготения, антигравитации над тяготением, гравитацией Вселенная будет расширяться и будет расширяться бесконечно и беспредельно. Поэтому, как отмечают авторы замечательной книги «Вселенная, жизнь, черные дыры» А. М. Черепашук и А. Д. Чернин, бесконечное и беспредельное расширение Вселенной будет происходить независимо от того, какой из трех вариантов пространственной геометрии будет физически реализован в мире Вселенной, в том числе замкнутый мир с постоянной положительной кривизной пространственной неевклидовой геометрии. В этом философском ракурсе космологическая постоянная Λ имеет далеко идущие философские и научно-физические последствия: постоянная Λ является не только причиной расширения Вселенной, но и источником ускоренного расширения Вселенной.

После экспериментального подтверждения Хабблом (в 1929 г.) всеобщего удаления галактик друг от друга Эйнштейн (в 1932 г.) считал, что необходимость введения космологической постоянной Λ отпадает: Вселенная действительно расширяется, поэтому нет необходимости компенсации тяготения антитяготением.

Но вопрос: почему она расширяется — остается и оставался еще долго до самого конца XX века, когда была открыта в нашем вселенском мироздании новая космическая сфера — сфера космического вакуума с антигравитацией: до этого открытия космического вакуума с антигравитацией Вселенная представляла собой вещественную сферу, где поэтому абсолютно господствует тяготение. Вселенная — царство тяготения: царство тяготения неизбежно и неодолимо должно коллапсировать и вся Вселенная в конечном счете должна была подвергнуться Большому краху и превратиться в новую сингулярность-2 (рис. 3.5).

Фундаментальная философская значимость открытия американскими астрономами в самом конце прошлого (XX) столетия новой сферы космического вакуума с антигравитацией как физической причины ускоренного и бесконечного расширения Вселенной заключается в разрыве этого порочного круга гиперсферы — «сингулярность-1 и сингулярность-2»: космический вакуум с антигравитацией как причиной ускоренного и бесконечного расширения окончательно разрушил концепцию исключительного доминирования и господства в мире Вселенной тяготения как единственной силы гравитационного притяжения: во Вселенной, теперь мы знаем, наряду с тяготением, гравитацией реально, физически существует антитяготение как сила антигравитационного отталкивания.



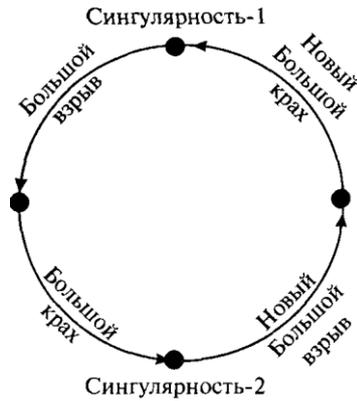
Мало того, через 6-8 миллиардов лет после «сотворения» Вселенной из «ничего» антигравитация стала во Вселенной доминирующей и господствующей силой антигравитационного отталкивания: отныне и навсегда во Вселенной будет доминировать антигравитация, антигравитация.

В своей фундаментальной книге «Космология и тяготение» лауреат Нобелевской премии Стивен Вайнберг также придерживается концепции «сингулярность-1 и сингулярность-2»: расширяющаяся Вселенная сама будет замыкаться в коллапсирующем сжатии. Расширение Вселенной, отмечает С. Вайнберг, будет продолжаться около 50 миллиардов лет, а затем расширение сменится сжатием, которое также продолжится в течение 50 миллиардов лет: между расширением и сжатием должна существовать временная симметрия. По существу такая концепция «сингулярность-1 и сингулярность-2» является реализацией фридмановской теории «расширения с точки и сжатия в точку», чтобы начать все снова, и вечное повторение «расширения и сжатия в точку»: расширение сжимается в точку, из которой снова появляется Вселенная.

Авторы теории «сингулярности-1 и 2» убеждены, во-первых, что наша Вселенная существует во всем мироздании в одном-единственном экземпляре: нет других вселенных, с которыми можно сравнить нашу Вселенную. Во-вторых, наша Вселенная будет существовать вечно, преобразуясь из одной сингулярности-1 в другую сингулярность-2: при всех взрывах и крахах, расширениях и сжатиях, коллапсах и реколлапсах Вселенная как суперсистема должна существовать вечно, изменяясь лишь в структурной организации. В-третьих, поэтому так важна сингулярность как точка бесконечного самосохранения триады материи и пространства-времени: все исчезает, но эта триада в сингулярности должна навсегда самосохраняться.

Фактически на позиции концепции «сингулярности-1 и 2» стоят такие известные ученые, как С. Хокинг и Р. Пенроуз: Вселенная в результате Большого взрыва появляется и расширяется, а затем происходит сжатие, которое заканчивается Большим крахом как грандиозным коллапсом, превращающим всю Вселенную в новую сингулярность-2: сингулярность-1 Большим взрывом взрывается и рождается Вселенная, которая сжимается коллапсом в новую сингулярность-2 (рис. 3.6).

Рис. 3.6



Как известно, у Фридмана были два варианта пространственной геометрии расширения Вселенной: в открытом мире геометрии пространства Лобачевского расширение Вселенной будет продолжаться бесконечно и беспредельно, так как кинетическая энергия расширения будет доминировать над ее потенциальной энергией. (Во времена Фридмана под потенциальной энергией понимали энергию видимого вещества и излучения; при этом видимое вещество в основном представляло электромагнитные явления и гравитацию. Что касается темного вещества, природа которого нам пока неизвестна и которое содержится в коронах галактик, оно стало известно значительно позже, в начале 1930-х гг., когда Фриц Цвики — тогда австрийский астроном — предположил наличие темного вещества (скрытые массы) в галактиках. Как мы отметили, открытие космического вакуума с антигравитацией произошло только в самом конце прошлого (XX) столетия (в 1998-1999 гг.). Сейчас в потенциальную энергию включают всю сумму плотностей энергий космического вакуума, темного вещества, видимого вещества и излучения: плотность энергии космического вакуума составляет 67 % всей мировой энергии Вселенной; плотность энергии темного вещества — 30 %; плотность энергии видимого вещества — только 3 %, а плотность энергии излучения — в 100 раз меньше энергии видимого вещества.)

Значит, плотность энергии космического вакуума составляет почти 67 % всей мировой энергии Вселенной, а плотность энергии темного вещества более чем в 2 раза меньше плотности энергии космического вакуума: вакуум, можно сказать, основной носитель плотности энергии во Вселенной. А это означает, что антигравитация, антитяготение сильнее и мощнее по силе гравитации, тяготения. Однако, как отмечают авторы книги «Вселенная, жизнь, черные дыры» А. М. Черепашук и А. Д. Чернин, не всегда во Вселенной доминировала плотность энергии космического вакуума: после Большого взрыва период до 6-8 миллиардов лет был периодом доминирования вещества и, следовательно, тяготения, гравитации, а затем период доминирования плотности энергии вещества сменяется периодом доминирования плотности энергии космического вакуума: современная эпоха, возраст мира которой составляет (по самым последним, свежим данным 2003 г.) 13-15 миллиардов лет, — полное и абсолютное господство антитяготения, антигравитации над тяготением, гравитацией, полное и абсолютное доминирование космического вакуума над веществом. Следовательно, современное состояние Вселенной — полное и абсолютное доминирование вакуумной космической сферы над вещественной космической сферой: плотность энергии всех видов вещественной космической сферы более чем в 2 раза меньше плотности энергии вакуума, и, следовательно, антитяготение, антигравитация сильнее в мире более чем в 2 раза силы тяготения, гравитации. Именно поэтому антитяготение, антигравитация являются причиной и источником ускоренного и бесконечного расширения Вселенной независимо от того, какой из трех типов пространственной геометрии (положительной кривизны пространства, нулевой кривизны или отрицательной кривизны пространства Лобачевского) реализуется в действительной динамике расшире-

ния Вселенной: отныне и навсегда динамика бесконечного расширения Вселенной определяется исключительно космическим вакуумом с его антитяготением, антигравитацией, и она независима от типа пространственной геометрии.

Однако это ни в коем случае не означает и не может означать, что роль вещественно-космической сферы с ее гравитацией, тяготением сводится к нулю. На самом деле роль вещества (темного, видимого и излучения) и, следовательно, тяготения, гравитации огромна и фундаментальна на локальных (т. е. малых) космологических расстояниях: именно тяготение как сила гравитационного притяжения является источником и причиной формирования, образования и конструирования крупномасштабной структуры Вселенной, включающей в свой состав звездно-галактический мир, мир скоплений галактик и сверхскоплений. Тяготение как сила гравитационного притяжения связывает все эти структурные образования (звезды, галактики, скопления их и сверхскопления) в едином и целостном образовании метагалактики: метагалактика, в состав которой входят 10^{11} галактик $\chi 10^{10}$ звезд = 10^{21} звезд, управляется одновременно как тяготением, гравитацией, так и антитяготением, антигравитацией. Галактики и их скопления со скоростями в сотни тысяч км/с удаляются и разбегаются под действием антитяготения, антигравитации и одновременно вместе с тем они сохраняют свои структурные образования благодаря силе их связывающего тяготения, гравитации: антитяготение — тоже тяготение, но как сила гравитационного отталкивания. Антитяготение — отрицательное давление отрицательной гравитационной массы.

На малых (локальных) космологических (и космических) расстояниях доминирует тяготение, гравитация, а на больших космологических расстояниях полное господство принадлежит антитяготению, антигравитации как физической причине расширения Вселенной и его ускорения.

Такова подлинная динамика вещества и вакуума, тяготения и антитяготения, гравитации и антигравитации: положительное и отрицательное суть единое целое.

Открытие космического вакуума с его антитяготением, антигравитацией явилось фундаментальным наряду со всеобщим удалением галактик друг от друга и реликтовым излучением: отныне Вселенная будет расширяться с ускорением и бесконечно. Таково новое миропонимание.

§2. Вещественная космическая сфера Вселенной

На сегодняшний день мы знаем, что наша Вселенная, известная нам только в одном-единственном экземпляре, представляет собой глубокое и органическое единство вещества и космического вакуума, который не следует пытаться сводить к известному нам квантовому физическому вакууму, где «кишмя кишат виртуальные частицы и античастицы» («море дираковского вакуума»).

Еще раз мы должны подчеркнуть фундаментальную философскую значимость вещественной космической сферы в мироустройстве нашей Вселенной: современное представление о веществе включает, как мы уже отмечали в нашей работе, следующие виды космического вещества:

1. Темное вещество, существующее в коронах галактик, природа которого нам пока неизвестна. Масса этого темного вещества составляет почти 95 % массы всей галактики. Поэтому темное вещество в короне галактики стало одной из самых ин-

тригующих загадок звездно-галактического мира: станет ли темное вещество «светлым, видимым веществом», решит дальнейшее развитие наблюдательной астрофизики и ее теоретической мысли. Мы знаем о его существовании только по одному признаку проявления его гравитационной силы притяжения, а больше о нем пока ничего нам неизвестно, прежде всего о его физической природе.

2. Видимое вещество («светлое, светящееся вещество»): к видимому веществу относятся все виды вещества, связанные с ЭМВ, СВ и СЛВ; философскому анализу посвящена первая часть нашей работы. Отметим, что в экстремальных космологических и космических условиях сверхплотности вещества, сверхвысокой температуры в миллиарды миллиардов градусов и сверхсильных магнитных полей противоположность и всякое различие между частицами и полями, плазмой и готовыми, реальными частицами и античастицами, а также виртуальными частицами и античастицами и реальными, готовыми частицами и античастицами стираются и исчезают: противоположность при экстремальных условиях сверхплотности, чудовищно высокой температуры и сверхсильных магнитных полей исчезает и становится единой, неразличимой. Эти экстремальные условия создаются тяготением, чудовищно мощной силой гравитации и гравитационного сжатия: коллапс — катастрофическое гравитационное сжатие, в результате действия которого образуются белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры, квазары, сверхмассивные черные дыры в ядрах активных галактик и т. д. Поэтому мы еще раз подчеркиваем фундаментальное философское значение тяготения как силы гравитационного притяжения: притяжение — сжатие, коллапс и сингулярность. Без этой триады гравитационного притяжения — сжатие, коллапс и сингулярность — совершенно лишено смысла понимание и осмысление эволюции звездно-галактического мира, хотя суммарная масса звезд в галактике составляет не более 5 % всей массы галактики.
3. Современное представление о веществе включает и излучение: на квантовомеханическом языке излучение — фотоны как кванты электромагнитных волн, следовательно, квантами электромагнитного излучения являются фотоны; в этом смысле исчезает противоположность и различие между веществом и излучением, так как в конечном счете на квантовом уровне строения материи носителями излучения являются частицы-фотоны. Из трех самых выдающихся открытий, на которых, как на трех китах, зиждется современная космология, — открытие в 1929 г. Э. Хабблом всеобщего разбегания галактик, открытие в 1965 г. А. Пензиасом и Р. Вилсоном космического микроволнового фонового излучения («реликтовое излучение», по Шкловскому) и открытие в 1998-1999 гг. двумя группами американских астрономов под руководством Брайана Смида и Сола Перлмуттера космического вакуума с антигравитацией, — самым замечательным является открытие реликтового излучения как электромагнитного излучения, носителями которого являются фотоны, идущие к нам с момента Большого взрыва изотропно со всех сторон пространства Вселенной: излучение и вещество когда-то, в самую раннюю эпоху рождения нашей Вселенной, в состоянии термодинамического равновесия существовали как неразличимое единство, которое расщепляется по мере расширения и охлаждения Вселенной.

Таким образом, современное понимание и представление о веществе включает все виды космического вещества:

- 1) темное вещество в короне галактики;
- 2) видимое вещество как элементарные частицы и античастицы, поле и плазма, а также виртуальные частицы и античастицы, атомы с ядрами, молекулы, элементы и т. д.;
- 3) фотоны также — вещество в экстремальных условиях сверхплотности, сверхвысокой температуры и сверхсильных магнитных полей, которые создаются сильными полями тяготения.

Такова решающая роль тяготения в эволюции звездно-галактического мира.

Мы еще раз хотим подчеркнуть, что теорема Пенроуза—Хокинга о том, что сильное гравитационное поле неизбежно и неодолимо приводит к сингулярности, в связи с открытием космического вакуума с его антитяготением, антигравитацией, не распространяется на этот космический вакуум.

Асимметрия Вселенной

Итак, наша Вселенная состоит из двух универсальных и фундаментальных сфер — вещественной и вакуумной, которая, как мы отметили, была открыта в самом конце XX столетия (в 1998-1999 гг.). До этого времени господствующим представлением о Вселенной было то, что наша Вселенная состоит исключительно из вещества без вакуумной среды: Вселенная есть вещественная без антивещества. В связи с этим возникает очень интересный философский (не только) вопрос: а почему наша Вселенная только вещественная, тогда как в мире существует закон сопряжения частиц и античастиц. Частицы и античастицы всегда и везде существуют во взаимном сопряжении. Мало того, они всегда и везде рождаются парой: частица и античастица — две стороны одной медали.

Так всегда считали до 1957 г., когда в мире элементарных частиц произошла настоящая «коперниканская» революция, которая сокрушила все незыблемые принципы симметрии, прежде всего пространственной четности — P , а затем и симметрии зарядового сопряжения частиц и античастиц: все дискретные симметрии — P , C , T и CP были низложены со своего незыблемого пьедестала. Все эти симметрии нарушались только в слабых взаимодействиях, но сохраняли прежний статус незыблемости во всех процессах сильных и электромагнитных взаимодействий: слабое взаимодействие стало ареной низвержения симметрии P , C , T и CP . Во всех трех типах взаимодействий пока сохраняется только сверхкомбинированная четность — CPT .

Но почему и каким образом закон взаимного сопряжения вещества и антивещества был нарушен в самую раннюю эпоху рождения нашей Вселенной после Большого взрыва, в результате чего наша наблюдаемая Вселенная стала вещественно асимметричной без антивещества, где, по словам А. А. Фридмана, «мы обречены жить»?

Мы активно, с глубоким убеждением правоты поддерживаем позицию известных астрофизиков и космологов А. М. Черепашука и А. Д. Чернина, которые в своей книге «Вселенная, жизнь, черные дыры» подчеркивают близость космологии и философии в решении фундаментальных проблем мироздания. Проясняя эту близость космологии и философии, замечательные ученые пишут, что самой продуктивной идеей в современном естествознании является идея жизни. Ею пронизаны все мифологические, религиозные, философские, социологические учения в прошлом и настоящем: она стала самой продуктивной идеей и в исследовании нашей Вселенной, в космологии, астрофизике и физике частиц, не говоря о биологии, социологии и т. д. и т. п.

Только и только в асимметричной, вещественной без антивещества, Вселенной возможно реальное существование жизни как таковой: в симметричной Вселенной вещества и антивещества абсолютно исключена жизнь. Она реально возможна только в вещественной Вселенной как асимметричной без антивещества.

Абсолютно немыслимо предположить о возможности существования Вселенной в том строении и структурном мироустройстве, в каких она наблюдается нами, если с самого начала рождения ее всегда и везде незыблемым оставался закон взаимного сопряжения вещества и антивещества: при аннигиляции вещества и антивещества абсолютно исключено образование самой нашей Вселенной.

Следовательно, только и только в асимметричной вещественной без антивещества Вселенной возможна сама жизнь, в том числе и нас как *homo sapiens*.

Поэтому проблема асимметрии Вселенной является проблемой философии и космологии, философии и астрофизики, философии и физики частиц: конечным смыслом всех исследований в космологии, астрофизике и физике частиц является философское понимание и осмысление феномена жизни, роли и места разумного человека, прикованного, по словам великого ученого и философа-мыслителя Блеза Паскаля, навечно на маленькой былинке-Земле, но своим разумом охватывающего все пространство Вселенной: положение человека, прикованного навечно к малюсенькой Земле на самом краю Галактики, ничтожно, но разумом он постигает всю Вселенную. (Проблему асимметрии Вселенной мы подробно рассмотрели в первой части нашей работы, поэтому нет смысла еще раз повторять.)

Здесь только отметим результаты нашего исследования проблемы асимметрии Вселенной как вещественной без антивещества:

1. В самую раннюю эпоху рождения нашей Вселенной после Большого взрыва наступает инфляционная стадия, которая продолжается миллиардные доли секунды: за этот промежуток времени появляется классическое пространство-время, осуществляется вздутие размера и объема новорожденной Вселенной до невероятной величины и происходит генезис элементарных частиц, прежде всего фундаментальных фермионов и антифермионов в абсолютно равном количестве. Через миллиардные доли секунды нарастает катастрофическое расширение Вселенной и одновременно резкое похолодание ее в результате катастрофического падения температуры в миллиарды миллиардов миллиардов раз до 10^9 градусов, когда стало возможным взаимодействие между частицами и античастицами.
2. С катастрофическим падением температуры, резким похолоданием и расширением Вселенной создаются реальные физические условия для аннигиляции фундаментальных фермионов (т. е. кварков и лептонов) и антифермионов (антикварков и антилептонов): происходит вселенская тотальная аннигиляция фундаментальных фермионов и антифермионов, в результате чего частицы-фермионы и античастицы-антифермионы погибают в огненной жаровне тотальной аннигиляции, превращаясь в излучение. Остаются «живыми» только избыточные фундаментальные фермионы — кварки и лептоны без фундаментальных антифермионов — антикварков и антилептонов. Так образуются асимметрии вещества без антивещества:
 - 1) кварковая асимметрия без антикварков;
 - 2) лептонная асимметрия без антилептонов;

- 3) Происходит конверсия, т. е. захват нуклонами — протоном и нейтроном — кварков, в результате чего образуется барионная асимметрия, т. е. барионное вещество без антибарионов. Результатом вселенской тотальной аннигиляции этого вещества и антивещества является поразительное соотношение протонов и фотонов как квантов излучения: один протон на миллиард фотонов — 1 p на $10^9 \gamma$.

Антиматерия

«Отцом» антиматерии является Поль Дирак, который в 1929 г. в своей работе, посвященной взаимодействию электрона с электромагнитным полем, предсказал существование античастицы электрона с положительным зарядом: через три года американский астроном Андерсен (родом из Нью-Йорка), не знавший работу Поля Дирака об античастице электрона с положительным зарядом, в космических лучах обнаружил частицу с положительным зарядом, по всем остальным свойствам тождественную электрону с отрицательным зарядом. В статье, которую Андерсен принес в редакцию физического журнала для опубликования, частица с положительным зарядом, по всем остальным свойствам идентичная электрону, еще не называлась позитроном: редактор предложил Андерсену назвать частицу с положительным зарядом как античастицу электрона — позитроном, с чем Андерсен согласился. Так Андерсен стал автором позитрона как античастицы электрона и тем самым подтвердил теоретическое предсказание Дирака об античастице электрона. Поэтому 1932-1934 гг. можно считать годами наступления эры антиматерии: в 1934 г. Полю Андриену Дираку, тридцатидвухлетнему физико-теоретику, была вручена Нобелевская премия, а Андерсен стал лауреатом Нобелевской премии позже, в 1938 г.

В своей Нобелевской лекции великий физик Поль Дирак, в частности, сказал, что во Вселенной должны существовать все античастицы, соответствующие всем частицам. Мало того, Дирак считал, что в ней должны существовать антизвезды, антигалактики, составляющие особый мир антиматерии — антимир.

Первое теоретическое предсказание о существовании всех античастиц, соответствующих всем частицам, блестяще было подтверждено в многочисленных экспериментах 50-х годов XX века: были экспериментально обнаружены и открыты практически все античастицы, соответствующие всем частицам. Это была великая эпоха антиматерии, которая вдохновляла и призывала молодые умы (интеллекты) физиков-теоретиков и экспериментаторов к самозабвенному поиску антиматерии во Вселенной и антимира в ней: мы, молодые философы, тогда жили заворуженно и были вдохновлены этой великой продуктивной идеей антиматерии и антимиров.

Но второму теоретическому предсказанию Поля Дирака об антизвездах, антигалактиках, составляющих антимир, не суждено было оправдаться: во Вселенной, по крайней мере в нам известном метагалактическом пространстве Вселенной, содержащем 10^{21} звезд и 10^{11} галактик, современные космологические и астрофизические наблюдения не зафиксировали ни один факт существования антизвезд, антигалактик, предсказанных Полем Дираком — великим физиком всех времен, в своей Нобелевской лекции.

Великие также ошибаются в своих пророчествах: они же люди, которым свойственно ошибаться.

Как-то великий Нильс Бор сказал, что большая ошибка великого ученого всегда таит в себе великую тайну: познание всегда нацелено на разгадку и постижение этих

великих тайн природы — Природа неисчерпаема в сокрытии своих тайн: она нас завораживает этими неразгаданными тайнами, открытие глубинной и фундаментальной тайны всегда представляет собой великую эпоху, которая ломает предел старых стереотипов и традиций форм и методов научного познания и раздвигает горизонт нашего мышления, выходя за рамки данной культуры, и прокладывает новые пути в постижении нашего мироздания Вселенной.

Мы в нашей работе подробно исследовали и рассмотрели, как в самом «зародыше» тотальной аннигиляции была уничтожена («похоронена» навсегда) антиматерия — фундаментальные антифермионы (кварки и лептоны).

А. Д. Сахаров в 60-е годы XX века одним из первых глубоко исследовал концепцию асимметрии Вселенной как вещественной без антивещества: почему был нарушен закон взаимного сопряжения частицы и античастицы? Он отметил следующие физические условия:

- 1) распад протона: эта была тогда не только смелая, но и крайне дерзкая идея;
- 2) нарушение (несохранение) симметрии — C и комбинированной симметрии — CP ;
- 3) нестационарность Вселенной.

§3. Антитяготение как вакуумная сфера Вселенной

Как мы уже писали в нашей работе, тяготение и антитяготение есть две стороны проявления одной противоположности: антитяготение есть отрицательное давление как плотность энергии, умноженная на квадрат скорости света (c). В философском плане тяготение и антитяготение — проявление единства противоположностей: таким единством противоположностей является сверхплотность (или гиперплотность, бесконечная плотность) материи, которая одновременно искривляет (сжимает, коллапсирует) или растягивает, расширяет структуру пространства-времени.

Одним словом, в философском аспекте единством противоположностей является плотность материи (а под плотностью материи мы понимаем как плотность вещества, так и плотность вакуума), поэтому материя как философская категория на современном уровне наших знаний о Вселенной включает как понятие вещества (в сверхплотном состоянии его исчезает всякое различие между частицами, квантами полей, плазмой и виртуальностью и т. д.), так и понятие вакуума: пока самыми широкими естественнонаучными понятиями в области частиц, астрофизики и космологии являются два фундаментальных и универсальных понятия — вещество и космический вакуум, который, как мы уже отметили, был экспериментально открыт в самом конце XX столетия.

По знаменитой формуле $E = Mc^2$ вещество есть взаимосвязь и взаимопревращаемость массы и энергии при скоростях, близких c : тяготение вещества — проявление этой взаимосвязи и взаимопревращаемости массы и энергии при c .

Космический вакуум — особая форма космической энергии, связанная с плотностью энергии, численное значение которой составляет 10^{-30} г/см³. Это означает, что плотность энергии космического вакуума составляет почти 67 % всей мировой энергии в нашей Вселенной. Специфичность плотности этой энергии вакуума состоит не только в количественном доминировании (преобладании) над плотностью всех невакуумных компонентов космической сферы вещества (т. е. темного вещества в короне галактик, их скоплений и сверхскоплений), видимого вещества, прежде всего звездного мира и излучения, но и в ее качественной особенности: эта качественная осо-

бенность плотности энергии вакуума состоит в ее антитяготении, антигравитации как отрицательном давлении (а также отрицательной массы). Отрицательное давление есть плотность энергии со знаком «минус», умноженная на квадрат скорости света.

Тяготение своей гравитационной силой притягивает две частицы, соединяет и объединяет их в составную целостную систему и сохраняет эту целостность, а затем может даже разрушить (сжать, коллапсировать), образуя из звезд белые карлики, пульсары как нейтронные звезды и черные дыры, а также квазары и сверхмассивные черные дыры в ядрах активных галактик: тяготение есть сила гравитационного притяжения (сжатия, коллапса как катастрофического гравитационного сжатия). Она выполняет три фундаментальные функции в нашем мироздании:

- 1) созидательная функция в образовании крупномасштабной структуры Вселенной, компонентами которой являются звезды, галактики, их скопления и сверхскопления, составляющие метагалактическое пространство Вселенной;
- 2) функция их устойчивого сохранения в пространстве и во времени: без этого устойчивого сохранения крупномасштабной структуры Вселенной немислимо само существование нашей Вселенной как целостной суперсистемы;
- 3) третья функция тяготения состоит в разрушительной силе гравитационного притяжения (сжатия, коллапса): звезды рано или поздно гибнут, исчерпав все ядерное горючее в своих недрах; галактики сталкиваются друг с другом, и большие эллиптические галактики-«каннибалы» поглощают маленькие, которые уходят в небытие. Есть галактики-«самоубийцы», в ядрах которых образуются сверхмассивные черные дыры (также квазары): эти сверхмассивные черные дыры в результате коллапса могут превратить галактики в конечном счете путем слияния их в сингулярность.

Если бы во Вселенной существовало одно вещество и одно тяготение, то ее судьба была бы не только печальной, но и трагичной: в конечном счете вещественная Вселенная с ее тяготением, гравитацией сама себя коллапсировала в сингулярность. Но все это произойдет в том случае, если наша Вселенная только и только вещественная без космического вакуума с его антитяготением, антигравитацией: философский смысл и значимость открытия в самом конце прошлого (только что ушедшего) века заключается в том, что наша Вселенная избежит в целом коллапса и сингулярности: источником и физической причиной этого является существование в нашей Вселенной вместе с веществом с его тяготением, гравитацией космического вакуума с его антитяготением, антигравитацией. Космический вакуум с его антитяготением, антигравитацией противостоит веществу и мешает его тяготению, гравитации осуществить вселенский коллапс и сингулярность путем ускоренного расширения Вселенной.

Вакуум

Итак, Вселенная наша представляет собой по-своему строению единство вещества (темного вещества, видимого вещества и излучения) и космического вакуума, открытого накануне нового тысячелетия: вещество — это тяготение как сила гравитационного притяжения (сжатия, коллапса), а космический вакуум — это антитяготение как сила антигравитационного отталкивания (растягивания, расширения). Поэтому в свете вещественного и вакуумного строения нашей Вселенной, ее тяготеющей и антитяготеющей сил наступило время существенного (т. е. радикального) пересмотра важнейших традиционных общих воззрений на философию Вселенной: для фило-

софского осмысления и понимания сущего Вселенной проблемой № 1 является изначальное состояние всех начал нашей Вселенной.

Из чего и как возникла Вселенная — фундаментальный и первый вопрос и науки (астрофизики, космологии и физики частиц), и философии, которая с самого своего зарождения и становления прежде всего ставила эти вопросы — «из чего» и «как» и пыталась решить. Однако все эти попытки великих философов не увенчались и не могут увенчаться успехом в силу самого характера философской деятельности как умозрительной и отвлеченного мышления, лишённого характера математического и экспериментального моделирования.

И вместе с тем ими (философами-мыслителями) были постулированы великие прозрения — идеи, концепции, учения («Дао» Лао-Цзы, апейрон Анаксимандра, атом Демокрита, огонь Гераклита, идея Платона как модель сущего, субстанция Спинозы, абсолют Гегеля и Вл. Соловьёва и т. д. и т. п.).

Философы-мыслители так или иначе всегда и везде ставили вопросы — «из чего» и «как» родилась та Вселенная, где на маленькой былинке-Земле, затерянной где-то на самых окраинах Млечного Пути среди ста миллиардов его солнц, появились жизнь, человек и разум. Объектом философского мышления и сознания всегда был мир, в котором живет человек со всеми его жизненными проблемами — радостью и горем, драмой и трагедией: человек всегда и везде стремился и стремится познать и постичь этот мир. Но для философии постижение мироздания не является и не может быть только знанием об этом мире: постижение человеком мироздания — самопознание человеком самого себя и своего предназначения в этом мире. Через познание природы человек прежде всего познает самого себя как часть этой природы. Как сказал великий Л. Фейербах, природа в человеке и через посредство его познает саму себя.

Ниже мы рассмотрим три концепции о начале всех начал рождения нашей Вселенной, которые были сформулированы во второй половине ушедшего столетия и так или иначе широко и активно обсуждались научной общественностью — астрофизиками, космологами и физиками частиц: проблема начала всех начал рождения Вселенной в одинаковой степени значимости была проблемой № 1 тех и других ученых.

1. Это сформулированная Г. А. Гамовым в 1940-1950-е гг. горячая модель Вселенной для получения вещества и образования вещественной Вселенной: ранняя эпоха становления Вселенной представляла собой ядерный котел, где были сварены самые легкие ядра водорода и гелия. Водород и гелий являются самыми распространенными элементами, из которых образуются и образованы звезды в галактиках: их соотношение составляет 75 % водорода и 23 % гелия, а остальные 2 % — тяжелые элементы.

Для Г. Гамова началом всех начал рождения Вселенной было сверхплотное вещество при сверхвысокой температуре в миллиарды миллиардов градусов: это сверхплотное вещество при миллиардах миллиардов градусов тепла — физическое условие термоядерной реакции в самую раннюю эпоху рождения Вселенной после Большого взрыва.

Водород и гелий, распространенность которых обеспечивает вещественный состав нашей Вселенной, были сварены в этих термоядерных реакциях в самую раннюю эпоху нашей Вселенной. (Пока мы абстрагируемся от наличия темного вещества, т. е. скрытых масс, в коронах (гало) галактик.)

В целом можно отметить, что горячая модель Вселенной Г. Гамова — модель для получения вещества (т. е. видимого вещества, «светящегося» вещества) и для образования вещественной Вселенной без космического вакуума. Вещество, из которого образу-

ется вещественный состав нашей Вселенной, получается из сверхплотного и сверхгорячего вещества в термоядерном котле в раннюю эпоху становления нашей Вселенной после Большого взрыва: началом всех начал становления нашей Вселенной и конструирования крупномасштабной вещественной структуры Вселенной было сверхплотное вещество, сравнимое с плотностью ядерной материи в атомах. Из вещества, плотность которого сравнима с плотностью ядерной материи, конструируется наша вещественная Вселенная: гамовская Вселенная — только и только вещественная с ее тяготением, гравитацией без космического вакуума с его антитяготением, антигравитацией.

2. Вторая модель Вселенной — космологическая сингулярность как начало всех начал нашей Вселенной: космологическая сингулярность — точка (ненулевого размера в соответствии с соотношением неопределенностей) бесконечной плотности материи и искривленного пространства-времени (мы о сингулярности писали на протяжении всей нашей работы, поэтому здесь нет смысла снова повторять все).

Безусловно, выработка идеи сингулярности как фундаментальной идеи в современной космологии, астрофизике и физике частиц явилась мощным стимулирующим фактором понимания и осознания общей теории относительности как теории сильных полей тяготения при скоростях, близких к скорости света c^2 , и необходимости создания новой квантовой теории гравитации для теоретического осознания и осмысления самой сингулярности, в окрестности которой перестают работать все надежно установленные физические законы. В этом состоит основной философский смысл и значимость идеи сингулярности: она ставит предел применимости ОТО Эйнштейна и открывает новый фундаментальный горизонт продвижения вглубь материи и пространства-времени для научного познания и философского осмысления его впечатляющих достижений.

В чем же в свете нами рассматриваемой проблемы о начале всех начал состоит философская значимость и смысл сингулярности?

Сингулярность в философском осмыслении и понимании — глубоко противоречивое понятие (категория), воплощающее в своем содержании единство тяготения, гравитации и антитяготения, антигравитации: сингулярность как бесконечная плотность — феномен самоотрицания, самоотталкивания, феномен, который сам себя отрицает. Почему и каким образом?

Бесконечная плотность — результат коллапса как катастрофического гравитационного сжатия вещества и пространства-времени: в результате этого все сущее превращается в одну гравитационную массу и, следовательно, энергию в соответствии со знаменитой формулой $E = Mc^2$.

Но эта гравитационная масса не есть классическое явление, а является квантовым, т. е. квантово-гравитационным явлением — микрогравитация, подчиняющаяся квантовым закономерностям. Микрогравитация как квантовый феномен должна и, действительно, подчиняется квантовым законам квантовой гравитации, соотношения неопределенностей и квантования — «квант» материи, «квант» пространства и «квант» времени: не является ли это квантование гравитации пределом силы тяготения как гравитационного коллапса? Иными словами, коллапс как катастрофическое гравитационное сжатие сможет ли и дальше коллапсировать «квант» материи, пространства и времени?! Ответ должен быть отрицательным: микрогравитация как квантованное явление вряд ли подвергнется дальнейшему коллапсированию. Поэтому можно задавать вопрос: не является ли «квантование» материи, пространства и времени конечным пределом

тяготения как гравитационного сжатия? И вместе с тем этот квантовый предел как конечность действия тяготения, гравитации не является ли началом появления антитяготения, антигравитации: ведь антитяготение, антигравитация — плотность со знаком «минус», умноженная на квадрат скорости света — c , как об этом пишут авторы замечательной книги «Вселенная, жизнь, черные дыры» член-корреспондент РАН А. М. Черепашук и профессор, доктор физико-математических наук А. Д. Чернин.

Бесконечная плотность в философском понимании сама по себе — свое собственное самоотрицание, т. е. отрицательное давление, отрицательная масса как самоотрицание, саморастягивание, самоудаление тел друг от друга. Так, в сингулярности тяготение само по себе порождает антитяготение, гравитация — антигравитацию: тяготение само по себе становится в сингулярности антитяготением, гравитация превращается в антигравитацию. Иначе нам чуждо понимание, почему космологическая сингулярность как изначальное начало катастрофически взрывается Большим взрывом, в чем же причина и источник феномена инфляционного ускорения рождаемой нашей Вселенной, как и каким образом генерируются элементарные частицы и античастицы, откуда появляется классическое пространство-время. Ведь Большой взрыв не внешняя какая-то мистическая сила, катастрофически взрывающая космологическую сингулярность как начальное состояние Вселенной: вне сингулярности не было и не могло быть никакой абсолютной силы (ни мистической, ни теологической, ни антропологической и т. д.), которая обладала бы способностью катастрофически взрывать сингулярность: Большой взрыв — дело самой сингулярности как антитяготения, антигравитации как силы отрицательного давления, отрицательной массы, чудовищной силы катастрофического самоотрицания и самоотталкивания.

В последние десятилетия прошлого (XX) века наша диалектика в такую немилость пала у псевдоноваторов-философов, что даже страшно озвучивать ее имя: я не за старую диалектику, а за совершенно новую, отвечающую своим философским содержанием новейшим достижениям в области современного естествознания, прежде всего физики частиц, астрофизики и космологии, а также нелинейной динамики — теории хаоса Э. Лоренца, теории самоорганизации (т. е. синергетики) Г. Хакена, И. Пригожина и многих других.

Стоит отметить и особо подчеркнуть, что вся вторая половина прошлого (XX) века представляет собой грандиозные по своей глубине и насыщенности, по настоящему революционные сдвиги и открытия вообще в современном естествознании, в частности и особенности в современной фундаментальной физике частиц, астрофизике и космологии: философия (особенно старая диалектика) прозябает все еще в стадии первой половины XX в., а естественные науки (особенно физика частиц, астрофизика и космология) перешагнули XX век и вступили в новое тысячелетие не только великими открытиями, но и фундаментальными проблемами поиска нового горизонта мира и мышления: открытия и достижения в физике частиц, астрофизике и космологии настолько радикальны и по своему философскому смыслу и значимости революционны, что с помощью традиционного философского способа и метода мышления абсолютно невозможно ни понимание их, ни осмысление: необходима разработка новой категориальной структуры диалектики мышления на основе обобщения этих впечатляющих и захватывающих дух открытий.

3. Третья модель о начале всех начал рождения нашей Вселенной — космический вакуум с его антитяготением, антигравитацией: космический вакуум как фено-

мен не мог возникнуть из вещественного начала, а, наоборот, само вещество появляется и образуется из космического вакуума с антигравитацией, антигравитацией. Пока нам неизвестна природа космического вакуума, поэтому не следует отождествлять его с виртуальным квантовым вакуумом.

Достижения и проблемы

- I. 1. В области физики частиц, как мы исследовали в первом разделе нашей работы, основными достижениями следует признать следующие моменты: первое — это создание единой теории электрослабых взаимодействий; второе — это формирование квантовой хромодинамики; третье — это Большое объединение как теоретический синтез теории электрослабых взаимодействий и КХД.
2. В стороне от этого объединительного процесса все еще остается гравитация. Поэтому самой первоочередной задачей в физике частиц в первые десятилетия XXI в. является построение квантовой гравитации и создание единой теории «всего сущего», т. е. всех четырех типов взаимодействий — СВ, ЭМВ, СЛВ и ГВ. Самой популярной единой теорией «всего» пока остается теория суперструн: все элементарные частицы в ней рассматриваются как возбужденные состояния вибраций струн, у которых отсутствует толщина, а протяженность исключительно мала — 10^{-33} см.
3. В фундаментальной физике частиц Большое объединение как синтез КХД и электрослабой модели предполагает нестабильность протона. Эта проблема нестабильности (т. е. распада) протона особенно важна и существенна с точки зрения философии.

Таким образом, замечательные достижения в фундаментальной физике частиц — это неумолимое и непрерывное движение к первоначалу всего нашего мироздания, т. е. к единому изначальному состоянию Большого взрыва, в результате которого рождается и возникает наша Вселенная.

II. 1. В области астрофизики (теоретической и экспериментально-наблюдательной) также достигнуты во второй половине XX в. внушительные и замечательные успехи, открытия, с которыми также связаны нерешенные важные проблемы. К замечательным достижениям следует прежде всего отнести конкретное и детальное астрофизическое изучение и исследование проблемы эволюции звезд, особенно на ее финальной стадии, белых карликов, нейтронных звезд и черных дыр (звездных и сверхмассивных в ядрах активных галактик): мир звезд — это беспокойный мир, мир, наполненный бурными, неистовыми и яростными процессами рождения, драмы и трагедии этого звездного мира, который в ночном небосводе, когда мы созерцаем его, кажется вечным миром спокойствия и тишины, неизменности и постоянства. Мы лучше и ощутимее представляем нашу философию устойчивости и неустойчивости, бифуркации и катастрофы, хаоса и случайности, флуктуации и турбулентности, аттрактора и странного аттрактора и т. д., осмысление и осознание которых нам дают новое философское видение мира: мир не только аполлонизм, но и дионисизм хаоса и турбулентности. Развитие его катастрофично: он изменяется и движется через катастрофу. Таков закон бытия звездного мира (и не только).

2. И все же в астрофизике остается множество нерешенных принципиальных проблем. До сих пор окончательно (экспериментально и наблюдательно) не открыты черные дыры: никто из специалистов не сомневается в реальном и объективном существовании их. Об их существовании мы знаем и получаем информацию косвенно, изучая и исследуя двойные звездные системы, в которых невидимая черная дыра сосуществует со своим компаньоном — обычной звездой. Так, мы знаем массу черной дыры, ее радиус и размер, ненаблюдаемую поверхность черных дыр. Однако пока не удается прямое и непосредственное наблюдение, чтобы подтвердить достоверность их реальности и объективного бытия.
3. Нерешенной проблемой в астрофизике все еще остается поиск и раскрытие физической природы темного вещества в коронах галактик, скоплений их и сверхскоплений: рассматриваются в качестве физических частиц темного вещества («скрытых масс») тяжелые, слабовзаимодействующие частицы (без электрического заряда) с массой, равной $1\ 000 m_p$.

Таким образом, астрофизика также должна обращаться в поисках частиц темного вещества в самую раннюю эпоху рождения нашей Вселенной, чтобы найти и открыть эти тяжелые слабовзаимодействующие частицы (или иные) темного вещества.

III. Вторая половина прошлого (XX) века для космологии как науки о Вселенной в целом была особенной: она становится подлинной наукой о Вселенной в целом и превращается в современную космологию благодаря следующим фундаментальным открытиям:

1. Это Большой взрыв горячей Вселенной Гамова: он подтвержден экспериментально реликтовым излучением (т. е. микроволновым фоновым излучением) и распространенностью атомов водорода и гелия.
2. Это, несомненно, выдающееся открытие американскими астрономами космического вакуума с его антигравитацией, антигравитацией буквально накануне нового тысячелетия (1998-1999 гг.): открытие антигравитации и вакуума настолько фундаментально и носит принципиальный характер, что приходится радикальнейшим образом изменить и пересмотреть не только традиционные научные (т. е. астрофизические и космологические) взгляды на эволюцию Вселенной, но и многие постулаты философии миропонимания и мироосмысления. Естественно, пока космический вакуум с его антигравитацией нами воспринимается как феноменологическая космическая сфера без понимания и осознания ее ноуменологической сущности. Поэтому проблема раскрытия и познания физической природы вакуума и антигравитации представляет собой наиважнейшую задачу в современной космологии: за феноменами должны быть раскрыты и познаны ноумены как глубинные сущности, скрывающиеся за явлениями-феноменами. Опять же и космология должна в содружестве с физикой частиц и астрофизикой обратиться к проблеме изначального начала рождения Вселенной: для поиска и познания физической природы вакуума с его антигравитацией необходимо обратиться к первым минутам становления Вселенной после Большого взрыва.
3. Активная разработка в различных инфляционных моделях инфляционной стадии становления Вселенной. Наиболее активными исследователями инфляционных моделей являются А. А. Старобинский, А. Гут, А. Д. Линде, П. Стейн-

хард (мы в нашей работе уже неоднократно писали об инфляции, поэтому здесь очень кратко остановимся на хаотической инфляционной модели рождения множества вселенных).

Инфляционные модели в основном их авторами разрабатывались и разрабатываются на идее о вакууме с его антитяготением: первоначально «всего сущего» является не вещество с его тяготением, а вакуум с его антитяготением. Изначально в начале всех начал было не сверхплотное вещество с его тяготением, а вакуум со сверхэкстремальной плотностью энергии, сравнимой с планковской плотностью 10^{92} г/см³. Эту дерзкую вакуумную модель рождения Вселенной у нас активно и успешно разрабатывал в 60-е гг. прошлого века Э. Б. Глинер: вакуум Э. Б. Глинера не тот космический вакуум, нами реально наблюдаемый, а иной, изначальный, первичный вакуум со сверхэкстремальной плотностью энергии в 10^{122} порядка величины больше, чем реально наблюдаемый космический вакуум плотностью энергии 10^{-30} г/см³.

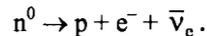
Вакуум порождает вещественный мир звезд, галактик, их скоплений и сверхскоплений: инфляционное поле, имитирующее вакуум, в результате квантовых флуктуаций, которые абсолютно неустраняемы и неизбежны в любых физических полях, создает первоначальные сгущения протогалактического вещества: из этих первоначальных протогалактических неоднородностей формируются и образуются тяготением как силой гравитационного притяжения галактики, их скопления и сверхскопления.

Следовательно, изначально в самом начале всех начал существовал вакуум со сверхгиперплотной энергией, самопорождающим антитяготением, антигравитацией: эта чудовищная сила отрицательного давления как антитяготения, антигравитации, являясь источником и причиной, катастрофически взрывает сверхгиперплотный вакуум.

В результате антитяготения Большого взрыва и антигравитации инфляции рождается Вселенная, состоящая из двух космических сфер — вещественной с ее тяготением и вакуумной с ее антитяготением: из вакуума с его сверхгиперплотностью энергии возникает в результате инфляции вещественный состав нашей Вселенной (элементарные частицы, барионы — p и n , из которых состоят легкие ядра водорода и гелия, и т. д.).

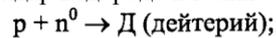
Таким образом, существуют разные модели начала рождения нашей Вселенной.

Первая модель горячей Вселенной Гамова, согласно которой сначала существовала одна частица — n (нейтрон), которая распалась на



А затем происходит слипание $p + n^0$, и образуется дейтерий, после чего два образовавшихся дейтерия образуют тритий, и, наконец, тритий сталкивается с дейтерием и образуется гелий-4.

Вообще, как отмечает С. Вайнберг в своей известной книге «Первые три минуты» (М.: Энергоиздат, 1981), в самом начале была не одна частица — n^0 , а две — p и n^0 , для образования легких ядер водорода и гелия:



Нам представляется, не столь существенно, что в самом начале было: одна частица — p^0 или две частицы — p и p^0 , ибо сейчас известно, что барионы состоят из кварков и глюонов. Значит, первыми частицами вещества были не протоны и нейтроны, а кварки, которые взаимодействуют. Сейчас даже кварки не рассматриваются как изначально первичные частицы. Поскольку в настоящее время специалисты физики частиц предполагают существование двух типов фундаментальных фермионов — кварков и лептонов, то, возможно, должны существовать лептокварки как первичные фундаментальные частицы, из которых возникают кварки и лептоны:

u, d, s, c, b, t — кварки;

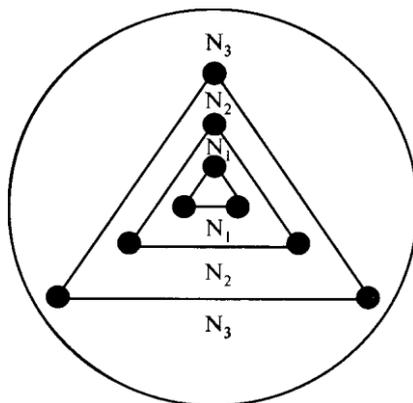
$e^-, \mu^-, \tau, \nu_e, \nu_\mu, \nu_\tau$ — лептоны.

Пока существует полная симметрия между кварками-6 и лептонами-6: природа действительно симметрична, и этот фундаментальный ее закон выполняется в ней на каждом этапе и уровне стадии ее познания.

Но самое странное состоит в том, что наша вещественная Вселенная составлена исключительно из четырех частиц — двух кварков (u и d) и двух лептонов (e^- и μ^-), а о существовании остальных 8 частиц кварков-4 и лептонов-4 не совсем ясно, для чего и зачем они существуют. Поэтому ученые-специалисты, как это обычно делают американцы — посетители китайских ресторанов, — задают вопрос: кто их («лишние» кварки и лептоны) заказал и зачем?

Вторая модель изначально состояния рождения нашей Вселенной — космологическая сингулярность как возможность самопорождения антигравитации, антигравитации: без этого самопорождающего антигравитации, антигравитации совершенно невозможно представить осуществление Большого взрыва и инфляции. Это означает, что в самом начале всех начал были не вещественные частицы, а вакуум с его антигравитацией, антигравитацией: скорее всего, из кипящего вакуума, не имеющего ни начала, ни конца, творится вещество, а не наоборот: из вещества — вакуум.

Рис. 3.7



Следовательно, сначала было антигравитение, антигравитация, которая была причиной катастрофического Большого взрыва и инфляции, в результате которых возникают и образуются частицы вещества, в том числе частицы темного вещества, гравитоны и гравитино, а также (если они реально существуют) суперсимметричные партнеры всех нам известных элементарных частиц. Это — первое. А второе — это то, что в результате Большого взрыва и инфляции формируется классическое пространство-время: расширение Вселенной есть одновременное расширение вещества Вселенной и пространства-времени.

Наглядный пример. На раздувающемся шаре три точки образуют треугольники: точки остаются на местах, самый маленький треугольник (N_1) превращается в треугольник (N_2), а N_2 — в N_3 .

Поэтому расширение Вселенной — закон расширения пространства-времени и закон рас-

ширения вещественного состава Вселенной (пока мы не рассматриваем вакуум как источник и причину ускоренного расширения).

В этой связи очень кратко рассмотрим интересную хаотическую инфляционную модель А. Д. Линде (в 1980 г. уехал в Швейцарию, а затем оттуда — в США, где живет в настоящее время).

В инфляционной модели А. Д. Линде распределение плотности энергии в разных точках пространства случайно, хаотически неоднородно: в одних точках пространства плотность велика, а в других — мала. Там, где плотность велика, начинается инфляция, т. е. образование вселенных, а там, где плотность мала, вовсе не начинается инфляция, т. е. не начинается образование вселенных. Так возникает множество вселенных как «острова в океане хаоса». Значит, хаотическая инфляционная модель Вселенной предполагает рождение не одной вселенной, а множества хаотических возникающих вселенных: они все возникают в результате катастрофических взрывов (Больших и не очень больших).

Как отмечают член-корреспондент РАН, директор ГАИШ МГУ А. М. Черепашук и доктор физико-математических наук, профессор А. Д. Чернин в своей книге «Вселенная, жизнь, черные дыры» (М., 2004), самое удивительное и воодушевляющее в инфляционной модели — идея о множестве вселенных, которая является еще одним важным шагом освобождения от антропоцентризма. Как Коперник геоантропоцентризм заменил гелиоцентризмом, так и хаотическая инфляционная модель А. Д. Линде — модель множества вселенных, среди которых ничем не выделяющаяся наша Вселенная как космическая наша обитель. Следовательно, и в других вселенных возможны жизнь, цивилизация, разум.

§4. Ускоренное расширение Вселенной

После статической Вселенной Эйнштейна, построенной им в 1917 г., учение Фридмана о расширении нашей Вселенной явилось подлинным революционным прорывом в космологии: современная космология начинается с Фридмана как наука о расширяющейся Вселенной в целом. Теоретическую основу учения о расширяющейся Вселенной составляет общая теория относительности Эйнштейна, сформулированная им в 1915 г. Парадокс состоит в том, что на основе общей теории относительности были построены две модели Вселенной: у Эйнштейна статическая модель Вселенной, а у Фридмана динамическая (т. е. расширяющаяся) модель Вселенной. Как всегда, в таком случае решающее слово принадлежит эксперименту и наблюдению. Поэтому экспериментальные наблюдения Э. Хабблом всеобщего разбегания галактик друг от друга в соответствии с законом линейной зависимости скорости разбегания галактик от расстояния их до нас окончательно и бесповоротно подтвердили справедливость фридмановской концепции расширения Вселенной.

Однако вопрос об источнике и физической причине динамики расширяющейся Вселенной так и остался нерешенным до самого конца XX в. Только после открытия в 1998-1999 гг. американскими астрономами совершенно нового феномена в космической сфере Вселенной — космического вакуума с его антитяготением, антигравитацией — стало ясно, что динамикой расширения нашей Вселенной управляет не вещество с его тяготением, гравитацией, а космический вакуум с его антитяготением, антигравитацией.

Мало того, самым парадоксальным является то, что наша Вселенная не просто расширяется, а расширяется с ускорением. При этом динамикой ускоряющегося рас-

ширения нашей Вселенной управляет космический вакуум с постоянной и неизменной плотностью энергии, превосходящей в три раза все невакуумные виды космического вещества, т. е. невидимого («скрытые массы»), видимого («светящегося») вещества и излучения.

Из этого следует, что отныне и навсегда в нашей Вселенной нет физических сил взаимодействий между частицами всего космического вещества (гравитационного, сильного (ядерного и кварк-глюонного), электромагнитного и слабого взаимодействий), которые могли бы противодействовать и воспрепятствовать динамике ускоренного расширения нашей Вселенной, управляемой космическим вакуумом с плотностью его энергии 10^{-30} г/см³: в современную эпоху нашей Вселенной антитяготение абсолютно превосходит тяготение, антигравитация абсолютно доминирует над гравитацией. Можно сказать, в современную эпоху нашей Вселенной есть абсолютное господство антитяготения над тяготением, антигравитации над гравитацией: в космической сфере нашей Вселенной господствует и доминирует космический вакуум, определяющий и управляющий динамикой расширения Вселенной: все космическое вещество (темное, видимое и излучение) с его тяготением, гравитацией представляет собой силу притяжения, сжатия и коллапса. Тяготение как гравитационная сила притяжения (сжатия, коллапса) выполняет две фундаментальные функции — созидательную и разрушительную: оно созидает структурные образования — галактики, скопления галактик и сверхскопления их, сохраняет и удерживает их в их структурной целостности до определенного момента времени.

Разрушительная сила тяготения, как мы видели, проявляется в дезорганизации структурных образований в процессе гравитационного притяжения, сжатия и коллапса в эволюции звездно-галактического мира (белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры (звездные и сверхмассивные в ядрах активных галактик, составляющих 10 % от общего числа галактик в метагалактике, содержащей 10^{11} галактик). Разрушительная сила тяготения, как мы видели, также включает каннибализм галактик, когда большая эллиптическая галактика при столкновении с более меньшей проглатывает ее целиком, увеличивая таким образом свой размер, объем и массу.

Среди галактик существуют также галактики-самоубийцы, в ядрах которых образуются сверхмассивные черные дыры с массой, равной миллионам и миллиардам масс Солнца — M_{\odot} .

Даже благодравные галактики, например, наша галактика Млечный Путь и наша соседка — галактика Андромеда, — не удаляются друг от друга, а Андромеда приближается к нашему Млечному Пути со скоростью более 100 км/с, а расстояние между ними более 2 млн световых лет, поэтому через 5-6 млрд лет они столкнутся и, видимо, образуется новая галактика, по массе и размеру большая.

Таким образом, звездно-галактический мир только при созерцании ночного небосвода нам представляется миром спокойствия, тишины, а на самом деле, если рассматривать его в космическом временном интервале миллионов или миллиардов лет, то перед нашим удивленным взором встает поистине гигантский мир буйных, неистовых, яростных процессов бифуркации и катастроф, в ходе которых рождаются и гибнут массивные, сверхмассивные, сверхгипермассивные структуры с массой, в миллиарды миллиардов миллиардов раз больше массы нашего Солнца: на фоне этих катастроф наше родное Солнце с его девятипланетной системой выглядит бумажным корабликом ребенка, пущенным им в пучину океанских цунами.

Однако, несмотря на яростные и драматические катастрофы, происходящие в звездно-галактическом мире, крупномасштабная структура, содержащая 10^{10} звезд \times 10^{11} галактик = 10^{21} звезд, в целом существует как устойчивая суперсистема со своими внутренними закономерностями и принципами развития, и эта гигантская метagalaktika, определяемая и управляемая тяготением как силой гравитационного притяжения (сжатия, коллапса), существует как устойчивая саморазвивающаяся суперсистема. Вместе с тем, эта гигантская метagalaktическая самосохраняющаяся суперсистема ускоренно расширяется антитяготением, антигравитацией космического вакуума с плотностью энергии, постоянной во всех точках пространства и неизменной во времени. Создается впечатление, что статический мир вакуума с его антитяготением, антигравитацией определяет и управляет глобальным потоком ускоренного космологического расширения Вселенной.

Весь парадокс состоит в том, что нерасторжимая единая наша Вселенная расщепляется на три фундаментальные плоскости:

- 1) метagalaktika как вещественная часть нашей Вселенной, определяемая и управляемая тяготением как силой гравитационного притяжения (сжатия, коллапса), представляет собой устойчивую самосохраняющуюся систему;
- 2) в основании этой гигантской вещественной метagalaktической суперсистемы пребывает статический вакуумный мир (без частиц и полей) с плотностью энергии 10^{-30} г/см³;
- 3) самое странное заключается в том, что этот статический (плотность энергии во всех точках пространства остается постоянной и неизменной во времени) вакуумный мир с его антитяготением, антигравитацией определяет и управляет глобальным потоком ускоренного космологического расширения нашей Вселенной (физическая природа космического вакуума с его антитяготением еще нам не известна, поэтому мы пишем «вакуум без частиц и полей»). Что касается квантового вакуума, то в нем «кишмя кишат» виртуальные частицы и античастицы, которые могут при определенных условиях стать реальными, готовыми.

Поэтому вопрос о том, является ли природа космического вакуума квантовой (?), остается пока открытым: преждевременна пока идентификация космического вакуума с квантовым вакуумом.

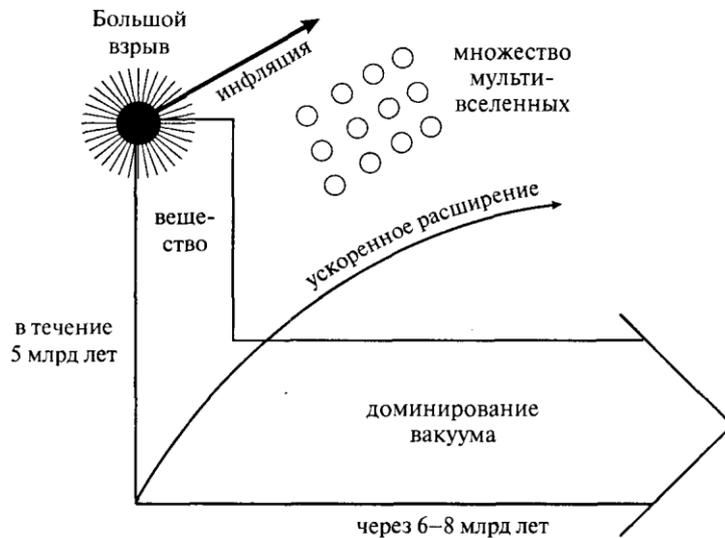
Из рассмотренного нами выше следует совершенно важный и очевидный вывод о том, что динамика глобального потока космологического расширения с ускорением определяется и управляется антитяготением, антигравитацией космического вакуума с плотностью энергии, превосходящей в три раза плотность энергии всех «невакуумных» видов вещества (темного, видимого и излучения): современная эпоха (т. е. эпоха через 6-8 млрд лет после Большого взрыва) Вселенной — полное доминирование и господство вакуума (космического) над веществом, антитяготения над тяготением, антигравитации над гравитацией.

По самым свежим (2003 г.) современным данным, возраст нашей Вселенной составляет 12,7 или 15 млрд лет: из них первая половина была эпохой доминирования вещества над вакуумом и потому — тяготения над антитяготением. Через 6—8 млрд лет, в связи с расширением Вселенной, происходит уменьшение и падение силы тяготения, а сила антитяготения возрастает, происходит смена доминирования вещества с его тяготением доминированием вакуума с его антитяготением. Отныне и навсегда во

Вселенной будет доминировать космический вакуум с его антигравитацией, и потому будет происходить бесконечное и безграничное ускорение расширения нашей Вселенной.

1. **Большой взрыв:** предполагается, что Большой взрыв — взрыв бесконечной плотности энергии вакуума (или планковской плотности массы 10^{92} г/см³): плотность вакуума сама порождает антигравитацию как отрицательное давление (т. е. отрицательная масса).
2. **Инфляция:** она есть катастрофическое расширение Вселенной и образование множества вселенных из хаоса плотностей: вселенные — «острова в хаосе».
3. **Множество вселенных:** одна из многих — наша Вселенная. Сначала в ней доминирует вещество, а затем через 6-8 млрд лет происходит смена доминирования вещества доминированием вакуума.
4. С этого времени начинается ускоренное расширение нашей Вселенной.
5. В связи с ускоренным расширением происходит падение и уменьшение силы тяготения всей массы метagalктики.
6. Динамика глобального потока космологического расширения Вселенной определяется и управляется исключительно космическим вакуумом с его антигравитацией, антигравитацией.

Рис. 3.8. Схема Большого взрыва, расширения и ускоренного расширения Вселенной



§5. Динамика расширения Вселенной

Итак, стало ясно, что с веществом метagalктики с его тяготением, гравитацией не связана динамика глобального потока космологического расширения с ускорением нашей Вселенной: она определяется и управляется целиком и полностью космиче-

ским вакуумом с его антитяготением, антигравитацией. Это совершенно новое, фундаментальное научно-теоретическое положение, основанное на открытии космического вакуума с его антитяготением, антигравитацией накануне нового тысячелетия, требует углубленного осмысления самого этого научного феномена и серьезного философского раздумья и размышления, чтобы понять и осознать всю философско-мировоззренческую значимость и смысл.

Стоит здесь отметить и особенно подчеркнуть, что философия в целом на всем протяжении своей истории всегда и везде оперировала в основном понятием вещества для построения нашего мироздания, космоса, Вселенной, различных вариантов мира: вещество в самых разнообразных модификациях в качестве материи было и оставалось центральной осью философского мироустройства. А теперь нам становится ясным, что наша Вселенная — не только и не столько вещественная по своему строению и структурной организации, а является вакуумной: вакуум определяет и управляет сущностным развитием и эволюцией нашей Вселенной — ее ускоренным расширением. Значит, наша Вселенная состоит из двух нерасторжимых космических сфер — вещественной и вакуумной. При этом вещественная представляет собой материал для сооружения величественного здания нашей Вселенной, и одновременно она (т. е. вещественная сфера) выступает конструктором этого сооружения в качестве тяготения, гравитации: вещество есть одновременно и материал для сооружения, и конструктор этого сооружения.

Суть Вселенной заключается не только в сооружении микровселенной и макровселенной (т. е. метagalактики), но и в том, чтобы наша Вселенная была не статической, т. е. безжизненной, застывшей, неизменной, а динамической, т. е. развивающейся, эволюционирующей, расширяющейся: она должна быть вселенной, постоянно и непрерывно изменяющейся и обновляющей свое собственное бытие. Быть — значит изменять и обновлять: вне изменения, развития и обновления нет и не может быть бытия Вселенной.

Поэтому в широком философском измерении суть проблемы — не столько стать и существовать, а в том, чтобы было постоянное становление Вселенной как самообновляющейся суперсистемы. В этом суть космической сферы вакуума с его антитяготением как силой антигравитационного отталкивания (расширения, удаления, растягивания, разлетания, распутовывания).

Образование крупномасштабных метagalактических структур само по себе есть результат и следствие расширения Вселенной и ее похолодания: только в условиях расширения и похолодания возможно образование микроструктур (частицы, атомы, молекулы, элементы), но и в особенности крупномасштабных метagalактических структур (звезды, галактики, их скопления и сверхскопления).

Поэтому расширение Вселенной нельзя понимать как одностороннее растягивание пространственно-временного каркаса без «растягивания вещества»: расширение Вселенной обладает, как отмечают А. М. Черепашук и А. Д. Чернин в нами вышеназванной книге «Вселенная, жизнь, черные дыры», двумя законами — законом расширения вещества (т. е. образования микро- и макроструктур) и законом расширения пространства-времени (т. е. их растягивания и удлинения).

Как мы уже отметили, Вселенная в своем космологическом расширении прошла в целом и проходит два этапа: первый этап — это Большой взрыв и до 6—8 млрд лет после него, а второй этап — это после 6-8 млрд лет, современная эпоха расширения. Первый этап — это эпоха доминирования вещества, т. е. эпоха формирования и обра-

зования как микро-, так и макроструктур, т. е. метagalактических структур. Именно поэтому эта первая половина расширения Вселенной после Большого взрыва — эпоха доминирования крупномасштабных метagalактических структур и потому господства тяготения, гравитации над антитяготением, антигравитацией вакуума: господство тяготения, гравитации вещественной космической сферы над антитяготением, антигравитацией космического вакуума обусловило замедление расширения Вселенной.

Второй этап расширения Вселенной — эпоха доминирования антитяготения, антигравитации как силы отталкивания (удаления, разлетания, разбегания) пробных частиц (т. е. галактик и их скоплений): сила антитяготения вакуума, находящаяся в пространстве между двумя пробными частицами, намного превосходит силу гравитационного притяжения между этими частицами. Поэтому антитяготение не только источник и причина расширения Вселенной, но и ускоренного расширения Вселенной с увеличивающимися скоростями: в первую половину Вселенной после Большого взрыва происходит замедление ее расширения, а во вторую — ее ускоренное расширение, определяемое доминированием космического вакуума над веществом.

А теперь рассмотрим более конкретно динамику космологического расширения Вселенной на основе соотношения вакуума и вещества во Вселенной.

Общий вывод таков: динамика расширения Вселенной, определяемая и управляемая космическим вакуумом с постоянной и неизменной плотностью энергии, не зависит от существования микро- и крупномасштабных вещественных структур, т. е. от их тяготеющих масс.

Это — проблема однородности и изотропности Вселенной (об этом мы в нашей работе писали, поэтому здесь только отметим один аспект данной проблемы).

Наблюдения показывают, что пространственное распределение галактик Вселенной в пределах до 300 млн световых лет весьма неоднородно: однородность Вселенной наблюдается и присутствует в масштабах 300 млн световых лет (т. е. 300 МПк) и более. (Интересно здесь напомнить высказывание академика Я. Б. Зельдовича о том, что в области пространства 1 000 МПк Вселенная бесструктурна, аморфна, абсолютно однородна: в ней нет никаких комков, бугров, горков в виде галактик, их скоплений и сверхскоплений.)

Поэтому проблема однородности (или неоднородности) пространства Вселенной все еще остается глубоко в философском плане интересной и интригующей наш интеллект и разум. Нельзя считать, что эта проблема раз и навсегда решена: в ней остается еще много непонятого и непонятого.

Несмотря на пространственную неоднородность распределения галактик и их скоплений в масштабе до 300 МПк, динамика локального потока расширения ближайшей окрестности нашей Вселенной остается одинаковой с динамикой глобального потока расширения Вселенной в больших масштабах 300 МПк и более: локальный поток идентичен, тождественен с глобальным потоком. Динамика локального и глобального потоков космологического расширения Вселенной остается однородной на всем протяжении расширения до горизонта мира, которого свет достигает в течение 10 млрд лет после Большого взрыва: горизонт мира — абсолютный предел человеческого познания. Все, что находится в пределах горизонта мира, может познать так или иначе человек, его интеллект, разум и интуиция. Однако все, что находится за пределами горизонта мира, никогда не постижимо: оно абсолютно недоступно никаким формам, способам, методам и средствам исследования и познания.

Горизонт мира — только маленькая часть пространства нашей Вселенной, а что за горизонтом мира, мы никогда ничего не узнаем. Таковы природа Вселенной и наша судьба.

Таким образом, наша Вселенная однородна не в пространственном распределении галактик и их скоплений, а в глубочайшем законе и постоянной Хаббла как законе и постоянной однородности динамики космологического расширения Вселенной на всем протяжении до горизонта мира. Этой однородной динамикой управляет вакуум, и она абсолютно независима от пространственной неоднородности вещества в нашей Вселенной: динамикой управляет антитяготение, а пространственным распределением вещества — тяготение.

Для философии особенно и исключительно важна и существенна однородность динамики, ибо она показывает нам, что расширяющаяся наша Вселенная едина в самом глубоком и закономерном основании: Вселенная едина в самой ее сущности и природе. Многообразие есть нечто происходящее и временное, а единое начало всегда остается нетленным: однородность динамики есть нечто нетленное, пока существует Вселенная.

Итак, динамика расширения есть непрерывное изменение движения и созидания, гибель и вместе с тем она есть однородное (глубинное) закономерное и инвариантное — непреходящее, нетленное.

Несмотря на пространственную неоднородность распределения галактик от 2-8 до 100-200 МПк, динамика хаббловского потока расширения остается однородной на всем интервале до горизонта мира: это обстоятельство связано с тем, что однородной динамикой управляет космический вакуум с его постоянством антитяготения, антигравитации, а неоднородным распределением галактик в пространстве управляет тяготение вещества, гравитационная сила поля тяготения.

Антитяготение доминирует над тяготением, сила антигравитации — над силой гравитации: в ходе расширения Вселенной сила антитяготения остается постоянной и даже усиливается, тогда как сила тяготения постоянно падает и уменьшается сила гравитационного притяжения между галактиками как пробными частицами.

Хаос и порядок

Еще на одном примере рассмотрим проблему тяготения и антитяготения, сил гравитационного притяжения и антигравитационного отталкивания галактик друг от друга: сила гравитации — это сила притяжения тел друг к другу, сжатия и коллапса как катастрофического сжатия, а сила антигравитации — это сила отталкивания тел друг от друга, их удаления и разлета.

Вселенная — это высокоупорядоченная суперсистема, состоящая из крупномасштабной метагалактики и ее подсистем — галактик, скоплений их и их сверхскоплений: вся эта метагалактическая совокупность систем и подсистем не находится в состоянии покоя, а движется и вращается хаотически и беспрестанно вокруг центра масс.

Хаос и порядок составляют глубокую противоречивость их существования, возникновения и уничтожения: сущностная природа галактик, их скоплений и сверхскоплений заключается в смене хаоса порядком и порядка хаосом. Хаотические их движения так же важны и существенны, как их упорядоченные структурные организации: из хаоса (и хаотизации) возникают упорядоченные структуры. Устойчивое их существо-

вание немислимо без хаотических их движений, происходящих непрерывно в основе их существования.

Так, в местную группу входят прежде всего две большие галактики — наша галактика Млечный Путь и Андромеда, которая по массе и размеру больше нашего Млечного Пути. Мы уже отметили, что галактика Андромеда, находящаяся от нашей галактики на расстоянии 2 млн световых лет, не удаляется от нашей, а приближается со скоростью 100—130 км/с. В местную группу еще входят несколько десятков галактик, большинство из которых является галактиками-карликами: все они движутся и вращаются вокруг центров своих масс. Галактический год составляет 250 млн световых лет, за время которых звезды рождаются и успевают умереть, превращаясь то в белые карлики, то в нейтронные звезды, а могут массивные звезды превратиться в черные дыры.

Местная группа входит в состав скопления галактик: скопление галактик содержит от 500 до 1 000 галактик, которые движутся и вращаются вокруг центров их собственных масс. На первый взгляд, движение и вращение этих галактик в скоплении выглядят абсолютно хаотичными, неупорядоченными и случайными. А на самом деле скопление галактик как строго целостная система движется и вращается упорядоченно, хотя движение и вращение каждой из галактик хаотично и случайно: целое в своем движении и вращении обладает упорядоченной закономерностью, тогда как движения и вращения его отдельных частей хаотичны, случайны и неупорядочены.

Хаос (хаотизация) создает высокоупорядоченное целое: части хаотичны, а целое упорядочено. Мало того, без хаоса (хаотизации) нет порядка: порядок — следствие хаоса.

Скопление галактик принадлежит местному сверхскоплению, центр массы которого также не находится в покое, а движется и вращается: местное сверхскопление, включающее в себя скопления скоплений, движется к «точке Великого притяжения», «Большому аттрактору», который притягивает местное сверхскопление, включающее скопления скоплений, в составе которых находится и наша местная группа.

Это движение местного сверхскопления к «точке Великого притяжения», «Большому аттрактору» — сносное движение, определяемое и управляемое локальным гравитационным полем тяготения, скорость (пекулярная скорость) которого превосходит скорость динамики хаббловского потока расширения Вселенной: пекулярная скорость, определяемая силой гравитационного тяготения, больше скорости динамики расширения. Скорость динамики расширения, определяемая вакуумом и его антитяготением, постоянна в соответствии с постоянной и законом Хаббла: она независима от пекулярной скорости, определяемой и управляемой тяготением вещества, его гравитационной силой притяжения (сжатия, коллапса).

В этом состоит, еще раз, однородность динамики хаббловского потока расширения в интервале до горизонта мира.

В этой связи, дав глубокий по своему философскому значению анализ, авторы книги «Вселенная, жизнь, черные дыры» А. М. Черепашук и А. Д. Чернин пишут: «Из всей этой наблюдаемой картины напрашивается один вывод: кинематика галактик в местном объеме имеет мало общего с их пространственным распределением. Кинематика исключительно регулярна, тогда как пространственное распределение сильно неоднородно, как в этом объеме, так даже и в более больших объемах вокруг нас. За наблюдаемой кинематикой галактик стоит динамика, которая, следовательно, с распределением масс галактик фактически не связана.

Но если не массы самих галактик, — продолжают авторы А. М. Черепашук и А. Д. Чернин, — то что же тогда управляет движением этих тел в местном объеме?

В духе новейших открытий в космологии можно предположить, что хаббловским потоком управляет космологический вакуум. Это относится ко всем расстояниям — от нескольких мегапарсек и почти до горизонта мира» (с. 254).

(Читатель простит нас за длинную цитату. В ней известными нашими специалистами высокого профессионального ранга в области астрофизики и космологии дано ясное и исчерпывающее обобщение современного представления о сущности и характере динамики хаббловского потока расширения нашей Вселенной, мы не имели права не привести целиком и полностью этого емкого по философскому смыслу высказывания их.)

Итак, нам остается сделать следующие философские выводы:

1. Движения и вращения галактик определяются их самогравитацией: эта самогравитация галактик управляет и удерживает их в системе скоплений и сверхскоплений.
2. Однако динамикой космологического расширения Вселенной (как в местном объеме, так и в интервале масштабов до горизонта мира) управляет не тяготение масс галактик, а антитяготение космического вакуума с постоянной и неизменной плотностью энергии.
3. В результате ускоренного расширения Вселенной сила самогравитации галактик падает и будет все более и более ослабевать, а сила антигравитации вакуума будет оставаться постоянной, усиливаться: Вселенная будет ускоренно расширяться со все возрастающей скоростью.
4. Под вещественной космической сферой крупномасштабной метагалактики скрывается идентичная кинематика, а под кинематикой — однородная динамика хаббловского потока на всем локальном и глобальном интервале масштабов до горизонта мира, доступного нашему познанию.
5. Вселенная — нерасторжимое единство вещественной и вакуумной сфер: ее эволюция представляет собой единое противоборство тяготения и антитяготения, гравитации и антигравитации, положительного давления и отрицательного давления, положительной массы и отрицательной массы.

Краткие выводы

I. Первый главный вывод заключается в том, что после открытия в самом конце XX в. космического вакуума с постоянной везде и всюду и неизменной плотностью энергии стало очевидным существование в нашей Вселенной двух космических фундаментальных сфер — вещественной космической и вакуумной космической: Вселенная предстала перед нашим удивленным взором как нерасторжимое единство вещества и вакуума, тяготения вещества (темного вещества, видимого вещества и излучения) и антитяготения как отрицательного давления плотности со знаком «минус», умноженной на квадрат скорости света (c^2).

Во Вселенной в крупномасштабной структурной метагалактике доминирующими силами являются сила гравитации и сила антигравитации, взаимное противоборство которых определяет универсальную динамику хаббловского потока расширения

Вселенной на всем интервале масштабов до горизонта мира, в течение 10 млрд лет до которого доходит свет после Большого взрыва и инфляции.

При этом сила антитяготения настолько превосходит силу тяготения, что она преодолевает гравитационную силу притяжения пространственной неоднородности распределения галактик в интервале до 200 МПк и однородности их распределения в больших масштабах 300 МПк и более: антигравитация как сила ускоренного расширения Вселенной независимо от масс галактик, их структурного строения в пространстве, их взаимодействий в скоплениях их и сверхскоплениях в метагалактическом пространстве. Одним словом, космический вакуум с его антитяготением, силой антигравитации определяет динамику ускоренного расширения Вселенной со все возрастающей скоростью независимо от масс, гравитационного притяжения метагалактики, включающей все галактики, скопления и сверхскопления на всем ее пространстве. После Большого взрыва через 6-8 млрд лет происходит абсолютное господство и доминирование антитяготения над тяготением, силы антигравитации над силой гравитации: ускоренное расширение Вселенной будет происходить бесконечно и безгранично.

II. Из положения о бесконечном, безграничном ускоренном расширении Вселенной следует фундаментальный философский вывод о том, что наша Вселенная никогда в целом не подвергнется вселенскому коллапсу и потому исключается абсолютно превращение ее в космологическую сингулярность: Вселенная как целостная суперсистема не будет коллапсировать тяготением при абсолютном доминировании и господстве антитяготения, антигравитации над силой гравитации: исключается сингулярность когда-нибудь и где-нибудь нашей Вселенной в целостности. Отдельные ее структуры могут быть превращены в черные дыры с сингулярностью.



III. Поэтому естественно, что знаменитая теория Хокинга—Пенроуза не распространяется на космический вакуум с его антитяготением, антигравитацией, ибо она — теорема коллапса как силы чудовищного тяготения, как силы катастрофического гравитационного сжатия и превращения объекта в сингулярность. Теорема Хокинга—Пенроуза — теорема неизбежности сингулярности. В ней не представлена теория космического вакуума с его антитяготением, антигравитацией. Поэтому схема двух сингулярностей (1 и 2) неприменима ко всей Вселенной.

При ускоренном расширении Вселенной, динамику которого определяет антитяготение вакуума с постоянной и неизменной плотностью энергии, исключается неизбежность космической и космологической сингулярности всей нашей Вселенной в ее целостности суперсистемы.

При нерасторжимом единстве вещественной и вакуумной сфер Вселенной в современную эпоху доминирует в ней вакуумная сфера с ее антитяготением, антигравитацией: вакуум господствует над веществом в ускоренно расширяющейся Вселенной.

Еще раз напомним, что плотность энергии вакуума составляет 67 % всей мировой энергии, плотность энергии темного вещества — 30 %, плотность энергии видимого вещества — всего 3 %, а излучения — в 100 раз меньше энергии видимого вещества (см. книгу «Вселенная, жизнь, черные дыры»).

IV. Вселенная по горизонтали состоит из двух космических сфер — вещественной и вакуумной, т. е. из сфер тяготения и антитяготения. А если Вселенную рассматривать в вертикальном разрезе, то под пространственным распределением вещества, его неоднородности и однородности в масштабах 300 МПк и более лежит вакуумный мир с его постоянной и неизменной плотностью энергии, т. е. вакуумный статический мир нашей Вселенной: этот вакуумный статический мир влияет на пространственное распределение вещества (т. е. галактик, их скоплений и сверхскоплений), определяет их разбегание и разлет друг от друга, но сам (вакуумный статический мир) никакому обратному их влиянию никогда и нигде не подвергается. Антигравитация этого вакуумного мира подталкивает, подгоняет и разгоняет эти вещественные структурные образования, удерживаемые в их составном состоянии силой гравитационного притяжения: тяготение выступает в роли силы, стремящейся к устойчивому сохранению пространственного распределения галактик, их скоплений и сверхскоплений, а антитяготение выступает в качестве силы, растягивающей пространственный фон и тем самым обуславливающей разлет их.

Значит, в вертикальном разрезе Вселенной происходит противоборство двух фундаментальных космических сил тяготения, гравитации и антитяготения, антигравитации: антитяготение является причиной ускоренного расширения Вселенной, а тяготение — сила, стремящаяся к сохранению крупномасштабных структурных образований в целом.

В этой связи естественно возникает вопрос: в результате бесконечного и безграничного ускоренного расширения Вселенной, определяемого абсолютным доминированием антитяготения, сумеет ли тяготение как сила гравитационного притяжения (сжатия, коллапса) сохранить их в их целостности? Учитывая то обстоятельство, что по мере ускоренного расширения сила тяготения будет катастрофически падать, ослабевать и уменьшаться, а сила антитяготения будет усиливаться, вряд ли тяготение будет способно к устойчивому сохранению их в их структурных образованиях: произойдет всеобщая и универсальная фрагментация (распад, рассыпание, дробление на мелкие фрагменты-осколки) крупномасштабных структурных образований (сверхскоплений и скоплений галактик, галактик и звезд).

Но то, что произойдет фрагментация крупномасштабных структур на более мелкие фрагменты, более или менее ясно. Однако совершенно не ясен другой вопрос: до какого предела дойдет сама эта фрагментация?

То, что в результате катастрофического падения силы гравитационного притяжения произойдет распад сверхскоплений на скопления галактик, скоплений галактик — на отдельные галактики, ясно. А галактики будут подвергнуты дальнейшей фрагментации — это загадка, которую следует разгадать, ибо самую галактику как целостную систему, состоящую из ядра, диска и короны (гало), удерживает темное вещество, находящееся в короне и составляющее более 90-95 % массы всей галактики. (Это вопрос очень сложный и трудный, который является предметом исследования и анализа конкретных наук — астрофизики и космологии.)

А наше философское предположение следующее.

1. При фрагментации галактика может распадаться на корону как вместилище почти всей массы ее, на диск как область молодых звезд и звездообразования и ядро как средоточие старых звезд.
2. Физическая природа темного вещества неизвестна: разгадка этой природы темного вещества — одна из самых актуальных задач астрофизики и физики частиц.
3. В диске галактики в основном сосредоточены молодые звезды: диск — область звездообразования молодых звезд. Однако вся суммарная масса всех (ста или двухсот миллиардов звезд галактики) звезд не превышает 5 % всей массы галактики.
4. Самое интересное — это ядра активных галактик, в которых образуются сверхмассивные черные дыры, масса которых превышает миллионы и миллиарды масс нашего Солнца (M_{\odot}).
5. Квазары все еще остаются экзотическими космическими объектами, хотя они были открыты раньше нейтронных звезд и черных дыр: квазар был открыт в 1963 г. американским астрономом Мартином Шмидтом.

Первоначально квазары идентифицировались с нейтронными звездами, точнее, источником светимости квазаров, сравнимой со светимостью целой галактики, содержащей 100 млрд звезд, считали нейтронные звезды. Однако быстро отказались от этой идеи, поскольку нейтронная звезда, размер которой составляет 10 км, пульсирующая импульсы через секунду, не могла быть идентифицирована с квазаром, размер объекта светимости которого сравним с размером объема нашей Солнечной системы.

После отказа от нейтронной звезды как источника мощной и небывалой светимости квазара, ученые в качестве источника светимости квазаров предложили аннигиляцию вещества с антивеществом. Однако от этой идеи также быстро пришлось отказаться, так как в наблюдаемом нашем метagalacticком пространстве отсутствует антивещество в том количестве, чтобы происходила аннигиляция вещества с антивеществом.

После отказа от аннигиляции вещества с антивеществом как источника светимости квазара ученые предложили новую идею белой дыры как источника светимости квазара, но от этой заманчивой идеи так же быстро пришлось отказаться, так как белая дыра, предложенная еще Эйнштейном, является продолжением и проявлением содержимого черных дыр и их сингулярности.

Были предложены в качестве источника светимости квазара звездные черные дыры. Однако от них также отказались, так как они чересчур «долгожители» (10^{63} лет, по расчетам С. Хокинга).

Наконец, сейчас большинством специалистов — ученых астрофизиков, космологов и физиков частиц — принято, что источником светимости квазаров являются сверхмассивные черные дыры в ядрах активных галактик, масса которых составляет миллионы и миллиарды масс нашего Солнца (M_{\odot}).

Таким образом, в результате фрагментации (т. е. распада, рассыпания, дробления великого Большого на малые фрагменты-осколки) мы имеем:

1. В мире звезд на их финальной стадии белые карлики, нейтронные звезды и звездные черные дыры: белые карлики и нейтронные звезды открыты экспериментально, а черные дыры еще окончательно, непосредственно и прямо экспериментально не открыты. Косвенно в двойных звездных системах мы получаем информацию об их массе, размере и ненаблюдаемой поверхности.

2. Нам известны сверхмассивные черные дыры в ядрах активных галактик: активные галактики в метagalактике составляют 10 % всех галактик в метagalактическом пространстве — 10 галактик. Следовательно, общее число активных галактик, в ядрах которых образуются и существуют сверхмассивные черные дыры, 20 млрд. Это огромный и впечатляющий по силе и мощи феномен во всем метagalактическом пространстве: эти сверхмассивные черные дыры, масса которых составляет миллионы и миллиарды M_{\odot} , также являются «долгожителями», по Хокингу.
3. К звездным черным дырам и сверхмассивным черным дырам можно присовокупить и квазары: если действительно их источником являются сверхмассивные черные дыры в ядрах активных галактик, то действительно создается внушительное и захватывающее впечатление о гравитационной массе (следовательно, $E = Mc^2$), ее концентрации и прессованности в черных дырах вообще: масса остается самосохраняющимся веществом и, следовательно, силой гравитации, тяготения. Сила гравитации — проявление энергии как массы, умноженной на квадрат скорости света — c^2 .
4. Ко всему вышесказанному следует добавить темное вещество в короне галактик, скоплений и сверхскоплений их: «скрытые массы» темного вещества составляют от 95 до 98 % массы всей галактики и, следовательно, их скоплений и сверхскоплений. «Скрытые массы» темного вещества удерживают и сохраняют не только галактики в их структурной целостности, но и скопления и сверхскопления в их взаимодействии, взаимосвязи и взаимозависимости. Поэтому антитяготению для преодоления силы тяготения, силы гравитационного притяжения (сжатия, коллапса) необходима большая (т. е. преобладающая) сила (т. е. энергии и массы), чтобы галактики и скопления их удалялись друг от друга: поскольку вакуум с его антитяготением по плотности энергии превосходит больше чем в 2 раза суммарные плотности всех «невакуумных» видов космического вещества (темного вещества, видимого вещества и излучения), постольку антитяготение как сила антигравитации, отталкивания подгоняет, разгоняет галактики и их скопления, и тем самым происходит ускоренное расширение: в метagalактическом пространстве вакуум с его антитяготением подгоняет и разгоняет одновременно 200 млрд галактик (10^{11} галактик в метagalактике) по всему пространству и во всех его направлениях, а также во временном интервале.

В целом все 200 млрд галактик разлетаются одновременно изотропно во всех направлениях пространства и однородно по всему метagalактическому пространству, а во времени они разлетаются со скоростью сотни и тысячи км/с: во времени они разлетаются только и только необратно и асимметрично от прошлого к будущему. Стрела времени — показатель космологического расширения с ускорением: время необратно, оно асимметрично течет как в микромире (например, в процессах распада каонов), так и в космическом макромире.

Вообще очень часто мы пишем, что галактики удаляются друг от друга, но на самом деле мы не всегда стараемся вникнуть в суть разбега галактик и их скоплений. В действительности, разбегание галактик и их скоплений друг от друга представляет собой самый грандиозный и зрелищный космический «спектакль», где глав-

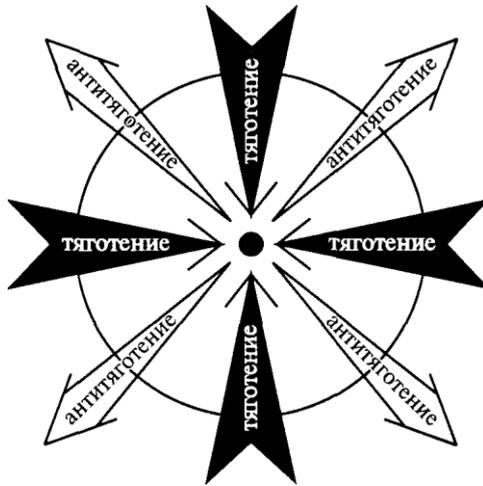
ными действующими лицами являются тяготение и антитяготение, гравитация и антигравитация: тяготение стремится все притягивать, сжимать и коллапсировать, а антитяготение — удалять, разгонять и раскидывать.

Ускоренное расширение Вселенной происходит как противоборство этих двух противоположно направленных сил — сил тяготения и антитяготения: расширение нельзя представить как линейно одномерную направленность. На самом деле оно — многомерное (т. е. объемное) пространственно-временное расширение: расширение нашей Вселенной происходит в трех пространственных измерениях и одномерном времени.

Таким образом, расширение Вселенной с ускорением происходит в четырехмерном мире.

Наглядно и образно можно представить расширение Вселенной как сферически симметричный раздувающийся шар:

Рис. 3.10



как противоборство двух сил — сил тяготения и антитяготения.

1. Черные стрелки — это направленность силы тяготения к гравитационному притяжению, сжатию и коллапсу: к центру сила тяготения падает, уменьшается и ослабевает в результате ускоренного расширения Вселенной.
2. Прозрачные стрелки — это направленность вонне силы антитяготения расширения, удаления и разбегания галактик, их скоплений: сила антитяготения усиливается, нарастает и возрастает.

В этом грандиозном космическом противоборстве двух сил тяготения и антитяготения, гравитации и антигравитации верх одерживает космический вакуум с его антигравитацией над гравитационной силой всех «невакуумных» видов космического вещества (темного вещества, видимого вещества и излучения). Поэтому совершается нами наблюдаемое ускоренное расширение Вселенной со всевозрастающей скоростью. Расширение Вселенной нужно понимать и осмысленно представить: во-первых, только в

метagalacticком пространстве как одновременное разбегание более 200 млрд галактик, их разлета со скоростями в сотни тысяч км/с, т. е. близкими к скорости света. Галактики, движущиеся с такими скоростями, как мы уже писали, сталкиваются в лоб друг с другом, при этом большие галактики (эллиптические) пожирают маленькие (спиральные или неправильные) или образуются при столкновении новая или новые галактики; во-вторых, среди галактик находятся «самоубийцы», образующие в своих ядрах сверхмассивные черные дыры с массой в миллионы и миллиарды масс Солнца — M_{\odot} ; в-третьих, а разве светимость квазаров не вызывает в нас восхищенного очарования? Ведь светимость одного квазара сравнима со светимостью целой галактики, содержащей 100-200 млрд звезд, как наша звезда Солнце.

Поэтому звездно-галактический мир представляет собой мир, полный тайн и загадок, которые нам постепенно раскрывают свои потаенные законы. Но этот мир галактик, скоплений и сверхскоплений в своем феноменологическом проявлении перед нашим удивленным взором предстает как волшебное космическое зрелище, в котором, как в калейдоскопе, сменяются сцены драмы сценой трагедии, а сцена трагедии — сценой аполлонизма: наша Вселенная в ноуменальной сущности — дионисизм как неистовое буйство и ярость. Поэтому противоборство тяготения и антитяготения, вещества и вакуума в своей феноменологии предстает перед нами как борьба двух начал — аполлонизма и дионисизма: наша Вселенная в своей сути — дионисизм.

Наша Вселенная — самая большая и великая истина, которая нам является как красота (прекрасное, совершенное), а познание этой истины и созерцание ее красоты — только благо, добро, справедливость, которых так нам не хватает в сегодняшнем мире. Мы, люди, — часть природы: она через нас узнает себя. А мы должны быть достойными ее: наше знание о природе — ее знание о нас.

И все же при всем дионисизме как неистовом буйстве и ярости природы Вселенной — как замечательно построена Вселенная, как взаимосогласованы все ее части, элементы, компоненты, как ювелирно упакованы и подогнаны ее принципы, законы, симметрии и асимметрии, хаос и порядок, бифуркация и катастрофа, турбулентность и странные аттракторы и т. д. и т. п. в космическом мире и микромире нашей Вселенной: она есть единство дионисизма и аполлонизма.

Заключение

1. Первый философский вывод в заключение состоит в замене физики частиц физикой фундаментальных суперструн, и в соответствии с этим должна быть замена философии частиц философией фундаментальных суперструн, мода резонансных колебаний которых определяет и обуславливает весь спектр фундаментальных и элементарных частиц и силы их взаимодействий, в том числе и прежде всего гравитон как квант гравитационного поля, а также массу и заряд.

Суперструнная философия является современной философией, радикальным образом заменившей философию частиц, господство которой продолжалось в течение более двух с половиной тысячелетий со времен Демокрита в античной Греции.

2. На всех уровнях структурных образований процессы, связанные с рождением, становлением и эволюцией расширяющейся Вселенной, носят не монотонный, плавный, равномерный, а бурный, неистовый, яростный характер: наша Вселенная в целом не линейная, а нелинейная суперсистема. Она в космологическом временном интервале эволюционирует через точку бифуркации со взрывом. Характерной особенностью бытия всех микрозернистых, мелкозернистых и крупнозернистых образований является канал их эволюции от экспоненциального закона к гиперболическому закону их развития.

Поэтому наше философское мировидение Вселенной должно быть нелинейным: нелинейным должно быть философское миропонимание и осмысление, методология и логика мышления.

3. Главным конфликтом, создающим глубокий кризис в современной теоретической физике, является противоречие (антагонизм) между ОТО Эйнштейна и квантовой теорией поля: ОТО Эйнштейна как классическая теория неизбежно приводит возвращающейся черной дыре к сингулярности как бесконечности плотности материи и искривления внутрь пространства-времени. Это означает на философском языке, во-первых, абсолютное исчезновение в сингулярности как точке бесконечности пространства-времени как классического, во-вторых, превращение материи в бесконечную величину в миллимикроне, а в-третьих, абсолютное исчезновение барионической материи в антибарионическую материю.

В широком философском плане решение проблемы сингулярности не может заключаться только в создании квантовой теории гравитации: необходим выход за пределы признания существования только одной-единственной нашей Вселенной в одном только экземпляре во всем мироздании.

В методологическом и мировоззренческом подходе необходимо философское признание множественности вселенных в соответствии с хаотической космологией Андрея Линде: Мега-Вселенная, состоящая из бесконечного множества мульти-вселенных, одни из которых в результате великих, больших и малых взрывов, рождаются и эволюционируют, а другие стареют и умирают.

Если началом всех начал рождения нашей Вселенной является сингулярность, то эта сингулярность — конец Большого сжатия и Большого краха как грандиозного вселенского коллапса одной из мульти-вселенных в Мега-Вселенной: сингулярность — начало и конец мульти-вселенных. Одной из этих мульти-вселенных является наша мульти-вселенная.

Концепция множественности мульти-вселенных в Мега-Вселенной (термин «Мега-Вселенная» принадлежит нобелевскому лауреату Стивену Вайнбергу) может стать общеплатформой для адекватного решения и других (как научно-теоретических, так и философско-методологических) проблем в современной теоретической физике частиц, астрофизике и космологии. Такими проблемами являются:

1. Законы, принципы и мировые постоянные каждой мульти-вселенной не могут быть одинаковыми. Они должны различаться в каждой мульти-вселенной: каждая мульти-вселенная эволюционирует по-своему.
2. Проблема черных и белых дыр: черные дыры образуются в одной мульти-вселенной, а содержимое в этих черных дырах может реколлапсировать через белые дыры в другой мульти-вселенной.
3. Проблема «темного вещества»: «темным веществом» как антибарионической материей одной мульти-вселенной может быть смерть барионической материи в другой мульти-вселенной.
4. Наше миропонимание о Вселенной есть единство вещественной и космически-вакуумной сфер.
5. Наша Вселенная будет расширяться с ускорением, независимо от выбора геометрии пространства Вселенной.
6. Концепция «старения Λ -члена» и при положительной кривизне пространства Вселенной может стать реальным новым вселенским коллапсом, который превратит нашу Вселенную в новую сингулярность (такую возможность нельзя совсем исключать, как считает один из ведущих специалистов астрофизиков и космологов А. А. Старобинский).
7. Можно представить, что не обязательно все мульти-вселенные населены аналогичными частицами (или суперструнами), из которых состоит наша мульти-Вселенная.
8. В других мульти-вселенных может быть совершенно другая крупномасштабная структура, отличная от нашей!

Литература

1. *Аккарди Л.* Диалоги о квантовой механике. М., 2004.
2. *Арнольд В. И.* Теория катастроф. М.: УРСС, 2004.
3. *Бааде В.* Эволюция звезд и галактик. М.: УРСС, 2002.
4. *Баранцев Р. Г.* Синергетика в современном естествознании. М.: УРСС, 2003.
5. *Бахтин Ф.* Построение геометрии на основе понятия симметрии. М.: Наука, 1969.
6. *Богуи А. А.* Введение в калибровочную полевую теорию электрослабых взаимодействий. М.: УРСС, 2003.
7. *Богуи А. А.* Очерки по истории физики микромира. М.: УРСС, 2004.
8. Будущее Вселенной и будущее нашей цивилизации: Сб. статей. М., 2002.
9. *Вавилов С. И.* Исаак Ньютон. М: Наука, 1961.
10. *Вайнберг С.* Гравитация и космология. Волгоград: Платон, 2000.
11. *Вайнберг С.* Мечты об окончательной теории. М.: УРСС, 2004.
12. *Вайнберг С.* Первые три минуты. М., 1981.
13. *Вайнберг С.* Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной. М.; Ижевск, 2002.
14. *Валантэн Л.* Субатомная физика: ядра и частицы. Т. 1,2. М.: Мир, 1986.
15. *Вейль Г.* Симметрия. М.: УРСС, 2003.
16. *Вернадский В. И.* Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-Пресс, 2004.
17. *Вигнер Э.* Инвариантность и законы сохранения. Этюды о симметрии. М.: УРСС, 2002.
18. *Владимиров Ю.* Метафизика. М., 2002.
19. *Ву Ц. С., Мошковский С. А.* Бета-распад. М.: Атомиздат, 1970.
20. *Газак М.* Гномон. От фараонов до фракталов. М.; Ижевск, 2002.
21. *Галимов Э. М.* Феномен жизни. Между равновесием и нелинейностью. М.: УРСС, 2001.
22. *Гейзенберг В.* У истоков квантовой теории. М., 2004.
23. *Генон Р.* Традиционные формы и космические циклы. Кризис современного мира. М.: Беловодье, 2004.
24. *Гинзбург В. Л.* О науке, о себе и о других. М.: Физматлит, 2001.
25. *Глейк Дж.* Хаос. Создание новой науки. СПб.: Амфора, 2001.
26. *Глэшоу Ш. А.* Очарование физики. М., 2002.
27. Гравитация и топология. Актуальные проблемы: Сб. статей. М.: Мир, 1966.
28. *Грин Б.* Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. М.: УРСС, 2004.
29. *Гуревич Л. Э., Чернин А. Д.* Введение в космогонию. М.: Наука, 1978.
30. *Девис П.* Суперсила. М.: Мир, 1989.
31. *Джеммер М.* Понятие массы в классической и современной физике. М.: УРСС, 2003.
32. *Дзикаки А.* Творчество в науке. М.: УРСС, 2001.

33. *Дойн Д.* Структура реальности. М.; Ижевск, 2001.
34. *Ефремов Ю. Н.* Вглубь Вселенной. Звезды, галактики и мироздание. М.: УРСС, 2003.
35. *Желудев И. С.* Симметрия и ее приложение. М.: Энергоатомиздат, 1983.
36. *Захаров А. В.* Макроскопическая гравитация. М.: Янус-К, 2000.
37. *Захаров В. Д.* От Аристотеля до Эйнштейна. М.: Бином, 2003.
38. *Зельдович Я. Б.* Частицы, ядра, Вселенная // Зельдович Я. Б. Избранные труды. М.: Наука, 1985.
39. *Зельдович Я. Б., Новиков И. Д.* Релятивистская астрофизика. М.: Наука, 1967.
40. *Иваненко Д. Д., Сарданаивили Г. А.* Гравитация. М.: УРСС, 2004.
41. *Идлис Г. М.* Революции в астрономии, физике и космологии. М.: Наука, 1985.
42. *Индурайн Ф.* Квантовая хромодинамика. М.: Мир, 1986.
43. *Исаев П. С.* Квантовая электродинамика в области высоких энергий. М., 1984.
44. *Капра Ф.* Паутина жизни. М.: София, 2003.
45. *Капра Ф.* Скрытые связи. М.: София, 2004.
46. *Каку М.* Введение в теорию суперструн. М.: Мир, 1999.
47. *Каченов И. М.* Введение в физику ядра и частиц. М.: УРСС, 2002. 3-е изд. М.: КомКнига, 2006.
48. *Катица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г.* Синергетика и прогнозы будущего. М.: УРСС, 2003.
49. *Кауфман У.* Космические рубежи теории относительности. М.: Мир, 1981.
50. *Кинг А. Р.* Введение в классическую звездную динамику. М.: УРСС, 2002.
51. *Клайн М.* Математика. Поиск истины. М.: Мир, 1988.
52. *Кландор-Клайнротхаус Г. В., Цюбер К.* Астрофизика элементарных частиц. М.: Ред. УФН, 2000.
53. *Климонтович Ю. Л.* Введение в физику открытых систем. М.: Янус-К, 2002.
54. *Коккедэ Я.* Теория кварков. М.: Мир, 1971.
55. *Комминс Ю., Буксбаум Ф.* Слабые взаимодействия лептонов и кварков. М.: Энергоатомиздат, 1987.
56. *Кононович Э. В., Мороз В. И.* Общий курс астрономии. М.: УРСС, 2001.
57. *Кройц М.* Кварки, глюоны и решетки. М.: Мир, 1987.
58. *Кроновер Р. М.* Фракталы и хаос в динамических системах. М.: Постмаркет, 2000.
59. *Кун Н.* Что рассказывали греки и римляне о своих богах и героях. М.: Республика, 1996.
60. *Курош А. Г.* Теория групп. М., 1967.
61. *Латыпов Н. Н., Бейлин В. А., Вереишков Г. М.* Вакуум, элементарные частицы и Вселенная. М.: Изд-во МГУ, 2001.
62. *Лахно В. Д.* Кластеры в физике, химии, биологии. М.; Ижевск, 2002.
63. *Лесков Л. В.* Нелинейная Вселенная. Новый Дом для человечества. М.: Экономика, 2003.
64. *Лесков Л. В.* Пять шагов за горизонт. М.: Экономика, 2003.
65. *Ли Ц., Ву Ц.* Слабые взаимодействия. М.: Мир, 1968.
66. *Любимов А., Киш Д.* Введение в экспериментальную физику. М.: Физматлит, 2001.
67. *Малинецкий Г. Г.* Математические основы синергетики. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. М.: КомКнига, 2005.
68. *Малинецкий Г. Г.* Хаос. Структура. Вычислительный эксперимент. М.: УРСС, 2002.
69. *Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б.* Современные проблемы нелинейной динамики. М.: УРСС, 2002.

70. *Малиновский Б.* Магия, наука и религия. М.: Рефл-бук, 1998.
71. *Мандельброт Б.* Фракталы, случай и финансы. М., 2004.
72. *Марков М. А.* Гипероны и мезоны. М., 1958.
73. *Мизнер Ч., Торн К., Уилер Дж.* Гравитация: В 3 т. Бишкек: Айнштайн. Т. 1, 1994; Т. 2, 1996; Т. 3, 1997.
74. *Моисеев Н. Н.* Универсум, информация, общество. М., 2001.
75. *Морозов А. Д.* Введение в теорию фракталов. М.; Ижевск, 2002.
76. *Мурзин В. С., Сарычева М. И.* Физика адронных процессов. М., 1986.
77. *Намбу Ёитиро.* Кварки. М.: Мир, 1984.
78. *Нарликар Дж.* Неистовая Вселенная. М.: Мир, 1985.
79. *Наумов А. И.* Физика атомного ядра и элементарных частиц. М.: Просвещение, 1984.
80. *Николис Г., Пригожин И.* Познание сложного. М.: УРСС, 2003.
81. *Новиков И. Д.* Черные дыры и Вселенная. М.: Молодая Гвардия, 1985.
82. *Новиков И. Д.* Эволюция Вселенной. М.: Наука, 1983.
83. Новые свойства симметрии элементарных частиц: Сб. статей. М., 1957.
84. *Нокс Р., Голд А.* Симметрия в твердом теле. М.: Наука, 1970.
85. О первоначалах мира в науке и теологии: Сб. статей. СПб., 1993.
86. Общая теория относительности: Сб. статей. М.: Мир, 1983.
87. *Окунь Л. Б.* Лептоны и кварки. М.: Наука, 1990.
88. *Окунь Л. Б.* Лептоны и кварки. М.: УРСС, 2005.
89. *Окунь Л. Б.* Физика элементарных частиц. М.: УРСС, 2005.
90. *Окунь Л. Б.* Физика элементарных частиц. М.: Наука, 1988.
91. *Паркер Б.* Мечта Эйнштейна о поисках единой теории строения Вселенной. СПб.: Амфора, 2000.
92. *Паркинс Д.* Введение в физику высоких энергий. М.: Мир, 1975.
93. *Пенроуз Р.* Большое, малое и человеческий мозг. М.: Мир, 2004.
94. *Пенроуз Р.* Новый ум короля. О компьютерах, мышлении и законах физики. М.: УРСС, 2003.
95. *Пенроуз Р.* Тени разума. В поисках науки о сознании. М.; Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2003.
96. *Пибле П.* Физическая космология. М.: Мир, 1975.
97. *Поппер К. Р.* Объективное знание. Эволюционный подход. М.: УРСС, 2003.
98. *Пригожин И.* Конец определенности. Время, хаос и новые законы природы. М.; Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2001.
99. *Пригожин И.* Определено ли будущее? М.; Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2005.
100. *Пригожин И.* (ред.) Человек перед лицом неопределенности. М.; Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2003.
101. *Пригожин И., Стенгерс И.* Время, хаос, квант. М.: Прогресс, 1999. 6-е изд. М.: КомКнига, 2005.
102. *Пригожин К., Стенгерс И.* Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. М.: УРСС, 2001. 5-е изд. М.: КомКнига, 2005.
103. Принцип относительности: Сб. статей. М.: Атомиздат, 1973.
104. Проблемы физики: классика и современность: Сб. статей. М.: Мир, 1982.
105. *Пушкин В. Г.* Сущность метафизики. СПб.: Лань, 2003.

106. *Райдлер Л.* Квантовая теория поля. М.: Мир, 1987.
107. *Рейхенбах Г.* Философия пространства и времени. М.: УРСС, 2003.
108. *Рис М.* Наша космическая обитель. М.; Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2002.
109. *Розенталь И. Л., Архангельская И. В.* Геометрия, динамика, Вселенная. М.: УРСС, 2003.
110. *Румер Ю. Б., Фет А. И.* Теория унитарной симметрии. М.: Наука, 1970.
111. *Рюэль Д.* Случайность и хаос. Ижевск: РХД, 2001.
112. *Саган К.* Драконы Эдема. СПб.: Амфора, 2005.
113. *Саган К.* Космос. СПб.: Амфора, 2004.
114. *Садбери А.* Квантовая механика и физика элементарных частиц. М: Мир, 1989.
115. *Сажин М. В.* Современная космология в популярном изложении. М.: УРСС, 2002.
116. *Саймон Г.* Науки об искусственном. М.: УРСС, 2004.
117. *Серга Э. В.* Антигравитация и физика вакуума. М., 2004.
118. *Серга Э. В.* Космический вакуум. Введение в теорию. М., 2002.
119. Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве: Сб. статей. М.: Прогресс-Традиция, 2002.
120. Современные проблемы астрофизики: Сб. статей / Шкловский И. С, Каплан С. А., Пикельнер С. Б. Труды ГАИШ. Т. LXVII. Ч. 2. М., 2001.
121. *Сурдин В. Г.* Динамика звездных систем. М., 2001.
122. *Сурдин В. Г.* Рождение звезд. М.: УРСС, 2001.
123. *Сухонос С. И.* Кипящий вакуум Вселенной. Гипотеза о природе гравитации. М.: Новый Центр, 2003.
124. *Тейлор Э., Уилер Дж.* Физика пространства-времени. М.: Мир, 1969.
125. Теория групп и элементарные частицы: Сб. статей. М.: Мир, 1967.
126. *Трейман С.* Этот странный квантовый мир. М.; Ижевск, 2002.
127. *Тринх Ксуан Тхуан.* Вселенная, Большой взрыв и все, что за ними последовало. М.: Астрель, 2002.
128. *Уиггинс А., Уинн Ч.* Пять нерешенных проблем науки. М., 2005.
129. *Уилер Дж.* Предвидение Эйнштейна. М.: Мир, 1970.
130. *Федосин С.* Физика и философия подобия от преонов до метagalactic. Пермь, 1999.
131. *Фейнман Р., Вайнберг С.* Элементарные частицы и законы физики. М.: Мир, 2000.
132. *Фрейзер Г.* Антиматерия. Зеркальные миры. М.: Мир, 2002.
133. *Фритти Г.* Основа нашего мира. М., 1985.
134. *Хакен Г.* Тайны природы. Синергетика: наука о взаимодействии. М.; Ижевск, 2003.
135. *Хакен Г., Хакен-Крель М.* Тайны восприятия. М., 2002.
136. *Хаммерши М.* Теория групп и ее применение к физическим проблемам. М.: Мир, 1966. 2-е изд. М.: УРСС, 2002.
137. *Хван М. П.* Разум в поисках симметрии, законов и кварков. М.: РУДН, 1998.
- [38. *Хван М. П.* Философское значение принципа симметрии в физике элементарных частиц. М.: РУДН, 1986.
39. *Хлопов М. Ю.* Космомикрофизика. М.: УРСС, 2003.
40. *Хлопов М. Ю.* Основы космомикрофизики. М.: УРСС, 2004.
41. *Хокинг С.* Краткая история времени. СПб.: Амфора, 2000.
42. *Хокинг С.* Черные дыры и молодые вселенные. СПб.: Амфора, 2001.
43. *Хофт Г. Т.* Введение в общую теорию относительности. М.; Ижевск, 2002.

144. *Хоффман Р.* Такой одинаковый и разный мир. М.: Мир, 2001.
145. *Хофштадтер Д.* Гедель, Эшер, Бах: эта бесконечная гирлянда. Самара, 2001.
146. *Хохитрассер Р.* Молекулярные аспекты симметрии. М.: Мир, 1968.
147. *Хуанг К.* Кварки, лептоны и калибровочные поля. М.: Мир, 1985.
148. *Чандрасекар С.* Математическая теория черных дыр. Ч. 1,2. Новокузнецкий физико-математический ин-т, 1998.
149. *Черпацук А. М., Чернин А. Д.* Вселенная, жизнь, черные дыры. Фрязино, 2003.
150. *Чернин А. Д.* Звезды и физика. М.: УРСС, 2004.
151. *Чижев Е. Б.* Пространства. М.: Новый Центр, 2001.
152. *Чирков Ю.* Охота за кварками. М.: Молодая Гвардия, 1985.
153. *Шамбадаль П.* Развитие и приложения понятия энтропии. М., 1967.
154. *Шафрановский И. И.* Симметрия в природе. Л., 1985.
155. *Шевелев А. К.* Структура ядер, элементарных частиц, вакуума. М.: УРСС, 2003.
156. *Шилов Г. И.* Теория физического вакуума. М.: Наука, 1997.
157. *Шредер М.* Фракталы, хаос, степенные законы. М.; Ижевск, 2001.
158. *Штоль Г.* Мифы классической древности. М.: Высшая школа, 1993.
159. *Эббот Э., Бюргер Д.* Флатландия. Сферландия. СПб.: Амфора, 2001.
160. *Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р.* Физика процессов эволюции. М.: УРСС, 2001.
161. *Эддингтон А.* Относительность и кванты. М.: УРСС, 2004.
162. *Эддингтон А.* Пространство, время и тяготение. М.: УРСС, 2003.
163. *Эддингтон А. С.* Теория относительности. М.; Ижевск, 2003.
164. *Эйнштейн А.* Мир и физика. М.: Тайдекс Ко, 2003.
165. *Элиаде М.* Азиатская алхимия. М.: Янус-К, 1998.
166. *Элиаде М.* Аспекты мифа. М.: Инвест ППП, 1995.
167. *Элиаде М.* Миф о вечном возвращении. М.: Ладомир, 2000.
168. *Элиаде М.* Очерки сравнительного религиоведения. М.: Ладомир, 1999.
169. *Эллиот Дж., Добер П.* Симметрия в физике: В 2 т. Т. 1, 2. М.: Мир, 1983.
170. *Эткинс П.* Порядок и беспорядок в природе. М.: Мир, 1987.
171. *Янгчилин В. Л.* Квантовая теория гравитации. М.: УРСС, 2002.

Эпилог

Не знаю, станет ли эта книга моей «лебединой песней», но я ни о чем не жалею, посвятив полвека своей творческой жизни неизведанным тайнам природы в физике частиц, астрофизике и космологии: разгадка тайн природы доставляла мне минуты невыразимой радости познания красоты, гармонии и симметрии нашего мироздания.

Уважаемые читатели! Уважаемые авторы!



URSS

Наше издательство специализируется на выпуске научной и учебной литературы, в том числе монографий, журналов, трудов ученых Российской академии наук, научно-исследовательских институтов и учебных заведений. Мы предлагаем авторам свои услуги на выгодных экономических условиях. При этом мы берем на себя всю работу по подготовке издания — от набора, редактирования и верстки до тиражирования и распространения.

Среди вышедших и готовящихся к изданию книг мы предлагаем Вам следующие:

Ефремов Ю. П. Вглубь Вселенной. Звезды, галактики и мироздание.

Сажин М. В. Современная космология в популярном изложении.

Архангельская И. Д., Чернин А. Д., Розенталь И. Л. Космология и физический вакуум.

Розенталь И. Л., Архангельская И. В. Геометрия, динамика, Вселенная.

Кононович Э. В., Мороз В. И. Общий курс астрономии.

Куликовский П. Г. Справочник любителя астрономии.

Чернин А. Д. Звезды и физика.

Левитан Е. П. Физика Вселенной: экскурс в проблему.

Попова А. П. Занимательная астрономия.

Бааде В. Эволюция звезд и галактик.

Шварцшильд М. Строение и эволюция звезд.

Кинг А. Р. Введение в классическую звездную динамику.

Хлопов М. Ю. Основы космофизики.

Тверской Б. А. Основы теоретической космофизики.

Бриллюэн Л. Научная неопределенность и информация.

Шредингер Э. Мой взгляд на мир. Пер. с нем.

Борн М. Моя жизнь и взгляды. Пер. с англ.

Гейзенберг В. Философские проблемы атомной физики.

Гейзенберг В. Часть и целое (беседы вокруг атомной физики).

Карнап Р. Философские основания физики. Введение в философию науки.

Бунге М. Философия физики.

Поппер К. Р. Объективное знание. Эволюционный подход. Пер. с англ.

Джеммер М. Понятие массы в классической и современной физике.

Вигнер Э. Инвариантность и законы сохранения. Этюды о симметрии.

Эддингтон А. Пространство, время и тяготение.

Эддингтон А. Относительность и кванты.

Бранский В. П. Теория элементарных частиц как объект методологического исследования.

Бранский В. П. Значение релятивистского метода Эйнштейна в формировании общей ТЭЧ.

Могилевский Б. М. Природа глазами физика.

Захаров В. Д. Физика как философия природы.

Минасян Л. А. Единая теория поля: Философский анализ современных проблем физики

элементарных частиц и космологии. Опыт синергетического осмысления.

Аксенов Г. П. Причина времени.

Канке В. А. Формы времени.

Рейхенбах Г. Философия пространства и времени.

Рейхенбах Г. Направление времени.

Уитроу Дж. Естественная философия времени.

Грюнбаум А. Философские проблемы пространства и времени.

По всем вопросам Вы можете обратиться *т.тел./факс* (495) 135-42-16, 135-42-46 или

электронной почтой URSS@URSS.ru Полный каталог изданий представлен в

Интернет-магазине: <http://URSS.ru>

Научная и учебная литература

Сканирование и форматирование: [Янко Слава](http://yanko.lib.ru) (Библиотека Fort/Da) ||

slavaaaa@yandex.ru || yanko_slava@yahoo.com || <http://yanko.lib.ru> || Исq# 75088656 ||

Библиотека: <http://yanko.lib.ru/gum.html> || Номера страниц - вверху

update 29.08.06

Электронное оглавление

Оглавление	3
Введение	5
Рис. 1	6
Раздел I. ОТ ЧАСТИЦ К СУПЕРСТРУНАМ	8
Глава 1. Рождение Вселенной и модели	8
§ 1. Вселенная А. Фридмана	8
Масштабирование	11
Рис. 1.1. Схема расширения и сжатия Вселенной	15
Геометрия пространства Вселенной Фридмана	15
Рис. 1.2	16
Динамика космологического расширения Вселенной Фридмана	20
§ 2. Большой взрыв горячей Вселенной Гамова	26
Рис. 1.3	35
Рождение Вселенной как барионной материи	36
§3. Энтропийно-турбулентная космология И. Пригожина	43
§4. Сингулярная космология	45
Рис. 1.4. Схема замкнутого мира Римана	48
Рис. 1.5. Схема триадиности космологии, астрофизики, ФЭЧ и хаоса, самоорганизации, фрактальной геометрии	53
§5. Инфляционная стадия Вселенной	54
Рис. 1.6	58
Рис. 1.7	58
§6. Барионная материя как антиколлапсирующая материя	64
Принципы симметрии и законы как антиколлапсы	67
Цветная материя как антиколлапс	70
Квантовая атомистика как антиколлапсирующая атомистика	72
Глава 2. Реконструкция калибровочных теорий в ФЭЧ	75
§ 1. Электрослабая теория	75
Построение Малого объединения ($SU_{(2)} \otimes U_{(1)}$)	78
Архитектоника единой теории электрослабых взаимодействий — $SU_{(2)} \times U_{(1)}$	82
§ 2. Реконструкция КХД (квантовой хромодинамики) Кварковая модель	85
Рис. 1.8	85
Рис. 1.9	86
Логика реконструкции КХД	88
Рис. 1.10. Схема адронизации	93
Рис. 1.11	97
Рис. 1.12	98
Рис. 1.13	98
Структура — движение	99
Рис. 1.14	100
Рис. 1.15. Схема хаотизации	101
Кварковая материя как антиколлапсирующая	102
Рис. 1.16. Супермультиплет-декаплет	103
Рис. 1.17	107
Логика построения КХД ($SU_{(3)}$)	108
§3. Теория Большого объединения (ТБО)	109
Рис. 1.18	113
Рис. 1.19	119
Рис. 1.20	123
Рис. 1.21	126
§4. Асимметрия Вселенной	127
Рис. 1.22	129
Антиматерия	131
Рис. 1.23	133
Рис. 1.24	134
CP-несохранение	135
Рис. 1.25	136
Парадокс симметрии и асимметрии	137
Рис. 1.26	144
Глава 3. Теория суперструн как теория всего сущего (ТВС)	147
§ 1. Теория всего сущего (ТВС) Суперсимметрия	147
Супергравитация	149
Рис. 1.27	156
§2. Необходимость перехода от частиц к суперструнам	158
«Главный конфликт»	158
«Лоскутное одеяло»	160
Программа объединения	164

Космический вакуум (как сила антитяготения, антигравитации).....	166
Многомерность пространства.....	167
Рис. 1.28.....	169
«Малое и большое».....	169
Суперструны как фундаментальные колебания.....	170
§ 3. Амбициозность суперструнных теорий.....	175
Рис. 1.29.....	176
Рис. 1.30.....	177
Рис. 1.31.....	178
Рис. 1.32.....	178
Рис. 1.33.....	178
§4. Философия суперструнной теории.....	181
Раздел II. ОТ ЗВЕЗД К ЧЕРНЫМ ДЫРАМ.....	191
Глава 4. Белые карлики.....	191
§ 1. Белые карлики.....	191
Глава 5. Пульсары как нейтронные звезды.....	199
§ 1. Пульсары как нейтронные звезды.....	199
а. Взрыв сверхновой.....	199
Рис. 2.1.....	201
Рис. 2.2.....	201
Рис. 2.3.....	204
б. Нейтронные звезды.....	206
в. Пульсары.....	209
г. Нейтронное вещество как сверхплотное в жидкой сфере.....	212
Рис. 2.4.....	215
Рис. 2.5. Сечение нейтронной звезды.....	217
§2. Экстремальные состояния вещества (ЭСВ).....	219
§3. Виды проявления нейтронных звезд а. Барстеры.....	223
Рис. 2.6. Сечение строения пульсара.....	229
Рис. 2.7.....	229
Рис. 2.8.....	230
Интерпретация: нейтронные звезды.....	230
б. Рентгеновские пульсары.....	232
Рис. 2.9.....	233
Рис. 2.10. Звездный ветер аккреции в рентгеновском пульсаре.....	234
в. Радиопульсары.....	236
Рис. 2.11. Схема сечения строения и структуры нейтронной звезды радиопульсаров.....	237
Глава 6. Черные дыры.....	245
§ 1. Общая теория относительности (ОТО).....	245
§2. Модели черных дыр.....	249
а. Шварцшильдовская модель как сферически-симметричная и статическая черная дыра.....	249
б. Модель Ньюмена—Керра как заряженная и вращающаяся черная дыра.....	251
в. Теорема Пенроуза.....	256
г. Теорема Хокинга.....	259
§ 3. Гравитационный радиус как горизонт событий.....	262
Рис. 2.12.....	263
Рис. 2.13.....	266
Рис. 2.14. «Сингулярность в черных дырах».....	270
Рис. 2.15.....	271
§4. Законы физики черных дыр.....	272
Супергравитация.....	273
§ 5. Внутреннее подобие законов физики черных дыр и термодинамики.....	280
§ 6. Эффект Хокинга.....	286
Рис. 2.16.....	287
Рис. 2.17. Черная дыра, коллапсирующая и вращающаяся.....	289
Раздел III. ОТ ТЯГОТЕНИЯ К АНТИТЯГОТЕНИЮ.....	298
Глава 7. Крупномасштабная структура Вселенной (КМС).....	298
§1. Галактики.....	300
Рис. 3.1.....	304
§2. Нелинейность эволюции Вселенной.....	306
Нелинейная философия.....	311
Жизнь как нелинейность.....	315
§3. Скопления галактик.....	316
Рис. 3.2. Схема «от сингулярности-1 к сингулярности-2».....	322
§4. Открытие крупномасштабной структуры Вселенной и сверхскопления.....	323
§ 5. «Темная материя».....	330
Природа «темной материи».....	332
Аксион как частица «темной материи».....	334
Проблема единства «темной материи» и «барионной материи».....	337
Барионическая и антибарионическая материя в крупномасштабных космических объектах.....	339

§ 6. Большое сжатие.....	345
Рис. 3.3. Схема «От Сингулярности-1 — к Сингулярности-2».....	349
Λ-член.....	351
Глава 8. Вселенная как единство вещественной и космически вакуумной сфер...	359
§1. Космический вакуум как антитяготение.....	359
Рис. 3.4	360
Антигравитация.....	362
Рис. 3.5	369
Рис. 3.6	370
§2. Вещественная космическая сфера Вселенной	371
Асимметрия Вселенной.....	373
Антиматерия.....	375
§3. Антитяготение как вакуумная сфера Вселенной.....	376
Вакуум.....	377
Достижения и проблемы	381
Рис. 3.7	384
§4. Ускоренное расширение Вселенной.....	385
Рис. 3.8. Схема Большого взрыва, расширения и ускоренного расширения Вселенной.....	388
§5. Динамика расширения Вселенной.....	388
Хаос и порядок.....	391
Краткие выводы.....	393
Рис. 3.9	394
Рис. 3.10	398
Заключение.....	400
Литература.....	402
Эпилог.....	406
Электронное оглавление.....	408
Иллюстрации.....	410

Иллюстрации

Рис. 1	6
Рис. 1.1. Схема расширения и сжатия Вселенной	15
Рис. 1.2	16
Рис. 1.3	35
Рис. 1.4. Схема замкнутого мира Римана.....	48
Рис. 1.5. Схема триадийности космологии, астрофизики, ФЭЧ и хаоса, самоорганизации, фрактальной геометрии.....	53
Рис. 1.6	58
Рис. 1.7	58
Рис. 1.8	85
Рис. 1.9	86
Рис. 1.10. Схема адронизации	93
Рис. 1.11	97
Рис. 1.12	98
Рис. 1.13	98
Рис. 1.14	100
Рис. 1.15. Схема хаотизации	101
Рис. 1.16. Супермультиплет-декаплет.....	103
Рис. 1.17	107
Рис. 1.18	113
Рис. 1.19	119
Рис. 1.20	123
Рис. 1.21	126
Рис. 1.22	129
Рис. 1.23	133
Рис. 1.24	134
Рис. 1.25	136
Рис. 1.26	144
Рис. 1.27	156
Рис. 1.28	169
Рис. 1.29	176
Рис. 1.30	177
Рис. 1.31	178
Рис. 1.32	178

Рис. 1.33	178
Рис. 2.1	201
Рис. 2.2	201
Рис. 2.3	204
Рис. 2.4	215
Рис. 2.5. Сечение нейтронной звезды	217
Рис. 2.6. Сечение строения пульсара	229
Рис. 2.7	229
Рис. 2.8	230
Рис. 2.9	233
Рис. 2.10. Звездный ветер аккреции в рентгеновском пульсаре	234
Рис. 2.11. Схема сечения строения и структуры нейтронной звезды радиопульсаров	237
Рис. 2.12	263
Рис. 2.13	266
Рис. 2.14. «Сингулярность в черных дырах»	270
Рис. 2.15	271
Рис. 2.16	287
Рис. 2.17. Черная дыра, коллапсирующая и вращающаяся	289
Рис. 3.1	304
Рис. 3.2. Схема «от сингулярности-1 к сингулярности-2»	322
Рис. 3.3. Схема «От Сингулярности-1 — к Сингулярности-2»	349
Рис. 3.4	360
Рис. 3.5	369
Рис. 3.6	370
Рис. 3.7	384
Рис. 3.8. Схема Большого взрыва, расширения и ускоренного расширения Вселенной	388
Рис. 3.9	394
Рис. 3.10	398