

А.А. Грибков



**ГРАВИТОННАЯ ФИЗИКА:
ЭВОЛЮЦИЯ ПРОСТЕЙШИХ
МАТЕРИАЛЬНЫХ СТРУКТУР**

А. ГРИБКОВ

ГРАВИТОННАЯ ФИЗИКА:

ЭВОЛЮЦИЯ ПРОСТЕЙШИХ
МАТЕРИАЛЬНЫХ СТРУКТУР

Монография

Чебоксары

2026

ББК 87.1+87.2; 22.31

УДК 141.1+530.1

Г82

Грибков А.А.

Г82 Гравитонная физика : эволюция простейших материальных структур : монография / А.А. Грибков. – Чебоксары: Интерактив плюс, 2026. — 364 с., илл.

ISBN 978-5-6055669-2-2

В книге впервые предлагается теория, в которой исходя из первичных свойств бытия раскрывается эволюция материальных структур, в ходе которой возникают все известные виды полей, частиц, структур, проявляются все многообразие их действительных и видимых свойств. Дается нерелятивистское объяснение прецессии перицентров двойных звездных систем, искривления и задержки лучей в полях тяготения, гравитационного красного смещения, а также кажущейся инвариантности скорости света. На основе факта существования материи и движения автор доказывает некорректность закона сохранения энергии и вместо него предлагает другой закон, связывающий движение и взаимное положение материи во Вселенной.

ISBN 978-5-6055669-2-2

DOI 10.21661/a-965

© Грибков А.А., 2026

© ЦНС «Интерактив плюс»,
оформление, 2026

« ... вывести из начал механики все остальные явления природы ... »

И. Ньютон

«Тайнство всего сущего заключено уже на самой низшей ступени ... »

А. Эйнштейн

«Ответ на вопросы, которые оставляет без ответа философия, заключается в том, что они должны быть иначе поставлены ... »

Г. Гегель

«Энергия не может существовать иначе, как в связи с материей. Отсюда, так как в пространстве между солнцем и землей световые и тепловые излучения, которые оставили солнце и еще не достигли земли, обладают энергией, количество которой в кубической миле может быть измерено, то эта энергия должна принадлежать материи, существующей в межзвездных пространствах, а так как лишь благодаря свету, который достигает нас, мы узнаем о существовании самых отдаленных звезд, то мы заключаем, что материя, передающая свет, рассеяна по всей видимой вселенной ... »

Дж. К. Максвелл

Содержание

Предисловие	9
I Философские основания физического знания	11
1 Методологический инструментарий	13
1.1 Натурфилософская концепция познания	13
1.2 Эволюционный способ познания	20
1.3 Методология формирования достоверного знания .	30
1.4 Выводы по главе 1	41
2 Первичные свойства бытия и их следствия	43
2.1 Исчисляемость материального бытия	43
2.2 Первичные свойства материального бытия	58
2.3 Формирование простейших материальных структур	69
2.4 Закон избыточной реакции надсистем и экстремальный принцип	79
2.5 Закон движения-положения материи	87
2.6 Выводы по главе 2	98
II Гравитонная среда	101
3 Три закона взаимодействия материи	103
3.1 Механические свойства гравитона	103
3.2 Закон сохранения импульса	108
3.3 Закон сохранения момента импульса	110
3.4 Закон движения-положения материи	113
3.5 К вопросу о законе сохранения энергии	114
3.6 Выводы по главе 3	118

4	Свойства гравитонной среды	119
4.1	Материальная и гравитонная среда	119
4.2	Сопrotивление гравитонной среды	120
4.3	Определение площади материи «на просвет»	121
4.4	Выводы по главе 4	126
5	Гравитация 2-го типа	129
5.1	Вывод формулы для закона гравитации 2-го типа	129
5.2	Обобщение закона гравитации 2-го типа для произвольных расстояний	132
5.3	Гломероны	133
5.4	Буллоны	137
5.5	Выводы по главе 5	142
	<i>Дополнение 1. Теория тяготения Лесажа</i>	<i>143</i>
6	Гравитационно-диссипативные системы	146
6.1	Диссипация компонентов динамических скоплений	146
6.2	Определение силы диссипативного отталкивания	148
6.3	Слабые взаимодействия и диссипативное поле	150
6.4	Гравитационно-диссипативное равновесие	151
6.5	Выводы по главе 6	154
III	Буллоновая среда	157
7	Буллоновая среда и квантовые явления	159
7.1	Буллоновая среда	159
7.2	Упругие свойства и сопротивление буллоновой среды	163
7.3	Постоянная Планка	165
7.4	Выводы по главе 7	167
8	Гравитация 3-го типа	168
8.1	Механизм гравитации 3-го типа	168
8.2	«Темная» материя	175
8.3	Численное моделирование орбитального движения	177

8.4	Прецессия центров масс двойных систем	189
8.5	Выводы по главе 8	196
9	Оценка скорости распространения гравитационного поля	200
9.1	Оценка скорости гравитации в двойной системе при несимметрии гравитационного поля	200
9.2	Парадокс Лапласа	215
9.3	Гравитационное самоторможение движущихся тел	221
9.4	Выводы по главе 9	235
	<i>Дополнение 2. Проверка гипотезы о зависимости силы гравитации от относительной скорости компонентов двойной системы</i>	<i>236</i>
	<i>Дополнение 3. Численный расчет парадокса Лапласа</i>	<i>238</i>
	<i>Дополнение 4. Уменьшение периода двойной звездной системы</i>	<i>242</i>
	<i>Дополнение 5. Определение средней (по пути) скорости компонента двойной системы</i>	<i>244</i>
10	Электромагнитное поле	246
10.1	Гранулоны	246
10.2	Пульсационное гравитационно-диссипативное равновесие систем	247
10.3	Пульсирующие частицы в буллоновой среде	250
10.4	Электростатическое поле	253
10.5	Магнитное поле	257
10.6	Фотоны	267
10.7	Ядерное сильное поле	268
10.8	Выводы по главе 10	269
	<i>Дополнение 6. Пульсационные теории поля</i>	<i>271</i>
11	Опытные исследования буллоновой среды	275
11.1	Пограничный слой в буллоновой среде	275
11.2	Исследование абберационных эффектов	276
11.3	Опыт Физо	278
11.4	Исследования «эфирного ветра»	282

11.5	Электромагнитные волны в поле тяготения	290
11.6	Система отсчета магнитных взаимодействий	295
11.7	Выводы по главе 11	298
IV	Введение в гравитонную космологию	301
12	Рождение движения	303
12.1	Образование вихрей в конденсирующейся среде . . .	303
12.2	Увеличение суммы модулей импульсов сжимающегося вихря	304
12.3	Увеличение суммарной энергии сжимающегося вихря	307
12.4	Выводы по главе 12	308
13	Масштабирование Вселенной	310
13.1	Оценка средней скорости частиц гравитонной среды	310
13.2	Метавселенная и вселенные	313
13.3	Уточнение модели Вселенной	319
13.4	Выводы по главе 13	322
14	Вселенная и аггломерации	324
14.1	Аггломерация	324
14.2	Большой и диссипативный взрывы	329
14.3	Динамика Аггломерации	333
14.4	Закон движения-положения материи	335
14.5	Преимущественная система отсчета	337
14.6	Ускоренное разбегание галактик	339
14.7	Выводы по главе 14	344
	Заключение	345
	Литература	350

Предисловие

Многие фундаментальные вопросы, определяющие понимание устройства мира, в последние десятилетия выпали из поля зрения науки. Наиболее пассивной в этом отношении выглядит философия, которая отошла на обочину интеллектуального развития человечества, оставив себе функцию туманного комментирования достижений других наук, которое ничего не добавляет к их пониманию и которое, по большому счету, никому неинтересно.

Причины пассивности современной философии и естественных наук известны — после появления теории относительности, квантовой механики и других физических теорий, для которых с позиции традиционного естествознания не удалось сразу получить достоверное или хотя бы правдоподобное объяснение, был найден выход — отказ от дальнейших поисков объяснений в рамках дедуктивной или метафизической парадигмы (которые до этого успешно работали). Их место заняла философия позитивизма (в различных версиях), центральной идеей которой стал отказ от формирования обобщенной картины мира исходя из предполагаемых (с большей или меньшей достоверностью) законов и логики мироздания, и опора на индукцию (или даже эмпиризм) в виде различных наук, которые были декларированы в качестве носителей подлинного знания о мире. В результате отказа от решения и даже постановки метафизических вопросов об устройстве мира сформировалось текущее состояние физики, в которой основные вопросы остаются без ответов.

Какие вопросы наиболее важны для понимания устройства мира? Самых важных всего несколько: «Что такое материя и каковы ее свойства?», «Существует ли пустота и если существует, то каковы ее свойства?», «Как взаимодействует материя?»

Есть также вопросы менее фундаментальные, но которые тоже очень важны: «Что такое поле (электромагнитное, гравитационное

и другие)?», «Есть ли реальный механизм, обеспечивающий квантовые свойства или это математическая абстракция?» и многие другие.

Изучая философию и физику, какими они сформировались к настоящему времени, можно видеть частые отступления их понятий, логики построения от принципа представимости. Если рассматривать представимость как проявление единства различных объектов и явлений мира (представимым является то, что имеет аналог, либо может быть получено логически из известного), то указанное свойство непредставимости ставит под сомнение соответствие философии и физики объективной реальности.

В настоящей работе предпринимается попытка построения физической картины мира в соответствии с принципом представимости. Полученная философско-физическая теория позволила дать ответы на многие философские и физические вопросы, которые считались неразрешимыми.

1-я часть данной работы основана на авторских исследованиях, представленных в монографии «Эмпирико-метафизическая общая теория систем» [1].

Часть I

Философские основания
физического знания

1 Методологический инструментарий

1.1 Naturфилософская концепция познания

Развитие фундаментальных, прикладных наук и технологий, если рассматривать его ретроспективно, за последние полвека не сделало мир более понятным, не позволило сформировать целостного представления о мироздании. Одной из основных, возможно главной, причиной сохраняющейся фрагментации, внутренней противоречивости знаний является утрата современной философией своей системообразующей функции. Более двух тысяч лет, со времен Платона (IV вв. до н.э.) до Канта (XVIII в.), основой знаний человечества была натуральная философия (философии природы — целостной системы самых общих законов естествознания), согласно которой ядром знаний является философия, а различные науки служат ее инструментами в познании отдельных предметных областей.

Возможно, подход натуральной философии был верным и к нему следует вернуться? При этом современная реализация натурфилософской концепции познания должна основываться на методологической базе, предполагающей использование универсальных инструментов познания, пригодных для исследования мироздания на всех уровнях организации, во всех предметных областях. Универсальным подходом к исследованию объектов в мироздании является системный анализ, а инструментом его практической реализации — общая теория систем. Таким образом, в основу современной реализации натурфилософской концепции познания должна быть положена общая теория систем.

К сожалению, в своем современном виде общая теория систем не способна выполнять функцию основного инструмента философ-

ского познания. Для этого требуется ее развитие и существенное расширение. Для понимания места философии в системе знаний о мире необходимо определить предмет и составляющие философии.

Предметом философии является бытие, но не все его формы и законы, а только всеобщие — те, которые являются общими или универсальными для всех уровней и предметных областей. Предмет философии определяет две ее составляющие — онтологию и теорию познания. Первая составляющая философии относится к бытию, как оно есть независимо от познания, а вторая — к познавательным моделям бытия, методам их построения и отношению моделей бытия к бытию.

Методы построения моделей бытия, в том числе определяющие правила построения частных наук, обычно относят к области эпистемологии — философской дисциплине в рамках теории познания, предметом которой являются отношения «объект-знание». Отношения моделей бытия к бытию — предмет исследований гносеологии, являющейся философской дисциплиной в рамках теории познания, изучающей отношения «субъект-объект». Иногда в рамках философии выделяют дополнительные составляющие: аксиологию (теория ценностей, полезности), праксиологию (учение об эффективности человеческой практической деятельности), антропологию (учение о природе и сущности человека) и др. По мнению автора, проблематика этих областей философии может быть отнесена к теории познания — поле познания ограничено бытием и системой знаний о бытии.

Общее поле познания, формируемое философией и всеми частными науками, включает в себя области трех видов: области метафизического знания, генерируемого чистым разумом на основе априорных знаний (их происхождение — отдельный вопрос) посредством логики; области частных научных знаний, организованных согласно определенной парадигме, включающей в себя принятую методологию постановки задачи, решения, описания знаний, а также представления об устройстве мира в рамках его некоторой философской интерпретации; области, не охваченные частными науками, междисциплинарные области, области, познание в ко-

торых может реализовываться только средствами общей теории систем — на основе обобщенных или универсальных форм и законов, встречающихся на различных уровнях организации, в различных предметных областях. Указанные обобщенные и универсальные формы и законы являются следствием существования в мироздании изоморфизма форм и законов — явления, констатация которого положена в основу общей теории систем. Определяющие научную парадигму методологии постановки задачи, решения и описания знаний формируются в рамках теории познания (главным образом эпистемологии). Поэтому области общего поля знаний, относящиеся к частным наукам, не могут рассматриваться как автономные от философии, вне философского дискурса.

В качестве показателя некоторой «ущербности» философии по сравнению с частными науками иногда указывают на достоверность и рациональность научного знания (в рамках частных наук) в отличие от философского. При этом из вида упускается одно значимое обстоятельство: фундаментом любого научного знания является какая-то философская интерпретация бытия, выбранная из множества вариантов на основе аргументов, не соответствующих в большинстве случаев критерию научности.

Напомним, что к числу критериев научности знания относят [2]: доказательность (логическую обоснованность каждого положения другими, уже доказанными); непротиворечивость (знание не должно содержать взаимоисключающих суждений); эмпирическую подтверждаемость (возможность установления истинности (верифицируемость) знаний на основе практических наблюдений) и воспроизводимость (экспериментальная повторяемость знаний); парадигмальность [3, с. 11] (представление знания согласно определенной модели постановки проблем и их решений) и формализация (использование специального научного языка и понятийно-категориального аппарата). В качестве показателя научности знания (научности теорий) также приводят критерий фальсифицируемости Поппера, согласно которому знание (теория) является научным, если существует возможность его экспериментального или иного опровержения [4, с. 62-65].

Философское знание не соответствует многим из указанных критериев научности. В частности, в рамках философского знания доказательность никогда не является полной. Это обусловлено невозможностью достоверного представления бытия в рамках теории познания: расхождения между бытием и моделями бытия имеют фундаментальный характер, связанный с несовместимостью обобщенных категорий теории познания с конкретностью бытия. Эмпирическая подтверждаемость философского знания также во многих случаях невозможна либо вследствие обобщенности или семантической неопределенности этого знания, либо, напротив, его метафизического характера, априорности. Парадигмальность и формализация философского знания, в отличие от знания, относящегося к ограниченным предметным областям (частным наукам), не требует понятийного и методологического единообразия. Отличительной чертой философского знания, напротив, является допустимость различных, часто несовместимых представлений и интерпретаций.

В рамках философского дискурса аргументы, не соответствующие в большинстве случаев критерию научности, однако, (вынужденно) принимаются достаточными, поскольку философия непосредственно имеет дело с познанием бытия, а оно не может быть полностью достоверным в силу фундаментальных расхождений знаний о бытии и бытия. Частные науки выстраиваются на площадках, фундаментом которых является философия. А значит достоверность научных знаний зависит от достоверности философских знаний. Если философские знания окажутся ошибочными, то рухнут все научные теории, построенные на их основе.

Важным фактором, позволяющим повысить достоверность научных знаний независимо от достоверности лежащих в их основе философских представлений, является возможность верификации научных знаний. Частные науки во многих случаях непосредственно связаны с анализом и обобщением практического опыта, т.е. они гораздо «ближе к земле», чем философия. Это открывает возможность их опытной (экспериментальной) проверки. Положительные результаты такой проверки делают научные знания более досто-

верными. При этом необходимо уточнить, что абсолютной достоверности опытная проверка все равно не гарантирует ввиду сохраняющейся возможности ложной интерпретации знаний, заложенной изначально при формировании философского фундамента для данной науки или предметной области.

В рамках философии познание мира регламентируется теорией познания, предметом изучения которой является знание: его содержание, организация, формирование, отношение к реальности. Однако общее поле познания (целостная картина мира) также включает в себя области метафизического знания, которые не могут быть сформированы посредством теории познания. Для их определения необходима онтология. В результате философское познание может быть определено как познание мира всеми средствами философии — теорией познания и онтологией.

Каких составляющих не хватает общей теории систем для того, чтобы она могла использоваться для философского познания? Ограничение общей теории систем областью эмпирических знаний — это осознанное, но совершенно необязательное сокращение ее возможностей. Дополнение общей теории систем инструментарием априорного познания представляется логичным и естественным. Более того, констатированное нами ранее расхождение бытия и его модели (в виде системы знаний) существенно ограничивает возможности эмпирического познания. На практике в подавляющем большинстве случаев невозможна достоверная интерпретация результатов опыта, поскольку познаваемые объекты и определяющие их формы и процессы слишком сложны, недетерминированы и описываются обобщенными понятиями. Для того, чтобы понять результаты опыта необходимо сопоставить их с известными паттернами форм и явлений, содержание и внутренние процессы в которых могут быть выявлены на уровне простейших объектов, воссоздаваемых чистым разумом на основе априорных знаний. Неизбежной констатацией возможностей познания мира является признание их непреодолимой ограниченности и необходимости использовать инструменты, не предполагающие последовательного детерминизма.

Гениями науки и философии становятся люди, способные «угадать» (на основе интуиции или, что тоже самое, понимания единства мира, проявляющегося через изоморфизмы) форму или процесс, реализуемые в том или ином объекте познания. Объяснение, логическое обоснование знания — это уже следующий этап познания, возможный лишь тогда, когда знание уже найдено. Расширение общих теорий систем за счет инструментов априорного познания — задача, решение которой зависит от достоверности формируемой системы априорных знаний, т.е. совокупности базовых и логически следующих из них знаний, которые не могут быть оспорены (т.е. абсолютно достоверны).

В этой связи неизбежно возникает вопрос о природе априорных знаний. С какими объектами или процессами бытия они связаны? Очевидно, что с самыми первичными, лежащими в основе всех прочих объектов и процессов, поскольку априорные знания существуют до опыта, т.е. до каких-либо процессов построения мироздания. Но являются ли априорные знания (точнее объекты и процессы бытия, которым они соответствуют) причиной и основой построения мироздания? И может ли совокупность априорных знаний быть неполной, то есть недостаточной для формирования на основе определяемых ими исходных, первичных свойств бытия всего многообразия мироздания?

По мнению автора, существует только одна возможность достоверного ответа на поставленные вопросы. Необходимо формализовать эти априорные знания (в виде некоторой совокупности первичных свойств и базовых законов бытия) и попытаться чистым разумом построить на их основе хотя бы самые простые формы и законы бытия. Если это удастся, а тем более, если в этих формах и законах проявятся паттерны, известные из познания окружающего нас мира, следовательно, указанная совокупность первичных свойств и базовых законов бытия устанавливает для бытия «правила игры», по которым идет формирование мироздания. Первым кандидатом на указанную проверку возможности построения мироздания чистым разумом являются первичные свойства, декларируемые механическим детерминизмом [5, с. 531]; [6, с. 139]: про-

тяженность, инертность, телесная непроницаемость и движение материи, а также протяженность (вместимость) пустоты. В рамках представлений дискретности бытия (существования предела делимости материи) добавляется еще одно первичное свойство — исчисляемость материи, которое мы в дальнейшем подробно рассмотрим.

Проведение проверки механического детерминизма (или любой другой философской концепции) на способность объяснить мироздание — обширная задача. При этом необходимо констатировать, что формирование адекватной (текущим и перспективным задачам познания) общей теории систем требует включения в ее состав онтологической части, определяющей первичные свойства и базовые законы бытия, а также оценку принципиальной возможности объяснить на их основе мироздание.

Без этого общая теория систем останется прикладной, ориентированной исключительно на эмпирические методы познания. При этом альтернативного инструмента достоверного, онтологически подкрепленного познания в настоящее время нет. Теория познания, в частности эпистемология, в текущем состоянии с этой задачей не справляется. Более того, в силу существенно меньшей прозрачности и однозначности указанная неспособность в ней наглядно не проявляется. Она формирует систему знаний, в которой отсутствует четкая граница между реальностью и моделью реальности. В результате создается иллюзия, что в теории познания и науке «все в порядке», объекты и явления как будто находят свое объяснение, даже если это объяснение одних общих понятий через другие общие понятия без понимания их сущности и генезиса.

Некоторым обобщением, резюмирующим основную часть проблем познания, является проблема истины, понимаемой как абсолютная достоверность знаний, т.е. соответствие знаний (мысли об объекте познания) объективной реальности (объекту познания как он есть независимо от познания). В подавляющем большинстве случаев (для скольких-нибудь сложных объектов) истина недостижима. Более того, даже если нам каким-нибудь образом стала бы доступна истина, мы не в состоянии выразить ее на языке науки и

теории познания — история о мироздании написана на языке бытия, которым мы не владеем и не сможем овладеть. Различие между эпистемологией и в целом теорией познания, с одной стороны, и общей теорией систем, с другой стороны, в отношении к истине заключается в следующем. Если теория познания «комплексует» по поводу невозможности достижения истины, скатываясь в рамках некоторых философских концепций до отрицания необходимости в ней и отказа от объяснений сущности объектов и явлений (предавая анафеме метафизический подход к познанию), то общая теория систем «знает» (исходя из существования изоморфизмов), что мир един и поэтому невозможность детально определить тот или иной объект не столь важна. Возникновение и существование этого объекта, его форма и происходящие в нем процессы соответствуют паттернам, встречающимся в мире, а значит его свойства и поведения предсказуемы. Ограниченность наших знаний относится к частностям, мелким деталям, но не к общему пониманию форм, явлений и соответствующих им законов мироздания.

1.2 Эволюционный способ познания

Значительная часть интеллектуальных сил человека и человечества в целом расходуется на осмысление мира, понимание его объектов и процессов, их взаимосвязей, законов которым подчиняется мироздание. Наукой (или областью знаний), способной помочь в этом, является теория познания, имеющая, как мы уже отмечали, две ипостаси: гносеологию, изучающую отношения между познающим и познаваемым (отношения между субъектом и объектом), и эпистемологию, изучающую способы формирования достоверного знания (отношения между объектом и знаниями о нем).

Проблематика теории познания может быть аккумулирована в трех основных вопросах: познаваемости мира, верификации знаний и способе познания мира. Эти вопросы давно сформулированы и все развитие философии, подкрепляемое развитием науки, направляется этими вопросами: вопрос познаваемости мира представляет собой гносеологическую сторону основного вопроса фи-

лософии об отношении сознания к материи, мышления к бытию, духа к природе; вопрос верификации знаний коррелируется с вопросом об истине (втором «вечном» вопросе философии о соответствии мышления своему предмету); вопрос о способе познания мира является основным содержанием эпистемологии.

Указанные три вопроса теории познания связаны между собой и не имеют отдельных ответов. Ответ должен быть общим и, по мнению автора, он складывается из трех составляющих: обоснования объективности субъективного познания; осмысления генезиса и следствий принципа подобия и понятия представимости; обоснования возможности и определения способа познания от простого к сложному.

Практическим результатом ответа на основные вопросы теории познания должны стать формализация и обоснование необходимого подхода к познанию мира.

Постижение абсолютной истины — недостижимая цель. Все, что мы знаем, видим, может быть подвергнуто сомнению, все может оказаться совсем не таким, каким мы себе представляем. Что может служить тем бесспорным основанием, фундаментом, на котором должна строиться дедуктивная система мироздания? «Я мыслю, следовательно, я существую» [7, с. 269] — сказал Р. Декарт. Мы не можем до конца знать, насколько соответствует действительности все то, что мы воспринимаем нашими органами чувств, что существует в нашем сознании, но не может быть оспорен факт существования «Я», обладающего самосознанием. Но что представляет собой все находящееся за пределами «Я», и есть ли у «Я» вообще границы? Точка зрения солипсизма, в соответствии с которой весь мир не более чем иллюзия субъекта («Я»), вызывает подсознательное отторжение у любого здравомыслящего человека. Однако философское опровержение солипсизма не столь очевидно. «Простое, но эмпирически определенное сознание моего собственного существования служит доказательством существования предметов в пространстве вне меня, — писал И. Кант [8, с. 236], — сознание моего собственного существования есть вместе с тем непосредственное осознание других вещей вне меня».

Каким же образом сознание существования «Я» служит доказательством существования «не-Я»? Если встать на позицию солипсизма, то естественным развитием его идей будет признание, что все есть «Я», что «Я» не имеет границ. С этим утверждением нельзя не согласиться, поскольку все в мироздании взаимосвязано, нет ничего абсолютно независимого; каждая молекула, атом в мире взаимодействует со всеми остальными. Однако, каково это взаимодействие? Насколько оно значимо? Оправдано ли (с позиции эффективности познания), все, что связано с «Я», рассматривать как один субъект?

Если все бытие есть «Я», то, познавая себя, «Я» нашло бы строгую взаимосвязь всех наблюдаемых объектов, процессов, через которую и проявляется единство «Я». Однако в мире сознания «Я» объекты действуют автономно, и не наблюдается тотальной взаимосвязи свойств объектов, что кажется обязательным, будь они порождением сознания «Я». Наблюдаемая некоторая корреляция образов объектов в сознании вполне объяснима как следствие преломления прообразов, т.е. реальных объектов, при их чувственном восприятии и интеллектуальном осмыслении.

Видимая автономность образов объектов указывает на то, что «Я» составляет лишь часть бытия. Отсутствие тотальной корреляции между образами в сознании подтверждает наш вывод о существовании «не-Я», зависимостью которого от «Я» можно в процессе познания пренебречь.

Итак, существует мир, и в этом мире объекты, процессы могут с большей или меньшей достоверностью приниматься независимыми.

Перейдем теперь к рассмотрению основного вопроса философии, а именно той его части, которая касается познаваемости мира. Гегель полагал, что принцип познаваемости мира следует из отождествления бытия и мышления: «...бытие служит началом, возникающим через опосредование и притом через такое опосредование, которое есть вместе с тем снятие самого себя...» [9, с. 52].

В рамках материалистических представлений отождествление бытия и мышления следует понимать таким образом, что поскольку бытие есть содержание мышления, то осознание мышлением собственного бытия делает бытие принципиально познаваемым.

В отношении к познаваемости мира Гегель шел по пути, проложенному Аристотелем. «Предметы мысли находятся в чувственно постигаемых формах», — писал Аристотель [10, т. 1, с. 405]. Именно в соответствии человеческого мышления действительности Аристотель находил доказательство познаваемости мира. Сенсуалисты, развивая мысль Аристотеля, дополняли ощущения рефлексией. Согласно Джону Локку «Все идеи приходят от ощущения или рефлексии» [11, том 1, с. 154].

Человеческие чувства, формы мышления не могут быть чуждыми миру, ведь человек — часть мира, он подчиняется тем же законам, состоит из той же материи. Даже познавая исключительно самого себя, человек способен познавать мир; тем более мир познаваем, если человек находится во многообразном взаимодействии с ним. Подобие бытия и мышления, признанное Аристотелем, Спинозой, Бэконом, Гегелем и др., однозначно приводит к выводу о познаваемости мира. Кроме того, видимая независимость чувственно постигаемых образов делает невозможным в принципе сокрытие от субъекта истинного образа объекта.

Мы установили, что сознание субъекта познания («Я») качественно верно отражает реальный мир. Возможно, что многие объекты искажены, однако между образами (объектами в сознании) и прообразами (реальными объектами) имеется прямая связь. Представление реальных объектов искажается в сознании системой знаний, представлений субъекта. Пару образ-прообраз можно сравнить с описанием реальной математической функции некоторой аппроксимирующей, приближенной. При неограниченном увеличении числа независимых аппроксимирующих функций (например, при увеличении числа членов полинома) возможно сколь угодно точное описание реальной функции. Аналогично, совокупность неограниченного числа независимых образов познаваемого реального объекта дает в результате обобщенный образ, сколь

угодно близкий к прообразу. Практически не требуется неограниченного числа независимых образов. Если совмещение образов познаваемого объекта, полученных независимо друг от друга, приводит к созданию непротиворечивого обобщенного образа, то можно утверждать, что по обозначенным в процессе познания критериям образ совпадает с прообразом. Заметим, что, говоря о формировании независимых образов познаваемого объекта, мы необязательно ведем речь о неких сложных исследованиях, опытах. Независимыми являются, например, образы объекта в сознании двух людей, наблюдающих объект независимо друг от друга.

В рамках вопроса о познаваемости мира немаловажное значение имеет рассмотрение изменчивости познаваемого. «Нельзя дважды войти в одну реку» [12, с. 209-213] — утверждал Гераклит, имея в виду нахождение бытия в состоянии непрерывного изменения. Однако изменения в мире не являются преградой к его познанию, если изменения происходят не мгновенно. Значимость количественной оценки изменений отмечал еще Аристотель: «...то, что утрачивает что-нибудь, имеет [еще] что-то из утрачиваемого, и что-то из возникающего уже должно быть» [10, т. 1, с. 137]. Кроме того, Аристотель подчеркивал, что нельзя мыслить, если не мыслить каждый раз о чем-то одном, т.е. представляя образ мыслимого неизменным.

Эмпирический опыт субъекта однозначно свидетельствует о ненулевой длительности изменений, о допустимости в процессе познания рассматривать изменения как переход из одного определенного (неизменного) состояния в другое, также определенное и неизменное. Таким образом, мир познаваем, несмотря на постоянное и непрекращающееся его изменение.

«Что касается новизны, то нет такого человека, который, глубоко познакомившись с наукой и наблюдая мир, не проникся бы твердой мыслью: «нет ничего нового на земле»» [13, т. 1, с. 133], — размышлял четыре столетия назад Ф. Бэкон. «Я часто удивляюсь тому незначительному вниманию, которое уделяется великому принципу «подобия» даже со стороны крупных ученых, — писал Дж. Релей. — Нередко случается, что результаты кропотли-

вых исследований преподносятся как вновь открытые «законы», которые, тем не менее, можно было получить априорно в течение нескольких минут» [14].

Свойство подобия каких-либо совокупностей (собраний) элементов, безразличное к природе этих элементов, получило название изоморфизма. Частным случаем изоморфизма является изонанизм — свойство подобия законов. На основе признания существования изоморфизмов и изонанизмов, управляющих функционированием системных объектов была создана общая теория систем, позволяющая исследовать объекты, представляющие собой системы, отвлекаясь от их конкретной природы и концентрируясь на их взаимосвязях между собой и с внешними факторами.

Существование изоморфизмов, изонанизмов, т.е. повторяемость в разных областях, на разных уровнях мироздания форм, отношений совокупностей; повторяемость законов, которым подчиняются процессы, свидетельствует о том, что мир, с которым взаимодействует субъект познания, качественно не является бесконечно сложным.

С высокой достоверностью можно утверждать, что субъект познания взаимодействует не со всем космосом, но с его ограниченной областью. Чем больше область космоса (мироздания) включается в рассмотрение познаваемого объекта, чем большее число малозначительных факторов учитывается, тем выше достоверность результатов познания. Следовательно, вывод о качественной конечности относится к ограниченной области мироздания.

Пусть бытие в пределах ограниченной области мироздания может быть представлено как совокупность некоторого числа малых частей. Поскольку качественная сложность ограниченной области мироздания конечна, то, исходя из закона взаимного перехода количественных и качественных изменений, конечное число качеств обеспечивается конечным количеством указанных малых частей бытия. Следовательно, на уровнях ниже этих малых частей нет качеств; значит, они неделимы на более мелкие части, т.е. являются пределом делимости бытия. С позиции материализма, в соответствии с которым бытие есть материя, дискретность бытия

(существование предела делимости бытия) есть дискретность материи. Таким образом, существует предел делимости материи.

Итак, принцип подобия привел нас к признанию дискретности бытия. Если бы сложность бытия «вглубь» была беспредельной (в случае бесконечной делимости, т.е. непрерывности бытия), то, сколько в мире объектов, явлений, столько было бы и законов, но, как говорил Ф. Бэкон, законы природы могут дать неизмеримо больше, чем заключено в том опытном материале, на основе которого они получены: «...правильно же открытые и установленные аксиомы вооружают практику не поверхностно, а глубоко и влекут за собой многочисленные ряды практических приложений...» [13, т. 2, с. 35].

В приведенных выше рассуждениях мы исходили из наблюдаемой ограниченности числа форм и законов в мироздании. Единственным случаем, в котором наши рассуждения были бы ложными, является способность человека познавать не все формы и законы, а только ограниченную их часть. Однако подобие бытия и сознания не допускает такого предположения. Мир познаваем субъектом, и в мироздании нет ничего, принципиально недоступного человеческому сознанию. Базируясь на своей системе знаний, даже если знания не вполне достоверны, историчны, человечество может неограниченно расширять сферу познания.

Человек, даже высокообразованный, владеет лишь ничтожной крупицей знаний в сравнении со сложностью мира. Каким же образом, сознательно или бессознательно используя свой крайне ограниченный арсенал знаний, в том числе оперируя доступной номенклатурой аналогий и ассоциаций, ему удастся совершать открытия, разгадывать загадки природы? Почему невообразимо сложный мир подчиняется столь ограниченному числу законов, использует столь небольшое разнообразие форм?

Подобие форм и законов наблюдается в различных областях, на разных уровнях мироздания. В физических, биологических, общественных и пр. системах действуют сходные законы, реализуются подобные формы отношений частей внутри целого. Не претендуя на полноту и абсолютную достоверность, попытаемся дать

объяснение данному феномену.

Мироздание — многоуровневое строение, очень сложное количественно, однако каждый объект, процесс — результат некоторой эволюции, каждый имеет свою «историю» формирования из более простых объектов, претерпевающих более простые процессы, имеющих более простые формы. Формирование структур объектов, будь то физические, биологические или общественные, носит, с точки зрения теории познания, вероятностный характер: доминирует то, что имеет более высокую вероятность рождения и более устойчиво. Причем именно те объекты, которые наиболее просты, превосходят другие как с точки зрения вероятности (частоты) появления, так и по устойчивости. Для устойчивости сложного объекта требуется одновременное обеспечение множества условий, равновесие многих разнородных процессов, тенденций, что трудно достижимо. При переходе в процессе структурообразования от одного уровня организации материи (бытия) к другому, более высокому, природа из огромного числа форм «выбирает» всегда одни и те же, самые элементарные, которых в силу их простоты (при условии дискретности бытия) не может быть много. Простота форм, реализуемых природой, обуславливает также простоту и повторение законов, отражающих бытие.

Вне всякого сомнения, существует множество чрезвычайно сложных форм и законов, практически не подлежащих описанию, однако их сложность — залог их малой вероятности, причем, чем выше сложность, тем ниже вероятность появления и устойчивого существования. Такие сложные формы и законы (относящиеся к этим формам) в силу своей редкости не играют сколько-нибудь значимой роли в сущем (познанном бытии).

Заметим, что мы ни в коем случае не отрицаем возможности формирования сложных структур, однако их сложность — это сложность многоуровневой организации, в то время как формы и законы, лежащие в их основе, просты и повторяются на разных уровнях их организации.

Простота форм и законов на каждом из уровней структурообразования и при переходе от уровня к уровню облегчает познание

мироздания. Принцип подобия имеет беспрецедентное значение в познании мира, является одним из столпов дедуктивного мышления.

С принципом подобия неразрывно связано понятие представимости, которое до настоящего времени не было определено. В основе представимости тех или иных процессов или структур лежит их согласие с системой наших представлений. Практически представимым для нас является лишь то, что имеет какой-либо аналог, т.е. соответствует известной нам форме или известному закону, а также может быть логически построено на их основе. Кроме того, сам образ нашего мышления находится в зависимости от нашей физической сущности, оттого что мы (субъект познания) сходны с объектами познания. Опираясь на предшествующий опыт и априорные представления (пространство, время (как мера движения) и материальность, выражающуюся через инертность и телесную непроницаемость), человек верит в то и представляет то, что действительно.

«Все действительное разумно, все разумное действительно» [15, с. 15], — утверждал Гегель. С этим утверждением, развивающим идею отождествления бытия и мышления, невозможно не согласиться. Все действительное обязательно разумно, потому что разум аккумулирует в себе формы и законы бытия, а также, потому что субъект и объект познания есть части одного бытия.

Мир очень сложен и, достаточно в процессе познания ошибиться хотя бы раз, как вся система мироздания в нашем сознании вступает в глубокое противоречие с реальностью, указывая на ошибочность наших представлений. С другой стороны, если предполагаемая система мироздания не обнаруживает явных противоречий с действительностью, т.е. выдерживает проверки, результаты которых независимы, то можно не сомневаться в справедливости созданной в сознании картины мира. Таким образом, то, что выдерживает проверку разумом, что не демонстрирует противоречий с реальностью; то, что представимо, пусть и не доказано, то есть истинное отражение объективной реальности. В результате, представимость может быть принята в качестве значимого и

достоверного критерия истинности.

Давний спор картезианского (Рене Декарт) и ньютонианского подхода в познании не утратил своей актуальности и современности. Какой метод познания, дедуктивный или индуктивный, является основным? Р. Декарт стремился на базе ограниченного числа постулатов, аксиом выработать метод, «правила движения ума», используя которые возможно будет неограниченно расширять сферу познания. Для картезианской философии (Декарт, Ламетри и др.) характерен сплав философии и естествознания. Наряду с дедукцией большая и значимая роль отводилась интуиции, в основе которой лежит единство мироздания, подобие бытия и сознания, подобие объектов познания друг другу и субъекту познания.

По иному пути шел И. Ньютон: «Все, что не выводится из явлений, должно называться гипотезою, гипотезам же метафизическим, физическим, механическим, скрытым свойствам, не место в экспериментальной философии. В такой философии предложения выводятся из явлений и обобщают их путем индукции...» [16, с. 662]. С другой стороны, в своей «Оптике» И. Ньютон поступал в полном противоречии с собственной доктриной: высказывал гипотезы, не подкрепленные экспериментом, опытом, и лишь затем подвергал их экспериментальному исследованию. И такой подход нельзя не признать единственно верным, ведь, как говорил И. П. Павлов, «только тогда, когда ваша мысль может все вообразить, хотя бы это противоречило установленным положениям, только тогда она может заметить новое» [17, с. 90].

Тем не менее, в настоящее время большинство физиков и исследователей других естественных наук полагает, что в основе познания должно лежать теоретическое осмысление опытных фактов. Более того, подобную роль взяла себе и философия. По нашему мнению, эмпиризм в науке — крайне нежелательное явление, а в философии, объектом которой является мироздание, как целое, — вообще нонсенс.

Иерархичность мироздания, многоуровневость материальных структур, наряду с простотой и подобием форм и законов на каждом из уровней, с одной стороны; и чрезвычайная сложность форм

и законов многоуровневых систем, рассматриваемых как целое, с другой стороны, делают нецелесообразным их познание с помощью индукции. Более того, образ мироздания, созданный с помощью индукции, не обеспечит иерархичности и многоуровневости представления мироздания.

Дедукция, особенно дополненная традукцией (умозаключением от суждения к другому, той же степени обобщенности), основанной на принципе подобия, напротив, позволит, последовательно двигаясь по иерархии структур, мысленно сформировать любую многоуровневую структуру, а также предсказать огромное многообразие свойств, которыми она (эта структура) обладает. Естественно, в познании не обойтись без индукции. Индукция, в частности, призвана помочь в детализации и уточнении дедуктивного образа мира. Необходимость индукции в этом случае обусловлена невозможностью с помощью только дедукции однозначно определить, какую именно форму «выбрала» природа в процессе эволюции. Протягивая навстречу друг другу дедуктивную и индуктивную логические цепочки, можно определить направление эволюции в базовых, узловых точках развития, в которых осуществляется «выбор» дальнейшего эволюционного пути.

1.3 Методология формирования достоверного знания

Центральной идеей теории познания, по мнению автора данной работы, является представление системы знаний о мире в качестве модели реального мира, т.е. бытия как оно есть независимо от познания. Система знаний о мире — модель, не тождественная бытию, более того приближение свойств модели к моделируемому объекту (в данном случае бытию) может привести к расхождению их свойств, в результате чего модель станет хуже соответствовать моделируемому объекту. Это обусловлено потерей моделью устойчивости при ее чрезмерном усложнении и росте числа контролируемых параметров, по которым модель должна соответствовать

объекту. Необходимость расхождения (нетождественности) модели и познаваемого объекта для обеспечения устойчивости представления следует из закона расхождения Г. Спенсера [18, книга 2, с. 5-12].

В рамках представлений о системе знаний как модели бытия понятие достоверности знания следует определять следующим образом: «достоверность знания — количественная характеристика вероятности соответствия формализованного обобщенного знания действительности (бытию)». Другими словами, достоверность знания — это вероятность того, что знание (представленное в формализованном и обобщенном виде) истинно.

Вероятностное представление достоверности — достаточно известный подход [19, с. 87-95]. При этом неоправданно большое внимание часто уделяется вопросу перехода относительной достоверности в абсолютную и приданию абсолютной достоверности особого статуса [20, с. 346-347], [21]. По мнению автора, принимая во внимание эмпирический характер окончательной верификации знаний, достоверность знания на промежуточных этапах познания может быть очень низкой. Главное, чтобы варианты ответов на вопросы, возникающие в процессе познания, не множились сверх того уровня, на котором они уже не могут быть верифицированы за доступное субъекту познания время.

Далее мы попробуем решить задачу определения достаточной совокупности правил формирования достоверного знания. При этом необходимо принимать во внимание, что специфика вероятностного подхода к оценке достоверности знаний позволяет задействовать в познании широкий спектр подходов и методов, каждый из которых по отдельности не обеспечивает достаточной достоверности знаний, но в совокупности достоверность полученных знаний может быть высокой.

Процесс формирования достоверного знания складывается из двух обязательных этапов: нахождение (определение) знания, имеющего в итоге достаточно высокий уровень достоверности, и выявление дефектов найденного знания. Для каждого из этих этапов можно сформулировать набор правил и рекомендаций, следование

которым способствует повышению достоверности формируемого знания.

Правила нахождения (определения) знания. Если образно представить систему знаний о мире как модель мироздания, образованную из множества элементов (в виде узлов и связей между ними), то для определения элемента этой модели, соответствующего реальности по определенному набору параметров, следует использовать следующие методы: сопоставление свойств элемента модели мироздания с данными чувственного восприятия; сопоставление свойств элемента модели мироздания с априорными знаниями; определение всех элементов, связанных с определяемым элементом модели мироздания; подтверждение изоморфизма определяемого элемента модели мироздания и его связей с другими элементами; количественное ограничение числа вариантов представления данного элемента модели мироздания.

Наряду с указанными методами определения элемента модели мироздания, также следует отметить необходимость использования эволюционного способа познания, воспроизводящего последовательность поэтапной эволюции реального мира.

Последовательно рассмотрим все перечисленные методы.

Сопоставление свойств элемента модели мироздания данным чувственного восприятия соответствующей ему части бытия. Этот метод основан на принципе верифицируемости — одном из основных в логическом позитивизме, согласно которому истинность всякого утверждения о мире должна быть в конечном счете установлена путем его сопоставления с чувственными данными. Данный подход в свое время был подвергнут жесткой критике, основным содержанием которой является невозможность такого сопоставления в подавляющем большинстве случаев, что приводит к констатации несоответствия большей части знаний о мире требованию истинности.

В рамках вероятностного подхода к достоверности знаний применение принципа верифицируемости не требует полного соответствия знаний чувственным данным. Оценивая достоверность не какого-либо единичного и локального элемента знания (например,

зависимости между явлениями), а сложного фрагмента модели мироздания, объединяющего множество элементов, находящихся в многообразных связях между собой, мы не ограничены требованием соотнесения всех имеющихся знаний с чувственным восприятием. Этого не требуется. Если указанный сложный фрагмент модели мироздания соответствует имеющимся знаниям (пусть и существенно ограниченным), велика вероятность, что модель представляет мироздание (по крайней мере в данном фрагменте) истинно. Если бы представление было ложным, в сложной совокупности элементов модели мироздания проявились бы лавинообразные расхождения с действительностью, которые не оставили бы сомнений в недостоверности этого представления.

Данное правило формирования достоверного знания мы назовем **правилом непротиворечивости**: «отсутствие противоречий между ограниченным знанием, охватывающим достаточно большую область бытия, и данными его чувственного восприятия является показателем достоверности знания».

Согласно М. Шлику схема актуальной научной процедуры имеет дело не только с непосредственно наблюдаемым, но оперирует протокольными предложениями, которые можно отождествить с гипотезами [22, с. 44]. Верификация фактической гипотезы возможна потому, что такая гипотеза вместе со всеми вспомогательными допущениями «стимулируют или индуцируют выдвижение пробных обобщений (гипотез), из которых логически следуют эти первые предложения, а также бесконечное число других», что ведет к расширяющемуся множеству следствий, которые могут быть сопоставлены с результатами опыта. При этом индуктивный процесс, в терминах которого такой опыт подтверждает первоначальную гипотезу, дает ей не более, чем вероятность соответствия истине.

Сопоставление свойств элемента модели мироздания с априорными знаниями. В рамках представлений о дискретном бытии априорные знания могут быть отождествлены с первичными свойствами и базовыми законами бытия, а также логически вытекающими из них первичными законами. Такое сопоставление воз-

можно только для элементов, соответствующих низким уровням организации материи.

Для достоверного определения сложных элементов модели мироздания сопоставление с априорными знаниями может быть дополнено или заменено выстраиванием логических эволюционных цепочек, отражающих процесс структурообразования от элементов, связь которых с априорными знаниями обнаружима, до элементов, в которых связь с априорными знаниями не может быть детерминирована.

Исходя из сказанного выше можно сформулировать правило, которое мы назовем **правилом онтологичности**: «формирование достоверного элемента модели мироздания требует обеспечения его соответствия априорным знаниям, либо определения эволюционных связей данного элемента с менее сложными элементами, для которых указанное соответствие обеспечивается». При этом следует заметить, что в практике познания данное правило не всегда может быть выполнено, поэтому его следует квалифицировать не более как рекомендацию для повышения достоверности знания.

Определение всех элементов, связанных с определяемым элементом. В случае, когда целью определения является не элемент, а фрагмент модели мироздания (совокупность связанных элементов), отслеживать необходимо элементы (или другие фрагменты модели мироздания), связанные с этим фрагментом модели мироздания. В результате формируемая модель мироздания не должна иметь пропусков или неопределенных фрагментов.

Рассмотренному требованию соответствует **правило связности**: «модель мироздания, определяемая в процессе познания, должна быть связной и не иметь пропусков или неопределенных областей (фрагментов)». При этом характер связей может быть любым: в виде пространственной локализации, в виде причинно-следственных или эволюционных связей и др.

В рамках представления модели мироздания в виде системы из множества элементов (в виде узлов и связей между ними) связность этой модели — это сетевая связность, которая может быть

количественно определена как число связей между узлами сети, в качестве которых выступают элементы знаний. К отдельному элементу модели мироздания можно применить понятие локальной связности — число связей этого элемента с другими элементами модели мироздания. Очевидно, что чем выше связность модели мироздания (общая или локальная), тем модель чувствительнее к ошибкам (несоответствию элемента или фрагмента модели действительности) и, соответственно, лучше служит формированию достоверного знания.

Модель мироздания и само мироздание, существующее независимо от познания, — объекты, имеющие принципиально различную природу, определяемые различными комплексами параметров, совпадающими лишь частично, по параметрам моделирования. Поэтому между моделью и мирозданием не может быть однозначного соответствия. Однако, это несоответствие допустимо в единственной форме — как меньшая детализация (в том числе по набору параметров) модели по сравнению с мирозданием. При этом разрывы или пропуски в модели, означающие, что между отдельными элементами модели связи не детерминированы, являются недопустимыми и должны устраняться путем дополнения модели.

Подтверждение изоморфизма определяемого элемента модели мироздания и его связей с другими элементами. Подтверждением достоверности элемента модели мироздания является его соответствие каким-либо известным и распространенным формам или законам, т.е. его изоморфизм. Изоморфизм — повсеместное явление, поэтому если элемент модели мироздания представляется типичным, сходным по своей форме и законам с другими, то это делает его достоверность выше. И напротив, уникальность элемента, не имеющего аналогов в мироздании, может рассматриваться как основание для сомнений в истинности представления реальности, требующего более глубокого познания.

В рамках общей теории систем случаи изоморфизма могут быть формализованы и представлены в виде ограниченного набора паттернов. Паттерны (от лат. *patronus* — модель, образец,

шаблон, выкройка) — репрезентативный, но ограниченный по количеству набор шаблонов форм и отношений элементов внутри системы, широко распространенных в различных предметных областях.

Наличие ограниченного набора паттернов позволяет в практике познания в процессе определения элемента модели мироздания рассматривать счетное (сравнительно небольшое) число вариантов, один из которых с высокой долей вероятности окажется истинным.

Сформулируем исходя из сказанного выше **правило изоморфизма**: «определяемый элемент или совокупность элементов модели мироздания должны соответствовать известным паттернам».

Количественное ограничение числа вариантов представления данного элемента модели мироздания. В процессе определения достоверного элемента модели мироздания приоритетное значение имеет ограниченность числа вариантов представления элемента. Если число вариантов конечно, то открывается возможность посредством их анализа выбрать подходящий вариант, который верифицируется всеми остальными методами поиска достоверного знания: сопоставлением с данными чувственного восприятия и априорными знаниями, подтверждением связности с другими элементами и соответствием самого элемента и совокупностей элементов, включающих данный элемент, известным паттернам.

В рамках представлений о дискретном бытии, образованном из первичных частиц и пустоты, качественная сложность бытия конечна, а значит часть бытия, которую моделирует элемент, всегда имеет конечное число вариантов представления. Конечно, теоретически число вариантов может быть очень большим, однако, как показывает практика познания, в сочетании с прочими методами поиска достоверного знания, число вариантов представления элементов сводимо к количеству, доступному для верификации за приемлемый для субъекта познания интервал времени.

Исходя из сказанного выше сформулируем **правило компактности**: «для формирования достоверного элемента модели мироздания необходимо, чтобы совокупность вариантов представ-

ления элемента в процессе познания была комплектной, т.е. конечной по числу вариантов и репрезентативной (охватывающей все возможные варианты)».

Выявление дефектов найденного знания. Эффективная методология нахождения (определения) знаний должна быть формализована в минимальной степени. В процессе познания оказываются задействованы данные в разных, иногда несовместимых форматах, допускается учет связей любой природы и любого характера между элементами модели и т.д. Цель — найти знание, а не доказать его достоверность.

После нахождения знания, естественно, происходит его верификация (в смысле проверки истинности [23, с. 284-285]) с использованием всех рассмотренных ранее методов. В результате может быть обеспечена достаточно высокая достоверность знания.

Дальнейшее повышение достоверности знания связано с его объяснением (доказательством истинности) посредством логического анализа. Для поиска знаний логический анализ малопродуктивен, он подобен поиску непрерывной функции кривой в многомерном пространстве до точки с заранее неизвестными координатами. Но когда знание найдено (координаты точки определены) построение кривой становится возможным (хотя и не обязательно простым) и служит доказательством достоверности найденного знания.

Для элементов модели мироздания, соответствующих наиболее простым структурным формам, в которых выявляются первичные свойства бытия и их логические следствия, такое доказательство возможно. Для более сложных структурных форм, описание которых реализуется на языке обобщенных понятий, внутреннее содержание которых полностью не детерминировано, полноценное и исчерпывающее доказательство (объяснение) не представляется возможным.

Частичным решением проблемы доказательства достоверности знания (точнее выявления недостоверности) является поиск дефектов знания.

Дефекты знания могут быть разделены на две основные группы [24]:

– неполная адекватность знаний, в том числе неточность, неполнота (например, недостаточность используемых параметров для достоверного определения элемента), необозримость (недостаточность текущих данных для надежного подтверждения знания) и др.;

– некорректность знаний, связанная с недостоверностью информации, ошибками в использованных знаниях и методах обработки данных, а также с незамкнутостью знаний (возникает в результате использования не всюду определенных операций), приводящими к возникновению ошибок, искажениям и противоречиям.

Решение задачи повышения адекватности знаний, несмотря на очевидные сложности практической реализации, может быть обеспечено при условии повышения требований к качеству используемых данных и их формализации.

Некорректность знаний — проблема существенно более сложная, для решения которой необходимо исследование широкого спектра вопросов, связанных с корректностью постановки задачи, корректностью постановки вопроса, и корректным определением понятий. По большинству указанных вопросов в ходе практической деятельности (главным образом в сфере образования) сформированы устоявшиеся представления [25]:

– К некорректным относят задачи с противоречивыми данными, с неполным составом условия, либо с избыточным составом условия;

– Признаком корректности постановки вопроса является наличие единственного правильного ответа;

– Введение нового понятия и проверка его корректности сводятся к следующим общим действиям: обоснование существования, единственности определяемого понятием класса объектов; выбор наилучшего определения из серии равносильных.

Из всего многообразия факторов, обуславливающих некорректность знаний, следует выделить два, наиболее распространенных и влекущих за собой искажения представления реальности в

теории познания и системе научных знаний. Указанными факторами являются: некорректное использование математических величин в качестве физических; некорректное смешение относительного и абсолютного в рамках одного описания. Пока рассмотрим первый из этих факторов, а второй проанализируем в следующей главе в контексте его непосредственного проявления при описании сохранения движения.

Физические и математические величины. Огромное значение для понимания процессов в мироздании имеет разделение всех величин на физические (реальные) и математические (идеальные) [26, с. 2]. Физическая величина определяется как величина, свойственная материальным объектам (процессам, явлениям), либо как одно из свойств физического объекта, в качественном отношении общее для многих физических объектов, а в количественном — индивидуальное для каждого из них [27, с. 9]. Иногда физическую величину определяют, как величину, которая может быть количественно определена в результате измерений [28, с. 12].

Поскольку существующие определения физических величин не являются философскими, они не позволяют однозначно отделить физические величины от математических величин. Философское определение может выглядеть следующим образом: «Физические величины являются количественными мерами бытия; объекты, процессы, к которым относятся физические величины, реально существуют и представимы. Математические величины являются количественными мерами объектов познания, не имеют реального воплощения и могут быть непредставимыми».

К числу физических величин относятся те, которые базируются на первичных свойствах мироздания. В контексте механического детерминизма физическими величинами являются масса, расстояние (длина, перемещение), скорость, а также величины, производные от массы, расстояния и скорости (импульс, энергия, давление и некоторые другие).

Разумным является подход к определению физических величин исходя из возможности их измерения, но не любого измерения, а исключительно прямого, при котором искомое значение величини

ны находят из опытных данных путем экспериментального сравнения [26, с. 42]. Значимым свойством физических величин также является возможность непосредственного (прямого) физического воздействия на них: переместить, изменить скорость, изменить амплитуду или частоту колебаний и т.д.

Время не является свойством бытия, а представляет собой категорию теории познания, служащую для количественной характеристики скорости движения материи, поэтому к числу важнейших математических величин относятся время и величины, не определяемые без него (ускорение, сила инерции и др.). Сила давления (например, газа на стенку) может быть определена без использования понятия времени, количественно определяется прямыми измерениями, поэтому она является физической величиной. Сила инерции, прямо пропорциональная ускорению, которое представляет собой изменение скорости во времени, не определима без использования понятия времени, не может быть определена прямыми измерениями, а значит, является математической величиной.

Часто математические величины возникают в результате проведения (в процессе познания) математических преобразований над совокупностью физических величин. В результате возникают отношения масс взаимодействующих тел, произведения их скоростей и другие непредставимые величины. На такие математические величины невозможно оказать непосредственное физическое воздействие, изменяющее их значение.

На область значений физических величин в силу их онтологической сущности накладываются ограничения. Физическая величина должна быть представимой, поэтому не может принимать бесконечных значений (если только не относится ко всему космосу).

На область значений математических величин никаких ограничений не накладывается. В связи с этим нас не должно удивлять, что при столкновении двух твердых и неупругих тел, когда изменение скоростей происходит за очень малое время, в соответствии с законами современной механики должны возникать огромные

ускорения и силы инерции. Ускорение и сила инерции — величины математические и реально не существуют. Действительно, возникновение огромных сил инерции при взаимодействии малых масс непредставимо, следовательно, сила инерции — всего лишь математическая абстракция, не имеющая реального воплощения в мире. При описании ударного взаимодействия следует использовать не силы инерции (и ускорения), а импульсы. Изменения импульсов (количества движения) сталкивающихся тел будут ограниченными по абсолютной величине, что представимо.

1.4 Выводы по главе 1

1. Представляется целесообразным возвращение к натурфилософской концепции познания, согласно которой ядром науки является философия, а частные науки выступают в качестве инструментов познания отдельных предметных областей. Методологической основой реализации натурфилософской концепции в настоящее время может стать общая теория систем.

2. В основе познаваемости мира лежит дискретность бытия (в материалистической философии — дискретность материи), обуславливающая конечную сложность мира и повсеместную распространенность изоморфизмов и изоморфий (повторяемость законов и форм).

3. Иерархичность мироздания, многоуровневость всех объектов, подтверждаемые существованием изоморфизмов и изоморфизмов, определяют выбор эволюционного способа познания, воспроизводящего последовательность поэтапной эволюции реального мира.

4. Процесс формирования достоверного знания складывается из нахождения (определения) знания, имеющего в итоге достаточно высокий уровень достоверности, и выявления дефектов найденного знания.

5. Для нахождения достоверного знания следует в познании руководствоваться следующими правилами: непротиворечивости, онтологичности, связности, изоморфизма и комплектности. При

этом общая логика познания должна соответствовать использованию эволюционного способа познания, воспроизводящего последовательность поэтапной эволюции реального мира.

6. Из всего многообразия факторов, обуславливающих некорректность знаний, наиболее распространенными и опасными являются два фактора: некорректное использование математических величин в качестве физических; некорректное смешение относительного и абсолютного в рамках одного описания.

2 Первичные свойства бытия и их следствия

2.1 Исчисляемость материального бытия

Георгу Вильгельму Фридриху Гегелю принадлежит известный афоризм, сохраняющий свою актуальность уже два столетия: «Ответ на вопросы, которые оставляет без ответа философия, заключается в том, что они должны быть иначе поставлены» [29, с. 537]. Как же необходимо поставить вопросы об устройстве мира, чтобы на них нашлись ответы? В чем заключается самый главный правильный вопрос, ответ на который станет концом нити, потянув за который мы сможем распутать клубок противоречий и непонимания устройства мира?

Несмотря на усилия ученых демонстрировать обществу обширность и глубину накопленных знаний, действительного понимания устройства мира у человечества пока нет. Мы не знаем, насколько соответствует сформированная нами (преимущественно эмпирическая) картина мира действительности и как оценить степень этого соответствия. И у нас нет ответов на наиболее фундаментальные вопросы: «Что представляет собой материя?» и «Как она взаимодействует?».

Указанные вопросы не новые и их исследование философами прошлого (от античности до XVIII-XIX веков) приводило к одному главному вопросу: «Существует ли предел делимости материи?» или, что близко по смыслу, «Непрерывна или дискретна материя?».

Редкие современные философские работы в данной области [30, 31], продолжая наметившуюся позитивистскую практику, носят описательный характер, предпринимают попытку уложить

внутренне противоречивые современные физические представления в прокрустово ложе объективных логических ограничений и, в результате, не дают необходимых ответов об устройстве мира.

Указанные фундаментальные вопросы подводят нас к искомому главному правильному вопросу. В рамках материалистических представлений этим вопросом является исчисляемость материального бытия.

Почему именно этот вопрос? Потому что все начинается с материи. Для достоверного ответа на любой вопрос об устройстве мироздания для начала необходимо знать, из чего построен мир: Что представляет собой строительный материал мироздания? В рамках философии — это вопрос об исчисляемости материального бытия.

На этот вопрос имеется всего три варианта ответа:

– Материальное бытие исчисляемо, т.е. существует предел делимости материи — некоторая мельчайшая неделимая частица; материя дискретна и в каждой локальной области бытия число этих мельчайших частиц материи (теоретически) можно посчитать.

– Материальное бытие неисчисляемо, т.е. материя бесконечно делима. В пределах локальной области бытия материя характеризуется количеством элементов, равным бесконечности.

– Материальное бытие единственно, т.е. материя неделима. Весь мир — это сплошная материя. При этом в пределах локальной области бытия материя характеризуется количеством элементов, равным единице.

Аргументированный выбор одного из вариантов ответа на вопрос об исчисляемости материального бытия зависит от ответов на несколько онтологических вопросов: «Что представляет собой деление материи?», «Что такое движение?», «В чем смысл меры и перехода количественных изменений в качественные?», «Каков генезис изоморфизма форм и законов мироздания?».

Непрерывность и дискретность. Прежде чем отвечать на поставленные онтологические вопросы рассмотрим историю проблемы непрерывности и дискретности.

Еще античные представители объективного идеализма (Платон, Аристотель) достаточно четко определяли бытие: бытие есть (в смысле существует); оно просто; дискретно, а значит, познаваемо; необходимо, т.е. его не может не быть; тождественно само себе, т.е. неизменно.

Платон (427–347 г. до н. э.), Аристотель (384–322 г. до н. э.), будучи идеалистами, считали, что истинное бытие есть мир идей (форм), а вещественный мир (материя) есть становление, т.е. он в вечном пути к бытию. Они полагали, что бытие должно быть определенным, законченным, что неизбежно требует его дискретности. Мир вещей, тел, напротив, бесконечен, непрерывен, и поэтому он и не бытие. Отвергая идеализм в воззрениях Платона и Аристотеля, их подход к определению бытия нельзя не признать правильным. Действительно, разве бытие может не быть определенным, законченным; разве может материальный мир быть упорядоченным, если он (или, в соответствии с объективным идеализмом, управляющий им мир идей) непрерывен, а значит, бесконечен и бесконечно сложен? Разве подобие форм и законов в мироздании не указывает на то, что сложность «вглубь» не бесконечна?

Иного мнения придерживались представители милетской школы философии (VI в. до н. э.) Фалес, Анаксимандр, Анаксимен. Анаксимандр, выдвигая идею апейрона (от греч. «беспредельный»), создавал картину непрерывного мира. Апейрон, беспредельный и бескачественный, заполняет все пространство. Из бескачественного апейрона рождаются вещи — носители противоположностей. Заметим, что сходная космологическая модель находит поддержку и у современных физиков. В частности, представляется возможным рождение из вакуума одновременно вещества и антивещества. Вакуум предполагается таким состоянием материи, когда ее энергия ниже некоторого уровня, необходимого для перехода из потенциального в действительное состояние.

Подобных воззрений придерживался и один из основоположников эфирной теории Р. Декарт (1596–1650). Материя, по его мнению, бесконечно делима. Вещи претерпевают движения лишь в нашем сознании, которое дискретно представляет бесконечную

непрерывную природу.

Представители милетской школы философии не были идеалистами, взгляды Декарта можно охарактеризовать как дуалистические и деистические, а значит, они допускали возможность непрерывности материи. По нашему мнению, исходя из соображений, высказанных выше, эта позиция в корне неверна.

Представления о дискретности материи восходят к Левкиппу и Демокриту — основоположникам атеизма. Демокрит (460–370 г. до н. э.) утверждал, что все существующее состоит из атомов (материи) и пустоты [32, с. 37]. Таким образом, материя дискретна и ее частицы (атомы) отделены друг от друга пустотой. Материя реально существует. Атомы движутся в пустоте и, взаимодействуя, образуют тела. Атомы абсолютно тверды, плотны, неизменны и вечны. В мире существует бесконечное множество атомов. Также бесконечно и число форм атомов. Демокрит утверждал вечность мира и бесконечность его в пространстве [32, с. 56–62].

Эпикур (342–270 г. до н. э.) указал на неразрывную связь между дискретностью материи и ее движением: «...а если бы не было того, что мы называем пустотой..., то тела не имели бы, где им быть и через что двигаться, как они, очевидно, двигаются... Таким образом, необходимо, чтобы первоначально были неделимыми телесными природами (субстанциями)...» [33, т. II, с. 531].

Популяризатор идей Эпикура Лукреций в своей поэме «О природе вещей» писал [33, т. I, с. 45]:

«Ведь коль из граней что-нибудь, изменяясь, выходит,
Это тем самым есть смерть для того,
чем оно было раньше.

А потому и должно пребывать нерушимое нечто,
Ибо иначе в ничто у тебя обратятся все вещи,
И возникать из него вещей изобилие будет».

Подобных представлений придерживались и более поздние философы, в частности, Гассенди. Мир, по Гассенди, состоит из тел и пустоты, ничего другого себе вообразить нельзя. Тела, полагал он,

Таблица 2.1. Непрерывное и прерывное

	непрерывное	прерывное
1	единое	многое
2	бесконечно делимое	состоящее из отдельных частей
3	изменение делимо до бесконечности	изменяется сразу
4	связано соприкосновением	разобщено
5	не имеет частей	разделено на части
6	непосредственно соприкасающиеся части не движутся в разные стороны	непосредственно соприкасающиеся части движутся в разные стороны
7	нет действительной границы	даны действительные границы

обладают свойствами: величиной или массой, фигурой и упругостью (иначе плотностью и непроницаемостью), тяжестью, способностью касаться и испытывать прикосновение. «Пустота же, противопоставляемая телам, специфическое свойство которой — бестелесность, мыслится как отрицание перечисленных выше свойств тел и, главное, как нечто по своей природе неосязаемое, лишённое всякой плотности, неспособное ни действовать, не подвергаться воздействию; единственное, что она допускает, — это максимальную свободу движения для проходящих через нее тел» [6, с. 139].

Большое внимание рассмотрению проблемы непрерывного и дискретного (прерывного) уделяли Аристотель, Бэкон, Лейбниц и др. [34, с. 11-14]. Аристотель определял непрерывное как единое, делимое на части, в свою очередь всегда делимые (т.е. как бесконечно делимое). Прерывное, по его мнению, это многое, состоящее из неделимых частей [10, т. 3, с. 179].

Определения Аристотеля, Бэкона и Лейбница в обобщенном виде приведены в таблице 2.1.

Естественно, мы не привели все определения, поскольку некоторые из них (например, предположение, высказанное Лейбницем,

что прерывному свойственно скачкообразное движение) кажутся явно ошибочными. Анализ работ Декарта, Спинозы, Гассенди, Локка, Гольбаха, Канта и др. дает основания предполагать, что они предпочитали оперировать не понятиями прерывности и непрерывности, а говорить о конечной или бесконечной делимости материи.

Современные представления о единстве непрерывного и прерывного, об их непосредственной и неразрывной связи достаточно туманны. В качестве примера, якобы подтверждающего такие представления, приводят корпускулярно-волновой дуализм частиц, проявляющих корпускулярные свойства (локализация в пространстве, размер, масса) и волновые свойства (интерференция, дифракция, дисперсия). Однако, как известно, волны высокой энергии в газовой или жидкой среде могут сопровождаться переносом материи, т.е. могут проявлять корпускулярные свойства. Следовательно, сочетание корпускулярных и волновых свойств возможно и при дискретности материи. В данном случае имеется газовая или жидкая среда, состоящая из атомов.

Следует отметить, что наряду с достаточно системными представлениями о непрерывном и дискретном бытии, существуют и другие, маргинальные представления о делимости материи, к числу которых следует в частности, отнести подход Дж. Уиллера [35, с. 36], основанный на неделимости материи.

Делимость и движение материи. Наиболее общим, по нашему мнению, является следующее предлагаемое определение: деление материального объекта — это его разделение на части, площадь поверхности которых больше площади поверхности материального объекта до разделения.

При делении между отдельными частями материального объекта образуются пустоты, где нет материи. Именно так представлял деление материи И. Ньютон [36, с. 14-15]: «Представим себе, что частицы тел расположены так, что промежутки или пустые пространства между ними равны им всем по величине, что частицы могут быть составлены из других частиц, более мелких, пустое пространство между коими равно величине всех этих меньших ча-

стиц, и что подобным же образом эти более мелкие частицы снова составлены из еще более мелких, которые все вместе по величине равны всем порам или пустым пространствам между ними... Если есть пять таких степеней, в теле будет в 31 раз более пор, чем твердых частей. При шести степенях в теле будет в 63 раза больше пор, чем твердых частей, и так далее до бесконечности».

Если число уровней иерархии структур тел устремить к бесконечности, то суммарный объем уменьшающихся частиц будет приближаться к нулю. Это может быть доказано математически для любого соотношения пустот и материи (кроме нулевой доли пустоты, что эквивалентно отсутствию деления).

Пусть имеется частица с массой m , объемом U . Она состоит из N_1 более мелких частиц, средний объем каждой из которых составляет $U_1 = [U/N_1] K_1$.

Поскольку составляющие исходную частицу мелкие частицы отделены друг от друга, то их суммарный объем должен быть меньше объема исходной частицы, т.е. $K_1 < 1$. Каждая из вышеуказанных мелких частиц также может делиться на N_2 еще более мелких частиц со средним объемом каждой $U_2 = U_1 K_2 / N_2$ и т.д.

Итак, объем одной частицы n -го уровня деления будет составлять:

$$U_n = \frac{U_{n-1} K_n}{N_n} = \frac{U K_1 K_2 \dots K_n}{N_1 N_2 \dots N_n}. \quad (2.1)$$

В таком случае суммарный объем всех частиц n -го уровня деления, составляющих исходную частицу:

$$U_{n\Sigma} = U_n N_1 N_2 \dots N_n = U K_1 K_2 \dots K_n, \quad (2.2)$$

где $K_i < 1$.

Если предположить, что возможно неограниченное деление, т.е. $n \rightarrow \infty$, то имеем $\lim_{n \rightarrow \infty} U_{n\Sigma} = 0$, т.е. суммарный объем материи в частице объемом U равен нулю, — вся эта частица является пустотой, а это противоречит наличию у нее массы m .

Из доказательства, предложенного И. Ньютоном, следует, что бесконечная делимость материи приводит к ее исчезновению, поскольку на каждой стадии деления часть объема остается пустой.

Если число стадий делений бесконечно, то весь изначальный объем материи оказывается пустым. Поскольку материя существует, значит, такая бесконечная делимость невозможна. Из этого И. Ньютон делает вывод о существовании предела делимости материи. Такое понимание деления материи приводит к представлению об исчисляемом материальном бытии.

Если при делении материи площадь суммарная площадь поверхности частей равна площади поверхности материального объекта до деления, то, значит, материя непрерывна, однородна и заполняет все пространство. Р. Декарт полагал, что материя тождественна пространству: «пространство, или внутреннее место, различается от телесной субстанции, заключенной в этом пространстве, лишь в нашем мышлении» [7, с. 353]. Материя (аристотелевская «первая материя», декартовская «тонкая материя» [37, с. 115]) обладает только свойствами протяженности и непроницаемости. Все многообразие свойств материи является результатом ее движения. Непрерывность материи, по мнению Р. Декарта, не противоречит существованию дискретных частиц, образующихся из вихрей и круговых потоков в сплошной материи. В этом случае масса материальных объектов — есть результат движения, что как будто совпадает с современными идеями о тождественности массы и энергии, причем энергии, которая может соответствовать объекту (например, фотону), не имеющему массы покоя.

Свойство непрерывности неисчисляемого материального бытия мы будем называть континуальностью, а само непрерывное неисчисляемое материальное бытие — континуумом.

Следует отметить, что единственное материальное бытие, соответствующее неделимости материи, континуумом не является, поскольку не обладает многообразием элементов, образующимся в результате пространственного деления материи.

Поговорим теперь о движении материи. В материалистической философии со времен Гольбаха наиболее популярным является определение материи с позиции отражения: «...по отношению к нам материя есть все то, что каким-нибудь образом воздействует на наши чувства, а качества, приписываемые нами различным

веществам, основываются на различных впечатлениях, или изменениях, производимых в нас этими веществами...» [38, с. 84-85]. Таким образом, все, что мы видим, ощущаем в окружающем нас мире, является либо материей, либо каким-то ее отражением, проявлением и подтверждает ее существование. Кроме того, это одновременно подтверждает и то, что материя движется. Очевидно, что для того, чтобы материя воспринималась нашими органами чувств, она должна с ними каким-то образом взаимодействовать, а взаимодействие подразумевает наличие движения.

Поскольку в мире, очевидно, ничего нет, кроме материи, то, говоря о движении, мы имеем в виду движение материи. П. А. Гольбах писал: «Движение — это способ существования материи» [38, с. 75]. Движение не является абсолютным, а предполагает относительное движение одного объекта относительно другого. Следовательно, движение — это относительное движение материи. Относительность в данном случае означает, что одна часть материи движется относительно другой части материи. В дальнейшем мы будем опираться на формулировку понятия движения, данную А. Эйнштейном: «Под движением тела мы всегда понимаем изменение его положения относительно другого тела. Поэтому говорить о движении одного-единственного тела значит противоречить здравому смыслу» [39, т. 4, с. 491]. Можно несколько обобщить и уточнить данную формулировку: движение есть процесс изменения взаимного расположения материи.

Если материальное бытие исчислимо, т.е. существует предел делимости материи, то движение — это изменение взаимного положения мельчайших частиц материи, как отдельных, так и входящих в материальные структуры различного размера и сложности, разделенных пустотой. Никаких вопросов по поводу возможности движения в этом случае не возникает.

Если материальное бытие обладает свойством континуальности (неисчислимо и непрерывно), то возможность в нем движения вызывает сомнения. Понятно, что в континууме нет геометрических факторов, препятствующих замкнутым вращательным или круговым движениям (не требующим, в отличие от поступатель-

ного движения, вытеснения материи неизвестно куда). Трения в континууме тоже нет и, следовательно, нет торможения. Проблема с возможностью движения в континууме связана с другим обстоятельством — отсутствием связи (сцепления) материи.

Материя в континууме обладает бесконечной текучестью (нулевой вязкостью) и никакой объект (часть материального бытия) в ней не может образоваться за счет сцепления материи. Невозможно образование объекта и за счет внешнего воздействия (сжатия со стороны окружающей материи) — материя в континууме несжимаема и через нее не может передаваться воздействие. В результате оказывается невозможным движение какой-либо части материального бытия относительно другой — в континууме нет частей.

Обязательным свойством континуума является его однородность — свойства материального бытия везде одинаковы (а это так, если мы вслед за Р. Декартом отождествляем материю и пространство, которое, очевидно, однородно). Различия свойств предполагают наличие внутренней структуры, состава, которые могут изменяться. У континуума нет структуры или состава, а значит материя континуума однородна. Это означает, что любое движение в континууме недоступно для обнаружения, что эквивалентно его отсутствию.

Данный подход к доказательству несовместимости движения с непрерывностью материи также может быть изложен по-другому. Пусть имеется некоторый сколь угодно малый (но не бесконечно малый) объем космоса. Если бы материя обладала способностью бесконечно делиться (т.е. была непрерывной), то даже в этом объеме невозможно было провести границу между материей и отсутствием материи (пустотой). Прежде чем продолжить рассуждения, определимся с понятием «фаза». Фаза — часть системы, отделенная от других ее частей поверхностью раздела, при переходе через которую свойства изменяются скачком [40, с. 163]. Если в заданном малом объеме две фазы (материя и пустота) не имеют границы между собой (не могут быть разграничены), то это эквивалентно тому, что фаза одна, а не две. Но в этом случае в систе-

ме невозможно движение, ведь движение подразумевает изменение взаимного положения объектов, а внутри одной фазы имеется только один объект — вся эта фаза.

Единственное материальное бытие, соответствующее неделимости материи и наполненности всего мира сплошной материей, очевидно, несовместимо с движением. Материя в этом случае неделима и ей не может быть частей, которые двигались бы относительно друг друга.

Таким образом, мы пришли к выводу о необходимости для движения существования пустоты и первичных неделимых частиц. Существование бытия в виде совокупности материи и пустоты соответствует исчисляемому материальному бытию.

Мера, отрицание отрицания и изоморфизм. Для дополнительного подтверждения правильности полученного нами ответа на вопрос об исчисляемости рассмотрим совместимость представлений о бытии с законами развития природы, а также с явлением изоморфизма.

Следует отметить, что мы умышленно не называем законы развития природы (перехода количественных изменений в качественные и отрицания отрицания) диалектическими. Это обусловлено наличием в диалектическом материализме непреодолимых противоречий с материалистическим мировоззрением. Диалектический материализм, происходящий из гегелевской диалектики, унаследовал от нее центральную идею об отождествлении бытия и мышления (это прослеживается даже в названии, поскольку диалектика — это термин, относящийся не к бытию, а к познанию; между тем термин «диалектика» используется как синоним развития). Ф. Энгельс в «Диалектике природы» пишет: «...такие слова, как «материя» и «движение», суть не более, как сокращения, в которых мы охватываем, сообразно их общим свойствам, множество различных чувственно воспринимаемых вещей» [41, с. 189] или «...движение материи — это не одно только грубое механическое движение, не одно только перемещение; это — теплота и свет, электрическое и магнитное напряжение, химическое соединение и разложение, жизнь и, наконец, сознание» [там же, с. 18].

По мнению автора, движение материи (в рамках онтологии) — это именно «одно только перемещение», все прочее — понятия теории познания, которыми мы, не раскрывая внутреннего онтологического содержания, описываем мироздание. Идея отождествления бытия и мышления, органичная для идеалистической философии, в своей исходной интерпретации несовместима с материализмом. Огромные сложности современной науки, в том числе физической, обусловлены разрушением границы между бытием и продуктами мышления — моделями бытия.

Упомянутые выше законы развития природы (перехода количественных изменений в качественные и отрицания отрицания), вне всякого сомнения, многократно подтверждены практикой познания. Поэтому соотнесение с ними представлений об исчисляемости материального бытия является значимым критерием их истинности или ложности.

Как известно, в философии мерой называют категорию, объединяющую качественную и количественную определенности объекта познания. Мы говорим о объекте познания поскольку понятие качества относится к теории познания, а понятие количества является двойственным, относящимся как к онтологии, так и теории познания. Качество — это совокупность существенных признаков, отличающих один объект познания (предмет, явление или их свойство) от другого. Количество, согласно формальной интерпретации, — категория, характеризующая предметы и явления со стороны величины, объема, числа, т.е. соответствующая реальности, относящаяся к онтологии. Однако в практике познания объектов количество определяется по отношению к тому или иному качеству — «много или мало» не само по себе, а для обеспечения определенного качества. С другой стороны, и само количество определяют для качественно однородных предметов и явлений.

Несмотря на то, что мера — категория теории познания, она отражает объективное свойство эволюции природы, которое с точки зрения онтологии следует квалифицировать как процесс поэтапного структурообразования материи. Существенно упрощая, реальный процесс структурообразования можно отождествить этап

структурообразования с появлением нового качества (или качеств), а процесс развития между этапами — с количественными изменениями.

Почему количественные изменения приводят (при достижении определенного количества) к качественным изменениям?

Во-первых, потому что кроме количественных изменений с точки зрения онтологии никаких других изменений не бывает. Качественные изменения — это наша оценка в рамках теории познания, которая, в частности, может быть выражена в назначении для этого качества нового понятия. Поскольку в мироздании качественные изменения явно имеют место, следовательно, ответственность за них несут количественные изменения.

Во-вторых, если представлять объект познания как систему, состоящую из определенного количества элементов, то изменение их числа ведет к изменению связей между ними и общему усложнению (упрощению) системы. Определение состояния и поведения системы с отличающимся уровнем сложности требует другой модели, при формировании которой во многих случаях необходимым будет изменение набора используемых параметров — существенных признаков объекта познания, что эквивалентно его качественному изменению.

Итак, мы констатировали, что известный закон перехода количественных изменений в качественные, находящий повсеместное и каждодневное подтверждение в процессе познания реального мира, имеет в своей основе примат количества как онтологической основы эволюции природы. Между тем, нам известно, что количественное определение материального бытия возможно только в случае его исчисляемости.

Поскольку примат количества лежит в основе главного закона развития — закона о переходе количественных изменений в качественные, следовательно, и в основе продолжающего его закона отрицания отрицания (отражающего цикличность процесса развития и его направленность) также лежит примат количества.

Закон отрицания отрицания «свидетельствует о том, что «новое» есть результат такого развития, которое восстанавливает

«старое» как свое существенное содержание...» [42]. Что это означает с точки зрения онтологии? Поэтапное структурообразование в материальном бытии представляет собой для конкретного объекта (предмета или явления) процесс перехода из одного устойчивого состояния в другое. Как мы уже установили, эволюционный процесс соответствует поэтапному переходу количественных изменений в качественные. При этом каждому последующему состоянию устойчивости соответствует новый набор качеств — существенных признаков. Эволюционный процесс — постепенный, новые объекты формируются из старых, новые наборы качеств отличаются от старых, однако эти отличия обычно невелики, поскольку в противном случае обеспечение устойчивости было бы трудно достижимым. Часто в процессе эволюции объект переходит к форме обеспечения устойчивости, которая реализовывалась на прежних этапах развития. В результате, как говорил (в контексте политической проблематики) известный французский публицист XIX века Жан-Батист Альфонс Карр: «чем больше все меняется, тем больше все по-прежнему».

Повторяемость законов и форм на разных этапах эволюционного развития является частным случаем изоморфизма — важнейшего свойства мироздания, значимого для утверждения примата количества, а также подтверждения исчисляемости материального бытия.

Достоверное представление бытия, очевидно, должно основываться на его познании. То есть онтологическая картина мира должна формироваться на основе (или по крайней мере, с учетом) гносеологической картины мира. Одним из фрагментов гносеологической картины мира, который ставит перед нами значимые для понимания бытия вопросы, является существование в мире изоморфизмов. Почему в мире повсеместно, на самых разных уровнях организации (от физического мира до общества и сознания) наблюдается подобие форм и законов? Это подобие разных уровней: от аналогии (схожесть отдельных черт, проявлений объектов познания) до гомоморфизма (подобие форм и законов) и изоморфизма (идентичности форм и законов).

Великий принцип подобия [14] лежит в основе традукции, интуиции и множества других методов и явлений, благодаря которым достигаются существенные успехи в познании мира. На основе признания существования изоморфизмов построена общая теория систем — научная и методологическая концепция системного исследования объектов, в рамках которой предпринимается попытка обобщения форм и законов систем независимо от их природы.

Необходимым выводом из существования изоморфизмов является конечная сложность мира. Действительно, если бы мир был бесконечно сложным, то формы и законы не повторялись бы. Жилец дома, встречая иногда одних и тех же соседей, может с уверенностью утверждать, что число жильцов в доме конечно. А если он встречает одних и тех же соседей часто, значит жильцов в доме немного.

Если исходить из справедливости закона перехода количественных изменений в качественные, то из конечной качественной сложности мира следует, что в пределах ограниченной области (с которой взаимодействует субъект познания) мир количественно ограничен, т.е. бытие дискретно (или, на языке материализма, материя имеет предел делимости). Другими словами, существование изоморфизма свидетельствует об исчисляемости материального бытия.

Приведенная аргументация по поводу возможности относительного движения материи, дополненная рассмотрением закона перехода количественных изменений в качественные и закона отрицания отрицания, а также явления изоморфизма, позволяют нам констатировать исчисляемость материального бытия. Все прочие ответы на вопрос об исчисляемости материального бытия ведут к возникновению неразрешимых противоречий с имеющимися у нас знаниями о мироздании. Как говорил Артур Конан Дойл устами Шерлока Холмса: «Один из основных принципов практической логики сводится к тому, ...что после исключения невозможного оставшееся, каким бы неправдоподобным оно ни казалось, должно быть истиной» [43, с. 527].

Истинным, как мы уже констатировали выше, является представление бытия как совокупности материи и пустоты. Материя — это первичные частицы. Все элементарные частицы, химические элементы, тела являются более или менее сложными совокупностями первичных частиц. Пустота — это отсутствие материи, то, внутри чего находится и движется материя.

2.2 Первичные свойства материального бытия

Первичные свойства бытия. Первичными свойствами бытия мы будем называть такие свойства, которые не могут быть получены из других свойств, а, напротив, лежат в основе всех других свойств. Следует заметить, что, хотя в этом определении нет ошибки, оно не всегда позволяет выделять первичные свойства из всех прочих потому что «сведение» к более простым свойствам осуществляет человек, и то, что такое «сведение» ему не удалось, не означает, что оно невозможно.

В рамках материалистического мировоззрения, первичные свойства, очевидно, являются свойствами материи в ее простейшем состоянии, соответствующем минимальному количеству материи. Минимальным количеством материи является первичная частица, следовательно, свойства первичной частицы являются первичными свойствами бытия. Первичная частица имеет протяженность (в трех геометрических измерениях), телесную непроницаемость, инертность, а, кроме того, обладает движением. Совокупность первичность частиц обладает дискретностью (исчисляемостью). Отсутствие материи (пустота) также должно обладать первичными свойствами. У пустоты только одно первичное свойство — протяженность (вместимость). Это свойство делает пустоту частью бытия.

Материя (первичные частицы) и пустота обладают свойством изотропии, т.е. одинаковости свойств по всем направлениям. Следствием изотропии является однородность материи и пустоты в

каждой точке. Изотропия свойств материи и пустоты аргументируется доказательством от противного. Любое отклонение от изотропии или однородности означает наличие различий в разных точках, направлениях или областях материи и пустоты. Различие — это неодинаковость качеств, которая является следствием количественных расхождений. Между тем для одной первичной частицы количество равно единице, а для пустоты — нулю, и это количество не может быть другим. Отсутствие количественных различий обуславливает отсутствие качественных различий: все точки и направления пространства, определяющие протяженность материи и пустоты, одинаковы и равноправны; все первичные частицы однородны, т.е. имеют постоянную плотность. Кроме того, равенство количественной характеристики первичной частицы единице делает невозможным отличие одной первичной частицы от другой — они должны иметь одинаковые размер и массу.

Генезис предлагаемого понятия первичных свойствах бытия — в введенных Дж. Локком понятиях первичных и вторичных качеств [11, с. 22]. Изначально первичные свойства бытия были сформулированы в рамках представлений механического детерминизма и дискретности материи (существования предела делимости), которые происходят из идей Эпикура о первоначалах (неделимых телесных субстанциях), Гассенди о свойствах тел [6, с. 139] и др.

Протяженность первичной частицы означает, что ее размер (диаметр) не является бесконечно малым. Кроме того, трехмерная протяженность первичной частицы (материи) требует трехмерное пространство, в котором может быть, а может и не быть материи. Пространство есть физическое понятие, отражающее протяженность материи и пустоты, а также взаимное расположение материи.

Свойство дискретности первичных частиц — констатация существования материи в виде отдельных частей с ограниченной трехмерной протяженностью, разделенных пустотой. Из дискретности первичных частиц следует их исчисляемость, т.е. возможность описания их совокупности как определенного исчисляемого (дискретного и конечного) числа первичных частиц.

Телесная непроницаемость означает невозможность прохождения первичных частиц друг сквозь друга.

Понятия инертности и движения неразрывно связаны. Движение, как отмечалось выше, есть процесс изменения взаимного расположения материи (первичных частиц). Инертность тела — качество, проявляющееся во взаимодействиях с другими телами; величина обратная изменению скорости тела при взаимодействии с другими телами. Различие понятий инертности и массы заключается в следующем. Масса — инертность, определяемая во взаимодействии с заданным пробным телом, т.е. масса — это нормированная инертность. Поэтому масса является не философской категорией, а физической величиной, которая может быть использована для количественной характеристики материи и ее взаимодействий. Инертность, напротив, качественная философская категория.

Инертность тела определяется инертностью образующих его первичных частиц. Каждая первичная частица существует в пустоте, поэтому ее инертность не зависит от взаимодействия с другими первичными частицами, инертность первичной частицы — ее неотъемлемое неизменное свойство. Свойство инертности материи не является, как полагал Мах, следствием взаимодействия, взаимного влияния материи. Даже будучи помещенным в абсолютно пустое пространство, в ответ на внешнее воздействие первичная частица будет проявлять инертность.

Определение массы тела, с одной стороны, как суммы масс составляющих его первичных частиц, и, с другой стороны, как величины, обратной изменению скорости во взаимодействии с пробным телом, есть в результате закон сохранения импульса (количества движения).

Философская категория движения материи определяется, во-первых, изменением положения (перемещением) материи и, во-вторых, скоростью движения. В основе всех изменений в мире лежит механическое движение материи, следовательно, скорость движения есть мера интенсивности изменения. Скорость движения определяется из сопоставления сопутствующих движений материальных объектов. Скорость движения тела, как физическая

величина, находится посредством сопоставления сопутствующих изменений положений рассматриваемого тела и некоторого заданного (эталонного) тела. Следовательно, скорость может быть определена без использования понятия времени.

С другой стороны, сопутствующий характер изменений (движений) есть ничто иное, как их одновременность. Однако одновременность — самостоятельная от времени философская категория. Аристотель называл эту категорию «теперь» [10, т. 3, с. 145].

Для повышения эффективности познания в рассмотрение вводится эталонное движущееся тело. Отношение единичного перемещения этого тела к его скорости есть единичный интервал времени. Таким образом, время — категория теории познания (математическое понятие), служащая для количественной характеристики скорости движения материи. Можно констатировать, что время не является первичным свойством бытия.

Время (интервал времени), будучи математической, а не физической величиной, не может зависеть от свойств физической системы. Оно едино и определяется только нашим выбором эталонного движущегося тела (реального или идеального), с которым осуществляется сопоставление. Движение этого тела должно быть неизменным.

Можно видеть, что наше определение понятия времени сходно с определением, данным Аристотелем [10, т. 3, с. 147, 152]: «Изменение и движение каждого [тела] происходят только в нем самом или там, где случится быть самому движущемуся и изменяющемуся; время же равномерно везде и при всем. Далее, изменение может идти быстрее и медленнее, время же не может, так как медленное и быстрое определяются временем... Так как время — мера движения, то оно будет и мерой покоя, ибо всякий покой во времени».

Первичные свойства бытия должны быть положены в основу языка бытия, обеспечивающего однозначное соответствие бытию его описания. Достоверное описание бытия даже с использованием языка бытия на основе первичных свойств бытия все равно остается на практике невозможным. Однако знание первичных свойств

бытия открывает возможность «подсмотреть ответ». Свойства бытия (всех объектов и происходящих с ними изменений), а также формы и законы, наблюдаемые в мире, несут на себе следы своего происхождения, т.е. следы первичных свойств бытия.

Почему многие (а может и все) свойства бытия несут на себе следы первичных свойств? На этот вопрос имеются два возможных ответа:

– Новые свойства не рождаются и то, что мы полагаем новыми свойствами, есть сочетание (комплекс) первичных свойств бытия.

Является ли данное предположение редукционизмом, утверждающим возможность полного объяснения сложных явлений с помощью законов, свойственных явлениям более простым? Безусловно нет, поскольку редукционизм — методологический принцип теории познания, но не бытия. Редукционизм на практике нереализуем в силу уже указанного нами несоответствия языка науки и языка бытия и невозможности описать бытие на языке науки. Условный «редукционизм бытия» был бы возможен, если бы мы владели языком бытия.

– Реализуется закон отрицания отрицания, который «свидетельствует о том, что «новое» есть результат такого развития, которое восстанавливает «старое» как свое существенное содержание ... изменения не могут совершаться вне сохранения и только в единстве с последним возможно отражение в них сущности закона отрицания отрицания» [42].

Можно предположить, что в действительности два представленных ответа (онтологический и гносеологический) – это один ответ и в процессе развития имеет место сохранение первичных свойств бытия.

Следует отметить, что приведенное нами ранее объяснение изоморфизмов количественной ограниченностью локальной области мира (влияющей на субъект познания), не является исчерпывающим.

Если существует предел делимости материи — первичная частица, наделенная первичными свойствами, то логично предположить, что эти первичные свойства должны влиять (или опреде-

лять) на все прочие (вторичные) свойства мира, т.е. реализуется закон отрицания отрицания.

Онтологическое содержание данного явления выглядит несколько иначе. Существуют первичные свойства бытия (пять свойств у материи и одно свойство у пустоты). Эти свойства неотделимы от бытия. У них нет истории формирования, как нет истории формирования у первичных частиц и пустоты. Материя, пустота и их первичные свойства всегда были и всегда будут.

Итак, первичные свойства не были рождены развитием мира. Можно предположить, что свойства (в рамках онтологии), как и их носители — материя и пустота, не могут рождаться. Первичных свойств всего пять и никогда не станет больше. При этом в рамках теории познания по мере объединения первичных частиц, образования различных материальных структур и последующего развития мира из первичных свойств формируются все более сложные вторичные свойства, которые в рамках теории познания несводимы к первичным свойствам.

Свойства первичной частицы. Весь мир состоит из «твердых, массивных, непроницаемых, подвижных частиц... Эти первоначальные частицы, являются твердыми, несравнимо тверже, чем любое пористое тело, составленное из них, настолько тверже, что они никогда не изнашиваются и не разбиваются в куски...» — писал И. Ньютон [36, с. 311]. Эти частицы мы назвали первичными частицами.

В соответствии с нашими представлениями первичная частица является неделимой частицей, обладающей инерцией, размером. Будучи неделимой, первичная частица не имеет внутренней энергии, т.е. является абсолютно холодной. Инертность первичной частицы, как мы уже отметили выше, является неотъемлемым ее свойством, не зависящим от влияния других первичных частиц, хотя она и проявляется во взаимодействиях первичных частиц друг с другом.

Являясь самой элементарной, первичная частица не создает вокруг себя никакого поля из более элементарных частиц, а значит, первичные частицы не могут действовать друг на друга посред-

ством поля. Физике известны только два вида взаимодействия — через поле и ударно. Для первичных частиц, очевидно, единственным видом взаимодействия является ударное.

Материальность поля означает, что поле, как и вещество, образовано первичными частицами, следовательно, единственным видом взаимодействия материи является удар.

Первичная частица не имеет внутренней структуры, поэтому логично предположить, что ее форма должна обеспечивать максимально возможное равноправие всех точек. Такой формой является шар. Кроме того, шаровая форма — отражение равноправия всех трех геометрических измерений, и относительно первичной частицы — реальной единицы материи — все геометрические измерения равноправны. Отсутствие внутренней структуры делает невозможными различия первичных частиц по форме или размерам. Различие означало бы наличие в первичной частице составных частей, различные комбинации которых порождают различные формы, размеры.

Первичная частица невообразимо мала в сравнении даже с элементарными частицами, однако она материальна, более того, первичные частицы это и есть материя. Первичная частица имеет конечно малые радиус и массу. Ее плотность чрезвычайно велика; это максимально возможная плотность, больше которой не может быть.

Итак, первичная частица — неделимая абсолютно твердая шарообразная частица с конечно малыми радиусом и массой, и чрезвычайно высокой плотностью. Единственным видом взаимодействия первичных частиц является удар (столкновение), при котором они непосредственно контактируют друг с другом. Первичная частица не обладает упругостью, поскольку не деформируется. Отсутствие упругости приводит к тому, что при столкновениях первичных частиц теряется движение (энергия). Таким образом, при любом взаимодействии материи имеет место потеря движения (энергии).

Несоблюдение закона сохранения энергии — прямое следствие существования предела делимости материи. Огромные теоретиче-

ские проблемы, следующие из нарушения закона сохранения энергии, делают приведенные выше рассуждения нежелательными для современных физиков. Однако это не ставит под сомнение их достоверность.

Необходимость закона сохранения энергии согласно общепринятым представлениям следует из существования в мире энергии. Если энергия теряется, то движение постепенно прекратится и наступит «тепловая смерть». Поскольку этого не произошло, следовательно, существует какой-то механизм и соответствующий ему закон восстановления энергии.

Для определения этого закона необходимо еще раз внимательно посмотреть на взаимодействие материи (первичных частиц). Что меняется в результате их взаимодействия? Только одно: происходит их сближение (в частности, объединение).

Поскольку единственным изменением является сближение материи и нам известен конечный результат (движение как-то восстанавливается), значит восстановление движения происходит из-за сближения материи. Таким образом можно сформулировать новый закон сохранения (назовем его закон сохранения движения-положения материи): движение и взаимное положение материи связаны между собой таким образом, что уменьшение движения материи приводит к такому изменению взаимного положения материи (сближению), которое создает условия для восстановления движения. Логически продолжая сформулированный нами закон сохранения можно предположить, что рождение движения должно сопровождаться изменением взаимного положения материи в виде расширения (например, взрыва).

Сформулированный нами закон рисует картину периодического сближения-расширения материи: сближения — в результате потери движения, расширения — в результате взрыва (Большого Взрыва?), в котором движение материи увеличивается.

Базовые законы бытия. Определение базовых законов бытия — центральная задача онтологии, также имеющая большое практическое значение для построения теории систем. Отправной точкой, базой для определения базовых законов бытия могут вы-

ступать только первичные свойства бытия и логические оценки, к чему может привести их проявление на уровне самых простых систем.

Базовые законы бытия представляется логичным разделить на три группы: законы свойств, законы действия и законы систем.

Законы свойств: «существуют первичные свойства бытия» (1-й закон свойств); «все свойства, кроме первичных, являются комплексами первичных свойств и имеют ограничения и особенности, обусловленные первичными свойствами» (2-й закон свойств).

Все изменения в мире являются следствием актов действия бытия, при которых одна часть бытия действует на другую. В рамках материалистического представления речь идет о взаимодействии материи.

Материалистической философии давно известна роль движения в изменениях материи. «...лишь движение является источником всех изменений, сочетаний, форм — одним словом, всех модификаций материи. Именно благодаря движению возникает, изменяется, растет и уничтожается все существующее. Движение изменяет облик вещей, прибавляет к ним или отнимает у них свойства...» [38, с. 85-86] — писал П.А. Гольбах.

В действительности, конечно, изменения порождаются не движением материи, а ее действием, определяемым всеми свойствами бытия, как первичными (в том числе движением), так и всеми прочими, представляющими собой сочетания первичных свойств бытия. Именно в этом заключается 1-й закон действия: «действия частей бытия друг на друга порождаются их свойствами». На уровне простейших материальных структур можно ожидать, что действия будут определяться в основном первичными свойствами бытия или их несложными распознаваемыми сочетаниями.

Тот факт, что среди первичных свойств бытия есть движение — свойство, характеризующееся направлением (т.е. на языке физики описываемое векторной величиной), накладывает ограничения на характер действий: направление действия должно совпадать с направлением движения. Поскольку направления относительных движений двух взаимодействующих частей бытия противополож-

ны, направления действия двух частей бытия друг на друга также должны быть противоположными.

Исходя из сказанного можно сформулировать 2-ой закон действия: «действия частей бытия друг на друга противоположны, а направление действия одной части бытия на другую совпадает с направлением ее движения».

Из 2-го закона действия и физического осмысления такого первичного качества бытия как инертность следует закон сохранения импульса (базового закона, из которого следуют все остальные законы классической механики).

Количественной физической характеристикой инертности является масса — величина, обратно пропорциональная изменению скорости во взаимодействии с эталонным телом, обладающим постоянным свойством инертности.

Мы уже давали определение скорости движения: «скорость движения определяется из сопоставления сопутствующих движений тел». Скорость движения тела, как физическая величина, находится посредством сопоставления сопутствующих изменений положений рассматриваемого тела и некоторого заданного (эталонного) тела. Следовательно, как мы уже констатировали, скорость может быть определена без использования понятия времени.

Исходя из сказанного можно сформулировать 1-й антизакон свойств: «время не является свойством бытия, а представляет собой категорию теории познания, служащую для количественной характеристики скорости движения материи».

Из 2-го закона действия следует невозможность притяжения: гравитационного, электромагнитного, ядерного. Данное противоречие решается 3-им законом действия: «действия двух частей бытия, не соответствующие 2-му закону действия, являются кажущимися и обусловлены действием других частей бытия». Современной физической науке неизвестны механизмы действия полей. Исходя из приведенных рассуждений можно предположить, что, когда объяснения будут найдены, они должны подтвердить соответствие действительности 2-го и 3-го законов действия.

Последнюю группу базовых законов бытия образуют законы систем. Прежде чем приступить к их формулированию, необходимо дать определение понятия «система». Наиболее универсальным определением понятия системы (при котором система является как онтологическим, так и гносеологическим понятием) является определение Л. фон Берталанфи: «Система может быть определена как комплекс взаимодействующих элементов ... » [44]. В рамках теории познания «элементы рассматриваются как относительно неделимые — неделимые только в рамках данной задачи и данного анализируемого объекта» [45, с. 18]. В рамках онтологического описания элементы следует определять, как части бытия, а систему — как комплекс взаимодействующих частей бытия (элементов).

Существование систем включает их образование, нахождение в устойчивом состоянии и изменения. Соответственно, существуют три закона систем: закон образования систем, закон устойчивости систем и закон изменений систем.

Согласно 1-му закону систем (закону образования систем) «образование систем происходит из-за действий элементов друг на друга или присущих этим элементам свойств». Напомним, что согласно 1-му закону действий, действия частей бытия друг на друга порождаются их свойствами. Другими словами, образование систем происходит из-за свойств элементов или действий, обусловленных их свойствами.

Согласно 2-му закону систем (закону устойчивости систем) «система является устойчивой если взаимное действие элементов системы и элементов за пределами системы недостаточно для ее необратимых изменений». Другими словами, устойчивость системы определяется свойствами образующих ее элементов и элементов за пределами системы, действующих на нее.

3 закон систем (закон изменений систем) может быть сформулирован следующим образом: «вследствие действий элементов системы друг на друга и действий на них элементов из-за пределов системы возможно изменение системы». Частным случаем изменения системы является устойчивое изменение, при котором баланс

(сумма с учетом направления) взаимодействий системы с элементами вне системы сохраняется или изменяется вследствие взаимодействий внутри системы. Устойчивое изменение систем — условие их развития, при котором происходит увлечение числа элементов или их взаимодействий между собой и элементами вне системы.

Исходя из сформулированных базовых законов бытия определяются прочие многочисленные законы, которые могут быть положены в основу описания мира и представления объектов мироздания.

2.3 Формирование простейших материальных структур

Формирование мироздания во всем его структурном многообразии представляет собой результат последовательного образования из менее сложных структур более сложных. Этот процесс структурообразования имеет ступенчатый характер, при этом каждая ступень усложнения определяется простыми формами отношений частей внутри целого и может быть описана сравнительно простыми законами. Формируемая в результате многоуровневая иерархическая структура может быть очень сложной и описываться большим числом параметров.

Простота форм отношений частей внутри целого, лежащих в основе образования структур, обусловлена тем, что сложные формы и законы встречаются в природе редко, тем реже, чем они сложнее. Это объясняется тем, что более сложные формы и законы для формирования устойчивой структуры требуют баланса большого числа факторов (процессов), что происходит редко — тем реже, чем больше факторов.

Таким образом, становится понятным эволюционный подход, который необходимо использовать в познании мира: надо двигаться от простых структур к более сложным, на каждом уровне структурообразования сопоставляя ожидаемые (исходя из выбранной формы отношений частей внутри целого) и действительные

свойства структур. Если свойства не совпадают, значит форма выбрана неправильно и необходимо рассмотреть альтернативные варианты.

Применимость такого подхода к познанию ограничена наиболее низкими уровнями организации материи, эволюционно отстающими от первичных частиц достаточно близко для сохранения возможности логического отслеживания эволюционного усложнения по мере структурообразования. Для сложных многоуровневых структур и процессов полное раскрытие их содержания не представляется возможным. Описание таких структур возможно только в рамках теории познания на основе использования обобщенных понятий, генезис и содержание которых в полной мере не определены.

Притяжение и отталкивание. Ранее мы определили первичную частицу, которая не имеет никакой структуры. Первичная частица — неделимая абсолютно твердая шарообразная частица с конечно малыми радиусом и массой, и чрезвычайно высокой плотностью. Первичная частица является носителем первичных свойств бытия: протяженности (в трех геометрических измерениях), телесной непроницаемости, инертности, движения и исчисляемости. Протяженностью (вместимостью) также обладает пустота, в которой находятся и движутся первичные частицы.

Назовем первичную частицу гравитоном (связь данной частицы с гравитацией раскроется по мере изложения). При столкновении первичные частицы (гравитоны) могут объединяться. При столкновении двух гравитонов они объединяются всегда, при столкновении структур, образованных тремя и более гравитонами, возможно как объединение (с образованием общей структуры), так и обмен гравитонами, при котором число структур остается равным двум. В среднем столкновение материальных структур приводит к увеличению числа гравитонов в структуре. В результате постепенно происходит образование механических скоплений гравитонов.

Если мы вообразим себе мир, в котором структурообразование еще не произошло, то он должен представлять собой бесконечное

пространство, заполненное единичными гравитонами и их малыми механическими скоплениями, обладающими движением. Можно предположить, что гравитоны и их малые механические скопления рассредоточены и в среднем занимают малую часть объема пространства. В противном случае для дальнейшей эволюции «не будет места», т.е. не произойдет формирования из гравитонов и их малых механических скоплений каких-либо более сложных структур.

Бесконечное пространство, заполненное движущимися гравитонами и их малыми механическим скоплениями, мы назовем гравитонной средой. Эта среда обладает рядом значимых для дальнейшей эволюции свойств, в частности, она обладает давлением (которое могло бы проявиться, если в гравитонную среду внесли тело; правда тел пока нет). Гравитоны и их малые механические скопления иногда сталкиваются и теряют движение (энергию). Если в какой-то области гравитонной среды имеет место положительная флуктуация плотности или отрицательная флуктуация давления, то, как показывают расчеты, если размер области превышает некоторое минимальное значение, то она может начать сгущаться, одновременно продолжая терять энергию быстрее, чем в окружающих областях. Это явление представляет собой простейший тип гравитации, которую мы назовем гравитацией 1-го типа.

Наряду с малыми механическими скоплениями гравитонов также возможны большие (шаровые) скопления гравитонов (назовем их гломеронами, от лат. «гломер» — куча, глыба), обладающие способностью сохранять устойчивость благодаря давлению гравитонной среды на их поверхность. Гломероны способны восстанавливать свою форму после небольших повреждений (от других гломеронов), а главное, обладают способностью притягиваться друг к другу. На самом деле это не притяжение, но внешне эффект выглядит как притяжение. Частицы гравитонной среды теряют на гломеронах энергию, в результате давление гравитонной среды по направлению к гломерону больше, чем от него. Это позволяет гломерону стать «источником» гравитации. Действие на гломерон разности давлений от другого гломерона пропорци-

онально его площади сечения. Явление подталкивания гравитонной средой гломеронов (и других «непрозрачных» частиц) друг к другу мы назовем гравитацией 2-го типа. Эта сила гравитации пропорциональна произведению площадей сечения гломеронов (и других «непрозрачных» частиц) и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

Механизм гравитации 2-го типа имеет существенное сходство с описанным в широко известной теории Лесажа [46, 47]. Подобная теория тяготения, была выдвинута (на сорок лет раньше Лесажа) М. В. Ломоносовым. Ломоносов объяснял тяготение как результат подталкивания тел частицами за счет разности давлений [48, с. 155]. Еще раньше, в 1690 году швейцарский математик Николас Фатио де Дуилье выдвинул аналогичную теорию [49], однако работа по ней длительное время не была опубликована и оставалась практически неизвестной.

Гравитация 2-го типа может быть представлена в качестве поля — явления взаимодействия материальных объектов через посредство промежуточной среды. Материальными объектами в данном случае являются гломероны, а промежуточной средой — гравитонная среда.

Определение дальнейшего структурообразования сводится к вопросу: какая структура может быть сформирована из гломеронов — устойчивых структур, способных притягивать друг друга (на основе гравитации 2-го типа)? Ответ на данный вопрос следует из астрономических наблюдений — космическим аналогом искомой структуры являются динамические скопления (шаровые скопления звезд и галактики). В этих космических объектах значимыми являются исключительно гравитационные силы.

Гломероны подобно звездам могут образовать динамическое шаровое скопление (назовем его буллоном, от лат. «булл» — сфера, шар), в котором гломероны внутри скопления движутся, взаимодействуя (посредством гравитации 2-го типа) с ближайшими соседями, а также формируя общее гравитационное поле, удерживающее скопление от распада.

Подобно своему космическому аналогу (шаровым звездным скоплениям и галактикам) из буллонов постоянно происходит диссипация компонентов (гломеронов): при тройных сближениях гломеронов (более кратные чрезвычайно редки) один из сближающихся гломеронов может получить достаточную энергию для ухода из буллона. Если буллон существует достаточно долго и в нем достигнуто стационарное состояние, то интенсивность диссипации гломеронов будут низкой и постоянной по величине.

Гломероны, диссипировавшие (вылетевшие) из одного буллона, попадают в соседний буллон и проходя через него гравитационно взаимодействуют с образующими его гломеронами, вызывая отталкивание этого буллона. В результате диссипация гломеронов из буллонов порождает явление отталкивания между буллонами — силу диссипативного отталкивания и, соответственно, диссипативное поле.

Если буллон достаточно велик, то образующие его гломероны могут заслонять друг от друга гравитацию 2-го типа. В результате площадь материи буллона «на просвет» частицами гравитонной среды оказывается меньше, чем сумма площадей материи образующих его гломеронов «на просвет» частицами гравитонной среды. Этот эффект создает возможность увеличения площади материи «на просвет» частицами гравитонной среды за счет гломеронов, вылетевших из буллона. При равновесном состоянии буллона прирост гравитации за счет вылетевших гломеронов постоянен и не оказывает заметного влияния на взаимодействие материальных структур. При каких-либо процессах, нарушающих внутреннее равновесие в буллоне (например, при сближении буллонов и существенном диссипативном отталкивании), диссипация может усиливаться, увеличивая в области вблизи буллонов за счет вылетевших гломеронов площадь материи «на просвет» частицами гравитонной среды и формируя самостоятельное физическое явление — гравитацию 3-го типа. Для крупных и сложных материальных структур, соответствующих уровням структурообразования выше буллонов, гравитация третьего типа является основной. По мнению автора, именно гравитация 3-го типа — это привычная нам

гравитация, описываемая законом всемирного тяготения Ньютона.

Буллоны — структуры, способные гравитационно притягивать друг друга и диссипативно отталкивать, могут формировать упругую буллоновую среду, в которой расстояния между буллонами сравнительно малы, а силы гравитационного притяжения (на основе гравитации 2-го типа) и диссипативного отталкивания — велики. Свойства образующих эту среду буллонов обуславливают ее способность давать избыточную реакцию на воздействие: если среду деформировать, сближая буллоны и вызывая из них дополнительную (повышенную по интенсивности) диссипацию гомомеров, то работа силы диссипативного отталкивания может оказаться больше работы по деформации среды, вызвавшей дополнительную диссипацию. Избыточная реакция буллоновой среды делает возможным движение сквозь буллоновую среду тел (каких-то структур, более крупных, чем буллоны) или возмущений среды без потери энергии (точнее, с компенсацией потерь энергии за счет избыточной реакции среды). В результате, даже имея существенную плотность, буллоновая среда (при определенных условиях) не тормозит движущиеся через нее тела.

Исчерпывающих доказательств, почему движение должно иметь тот или иной характер, пока нет. Однако, исходя из наблюдений за природными явлениями можно предположить, что для задействия механизма избыточной реакции буллоновой среды, компенсирующей ее сопротивление, тела и возмущения среды должны двигаться по винтовой траектории (типа «пружинки») и частота их колебаний (один оборот соответствует периоду колебаний) должна быть тем больше, чем больше масса тела и его скорость.

Описанный характер движения в буллоновой среде применительно к малым телам (частицам) соответствует известной формуле де Бройля — одной из ключевых зависимостей квантовой механики. Несложно догадаться, что в рамках данного представления квантовые свойства связаны с движением по винтовым траекториям в буллоновой среде, при котором энергия частицы или воз-

мущения среды подпитывается избыточной реакцией буллоновой среды. Момент количества движения по винтовой траектории тела или возмущения среды соответствует такому квантовому свойству как спин. При этом у малых тел (частиц) спин должен быть в 2 раза меньше, чем у возмущений среды, поскольку у тел энергия распределяется поровну между поступательным и колебательным (вращательным) движением, а у возмущений вся энергия является колебательной (вращательной). Указанное различие спинов соответствует электронам, протонам и нейтронам (спин равен $1/2\hbar$) и фотонам (спин равен \hbar).

Объяснение, следующее из первичных свойств бытия, также может быть найдено и для электромагнитных явлений, в частности электрического заряда.

В настоящее время известны два возможных механизма, реализация которых может порождать явления, сходные с электромагнитными, — это пульсационная модель и модель тороидальных вихрей. В обоих случаях может формироваться притяжение и отталкивание и проявляться зависимость от скорости движения источников поля.

Первый вариант — пульсирующие в фазе или противофазе сферические структуры. Одной из теорий, описывающей данный вариант, является пульсационная теория А. Лийи [50] с упругим эфиром. По теории А. Лийи для того, чтобы между телами действовала сила притяжения, тела должны пульсировать в противофазе; для отталкивания, напротив, пульсации должны происходить в фазе. Далее в данной работе будет подробно проанализирован аналогичный авторский вариант.

Второй вариант механизма — модель тороидальных вихрей, детально описана В.А. Ацюковским в его «Эфиродинамике». В рамках данной работы дается комплексное представление о механизме формирования протона, который представляет собой «тороидальный винтовой вихрь с уплотненными стенками, структура которого соответствует некоторому подобию трубы, замкнутой в кольцо...» [51, с. 203], образованию нейтронов [51, с. 224], электронных оболочек в атомах [51, с. 315-323] и свободных электронов [52, с.

34].

Оба механизма имеют аналоги в макромире. Для механизма пульсирующей сферы это, например, пульсары. Кроме того, описанный механизм (для передачи воздействия в жидкой среде) был проверен опытным путем в экспериментах Беркнеса в 70-х годах XIX века. Наглядным примером реализации механизма тороидального вихря является кольца сигаретного дыма.

Приведенные выше рассуждения, очевидно, должны быть дополнены глубокими физическими исследованиями, в результате которых полученные выводы могут быть скорректированы. При этом несомненно, что эти рассуждения показывают принципиальную возможность объяснения фундаментальных явлений природы исходя из первичных свойств бытия. Кроме того, разрешается известное противоречие между упругостью и отсутствием сопротивления среды, передающей действия между телами. Именно это противоречие являлось значимым аргументом против существования эфира [53, с. 203-216].

Первичные законы бытия. Следующие из первичных свойств бытия структуры и явления, которые были нами описаны выше, позволяют сформулировать ряд законов (назовем их первичными законами бытия), которые являются продолжением базовых законов бытия. При этом, в отличие от базовых законов, являющихся переводом первичных свойств бытия на язык законов, первичные законы представляют собой следствия первичных свойств (и базовых законов) бытия. Отличие первичных законов от вторичных (которые, как и все мире, являются следствиями первичных свойств бытия) заключается в возможности логического отслеживания того, каким образом они следуют из первичных свойств.

Предметом нашего рассмотрения были простейшие материальные структуры. Формы и отношения, проявляющиеся при их формировании, сохранении и изменениях, могут служить основой для формулирования обобщенных законов, не привязанных к простейшим материальным структурам. Эта возможность обусловлена существованием в мире изоморфизмов, т.е. подобия форм и законов

на различных уровнях организации материи, в разных предметных областях.

Первую группу первичных законов бытия образуют законы, связанные с толканием, притяжением и отталкиванием.

Прежде чем формулировать соответствующие обобщенные законы рассмотрим реализацию толкания, притяжения и отталкивания на уровне простейших материальных структур:

– Толкание представляет собой действие движущегося материального тела (например, гравитона) на другое в направлении движения первого тела. Толкание присуще всем материальным телам согласно их первичным свойствам.

– Притяжение представляет собой действие окружающей (промежуточной) среды на одно материальное тело в направлении другого, вызванное воздействием последнего на среду. Притяжение порождается толканием частиц окружающей среды, активность которых в направлении помещенных в среду тел меньше, чем в противоположном вследствие потери частицами среды движения при толкании тел.

– Отталкивание представляет собой действие, возникающее между двумя или более материальными телами, заключающееся в их стремлении удалиться друг от друга, обусловленном избыточным действием сил притяжения.

Сформулируем теперь законы толкания, притяжения и отталкивания. При этом наши формулировки будут носить обобщенный характер, т.е. могут быть применены не только для простейших материальных структур, но и для систем любой природы:

– Закон толкания: «одна система способна оказывать действие на другую в направлении собственной активности».

– Закон притяжения: «воздействуя на свою надсистему система может создавать условия, при которых надсистема будет действовать на другие входящие в нее системы в направлении первой системы, создавая иллюзию притяжения». В данной формулировке мы оперируем понятием «надсистема», которая применительно к простейшим материальным структурам включает в себя как материальные тела, так и окружающую (промежуточную среду). Обос-

нованность данного расширения определения обусловлена тем, что для сложных систем строгое разграничение систем внутри надсистемы не всегда возможно. В частности, системы, выполняющие функцию промежуточной среды, могут быть тесно интегрированы с основными взаимодействующими системами.

– Закон отталкивания: «притяжение между системами при определенных условиях может вызывать у них избыточную активность, следствием которой становится удаление систем друг от друга, создающее иллюзию отталкивания».

Из законов толкания, притяжения и отталкивания следуют законы «упругости» систем, определяющие механизм их восстановления после внешнего дестабилизирующего воздействия. Из рассмотрения простейших материальных структур следуют три вида «упругости» систем:

– «упругость» в результате сбалансированного толкания системы другими системами;

– «упругость» в результате притяжения подсистем, обладающих активностью, препятствующей их слиянию;

– «упругость» в результате баланса притяжения и отталкивания подсистем.

Вторую группу первичных законов бытия образуют законы, связанные с обеспечением устойчивого существования систем. Одним из законов, относящихся к данной группе, который мы выявили в ходе наших исследований, является закон избыточной реакции надсистемы. На уровне простейших материальных структур этот закон реализуется в виде избыточной реакции упругой буллоновой среды, подпитываемой энергией движущиеся сквозь нее частицы, а также пульсирующие в ней динамические скопления.

Применительно к живым (реплицирующим) системам закон избыточной реакции надсистемы коррелируется с принципом устойчивого неравновесия [54, с. 32] и концепцией динамической кинетической стабильности [55, 56]. Данные принцип и концепция с некоторыми ограничениями могут быть расширены на все открытые системы [57].

Обобщенная формулировка закона избыточной реакции надсистемы: «устойчивость открытой системы обеспечивается за счет избыточной реакции надсистемы на активность этой системы».

Еще одним законом, связанным с обеспечением устойчивости систем, является закон синхронизации. Этот закон может быть сформулирован следующим образом: «периодически изменяющиеся (колеблющиеся, пульсирующие и т.д.) системы, входящих в состав надсистем с избыточной реакцией, способны синхронизироваться по частоте и фазе изменений и выравниваться по амплитуде изменений».

2.4 Закон избыточной реакции надсистем и экстремальный принцип

Одним из значимых инструментов познания, позволяющим однозначно определять поведение систем (объектов) без выяснения их внутреннего устройства и механизмов активности, является экстремальный принцип, согласно которому система ведет себя таким образом, чтобы некоторая характеризующая ее активность величина принимала экстремальное (минимальное или максимальное) возможное значение.

Экстремальный принцип существенно упрощает описание систем, он многократно и уверенно подтвержден практикой, однако, по мнению автора, для максимально продуктивного и широкого использования необходимо выявление его генезиса посредством определения связи с первичными свойствами бытия (протяженностью, телесной непроницаемостью, инертностью, движением и исчисляемостью материи, а также протяженностью (вместимостью) пустоты) и базовыми законами бытия.

Выявление генезиса экстремального принципа позволит однозначно определить границы его применимости, степень достоверности следующих из него выводов, а, кроме того, расширить и углубить представления об устройстве мироздания.

Связь экстремального принципа с первичными свойствами и базовыми законами бытия может быть выстроена через закон избыточной реакции надсистем, сформулированный автором ранее следующим образом: «устойчивость открытой системы обеспечивается за счет избыточной реакции надсистемы на активность этой системы». Данный закон является одним из первичных законов бытия и определяется эволюцией на уровне простейших материальных структур, с которого он далее транслируется на все материальное бытие. При этом достоверное описание эволюции простейших материальных структур основано на первичных свойствах бытия и базовых законах бытия.

Закон избыточной реакции надсистем. Идеализированное представление о мироздании, в котором взаимодействия, необходимые для образования, обеспечения устойчивости и изменения материальных структур, абсолютно упругие и не сопровождаются огромными потерями, требующими постоянного расходования ресурсов, вступает в очевидное противоречие с имеющимся у нас эмпирическим опытом из практических наблюдений за окружающим миром физических и химических взаимодействий, биологических и экологических систем, обществом, в том числе экономикой и межличностными отношениями. Указанные ресурсы на самом низком уровне взаимодействий — это движение материи, которое количественно характеризуется энергией или суммой модулей импульсов. Также «расходование ресурсов» можно количественно оценить исходя из уменьшения энтропии, требующегося для упорядочивания мироздания посредством структурообразования.

Откуда берутся эти ресурсы и за счет чего они пополняются? Материальные структуры или связанные с ними процессы не могут существовать сами по себе, поскольку запас их ресурсов рано или поздно закончится. В рамках системного представления ответ на данный вопрос очевиден — всякая система существует за счет надсистемы, в которую она входит. Далее эта надсистема входит в качестве системы в свою надсистему и т.д. В результате формируется некоторая пирамида систем, подпитываемая ресурсами (причем с чрезвычайно низким коэффициентом полезного действия)

самой крупной надсистемы — Вселенной. Именно в ней происходит пополнения ресурсов. Как это реализуется мы на данном этапе исследования не рассматриваем.

Что представляет собой взаимодействие системы и надсистемы, результатом которого становится пополнение системы ресурсами? Если в рамках эпистемологического описания рассматривать взаимодействие относительно системы, то оно представляет собой избыточную реакцию надсистемы на действие со стороны системы. В результате ресурсы системы увеличиваются, а надсистемы уменьшаются (причем намного больше, чем увеличиваются ресурсы системы). Одновременно с этим энтропия системы уменьшается, а надсистемы в целом (включая систему) — увеличивается.

Закон избыточной реакции надсистем находит многочисленные подтверждения на разных уровнях организации материи. В качестве примера физической системы можно привести космическое тело (звезду или планету). Будучи помещенной в надсистему (космос с «физическим вакуумом») благодаря ее избыточной реакции космическое тело посредством гравитации взаимодействует с другими космическими телами, а образующие его частицы претерпевают электромагнитные, ядерные и слабые взаимодействия [58].

В рамках эпистемологического описания закон избыточной реакции надсистемы имеет место и в нефизических системах, например, в биологических или социальных. При этом система и соответствующая ей надсистема могут выбираться не только реально существующие (например, биологический организм в экологической нише [59]; социальный индивид в обществе [60]), но и эпистемологические (например, биологический организм и вид, к которому он относится [61]; личность и социальная среда [62]). Обычно влияние одной системы на свою надсистему минимально, однако совокупность множества систем может инициировать изменения надсистемы — например, с целью восстановить нарушенный экологический или экономический баланс, либо перейти к новому сбалансированному состоянию. При этом итоговая реакция надсистемы оказывается намного большей, чем вызвавшая ее

активность систем.

П. Гленсдорф и И. Пригожин в своей книге [63, с. 11], посвященной неравновесной термодинамике, пишут, что с макроскопической точки зрения существуют два типа структур: равновесные и диссипативные: «...Равновесные структуры могут образовываться и поддерживаться в ходе обратимых превращений, протекающих при незначительном отклонении от равновесия... Диссипативные структуры ...образуются и сохраняются благодаря обмену энергией и веществом с внешней средой в неравновесных условиях...».

Согласно аргументированному ранее мнению автора, равновесные структуры (в понимании П. Гленсдорфа и И. Пригожина) в действительности не существуют, хотя они могут использоваться как познавательная модель, в которой из рассмотрения исключается существенная часть процессов и явлений, не проявляющихся в виде наблюдаемых изменений исследуемой системы (структуры). Любая реально существующая в мире открытая система является диссипативной, т.е. в ней имеет место диссипация энергии упорядоченных процессов [64] и прирост энтропии, соответствующий постепенному переходу системы из упорядоченного (структурированного) в хаотическое состояние. Сохранение устойчивости системы обеспечивается за счет механизма противодействия диссипации, основой которого является работа надсистемы по структурообразованию (построению или поддержанию) системы. При этом энергия (или сумма модулей импульсов) надсистемы в целом (включая входящую в нее систему) уменьшается, а энтропия увеличивается.

Генезис и частные случаи экстремального принципа.

Существование системы за счет ресурсов надсистемы обуславливает ограничения ее поведения, которые в рамках эпистемологии могут быть формализованы в виде экстремального принципа. Ключевыми в понимании генезиса экстремального принципа являются вопросы: «Что устанавливает указанные ограничения поведения систем?» и «Могут ли ограничения быть внутренними или они всегда продуцируются внешним воздействием?».

Для того, чтобы ответить на эти вопросы, необходимо вначале определить, что такое ограничение поведения системы. Значимые ограничения поведения системы всегда связаны с сохранением ее устойчивости и представляют собой границы допустимых отклонений параметров системы от некоторого среднего состояния, соответствующего максимуму устойчивости. Устойчивость, в свою очередь, — это способность системы сохранять текущее состояние при влиянии внешних воздействий. Таким образом можно констатировать, что ограничения продуцируются внешним воздействием. Сама по себе система не ограничена в поведении, но ее существование в рамках надсистемы, предполагающее внешнее воздействие, всегда будет ограничено границами допустимых (с точки зрения сохранения устойчивости) отклонений характеризующих ее параметров.

Примат надсистемы в определении ограничений поведения системы как будто вступает в противоречие с представлением устойчивости систем на основе обратной связи и других механизмов, реализуемых посредством взаимодействия образующих систему элементов, взаимодействия этих элементов и системы в целом с другими системами и элементами из них. В действительности противоречия здесь нет. Неоднозначность представления возникает вследствие смешения онтологического и эпистемологического описаний. Примат надсистемы в определении поведения систем следует из онтологического закона избыточной реакции надсистем, между тем как описание механизмов устойчивости осуществляется в рамках эпистемологии, оперирующей обобщенными понятиями (например, взаимодействие посредством поля), не детерминируя их внутреннего механизма, всегда связанного с использованием ресурсов надсистемы.

Наряду с реальными внешними воздействиями со стороны надсистемы, ограничения поведения системы также продуцируются тем, что обычно называют «законами природы». По мнению автора, основная часть этих «законов природы» представляет собой влияние надсистемы, механизм которого мы пока не можем детерминировать. Некоторая, весьма малая часть «законов природы»

является следствием первичных свойств бытия и следующих из них базовых законов бытия. Действие только таких «законов природы» может определять ограничения поведения систем, которые мы условно можем считать обусловленными самой системой. Примером такого ограничения является, например, невозможность тел проходить друг сквозь друга или невозможность для тела одновременно находиться в нескольких местах и т.д.

Следует заметить, что и для сложных нефизических систем, например, социального индивида (человека), ограничения определяются влиянием надсистемы (для социального индивида — обществом). Не человек сам для себя устанавливает ограничения уголовного и административного права, моральные (и следующие за ними нравственные) ограничения. Они необходимы для существования человека в обществе, его интеграции и адаптации.

Определенный интерес представляют исследования естественных (биологических, генетических) оснований морали [65]. Эти исследования показывают, что мораль усваивается не только «сверху вниз» (через культуру), но и «снизу вверх» (через биологию). В этом нет никакого противоречия — мораль, регламентирующая отношения между представителями человеческого вида, биологически обусловлена как способ его выживания и развития. Мораль в этом случае выступает в качестве ограничения для системы (биологического индивида) со стороны надсистемы (биологического вида).

Наиболее известным частным случаем экстремального принципа является принцип наименьшего действия, впервые сформулированный французским математиком и физиком XVIII века П. Мопертюи. Рассматривая движение света, П. Мопертюи пишет: «...путь, которого он придерживается, является путем, для которого количество действия будет наименьшим ...это действие зависит от скорости, имеющейся у тела, и от пространства, пробегаемого последним, но оно не является ни скоростью, ни пространством, взятыми в отдельности ...оно пропорционально сумме произведений отрезков на скорость, с которой тело проходит каждый из них. Именно это количество действия является истинной тратой

Природы...» [66].

За 75 лет до этого (в 1669 году) понятие действия было предложено Г.В. Лейбницем в работе «*Mathematische Schriften*» («Математические труды»). Лейбниц называет действие «*actio formalis*» и определяет его как величину, мерой которой служит «определенное количество материи, передвинувшееся на определенное расстояние (при поступательном равномерном движении) в течение определенного времени... Формальные действия движений пропорциональны... произведению количества материи, расстояний, на которые они передвигаются, и скоростей». Также Г.В. Лейбниц определяет действие через произведение (массы) «движущихся тел, пройденных промежутков времени и квадратов скоростей» [67, с. 22], [68].

В настоящее время приняты две основные формы принципа наименьшего действия (также его называют принципом стационарности действия): Мопертюи – Лагранжа и Гамильтона – Остроградского.

Принцип наименьшего действия в форме Гамильтона – Остроградского устанавливает, что среди всех малых кинематически возможных перемещений системы, совершаемых за один и тот же промежуток времени, реализуется то, для которого действие по Гамильтону будет наименьшим. Действие по Гамильтону определяется как интеграл по времени разности суммы обобщенных импульсов и функции Гамильтона, характеризующих систему. Принцип наименьшего действия в данной форме справедлив как для консервативных, так и неконсервативных систем. Для консервативных систем функция Гамильтона представляет собой полную энергию (выраженную как функция координат и импульсов).

Принцип наименьшего действия в форме Мопертюи – Лагранжа устанавливает, что среди всех малых кинематически возможных перемещений системы, совершаемых при сохранении одной и той же величины полной энергии системы, действительным является то, для которого действие по Лагранжу будет наименьшим. Действие по Лагранжу равно интегралу функции Лагранжа (разности кинетической и потенциальной энергии системы) по време-

ни. В отличие от принципа Гамильтона – Остроградского, в форме Мопертюи – Лагранжа варьируются не только координаты и скорости, но и время перемещения системы из одного положения в другое. В этой формулировке принцип справедлив только для консервативных и при этом голономных (т.е. с механическими связями, сводимыми к геометрическим) систем.

Экстремальный принцип имеет множество частных реализаций, в том числе не связанных с механикой [69]. В частности, второй закон термодинамики может быть сформулирован как экстремальный принцип через требование максимизации энтропии. В этом случае объектами исследования являются изолированные системы. В рамках эпистемологического анализа это допустимо, если исходить из того, что устойчивость системы уже обеспечена. Она обеспечивается надсистемой, которую мы в процессе познания не рассматриваем.

В квантовой механике экстремальный принцип проявляется через квантование энергии (соответствующей частице), порция которой равна произведению частоты волны этой частицы (волны де Бройля) на постоянную Планка, имеющую размерность действия.

Согласно предложенному автором объяснению, волновые свойства частиц являются следствием их движения в упругой среде с избыточной реакцией на колебания. В этом случае энергия системы (частицы) — это не что-то, что существует само по себе, а то, что сохраняется за счет непрерывной работы надсистемы (окружающей упругой среды с избыточной реакцией на активность системы). Эта работа совершается каждый раз при колебании частицы в упругой среде, инициирующем ее избыточную реакцию. Чем больше у частицы энергия, тем чаще ее надо пополнять, а значит больше должна быть частота колебаний. Энергия и частота колебаний связаны между собой прямой пропорцией с постоянным коэффициентом, равным постоянной Планка. В результате постоянная Планка соответствует действию, которое надсистема (в которой происходит движение частицы) передает системе за одно колебание (за период волны частицы).

Исследуя биологические системы А.П. Левич пришел к выводам, коррелирующим с изложенным выше авторским подходом: «...заключительный шаг на пути формулирования искомого экстремального принципа...связан с таким свойством изменяющихся систем, как открытость по отношению к потребляемым ресурсам. ...допустимые изменения системы всегда ограничены нехваткой каких-либо ресурсов... В силу сказанного искомый принцип может звучать следующим образом: из заданного состояния система переходит в такое состояние, для которого обобщенная энтропия максимальна в пределах, задаваемых доступными системе ресурсами» [70].

Следует отметить, что экстремальный принцип является лишь одним из следствий закона избыточной реакции системы. Другим следствием этого закона является принцип Ле Шателье – Брауна, согласно которому «если система равновесия подвергается воздействию, изменяющему какое-либо из условий равновесия, то в ней возникают процессы, направленные так, чтобы противодействовать этому изменению» [71, с. 210]. По мнению В. Банкрофта [там же, с. 202], принцип Ле Шателье – Брауна является универсальным и его частными случаями выступают: принцип наименьшего действия, закон естественного отбора, закон баланса спроса и предложения и др.

Еще одним следствием закона избыточной реакции надсистемы для описания экологических систем является закон толерантности Шелфорда, согласно которому оптимальность обитания особи (вида) определяется недостатком или избытком какого-либо фактора среды, а разность избытка и недостатка показывает выносливость или толерантность к данному фактору [72].

2.5 Закон движения-положения материи

Одним из наиболее значимых условий, обеспечивающих достоверность картины реального мира, является корректность вопро-

сов, которые ставятся в процессе познания. Корректность вопросов, в свою очередь, определяется существованием на них однозначных ответов [25]. Если задавать корректные вопросы и не избегать ответов, которые иногда не вписываются в нашу систему знаний об устройстве мире, то в результате можно приблизиться к его достоверному представлению.

Проведенные ранее автором исследование вопроса об исчисляемости материального бытия привели к однозначному выводу о дискретности материи и существовании предела делимости материи — первичной частицы. Только в этом случае возможно движение материи и образование материальных структур.

Взаимодействие первичных частиц, обладающих первичными свойствами материи (протяженность в трех измерениях, телесная непроницаемость, инертность, движение и исчисляемость (дискретность)), в силу отсутствия у них внутренней структуры и упругости, всегда приводит к уменьшению движения материи. Движение материи количественно можно характеризовать как энергию или сумму модулей импульсов. Поскольку все материальные структуры на самом низком уровне образованы из первичных частиц, следовательно, любое взаимодействие (а, применительно к сложным динамическим материальным структурам — даже просто устойчивое существование) сопровождается постоянными потерями движения материи.

Но если материя постоянно теряет движение, то почему не наступает «тепловая смерть»? Мир вечен, и если движение постоянно теряется, то рано или поздно оно должно закончиться. Автор уже обращался к рассмотрению данного вопроса и предположил существование закона движения-положения материи, который обеспечивает поддержание движения в мироздании. Теперь обратимся к философскому рассмотрению этого закона и сформулируем предположения о возможном механизме рождения движения.

Полнота описания. Наиболее простым является разделение полноты описания на абсолютное, включающее в себя все существенные признаки объекта познания, и относительное, включа-

ющее в себя признаки, декларируемые (на основании имеющихся у субъекта познания знаний) существенными для данной задачи познания.

Ввиду невозможности (в подавляющем большинстве случаев) практической реализации абсолютного описания, основной интерес представляет относительное описание. Его оценка может осуществляться по степени достоверности, определяемой как вероятностная характеристика ([19, с. 87-95], [21]) соответствия описания действительности в целом или по выбранной совокупности признаков.

Относительное описание можно использовать в тех случаях, когда предполагается, что определенные признаки не являются существенными для данного объекта познания, и поэтому могут быть исключены из рассмотрения. Очевидно, что такой подход субъективен. Вопрос существенности тех или иных признаков (качеств) мы решаем исходя из сущности познаваемого объекта. Между тем, сущность познаваемого объекта полностью не выявлена. Следовательно, мы не можем однозначно судить о существенности признаков.

Относительность описания заключается в его зависимости от уровня знаний человечества. По мере повышения уровня знаний относительное описание будет приближаться к абсолютному.

Абсолютное описание было бы возможно в том случае, если бы нам были известны все существенные признаки, характеризующие познаваемый объект. Полное описание объекта, включающее в себя всю совокупность его признаков, также будет отражать сущность данного объекта, хотя многие признаки будут несущественными и излишними. Поскольку мироздание представляет собой совокупность материальных структур, движущихся в пространстве, то такое полное описание должно включать в себя координаты (положение) всех структур в пространстве в заданной системе отсчета, направления и величины скоростей движения каждой из структур в той же системе отсчета, а также количественное описание этих структур.

В силу гносеологической невозможности представления всех материальных структур (чрезвычайно мелких и многочисленных), описание даже ограниченной области мироздания, связанной с познаваемым объектом, всегда будет неполным (относительным).

Относительное описание объекта познания, соответствующее любой полноте, — это его представление в качестве модели — системы, образованной некоторым числом элементов, интегрированных в единое целое посредством определенного числа связей. Элементы и связи при этом обладают значительной вариативностью (по сложности, свойствам и т.д.), лимитированной ограниченными типовыми множествами.

Результат описания одного и того же объекта познания с разной полнотой означает формирование моделей с существенно различающимися элементами, связями и т.д. Эти модели в общем случае не сводимы одна к другой, между ними нет отношения биективности (взаимно-однозначного соответствия) или инъективности (вложения или одно-однозначного отображения) [73, с. 319-320]. В результате, свойства объекта, определенные в рамках одного неполного описания, нельзя транслировать в контекст другого неполного описания без потери достоверности.

В качестве наглядного практического примера можно привести трансляцию знаний из медицинской и биомедицинской науки в систему здравоохранения [74]. В последней отсутствуют многие инструменты и механизмы практического использования имеющихся научных знаний, а их применение без соответствующей кадровой, организационной и технической базы приводит к медицинским ошибкам.

Знания о мире или каком-либо отдельном объекте или процессе, сформированные в рамках одного описания (соответствующего, например, области знаний или научной теории) не могут безусловно (абсолютно достоверно) констатироваться в рамках другого описания. Для такой констатации необходима дополнительная верификация, обязательной составляющей которой является сопоставление признаков, декларируемых существенными в рамках данных описаний. Существенное расхождение признаков (например,

учет в рамках одного описания лишь части признаков, принятых существенными в другом описании) является основанием считать описания несовместимыми, по крайней мере, в части рассматриваемых признаков и непосредственно с ними связанных элементов описания.

Важным частным случаем возникновения указанной несовместимости описаний является описание движения в рамках концепции «тепловой смерти» (точнее, того факта, что она не наступила) и закона сохранения энергии. В рамках первого описания по умолчанию рассматриваются все составляющие мироздания (они не указываются, но никакого ограничения по масштабу системы или типовому разнообразию форм материи не устанавливается). В рамках второго описания рассматриваются лишь известные современной науке виды движения известных форм материи. Это значит, что из факта сохранения в мире движения не следует закон сохранения энергии. И наоборот, если в каких-то случаях (которые мы рассмотрим далее) энергия теряется, то это не означает, что мир ожидает «тепловая смерть». Как уже было сказано, рассматриваемые два описания являются несовместимыми и не позволяют транслировать между собой выявленные свойства.

Необходимость закона движения-положения материи.

В качестве доказательств справедливости закона сохранения энергии обычно указывают на то, что стабильность мироздания требует сохранения движения. Действительно, если бы энергия необратимо терялась и уменьшалась, то наступила бы «тепловая смерть». Поскольку бытие «...И не «было» оно, и не «будет», раз ныне все сразу «Есть», одно, сплошное. Не сыщешь ему ты рожденья...» (Парменид «О природе» [12, с. 296]), то не может существовать момента, отстоящего от нас на конечный интервал времени, когда энергия была максимальной, и начиная с которого она постепенно необратимо убывает.

Ранее мы уже констатировали, что закон сохранения энергии — часть относительного описания бытия. Относительность закона сохранения энергии обусловлена тем, что он отражает количественные свойства (массы), движение (скорости) и взаимное по-

ложение не всей совокупности материальных структур, а только взаимодействующих тел. С другой стороны, стабильность мироздания — абсолютная истина (часть абсолютного описания), а значит, из нее может следовать только абсолютный закон (т.е. закон, относящийся к абсолютному описанию), в то время как относительный закон выводить из стабильности мироздания некорректно.

Закон сохранения энергии — относительный закон, следовательно, стабильность мироздания не требует закона сохранения энергии. В частности, периодические обратимые изменения энергии так же как сохранение энергии обеспечивают стабильность мироздания.

Привычным, но оттого не менее удивительным явлением, которое описывается в классической механике, является обратимый переход (в полях консервативных сил) кинетической энергии в потенциальную. Кинетическая энергия явно соответствует движению поскольку определяется скоростью движения материального тела. Другое дело потенциальная энергия, величина которой зависит от расстояния от источника поля консервативных сил. При чем здесь расстояние? Или, может быть, расстояние (определяющее взаимное положение взаимодействующих тел) и движение каким-то образом связаны?

Пример потенциальной энергии показывает, что закон сохранения механической энергии, являющийся, как мы всегда думали, наиболее простым и понятным частным случаем закона сохранения энергии, в действительности оперирует не только движением материи (которое характеризуется скоростью движения материальных тел), но и их взаимным положением. Другими словами, закон сохранения механической энергии (и закон сохранения энергии в целом) не является законом сохранения движения материи. Но ведь именно сохранение движения необходимо для того, чтобы не наступила «тепловая смерть».

Объективных оснований требовать сохранения энергии во взаимодействиях материи у науки в настоящее время нет. По сути закон сохранения энергии является эмпирическим. А это означа-

ет, что он может быть ограниченным определенной областью применения (характеризующейся типами взаимодействий, свойствами взаимодействующих тел и т.д.). Мы уверенно можем утверждать, что закон сохранения энергии выполняется при механических взаимодействиях макротел, атомов и молекул, химических и ядерных реакциях. Вероятно, закон сохранения энергии соблюдается во взаимодействиях элементарных частиц. Действует ли закон сохранения на более низких уровнях организации материи современная физика не знает.

Если исходить из того, что материя имеет предел делимости в виде первичных частиц (а это надежно доказано автором), то при взаимодействии этих первичных частиц кинетическая энергия (являющаяся мерой движения материи) уменьшается. При этом никакого аналога потенциальной энергии для первичных частиц нет — они взаимодействуют не посредством полей консервативных сил, а исключительно ударно (контактно).

Общая теория систем дает нам «подсказку» в решении возникшей проблемы сохранения движения материи на уровне первичных частиц. Эта «подсказка» заключается в том, что мироздание обладает свойством изоморфизма: формы и законы в нем повторяются на разных уровнях организации материи, в разных предметных областях. В случае механического взаимодействия макротел кинетическая энергия может возвращаться при обратном изменении взаимного положения взаимодействующих тел. Нечто подобное может иметь место в случае взаимодействия первичных частиц, а значит и всех материальных структур.

В результате в мироздании должен действовать закон движения-положения материи: движение и взаимное положение материи связаны между собой таким образом, что уменьшение движения материи приводит к такому изменению взаимного положения материи (сближению), которое создает условия для восстановления движения. Действует также и обратная зависимость: изменение взаимного положения материи сопровождается таким изменением движения, которое создает условия для восстановления взаимного положения материи.

Поскольку конечным состоянием изменения взаимного положения материи является максимальное ее сближение, то можно предположить, что рождение движения происходит именно в этом состоянии и оно должно сопровождаться изменением взаимного положения материи в виде взрывного расширения (взрывного — потому что рождается движение). Описание закона движения-положения материи полностью соответствует современному космологическому сценарию: Большой Взрыв, последующее замедление расширения, затем сжатие Вселенной и новый Большой Взрыв. В ходе замедляющегося расширения и сжатия движение материи (причем не только связанное с расширением, но и любое) теряется, в Больших Взрывах движение материи увеличивается (восстанавливается). Согласно такому пониманию закона движения-положения материи, объектом, к которому он применим, является только Вселенная. В системах меньшего масштаба данный закон не соблюдается.

В описанном сценарии имеются два элемента, требующих разъяснения: во-первых, почему при потере движения Вселенная сжимается и, во-вторых, каким образом в состоянии максимального сжатия Вселенной рождается (увеличивается) движение?

Ответ на первый вопрос может быть кратко изложен следующим образом. Если рассматривать Вселенную в очень большом масштабе, что она может быть представлена как среда, элементами которой являются материальные структуры различного размера и уровня сложности — от первичных частиц до галактик. Эту среду мы назовем материальной средой. В процессе расширения и последующего сжатия Вселенной между элементами материальной среды действуют силы гравитации, формирование которых является прямым следствием потери энергии (движения) материальной среды при любых взаимодействиях элементов. В результате одновременно (и взаимообусловлено) происходит уменьшение движения материальной среды и замедление ее расширения, которое в определенный момент сменяется сжатием.

Определение механизма увеличения движения материи — задача не менее сложная, чем механизм замедления расширения и

сжатия Вселенной. Для решения задачи определения механизма увеличения движения материи нам, в первую очередь, необходимо корректно ее сформулировать. Это поможет нам выбрать адекватный аналог из доступных для нас объектов познания.

Корректная формулировка задачи в данном случае сравнительно проста. Поскольку движение материи характеризуется энергией или суммой модулей импульсов, следовательно, оно зависит от массы материи и ее скорости. Массу материи изменить невозможно (она равна сумме масс первичных частиц), поэтому задача увеличения движения материи сводится к увеличению скорости ее движения. Таким образом, необходимо определить механизм увеличения скорости. Причем, речь идет именно о механизме, т.е. решение следует искать в области механики. Это обусловлено тем, что как потери движения материи, так и его рождение должны происходить на уровне первичных частиц, ведь кроме них в мироздании больше ничего нет.

Механизмы увеличения скорости. Разнообразие механизмов увеличения скорости сравнительно невелико. Все эти механизмы, по мнению автора, можно разделить на две группы.

В механизмах первой группы увеличение скорости происходит благодаря действию закона сохранения энергии, проявляющегося через возникновение у взаимодействующих тел нормальной (упругой, действующей по нормали к поверхности) силы реакции. Частные случаи механизмов первой группы — это наклонная плоскость (клин, винт) и (для жидкостей и газов) сопло. Очевидно, что механизмы первой группы не позволяют увеличивать скорость первичных частиц, не обладающих упругостью.

В механизмах второй группы увеличение скорости происходит вследствие изотропии (однородности, т.е. тождественности всех точек, и одинаковости свойств всех геометрических измерений) пространства. Единственным механизмом, относящимся к данной группе, является рычаг — твердое тело, которое может вращаться вокруг неподвижной опоры. Принимая во внимание, что кроме рычага других механизмов увеличения скорости, не требующих упругости, не существует, следовательно, именно рычаг является

искомым механизмом.

При этом в своем исходном виде рычаг для этой роли подходит плохо. Предварительные исследования автора показали, что построение механизма из нескольких (в простейшем случае — четырех) квазисферических материальных структур, из которых одна выполняет функцию рычага, умножающего скорость (в процессе передачи импульса от второй материальной структуры к третьей), а еще одна (четвертая, существенно превосходящая прочие по массе) — функцию опоры, обнаруживает значительные геометрические сложности. Сохранение более сложных форм взаимодействующих материальных структур в условиях максимального сжатия материи крайне маловероятно.

Расширенной версией механизма рычага является увеличение (окружной) скорости вращения при уменьшении радиуса вращения (например, при сжатии вращающегося тела). Реализация этого механизма возможна только для сравнительно сложных материальных структур. Его сущность заключается в применении механизма рычага, реализующегося многократно и непрерывно, так, что итоговое его действие усредняется (в рамках математического описания — интегрируется по времени). При этом в каждый момент времени соблюдается закон сохранения импульса. В совокупности механизм рычага и закон сохранения импульса порождают закон сохранения момента импульса (также он следует из закона сохранения импульса и изотропии пространства, которая, как мы уже говорили лежит в основе механизма рычага).

Известным примером реализации данного механизма является ускорение вращения фигуриста за счет сведения рук и ног и уменьшения тем самым среднего радиуса вращения. Вследствие действия закона сохранения момента импульса окружная скорость обратно пропорциональна радиусу вращения.

Косвенным подтверждением, что увеличение (окружной) скорости вращения при уменьшении радиуса вращения может быть искомым нами механизмом, является широкая распространенность во Вселенной аккреционных дисков — структур, возникающих в результате падения материи, обладающей вращатель-

ным моментом, на массивное центральное тело, сопровождающееся ускорением вращения [75, 76]. Распространенность не является аргументом в пользу эффективности механизма, однако свидетельствует о наличии в природе такого паттерна формы. Это является значимым аргументом в оценке достоверности знания.

Закон избыточной реакции надсистем и закон движения-положения материи. Одним из основных законов природы, описывающим существование в мироздании материальных структур, является закон избыточной реакции надсистем, согласно которому всякая система существует за счет избыточной реакции своей надсистемы на ее активность. Все системы, существующие во Вселенной, пополняют свое движение за счет Вселенной, являющейся их наибольшей надсистемой. Однако для Вселенной закон избыточной реакции надсистемы неприменим — она сама пополняет свое движение и ей для этого не требуется надсистема. Можно сказать, что Вселенная является «энергетически независимой» (хотя выражение не вполне точно, так как речь идет не об энергии, а о движении, которое более достоверно характеризуется как сумма модулей импульсов).

«Энергетическая независимость» Вселенной не означает, что у нее нет надсистемы. Мир бесконечен и не может быть ограничен Вселенной, которая имеет размер, массу и другие свойства, присущие любому объекту. Логически продолжая описание мира можно предположить, что наша Вселенная — лишь одна из бесконечного числа вселенных, в совокупности образующих Метавселенную. Именно Метавселенная является максимально возможной системой, включающей в себя все бытие.

Возвращаясь ко Вселенной можно предположить, что если закон движения-положения материи работает безукоризненно (а нам это неизвестно), то Вселенная может рассматриваться как закрытая система, практически не взаимодействующая с другими вселенными и Метавселенной. Если же закон движения-положения материи выполняется не всегда или не одинаково точно, то восстановление движения во Вселенной может происходить при участии Метавселенной, т.е. за счет каких-то обменных процессов с други-

ми вселенными. В этом случае Вселенная, как и все входящие в нее системы, является открытой.

В заключение данной главы необходимо ответить еще на один вопрос: «Почему существует закон движения-положения материи?». Этот вопрос, как и другие подобные вопросы (Почему мир бесконечен? Почему у бытия именно такой набор первичных свойств? и т.д.), имеет один общий ответ. Его удачно сформулировал известный английский астрофизик П. Дэвис: «Если бы все было не таким, каково оно есть, нас бы здесь просто бы не было, и мы не могли бы выражать свое удивление» [77, с. 267-268].

Изучая мир, причем не только формируя его познавательные модели, но и осознавая его подлинное онтологическое содержание, мы не можем при оценке результатов познания абстрагироваться от наличия субъекта познания. И не потому, что субъект познания влияет на объект познания (это влияние может быть учтено и нивелировано), а потому, что факт существования и свойства субъекта являются результатом объективно существующих свойств бытия, которые, в свою очередь, формируют и объект познания.

2.6 Выводы по главе 2

1. Ключевым для понимания устройства мироздания является вопрос об исчисляемости материального бытия, на который имеется всего три возможных ответа — материальное бытие исчисляемо, неисчисляемо или неделимо.

2. Из однозначного определения понятий «деление материи» и «движение материи» следует совместимость движения материи только с исчисляемым материальным бытием.

3. Рассмотрение известных, многократно подтвержденных практикой познания законов развития природы (перехода количественных изменений в качественные и отрицания отрицания), показало их совместимость только с представлениями об исчисляемости материального бытия.

4. Явление изоморфизма, повсеместно наблюдаемое в мироздании, является свидетельством конечности сложности материаль-

ного бытия, а значит его исчисляемости.

5. Первичные свойства бытия — свойства, не сводимые к другим, более простым свойствам; свойства, из которых складываются все прочие свойства бытия. Все объекты, свойства и процессы, наблюдаемые в мире, несут на себе следы своего происхождения, т.е. следы первичных свойств бытия.

6. Свойства первичной частиц — предела делимости материи могут быть однозначно определены. К их числу относятся протяженность (в трех геометрических измерениях), телесная непроницаемость, инертность, движение и исчисляемость. Эти свойства являются первичными свойствами бытия.

7. Из свойств первичных частиц следует перманентная потеря материей движения. Это означает необходимость пересмотра многих существующих физических представлений, в частности использования вместо закона сохранения энергии более общего закона движения-положения материи, а также определения механизмов рождения движения.

8. Исходя из первичных свойств бытия и следующих из них логических оценок могут быть сформулированы базовые законы бытия, которые необходимы для определения простейших материальных структур и связанных с ними законов, а также прочих многочисленных законов развития материального бытия.

9. Отталкиваясь исключительно от первичных свойств бытия возможно логически отследить формирование простейших материальных структур. Это формирование материальных структур позволяет определить механизмы рождения притяжения и отталкивания материальных тел, волновые свойства частиц.

10. Формы и связи, выявляемые при исследовании формирования простейших материальных структур, могут служить основой для формулирования первичных законов бытия — законов, логически следующих из первичных свойств бытия.

11. Существуют следующие первичные законы бытия: толкания, притяжения, отталкивания, упругости (трех видов), а также закон избыточной реакции надсистемы и закон синхронизации. К числу первичных законов бытия также может быть отнесен за-

кон сохранения движения-положения материи, предположение о существовании которого было выдвинуто ранее.

12. Экстремальный принцип является значимым инструментом познания, позволяющим получать ответы о поведении систем без уточнения определяющих их поведение реальных механизмов. Эффективность использования экстремального принципа может быть повышена, если раскрыть его генезис и онтологический смысл через выявление связи с первичными свойствами и базовыми законами бытия. Такая связь может быть выстроена через сформулированный автором закон избыточной реакции надсистем — один из первичных законов бытия, определяемый из исследования эволюции на уровне простейших материальных структур.

Часть II

Гравитонная среда

3 Три закона взаимодействия материи

3.1 Механические свойства гравитона

Как мы уже установили в предыдущем разделе, делимость материи имеет предел — гравитон; все в мире состоит из гравитонов; элементарные частицы, атомы, молекулы, макро- и космические тела представляют собой сложные многоуровневые соединения гравитонов. Единственным видом взаимодействия гравитонов является ударное. Поскольку материя — это гравитоны, то, следовательно, единственным видом взаимодействия материи является ударное взаимодействие. Иногда (в случае взаимодействия достаточно сложных материальных структур) указанное ударное взаимодействие осуществляется не непосредственно, а через возмущение среды, заполняющей пространство между структурами. Такое взаимодействие есть взаимодействие посредством поля. Возмущение среды при этом возникает вследствие ударного взаимодействия структур со средой, образованной более мелкими и простыми структурами.

Итак, все процессы, изменения в мироздании представляют собой движение гравитонов в пустоте, в результате которого происходят их столкновения.

Гравитон — неделимая частица, поэтому он не имеет внутренней структуры, следовательно, абсолютно жесткий и неупругий. Гравитон представляет собой одну фазу, а значит, в нем не может происходить относительного движения частей. Без такого движения невозможно представить себе деформацию и проявление упругих свойств. Вследствие отсутствия у гравитона упругих свойств при взаимодействии гравитонов не будет возникать нормальной силы реакции (силы реакции, направленной по нормали к поверх-

ности гравитона). Сила реакции направлена строго против направления относительной скорости. В упругих изотропных телах сила реакции направлена по нормали к поверхности вследствие того, что векторная сумма относительных смещений частей деформированного тела, сопровождающих восстановление формы, направлена по нормали к поверхности.

Как известно, эффект клина основан на несовпадении направления силы реакции и активной действующей силы, что имеет место в упругих телах. Поскольку в гравитоне активная сила всегда вызывает реакцию, направленную против нее, то, следовательно, при взаимодействии гравитонов эффект клина не может возникать.

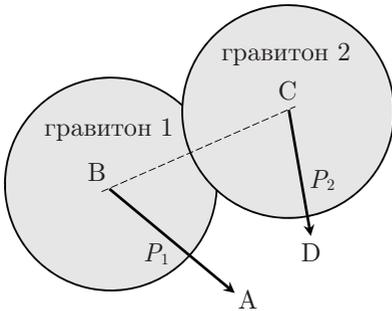


Рис. 3.1. Система из двух гравитонов

Отсутствие деформации гравитонов (т.е. их абсолютная жесткость и неупругость) делает невозможным возникновение вращения системы двух гравитонов при нецентральной ударе. Рассмотрим рис. 3.1. Пусть происходит столкновение двух гравитонов с импульсами P_1 и P_2 . Возникающий момент не может вызвать вращения системы из двух гравитонов, поскольку для этого необходима их деформация. Заменим полученную систему

рычажной статической $ABCD$, где рычаги AB и CD находятся под действием импульсов P_1 и P_2 соответственно. Для того чтобы рычаг BC повернулся (т.е. система из двух гравитонов получила вращение), он должен сжаться, т.е. обладать способностью к деформации. Если же он абсолютно твердый, то никакие импульсы P_1 и P_2 не вызовут его поворота. Следовательно, при взаимодействии абсолютно твердых гравитонов не будет возникать вращения образующейся системы, а, следовательно, и центробежных сил. При взаимодействии двух гравитонов всегда происходит их объединение.

Сформулируем теперь механические свойства гравитона. *Гравитон — абсолютно твердая, жесткая и неупругая частица, представляющая собой шар с чрезвычайно малым радиусом и массой, но очень высокой плотностью.* Плотность гравитона — предельно возможная плотность. При взаимодействии гравитонов не возникает эффекта клина и вращения образующейся системы, поэтому *столкновение гравитонов всегда приводит к их объединению.* Ударный характер взаимодействия гравитонов и отсутствие у них внутренней энергии означает неизбежную потерю энергии во взаимодействиях.

Рассмотрим пример. Пусть два гравитона движутся навстречу друг другу, и происходит их столкновение. Если скорости гравитонов были равны, то произойдет их остановка. Кроме того, в результате не возникнет упругих сил и не произойдет изменения внутренней энергии гравитонов (ее у них нет). Таким образом, в результате столкновения гравитонов происходит потеря ими скорости, а значит, и энергии.

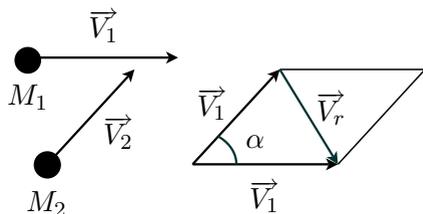


Рис. 3.2. Взаимодействие двух гравитонов

Вследствие отсутствия у гравитонов упругости, взаимодействие гравитонов происходит мгновенно, и мгновенно происходит изменение скоростей. Ускорения и силы инерции в момент взаимодействия равны бесконечности, но, поскольку гравитон абсолютно твердый и неделимый, то с ним не происходит никаких

изменений. Может возникнуть резонный вопрос: как в природе могут встречаться бесконечные величины? Как мы отметили в предыдущем разделе, ускорение и сила инерции, как и другие величины, не определяемые без использования понятия времени, представляют собой математические абстракции. Ускорение, сила инерции — понятия, помогающие нам в изучении реального мира, но сами они реально не существуют. Поэтому мы не вправе на-

кладывать какие-либо ограничения на области их значений. При этом необходимо принимать во внимание ограниченность области применения этих величин.

При взаимодействиях гравитонов действует закон сохранения импульса, не связанный с наличием упругих свойств у взаимодействующих частиц. Пусть взаимодействуют два гравитона (рис. 3.2). Определим средние значения скорости и кинетической энергии после взаимодействия двух гравитонов, приводящего к их объединению. Исходя из закона сохранения импульса, имеем:

$$(M_1 + M_2)\vec{V}_\Sigma = M_1\vec{V}_1 + M_2\vec{V}_2, \quad (3.1)$$

где M_1, \vec{V}_1 — масса и вектор скорости первого гравитона; M_2, \vec{V}_2 — масса и вектор скорости второго гравитона; \vec{V}_Σ — вектор скорости объединившейся пары гравитонов.

Если $M_1 = M_2 = M$, тогда суммарная скорость

$$\vec{V}_\Sigma = \frac{\vec{V}_1 + \vec{V}_2}{2} \quad (3.2)$$

Потеря скорости в конкретном столкновении зависит от угла столкновения

$$V_\Sigma^2 = \frac{1}{4} [V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos \alpha], \quad (3.3)$$

где α — угол между векторами \vec{V}_1 и \vec{V}_2 .

При $V_1 = V_2 = V$:

$$V_\Sigma = \sqrt{\frac{2V^2(1 + \cos \alpha)}{4}} = V \cos(\alpha/2), \quad (3.4)$$

где V — скорость гравитонов до столкновения.

Как известно из кинетической теории газов, вероятность столкновения молекул прямо пропорциональна их относительной скорости. Вероятность столкновения гравитонов, образующих некоторую газоподобную среду, также зависит от их относительной скорости V_r . Функция распределения плотности вероятности в данном случае пропорциональна V_r . Определим величину V_r :

$$V_r^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \cos \alpha = 2V^2 (1 - \cos \alpha);$$

$$V_r = 2V \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}} = 2V \sin (\alpha/2); V_r \propto \sin (\alpha/2).$$

Используя правило нормировки функции $f(\alpha)$ плотности вероятности, получим следующее распределение:

$$f(\alpha) = \frac{1}{2} \sin (\alpha/2), \quad (3.5)$$

Определим средние значения скорости пары гравитонов после столкновения и квадрата этой скорости (для определения средней энергии):

$$\overline{V_\Sigma} = \int_0^\pi V_\Sigma f(\alpha) d\alpha = \frac{V}{2}, \quad (3.6)$$

$$\overline{V_\Sigma^2} = \int_0^\pi V_\Sigma^2 f(\alpha) d\alpha = \frac{V^2}{3}. \quad (3.7)$$

Таким образом, при столкновении гравитонов, имеющих одинаковые скорости, в среднем теряется половина скорости и $2/3$ энергии. Заметим, что рассмотренный случай ($V_1 = V_2$) соответствует максимуму абсолютной потери энергии. Так, при той же начальной суммарной энергии (например, $V_1 = \sqrt{2}V$, $V_2 = 0$), скорость образовавшейся пары будет $|V_\Sigma| = \frac{1}{\sqrt{2}}V$, а квадрат скорости, соответственно, $V_\Sigma^2 = \frac{1}{2}V^2$, то есть в результате такого взаимодействия теряется в среднем только 30% скорости и половина энергии. Следовательно, наша оценка, что происходит потеря половины скорости и $2/3$ энергии является несколько завышенной.

Итак, при столкновении гравитонов неизбежно теряется энергия. Поскольку все тела, частицы состоят из гравитонов и на самом низком уровне взаимодействия материи происходит ударное взаимодействие гравитонов, следовательно, взаимодействие материи сопровождается перманентной потерей энергии, что входит в противоречие с законом сохранения энергии.

3.2 Закон сохранения импульса

Основопологающим законом, описывающим взаимодействие материи, является закон сохранения импульса (количества движения). Закон сохранения импульса связывает два первичных качества материи: движение и инертность. Движение в законе сохранения импульса характеризуется скоростями взаимодействующих тел, а инертность — их массами. Само понятие инертности (массы) определяется как способность изменять скорость в результате взаимодействия.

Пусть взаимодействуют два тела с массами M_1 и M_2 . Относительная скорость равна V . Тогда, в соответствии с определением массы, как величины, обратной изменению скорости в результате взаимодействия, получим, что изменение скорости первого тела ΔV_1 относится к изменению скорости второго тела ΔV_2 , как масса второго тела M_2 относится к массе первого тела M_1 :

$$\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{M_2}{M_1}. \quad (3.8)$$

Отсюда $\Delta V_1 M_1 = \Delta V_2 M_2$.

Если рассматривать взаимодействие в системе отсчета, где тело 1 неподвижно, а тело 2 движется со скоростью V , то суммарный импульс системы до взаимодействия $P_1 = M_2 V$, а после взаимодействия $P_2 = M_1 (0 + \Delta V_1) + M_2 (V - \Delta V_2) = M_2 V$.

Итак,

$$P_1 = P_2. \quad (3.9)$$

Следовательно, импульс системы в результате взаимодействия не изменяется. Это и есть закон сохранения импульса. Таким образом, закон сохранения импульса может быть выведен из определения понятия массы.

Закон сохранения импульса лежит в основе трех законов механики, сформулированных И. Ньютоном.

Из закона сохранения импульса следует равенство изменения импульса тела векторной сумме импульсов, переданных ему другими телами. Если передача импульсов осуществляется за время

Δt , то можно составить следующее уравнение:

$$\overline{\Delta P}_b = \sum_{i=1}^N \overline{\Delta P}_i, \quad (3.10)$$

где $\overline{\Delta P}_b$ — изменение импульса тела; $\overline{\Delta P}_i$ — векторы импульсов, переданных телу; N — число импульсов, переданных телу за время Δt .

Разделив и умножив правую часть уравнения на Δt , получим:

$$\overline{\Delta P}_b = \frac{\sum_{i=1}^N \overline{\Delta P}_i}{\Delta t} \Delta t = F \Delta t, \quad (3.11)$$

где F — сила (давления), действующая на тело. Эта сила есть физическая величина, отражающая реально протекающий процесс.

Произведение $F \Delta t$ называют импульсом силы. Итак, изменение импульса (количества движения) тела равно импульсу переданной ему силы (давления).

В случае, когда N очень велико, формула (3.11) может быть записана в дифференциальной форме:

$$d\overline{P}_b = \overline{F} dt. \quad (3.12)$$

где \overline{P}_b , \overline{F} — средние значения импульса и силы.

Полученное выражение представляет собой 2-ой закон Ньютона. Следует отметить, что дифференциальная форма 2-го закона Ньютона применима не всегда. Так, при анализе взаимодействия двух гравитонов она, очевидно, неприемлема. В общем случае изменение скорости тела, на которое оказывается воздействие (которому передаются импульсы), происходит ступенчато при каждой передаче импульса. Если тело и частота передачи импульсов достаточно велики, ступенчатость изменений сглаживается, и функцию $P_b(t)$ можно считать гладкой (дифференцируемой). В этом случае дифференциальная форма 2-го закона Ньютона математически верна.

Первый закон Ньютона (закон инерции) является частным случаем второго. Первый и второй законы Ньютона, как и закон сохранения импульса, из которого они вытекают, утверждают равномерный и прямолинейный характер инерционного движения, следующий из равноправия всех точек и всех измерений пространства.

Третий закон Ньютона, очевидно, также как и первые два, вытекает из закона сохранения импульса. Он представляет собой выраженную в терминах силы констатацию равенства изменения импульсов взаимодействующих тел.

Итак, первым законом взаимодействия материи является закон сохранения импульса: векторная сумма импульсов замкнутой системы не изменяется при взаимодействиях ее компонентов.

Закон сохранения импульса, кроме своего основного содержания, также является основой и перекрывает все три закона Ньютона. Законы Ньютона фактически являются «переводом» закона сохранения импульса на язык сил. Введение Ньютоном понятия силы, обладающего несомненными достоинствами, позволяющими существенно упростить описание и анализ динамических систем, тем не менее, повлекло за собой крайне нежелательное смешение физических и математических понятий (величин). В частности, как было указано выше, сила, вызванная давлением среды, является физической величиной, а сила инерции — математической (абстрактной).

Не опровергая практического значения трех законов Ньютона, мы предлагаем в качестве базового закон сохранения импульса.

3.3 Закон сохранения момента импульса

Если рассматривать закон сохранения момента импульса формально, как констатацию сохранения геометрической (векторной) суммы моментов импульсов компонентов замкнутой системы относительно неподвижной точки при движении и взаимодействии компонентов, то этот закон следует из закона сохранения импульса и прямолинейности инерционного движения. Прямолинейность инерционного движения обеспечивает постоянство расстоя-

ний между векторами импульсов компонентов и выбранной неподвижной точкой в промежутках между взаимодействиями компонентов, благодаря чему геометрическая сумма импульсов системы не изменяется. При взаимодействии двух компонентов закон сохранения момента импульса доказывается следующим образом. Импульс первого из взаимодействующих компонентов мы раскладываем на две составляющие, одна из которых параллельна импульсу другого взаимодействующего компонента. При взаимодействии параллельные импульсы, приложенные на одном плече, складываются в соответствии с законом сохранения импульса, а вторая составляющая импульса первого компонента остается неизменной. Таким образом, геометрическая сумма импульсов взаимодействующих компонентов не изменяется. Вышеприведенные рассуждения достаточно очевидны, но мы сочли полезным их привести.

Закон сохранения момента импульса, однако, имеет главной своей задачей описание вращательного движения тел вокруг собственной оси. Мы установили, что пара гравитонов не может иметь вращения вокруг общего центра масс. Не обладают вращательным движением и малые механические скопления гравитонов, не способные сохранять свою устойчивость за счет давления окружающей материальной (гравитонной) среды.

Итак, для того, чтобы материальная структура могла вращаться вокруг собственной оси необходимо существование среды, за счет которой эта структура сохраняет свою устойчивость.

В природе нет такого первичного независимого свойства как инерция вращения. Инерция вращения материального тела является следствием воздействия на него материальной (в частности, гравитонной) среды, искривляющей прямолинейные траектории компонентов этого тела. Так, вращение Земли вокруг собственной оси обладает инерцией благодаря тому, что гравитационное поле Земли (формирующееся, как будет показано позже, в результате взаимодействия Земли с окружающей гравитонной средой) удерживает ее от распада, при котором материя Земли двигалась бы прямолинейно и равномерно по инерции. При вращении макротел

вокруг собственной оси их устойчивость (целостность) обеспечивается за счет электромагнитного поля, связывающего молекулы этих тел.

Движение тел по замкнутым орбитам является частным случаем вращательного движения. Это имеет место в космосе (например, вращение планет вокруг звезд), в атоме (вращение электронов вокруг ядра) и т.д. Такого рода вращение возможно только при наличии среды, благодаря которой создается поле, искривляющее прямолинейное движение тел, заставляя их двигаться по замкнутым траекториям.

В заключение заметим, что действие закона сохранения момента импульса при взаимодействии с устойчивым материальным телом, в результате чего ему сообщается вращательное движение, имеет фундаментальное значение в мироздании. Как будет показано, закон сохранения момента импульса лежит в основе рождения движения в Большом взрыве.

Из закона сохранения момента импульса могут быть выведены три закона динамики вращательного движения, подобно тому, как из закона сохранения импульса вытекают три закона динамики поступательного движения (законы Ньютона). Динамика вращательного движения, в отличие от динамики поступательного движения, всегда достоверно описывается посредством сил (моментов сил). Это является следствием того, что вращательное движение присуще только достаточно сложным и крупным материальным структурам, обеспечивающим свою устойчивость посредством взаимодействий с материальной средой и взаимодействующим через поле (т.е. не непосредственно, а возмущая промежуточную материальную среду). В этом случае частота передачи импульсов (моментов импульсов), осуществляемой частицами материальной среды, чрезвычайно велика, что позволяет перейти от импульсов к силам (или от моментов импульсов к моментам сил).

Итак, закон сохранения момента импульса, понимаемый формально, представляет собой очевидное следствие закона сохранения импульса и прямолинейности инерционного движения. Физическое значение закона сохранения момента импульса включает-

ся в описании вращательного движения материальных тел, невозможного без существования материальной среды.

Несмотря на единство закона сохранения импульса и закона сохранения момента импульса, мы выделяем последний как самостоятельный, поскольку он неразрывно связан с наличием материальной среды.

3.4 Закон движения-положения материи

Закон движения-положения материи был нами подробно рассмотрен в предыдущем разделе данной работы. Напомним основные положения этого закона.

Полное описание мироздания представляет собой задание положения и движения материи, поэтому в общем случае закон, описывающий изменения в мироздании, должен связывать положение и движение материи.

Рассматривая взаимодействие материи (гравитонов), мы констатировали перманентную потерю движения (в частности, уменьшение давления материальной среды), сопровождающее это взаимодействие. С другой стороны, в вечном мире, очевидно, не происходит необратимого уменьшения движения. Обратимость изменения движения в мироздании есть абсолютная истина, и поэтому обратимость изменений движения должна обеспечиваться абсолютным законом, полно отражающим мироздание. Полная картина мироздания включает в себя описание количества материи, ее положения и движения. Следовательно, обратимость изменений движения должна описываться законом, связывающим движение и положение материи (гравитонов). Кроме обратимости изменений движения из этого закона также должна следовать обратимость изменений взаимного положения материи.

Законом, определяющим обратимость изменений движения и взаимного положения материи во Вселенной, является закон движения-положения материи: *движение и положение материи во Вселенной связаны между собой таким образом, что изменение одного из них приводит (сопровождает-*

ся) к такому изменению другого, которое создает условия для обратного изменения первого. Реальным воплощением этого закона является пульсация Вселенной. Вследствие потери во взаимодействиях движения (суммы модулей импульсов и энергии) материальной среды возникает гравитация, приводящая к сжатию Вселенной; в состоянии максимального сжатия происходит рождение движения в Большом взрыве, приводящее к расширению Вселенной, в ходе которого во взаимодействиях материи вновь теряется движение, возникает гравитация, замедляющая расширение, а затем вновь сжимающая Вселенную.

Следует отметить, что движение и взаимное положение материи отнюдь не всегда связаны указанным законом. Действие закона движения-положения материи в масштабе Вселенной (и выше) — единственный случай. Однако для обратимости изменений в мироздании достаточно, чтобы этот закон действовал в пределах системы хотя бы какого-нибудь одного масштаба. Благодаря действию закона движения-положения материи в масштабе Вселенной, она сохраняет свою устойчивость, а мироздание не претерпевает необратимых изменений.

Итак, закон движения-положения материи — третий фундаментальный закон взаимодействия материи, реализующийся, в отличие от первых двух, не в момент времени, и не в системе любого масштаба, а за достаточно большой интервал времени (теоретически за бесконечное время) в масштабе Вселенной и выше.

3.5 К вопросу о законе сохранения энергии

В предыдущем разделе мы рассмотрели и опровергли два основных аргумента, приводимые в качестве доказательства закона сохранения энергии. Первый аргумент заключается в кажущейся несовместимости потерь энергии и стабильности мироздания. Однако с точки зрения философии некорректно определять свойство стабильности мироздания, являющееся абсолютным, посредством относительного закона сохранения энергии, который дает неполное описание мироздания. Указанная неполнота выражается

в том, что в законе сохранения энергии задаются количественные характеристики (массы), движение (скорости) и взаимное положение не всей материальной среды, принимающей участие во взаимодействии, а только рассматриваемых объектов (космических тел, макротел или частиц). Второй аргумент основан на опытном подтверждении закона сохранения энергии. По нашему мнению, опытное подтверждение закона сохранения энергии есть следствие консервативного (потенциального и стационарного) характера полей, играющих основную роль в исследуемых процессах.

Как известно, потенциальным называют поле, работа сил которого определяется только начальным и конечным положением тела, на которое оно действует, и не зависит от траектории движения этого тела. Потенциальный и стационарный характер поля позволяет ввести понятие потенциальной энергии, отражающей взаимное расположение взаимодействующих посредством поля тел. Сумма кинетической и потенциальной энергии есть полная энергия система взаимодействующих тел на данном уровне (не учитывая внутреннюю энергию тел). Закон сохранения механической энергии требует ее постоянства в изолированной системе. Справедливость этого закона очевидна. Действительно, работа силы F , действующей на тело, в соответствии с определением потенциальных сил (сил потенциального поля), равна нулю:

$$W = \int_{x_{\max}}^{x_{\min}} F dx + \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} F dx = 0. \quad (3.13)$$

Следовательно, кинетическая энергия (являющаяся, в отличие от потенциальной энергии, реальным отражением движения), уменьшающаяся во время взаимодействия, затем полностью восстанавливается. Восстановление расстояния между взаимодействующими посредством потенциального центрального поля телами энергетически эквивалентно возвращению тела в первоначальное положение (рис. 3.3).

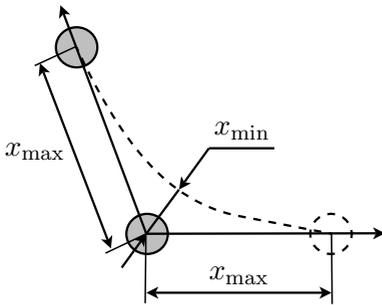


Рис. 3.3. Взаимодействие посредством потенциального центрального поля

Если на каждом уровне взаимодействие осуществляется посредством потенциального и стационарного поля, то из закона сохранения механической энергии следует закон сохранения полной энергии изолированной системы тел, взаимодействующих посредством консервативных полей. Итак, полная энергия изолированной системы тел, взаимодействующих посредством консервативных полей, не изменяется.

Для того чтобы закон сохранения энергии в нашей формулировке был справедливым, необходимо, чтобы потенциальными (точнее, консервативными) были поля, а не силы. Так, сила трения не является потенциальной, поскольку ее работа зависит от траектории. Это, однако, не означает нарушения закона сохранения энергии, поскольку трение тел есть электростатическое взаимодействие их молекул, при котором механическая энергия молекул сохраняется. Сила вихревого (индуцированного) поля также не является потенциальной, однако в ее основе, вне всякого сомнения, лежит электромагнитное поле, являющееся потенциальным.

Интересным примером реализации закона сохранения энергии является химическое взаимодействие. Как известно, химические реакции разделяются на эндотермические, происходящие с поглощением энергии, и экзотермические, сопровождающиеся выделением энергии. Причем уже давно установлено, что если при образовании какого-либо соединения выделяется (поглощается) некоторое количество теплоты, то при разложении этого соединения в тех же условиях такое же количество теплоты поглощается (выделяется). В основе химических связей лежит электростатическое взаимодействие. Поэтому тепловая энергия, затраченная (полученная) в результате построения химического соединения, сопро-

возрастающего перемещением заряженных частиц в потенциальных полях, будет равна энергии, выделяющейся (поглощаемой) при распаде этого соединения в тех же условиях.

Выше мы по умолчанию принимали, что потенциальные поля являются стационарными, т.е. не изменяются во времени. Анализ известных полей (гравитационного, электростатического, магнитного) подтверждает наше предположение. Однако, в общем случае, потенциальные поля не обязательно являются стационарными. В случае нестационарного характера поля закон сохранения энергии не будет соблюдаться. Следовательно, условием соблюдения закона сохранения энергии является консервативный (потенциальный и стационарный) характер полей, посредством которых взаимодействуют компоненты изолированной системы. Систему, в которой действуют исключительно потенциальные и стационарные поля, мы назовем консервативной. Таким образом, мы расширим понятие консервативной системы. В настоящее время консервативной называют систему, в которой действуют потенциальные и стационарные силы; для такой системы справедлив закон сохранения механической энергии. Для консервативной системы в нашем понимании справедлив закон сохранения полной энергии, понимаемой как сумма механических энергий на всех уровнях взаимодействия.

На основании всего сказанного выше можно сделать следующий вывод: справедливость закона сохранения энергии для изолированной системы тел есть констатация ее консервативности, то есть потенциального и стационарного характера полей, посредством которых эти тела взаимодействуют.

В заключение еще раз напомним, что поля представляют собой возмущения материальной среды, и при их формировании имеют место потери энергии, несоизмеримо большие, чем полная энергия тел, взаимодействующих посредством этих полей. Поэтому, говоря о сохранении энергии, мы не учитываем всех потерь энергии материальной среды.

3.6 Выводы по главе 3

1. Делимость материи имеет предел — гравитон. Все частицы, тела представляют собой многоуровневые совокупности гравитонов. Гравитоны могут взаимодействовать между собой только ударно, следовательно, на самом низком элементарном уровне все процессы, изменения в мироздании представляют собой движение гравитонов в пустоте, в результате которого происходит их столкновения.

2. Поскольку гравитон не имеет внутренней структуры, он абсолютно твердый и жесткий. Поэтому при столкновениях гравитонов (взаимодействии материи) происходит потеря энергии и движения, а также имеет место объединение гравитонов в более крупные структуры.

3. Основополагающим законом взаимодействия материи, является закон сохранения импульса (количества движения), следующий из определения инертности — одного из первичных свойств бытия. Закон сохранения импульса лежит в основе трех законов механики, сформулированных И. Ньютоном.

4. Для описания вращения вокруг собственной оси достаточно крупных материальных структур, целостность которых поддерживается внешним давлением гравитонной (материальной) среды, необходим закон сохранения момента импульса. В природе нет такого первичного независимого свойства как инерция вращения.

5. Полное описание мироздания представляет собой задание положения и движения всех частиц материи, поэтому закон, описывающий изменения в мироздании, должен связывать движением и взаимное положение материи. Этот закон формулируется следующим образом: движение и взаимное положение материи во Вселенной связаны между собой таким образом, что изменение одного из них приводит (сопровождается) таким изменением другого, которое создает условия для обратного изменения первого. Реализацией этого закона является цикл расширения-сжатия Вселенной, в котором замедление расширения и сжатие являются следствием потери движения, а расширение — следствием Большого Взрыва.

4 Свойства гравитонной среды

4.1 Материальная и гравитонная среда

Материальная среда представляет собой совокупность материальных структур всех уровней сложности. В состав материальной среды входят единичные гравитоны, их механические скопления разной сложности и величины, частицы, пылевая материя в межзвездном пространстве, космические объекты. До недавнего времени считалось, что основная часть материи сосредоточена в космических объектах и межзвездной пылевой и газовой материи. В последнее время появились основания полагать, что существенно бóльшая часть материи находится в виде нерегистрируемых частиц — «темной» материи, а еще бóльшая (что аргументировано существенно слабее) — в виде «темной энергии».

Среду, образованную наиболее простыми и мелкими частицами, мы назвали гравитонной средой. Гравитонная среда является составной частью материальной. Можно предположить, что, поскольку гравитонная среда имеется в космосе повсеместно, то ее доля в материальной среде значительна — соизмерима или даже больше доли космических тел.

Средняя плотность гравитонной среды невелика. Это следует из того, что до настоящего времени не было обнаружено никаких свидетельств сопротивления гравитонной среды. Кроме того, как будет показано позже, особенности гравитационного взаимодействия таковы, что свидетельствуют о чрезвычайно малой плотности гравитонной среды.

Частицы гравитонной среды различаются по скоростям и массам. Что касается распределения по скоростям, то можно с большой долей уверенности предположить, что для каждого типа этих частиц имеет место максвелловское распределение. Разные типы частиц гравитонной среды, очевидно, различаются по скоростям,

однако зависимость скорости от массы частиц, по-видимому, очень сложная и неоднозначная, что вызвано многообразием механизмов формирования частиц из более мелких и взаимодействием частиц разных масс между собой. Тем не менее, скорости более мелких частиц, вероятно, существенно превосходят скорости относительно крупных частиц.

4.2 Сопротивление гравитонной среды

Рассмотрим движение тела шарообразной формы со скоростью V_b в гравитонной среде, частицы которой имеют среднюю скорость $V_{[g]}$.

Удельное давление гравитонной среды на неподвижное тело определится следующим образом:

$$P_{\text{sp}} = -\frac{\Delta(m_{[g]}V_{[g]})}{\Delta t}N, \quad (4.1)$$

где $\Delta(m_{[g]}V_{[g]})$ — изменение импульса одной частицы гравитонной среды при взаимодействии с телом; Δt — время взаимодействия; N — количество частиц гравитонной среды, проходящих через единичную площадь за время Δt .

Изменение импульса определится в свою очередь следующим образом:

$$\Delta(m_{[g]}V_{[g]}) = -m_{[g]}(V_{[g]} - V'_{[g]}), \quad (4.2)$$

где $V_{[g]}$, $V'_{[g]}$ — скорости частиц гравитонной среды до и после взаимодействия с телом. Если взаимодействие не является абсолютно упругим, то $V'_{[g]} = -V_{[g]}K$, где $0 < K < 1$.

Количество частиц гравитонной среды, проходящих через единичную площадь за время Δt :

$$N = \frac{n}{6}V_{[g]}\Delta t, \quad (4.3)$$

где n — число частиц гравитонной среды в единице объема.

Итак,

$$P_{\text{sp}} = m_{[g]} V_{[g]}^2 (1 + K) \frac{n}{6} = \frac{1 + K}{6} \rho_{[g]} V_{[g]}^2, \quad (4.4)$$

где $\rho_{[g]}$ — плотность гравитонной среды.

Разность давлений по направлению и против направления движения тела:

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{sp}} &= \frac{1 + K}{6} \rho_{[g]} \left[(V_{[g]} + V_b)^2 - (V_{[g]} - V_b)^2 \right] = \\ &= \frac{2}{3} (1 + K) \rho_{[g]} V_{[g]} V_b. \end{aligned} \quad (4.5)$$

Сила сопротивления гравитонной среды движению тела:

$$F_r = \Delta P_{\text{sp}} A = \frac{2}{3} (1 + K) \rho_{[g]} V_{[g]} V_b A, \quad (4.6)$$

где A — площадь материи в проекции тела на плоскость, перпендикулярную направлению движения (площадь материи «на просвет» частицами гравитонной среды).

4.3 Определение площади материи «на просвет»

Для определения площади материи «на просвет» мы проецируем все частицы, составляющие тело, на некоторую плоскость, например, плоскость, перпендикулярную направлению движения тела. Для определения этой величины необходимо выдвинуть некоторые предположения. Как мы уже отметили выше, все частицы, тела представляют собой совокупности гравитонов. Следовательно, элементарные частицы также являются многоуровневыми гравитонными структурами. Элементарные частицы могут быть представлены как многоуровневые совокупности каких-то частиц, также представляющих собой гравитонные структуры. На определенном, достаточно низком уровне частицы, соответствующие этому уровню, становятся «непрозрачными», т.е. их площади материи

в проекции могут быть приняты равными их площадям сечения. Пусть R_0 — средний радиус таких условных псевдочастиц, m_0 — их средняя масса. Кроме того, предположим, что средний радиус «непрозрачных» псевдочастиц много больше среднего радиуса частиц гравитонной среды $R_{[g]}$. Это следует из того, что гравитонная среда образована наиболее простыми и мелкими материальными структурами. В дальнейшем мы будем считать частицы гравитонной среды точечными.

Для начала определим площадь материи «на просвет» в осевом направлении однородного цилиндрического тела (наиболее простой случай). Пусть имеется цилиндрическое тело. Разобьем его на множество слоев, считая, что псевдочастицы из одного слоя не заслоняют друг друга в проекции на плоскость. Доля материи в проекции одного слоя h_{m1} :

$$h_{m1} = \frac{N_b}{N_L} \frac{\pi R_0^2}{S_b}, \quad (4.7)$$

где N_b — число псевдочастиц во всем теле; N_L — число слоев; S_b — площадь поперечного сечения цилиндра.

Доля пустоты в проекции одного слоя h_{e1} :

$$h_{e1} = 1 - h_{m1}. \quad (4.8)$$

Доля пустоты в проекции всего цилиндра h_e :

$$h_e = h_{e1}^{N_L} = \left[1 - \frac{N_b}{N_L} \frac{\pi R_0^2}{S_b} \right]^{N_L} \quad (4.9)$$

$$\begin{aligned} \lim_{N_L \rightarrow \infty} \left[1 - \frac{N_b}{N_L} \frac{\pi R_0^2}{S_b} \right]^{N_L} &= \exp \left(- \frac{N_b}{S_b} \frac{\pi R_0^2}{S_b} \right) = \\ &= \exp \left(- \frac{m_b}{m_0 S_b} \right), \end{aligned} \quad (4.10)$$

где m_b — масса цилиндра.

Доля материи в проекции всего тела h_m :

$$h_m = 1 - h_e. \quad (4.11)$$

Для случая очень малой плотности тела, когда псевдочастицы не заслоняют друг друга, т.е.

$$1 - \exp\left(-\frac{m_b \pi R_0^2}{m_0 S_b}\right) \ll 1, \quad (4.12)$$

имеем

$$h_m = \frac{m_b \pi R_0^2}{m_0 S_b}. \quad (4.13)$$

Для однородного цилиндрического тела:

$$\frac{m_b \pi R_0^2}{m_0 S_b} = \frac{3}{4} \frac{\rho_b L}{\rho_0 R_0}, \quad (4.14)$$

где ρ_b — плотность тела; L — длина тела; ρ_0 , R_0 — средние плотность и радиус псевдочастиц.

Поэтому имеем следующую формулу для определения площади материи «на просвет» для цилиндрического тела:

$$A = S_b \left[1 - \exp\left(-\frac{3}{4} \frac{\rho_b L}{\rho_0 R_0}\right) \right]. \quad (4.15)$$

Заменяя цилиндр шаром того же радиуса и объема можно получить приближенное значение площади материи «на просвет» для шарообразного тела:

$$A = S_b \left[1 - \exp\left(-\frac{\rho_b R_b}{\rho_0 R_0}\right) \right]. \quad (4.16)$$

где R_b — радиус шара.

Определим теперь точное значение площади материи «на просвет» однородного шара. Разобьем шар на цилиндрические кольца с толщиной стенок dr (рис. 4.1) и текущей длиной $L_c = 2\sqrt{R_b^2 - r^2}$.

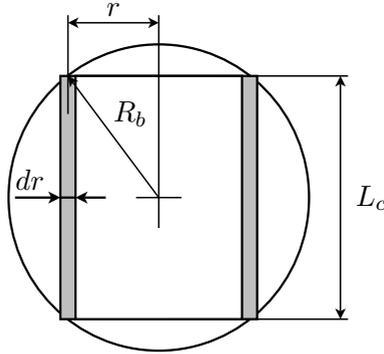


Рис. 4.1. Разбиение шара на кольца

Площадь пустоты в проекции кольца будет:

$$\begin{aligned}
 dA_e &= 2\pi r dr \exp\left(-\frac{3}{4} \frac{\rho_b}{\rho_0} \frac{2\sqrt{R_b^2 - r^2}}{R_0}\right) = \\
 &= 2\pi r dr \exp\left(H\sqrt{R_b^2 - r^2}\right); \\
 H &= -\frac{3}{2} \frac{\rho_b}{\rho_0 R_0}.
 \end{aligned} \tag{4.17}$$

Площадь пустоты в проекции всего шара будет:

$$\begin{aligned}
 A_e &= \int_0^{R_b} \pi \exp\left(H\sqrt{R_b^2 - r^2}\right) dr^2 = \\
 &= -\frac{\pi}{H^2} \int_{H^2 R_b^2}^0 \exp\left(H\sqrt{R_b^2 - r^2}\right) d[H^2(R_b^2 - r^2)].
 \end{aligned} \tag{4.18}$$

Принимая $z = H\sqrt{R_b^2 - r^2}$ упростим выражение (4.18):

$$A_e = -\frac{2\pi}{H^2} \int_{HR_b}^0 z e^z dz = \frac{2\pi}{H^2} [e^{HR_b} (HR_b - 1) + 1]. \tag{4.19}$$

Итак, площадь материи «на просвет» однородного шара:

$$A = \pi R_b^2 - \frac{2\pi}{H^2} [e^{HR_b} (HR_b - 1) + 1]. \quad (4.20)$$

Покажем, что выражение (4.20) при $HR_b \rightarrow 0$ (т.е. при отсутствии заслонения) дает сумму площадей сечения всех псевдочастиц, т.е.

$$\lim_{HR_b \rightarrow 0} A = \pi R_0^2 \frac{m_b}{m_0} = \pi R_0^2 \frac{\rho_b R_b}{\rho_0 R_0}. \quad (4.21)$$

Введем обозначение $a = -HR_b$. Тогда мы должны доказать, что

$$\lim_{a \rightarrow 0} \left[1 - \frac{2}{a^2} [1 - e^{-a} (a + 1)] \right] = \frac{2}{3} a. \quad (4.22)$$

Разложим e^{-a} в выражении под знаком предела в ряд Тейлора (Маклорена):

$$\begin{aligned} 1 - \frac{2}{a^2} [1 - e^{-a} (a + 1)] &= 1 - \frac{2}{a^2} + \\ &+ \frac{2(a+1)}{a^2} \left[1 - a + \frac{a^2}{2!} - \frac{a^3}{3!} + \dots \right] = \\ &= 1 - \frac{2}{a^2} + \frac{2}{a} \left[1 - a + \frac{a^2}{2!} - \frac{a^3}{3!} + \dots \right] + \\ &+ \frac{2}{a^2} \left[1 - a + \frac{a^2}{2!} - \frac{a^3}{3!} + \dots \right] = \\ &= \frac{2}{3} a + 2 \left[-\frac{a^2}{3!} + \frac{a^3}{4!} - \dots \right] + 2 \left[\frac{a^2}{4!} - \frac{a^3}{5!} + \dots \right]. \end{aligned} \quad (4.23)$$

Итак, подставляя выражение (4.23) в левую часть уравнения (4.22) мы получили $2/3 a$, что и требовалось доказать.

Перепишем формулу для площади материи «на просвет» однородного шара в более простом виде:

$$A = \pi R_b^2 \left(1 - \frac{1 - e^{-a} (a + 1)}{a^2} \right), \quad (4.24)$$

где $a = \frac{3}{2} \frac{\rho_b R_b}{\rho_0 R_0}$.

Нами была определена площадь материи «на просвет» для однородного шара, т.е. когда его плотность не зависит от расстояния от центра шара. В действительности плотность обычно является функцией от расстояния от центра (чем ближе к центру, тем выше плотность). Это необходимо учитывать при определении площади материи «на просвет» частицами гравитонной среды.

Проиллюстрируем теперь зависимость площади материи «на просвет» от плотности тела. Используем для этого приближенную формулу (4.16):

$$A = \pi R_b^2 \left[1 - \exp \left(-\frac{\rho_b R_b}{\rho_0 R_0} \right) \right], \text{ где } R_b = \sqrt[3]{\frac{3m_b}{4\pi\rho_b}}.$$

Пусть значения параметров будут следующими (для иллюстрации): $m_b = 1$; $\rho_0 = 1$; $R_0 = 10^{-10}$ (см. рис. 4.2). Как можно видеть, для высоких плотностей (свыше 10^{-14}) площадь материи «на просвет» (линия 1) равна площади сечения тела πR_b^2 (прямая 2). Для очень низких плотностей площадь материи «на просвет» не зависит от плотности тела, а определяется суммарной площадью сечения всех псевдочастиц, составляющих тело, т.е. пропорциональна массе (прямая 3). В данном случае эта суммарная площадь сечения равна $7,5 \times 10^9$.

Наряду с проиллюстрированной зависимостью площади материи «на просвет» от плотности тела, имеет место также зависимость (см. рис. 4.3) площади материи «на просвет» от произведения плотности ρ_0 и радиуса R_0 псевдочастиц, составляющих тело.

4.4 Выводы по главе 4

1. Совокупность материальных структур всех уровней сложности образует материальную среду, а наиболее мелкие и простые материальные структуры (единичные гравитоны и их механические скопления) — гравитонную среду. Частицы гравитонной среды имеют очень высокую среднюю скорость, а сама гравитонная среда — сравнительно невысокую плотность.

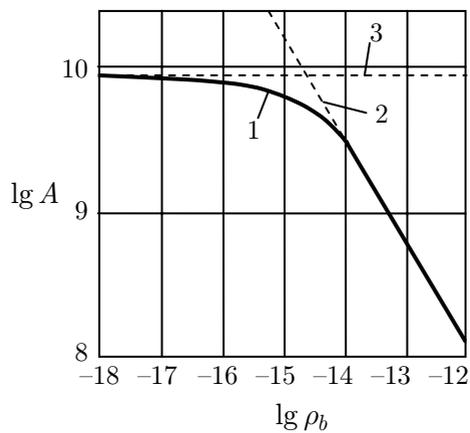


Рис. 4.2. Зависимость площади материи «на просвет» от плотности тела

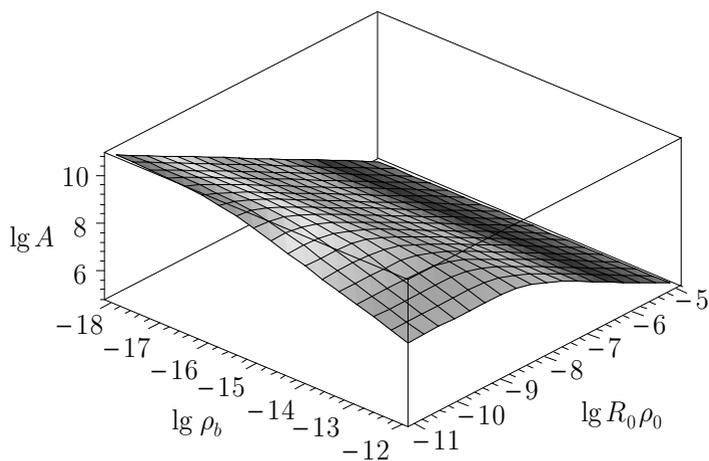


Рис. 4.3. Зависимость площади материи «на просвет» от произведения $R_0 \rho_0$

2. При движении тела в гравитонной среде возникает сопротивление, прямо пропорциональное плотности среды, скорости ее частиц, скорости движения тела и площади материи тела «на просвет» частицами гравитонной среды.

3. Для определения площади материи тела «на просвет» частицами гравитонной среды необходимо спроецировать все частицы, составляющие тело, на некоторую плоскость, например, плоскость, перпендикулярную направлению движения тела. На практике при выполнении расчетов можно исходить из представления, согласно которому тела (на некотором уровне) образуются из условных частиц, «непрозрачных» для частиц гравитонной среды. Для тел с очень высокой плотностью площадь материи «на просвет» равна площади сечения, а для тел с очень малой плотностью, в которых «непрозрачные» частицы практически не заслоняют друг друга, — сумме площадей сечения всех «непрозрачных» частиц, образующих тело.

5 Гравитация 2-го типа

5.1 Вывод формулы для закона гравитации 2-го типа

Как мы выше выяснили, все тела, молекулы, атомы, элементарные частицы представляют собой более или менее сложные совокупности гравитонов. Очевидно, что в космосе все пространство между космическими телами заполнено гравитонной средой, образованной гравитонами и их простейшими совокупностями. Как и в газовой среде, в гравитонной среде будут иметь место некоторые процессы, вызывающие притяжение между телами, частицами, находящимися в ней. Такой механизм притяжения положен в основу теории гравитации Лесажа (Дополнение 1).

Рассмотрим случай взаимодействия, когда расстояние взаимодействия x несравнимо меньше средней длины λ свободного пробега частиц гравитонной среды, т.е. когда компенсирующим потоком материи можно пренебречь и рассматривать в значительных временных пределах притяжение стационарным.

Пусть имеется тело 1. Оно может быть представлено в виде совокупности псевдочастиц — условных частиц, непроницаемых для гравитонной среды. Удельное давление гравитонной среды на псевдочастицу тела 1 (см. 4.4):

$$P_{\text{сп}} = m_{[g]} V_{[g]}^2 (1 + K_1) \frac{n}{6} = \frac{1 + K_1}{6} \rho_{[g]} V_{[g]}^2, \quad (5.1)$$

где K_1 — коэффициент восстановления скорости частиц гравитонной среды при взаимодействии с псевдочастицей.

Тело 2 также состоит из псевдочастиц. Мы принимаем их приближенно одинаковыми. Удельное давление на псевдочастицу в 1-ом теле (ПЧ1), помещенную сколь угодно близко к псевдочастице во 2-ом теле (ПЧ2), определится следующим образом. Удельное

давление на ПЧ1 в направлении к ПЧ2, равное P_{sp} , постоянно и не зависит от расстояния от ПЧ2. Удельное давление на ПЧ1 в направлении от ПЧ2 определяется давлением частиц гравитонной среды, имеющих скорость $V_{[g]}K_2$:

$$\begin{aligned} P'_{sp0} &= m_{[g]} (V_{[g]}K_2 + V_{[g]}K_1K_2) \frac{n}{6} V_{[g]}K_2 = \\ &= \frac{1 + K_1}{6} K_2^2 \rho_{[g]} V_{[g]}^2, \end{aligned} \quad (5.2)$$

где K_2 — коэффициент восстановления скорости частиц гравитонной среды после взаимодействия с ПЧ2; $m_{[g]} (V_{[g]}K_2 + V_{[g]}K_1K_2)$ — разность импульсов частицы гравитонной среды, летящей от ПЧ2, до взаимодействия с ПЧ1 и после взаимодействия; $\frac{n}{6} V_{[g]}K_2$ — число взаимодействий единичной площади ПЧ1 с частицами гравитонной среды, летящими от ПЧ2 за единицу времени.

Разность удельных давлений к ПЧ2 и от нее в точке на ее поверхности:

$$\Delta P_{sp0} = P_{sp} - P'_{sp0} = \frac{(1 + K_1)(1 - K_2^2)}{6} \rho_{[g]} V_{[g]}^2. \quad (5.3)$$

Сила притяжения, создаваемая ПЧ2 на всей ее поверхности и на любой концентричной сфере с радиусом x :

$$F(\Delta P_{sp0}) = \Delta P_{sp0} 4\pi R_0^2 = \Delta P_{sp} 4\pi x^2 = \text{const}, \quad (5.4)$$

где R_0 — радиус ПЧ2; ΔP_{sp} — разность удельных давлений на расстоянии x от центра ПЧ2.

Количество частиц, потерявших часть своей скорости на ПЧ2, неизменно, а значит, по мере роста x их количество на единицу площади будет убывать. Это убывание обратно пропорционально x^2 .

Итак,

$$\begin{aligned} \Delta P_{sp} &= \frac{\Delta P_{sp0} 4\pi R_0^2}{4\pi x^2} = \Delta P_{sp0} \frac{R_0^2}{x^2} = \\ &= \frac{(1 + K_1)(1 - K_2^2)}{6\pi} \rho_{[g]} V_{[g]}^2 \frac{S_0}{x^2}, \end{aligned} \quad (5.5)$$

где S_0 — площадь сечения ПЧ2.

Удельное давление притяжения (разность удельных давлений), создаваемое некоторым количеством псевдочастиц, образующих в совокупности тело с площадью материи «на просвет» A_2 , на которой частицы гравитонной среды теряют свои скорости:

$$\Delta P_{\text{sp}}(A_2) = \frac{(1 + K_1)(1 - K_2^2)}{6\pi} \rho_{[g]} V_{[g]}^2 \frac{A_2}{x^2}. \quad (5.6)$$

Давление притяжения на площадь материи «на просвет» A_1 тела 1, на которую воздействуют частицы гравитонной среды:

$$F(A_2, A_1) = \frac{(1 + K_1)(1 - K_2^2)}{6\pi} \rho_{[g]} V_{[g]}^2 \frac{A_2 A_1}{x^2}. \quad (5.7)$$

Это давление представляет собой силу притяжения тела 1 к телу 2 под действием гравитации (2-го типа):

$$F_{g|1 \rightarrow 2}^{\text{II}} = \frac{\rho_{[g]} V_{[g]}^2 (1 + K_1)(1 - K_2^2)}{6\pi} \frac{A_2 A_1}{x^2}. \quad (5.8)$$

Принимая во внимание дисперсию скорости частиц гравитонной среды, имеем

$$F_{g|1 \rightarrow 2}^{\text{II}} = \frac{\rho_{[g]} \overline{V_{[g]}^2} (1 + K_1)(1 - K_2^2)}{6\pi} \frac{A_2 A_1}{x^2} = \Gamma \frac{A_2 A_1}{x^2}, \quad (5.9)$$

где $\overline{V_{[g]}^2}$ — среднеквадратичная скорость частиц гравитонной среды; Γ — гравитационная постоянная по площадям материи «на просвет» частицами гравитонной среды.

Заметим, что тело 2 притягивает тело 1 с той же силой, что и тело 1 — тело 2, только если величины K_1 и K_2 одинаковы. В противном случае сила гравитации, с которой тело 1 действует на тело 2, не равна силе, с которой тело 2 действует на тело 1. Данное неравенство не противоречит 3-му закону Ньютона, поскольку равенство сил действия и противодействия обеспечивается во взаимодействии каждого из тел с гравитонной средой.

В случае взаимодействия материальных структур, образованных из сходных элементов (компонентов, частиц), которые не загромождают друг друга (т.е. материальные структуры «прозрачны» для гравитонов среды), справедлива приближенная формула:

$$F_g^{\text{II}} = G' \frac{M_1 M_2}{x^2}, \quad (5.10)$$

где $G' = \frac{\pi R_0^4}{6m_0^2} (1 + K) (1 - K^2) \rho_{[g]} \overline{V_{[g]}^2}$, причем $G' \gg G$, где G — гравитационная постоянная из закона всемирного тяготения Ньютона; m_0 , R_0 — масса и радиус «непрозрачных» псевдочастиц, из которых образованы взаимодействующие материальные структуры; M_1 , M_2 — массы взаимодействующих материальных структур.

5.2 Обобщение закона гравитации 2-го типа для произвольных расстояний

Полученная нами зависимость (5.9) применима только для случая $x \ll \lambda$ (λ — средняя длина свободного пробега частиц гравитонной среды) или для описания взаимодействия в пределах интервала времени, много меньшего периода T столкновений частиц гравитонной среды.

Гравитационное взаимодействие двух материальных структур, расположенных друг от друга на расстоянии x , соизмеримом или большем λ , определяется не всеми частицами гравитонной среды, а только теми из них, которые в пределах расстояния x (или интервала времени T) не успевают провзаимодействовать друг с другом. Взаимодействие частиц гравитонной среды друг с другом приводит к непредсказуемому изменению направления их движения. Таким образом, после столкновения частицы гравитонной среды практически перестают участвовать в формировании гравитации. Напомним, что в соответствии с нашими представлениями, гравитация в виде формулы (5.9) возникает как результат различия скоростей (или количества, если $K = 0$) частиц гравитонной среды, летящих по направлению к источнику гравитации, и частиц, летящих в направлении от источника гравитации.

Если мы рассматриваем взаимодействие в пределах интервала времени, соизмеримого или большего T , то необходимо учитывать изменения скоростей частиц гравитонной среды, ее плотности и связанное с этим изменение постоянной Γ в формуле (5.9). Если же мы рассматриваем взаимодействие на расстоянии x , соизмеримом или большем λ , то это рассмотрение производится в некоторый момент времени, при постоянных значениях $V_{[g]}$ и $\rho_{[g]}$.

Поскольку распределение частиц гравитонной среды по длинам свободного пробега экспоненциальное, то формула гравитационного взаимодействия на произвольном расстоянии будет выглядеть следующим образом:

$$F_g^{\text{II}} = \frac{\Gamma A_1 A_2}{x^2} \cdot e^{-x \ln 2/\lambda}, \quad (5.11)$$

где

$$\lambda = TV_{[g]} = \frac{V_{[g]}}{[\sqrt{2}V_{[g]}] \cdot [4\pi R_{[g]}^2] \cdot \frac{\rho_{[g]}}{m_{[g]}}} = \frac{1}{3\sqrt{2}} \frac{R_{[g]}\rho_{[g]}}{\rho_{[g]}}. \quad (5.12)$$

В формуле (5.12) для определения средней длины свободного пробега частиц гравитонной среды величины $m_{[g]}$, $R_{[g]}$, $\rho_{[g]}$ — средние масса, радиус и плотность частиц гравитонной среды; $4\pi R_{[g]}^2$ — условная площадь сечения одной из взаимодействующих частиц гравитонной среды (вторая принимается точечной); $\sqrt{2}$ — коэффициент, связанный с тем, что средняя скорость одной частицы гравитонной среды относительно другой в $\sqrt{2}$ раз больше собственной скорости частицы $V_{[g]}$ (относительно «неподвижной» среды).

5.3 Гломероны

Когда механическое скопление гравитонов мало и импульсы единичных гравитонов, ударяющих по нему, взаимно не компенсируются, то оно неустойчиво и под ударом единичного гравитона может раскалываться. Нам известно, что при столкновении двух гравитонов всегда происходит их объединение, однако дальнейшие

столкновения не всегда приводят к объединению и росту скопления: начиная с какого-то количества гравитонов в (малом) скоплении, вероятность раскалывания (или уменьшения) скопления становится больше, чем вероятность роста. Таким образом, существует некоторое среднее, наиболее вероятное количество гравитонов в малом скоплении.

Крупные механические скопления, напротив, абсолютно устойчивы. Однажды образовавшись, они, под действием давления мельчайших частиц гравитонной среды (гравитонов и их малых механических скоплений), равного на всей поверхности скопления, могут только расти. Подобные устойчивые крупные механические скопления мы назовем гломеронами (от лат. «гломер» [glomer] — куча, глыба). Под давлением гравитонной среды гломерон сохраняет форму шара или эллипсоида вращения (если вращается вокруг собственной оси). Если на него оказывается асимметричное внешнее воздействие, искажающее его форму, то он способен упруго восстанавливаться. Такого рода упругость, обеспечиваемую действием одной силы (в данном случае, силы давления гравитонной среды), мы назвали упругостью 1-го рода.

Образование гломеронов происходило в состоянии сильного сжатия гравитонной среды, которое имело место непосредственно до и после Большого взрыва. Рассмотрим механизм образования гломеронов.

Пусть имеется квазиоднородная гравитонная среда, состоящая из приблизительно одинаковых частиц с площадью материи «на пролет» $A_{[g]}$ (равной в данном случае площади сечения частицы). Средняя длина свободного пробега частиц среды равна λ . В среде формируется флуктуация плотности $\Delta\rho_{[g]}$. Определим минимальный размер шаровой области, которую указанная флуктуация плотности приведет к самопроизвольному сжатию (гравитационной конденсации).

Найдем среднюю силу гравитационного взаимодействия между частицей гравитонной среды, расположенной в центре шаровой области, и остальными частицами области с радиусом R .

Средняя сила гравитационного взаимодействия центральной частицы с другой частицей из области с радиусом R :

$$\overline{F_{11}} = \int_0^R \frac{\Gamma A_{[g]}^2}{x^2} e^{-x/\lambda} \frac{3x^2}{R^3} dx = \frac{3\Gamma A_{[g]}^2 \lambda}{R^3} \left(1 - e^{-R/\lambda}\right), \quad (5.13)$$

где $\frac{3x^2}{R^3}$ — функция распределения плотности вероятности взаимодействия от расстояния x , $-x/\lambda$ — множитель, отражающий наличие заслонения частиц гравитонной среды при гравитационном взаимодействии на расстоянии x .

Полагая, что $R \gg \lambda$, получим

$$\overline{F_{11}} = \frac{3\Gamma A_{[g]}^2 \lambda}{R^3}. \quad (5.14)$$

Также из условия $R \gg \lambda$ следует, то средняя сила гравитационного взаимодействия центральной частицы равна средней силе взаимодействия произвольно расположенной частицы.

Суммарная сила гравитации:

$$F_{1\Sigma} = \frac{N(N-1)}{2} \overline{F_{11}} = \frac{\Gamma A_{[g]}^2}{R^3} \frac{M^2}{m_{[g]}^2} \frac{3\lambda}{2}, \quad (5.15)$$

где N — число частиц в области; M — масса всех частиц в области; $m_{[g]}$ — средняя масса одной частицы.

Дополнительная сила гравитации, вызванная флуктуацией $\Delta\rho_{[g]}$ плотности $\rho_{[g]}$ среды:

$$\Delta F_{1\Sigma} = 2\rho_{[g]} \Delta\rho_{[g]} \left(\frac{4}{3}\pi R^3\right)^2 \frac{\Gamma A_{[g]}^2}{R^3 m_{[g]}^2} \frac{3\lambda}{2}. \quad (5.16)$$

Дополнительная сила отталкивания $\Delta F_{2\Sigma}$ зависит от возникающего вследствие флуктуации плотности среды перепада ΔP давления:

$$\Delta F_{2\Sigma} = \frac{1}{R} \int_0^R \Delta P 4\pi X^2 dX = \frac{4}{3} \frac{\pi R^3 \Delta P}{R}. \quad (5.17)$$

Приравняем $\Delta F_{2\Sigma}$ и $\Delta F_{1\Sigma}$:

$$2\rho_{[g]}\Delta\rho_{[g]}\left(\frac{4}{3}\pi R^3\right)^2\frac{\Gamma A_{[g]}^2}{R^3 m_{[g]}^2}\frac{3\lambda}{2} = \frac{4}{3}\frac{\pi R^3\Delta P}{R}. \quad (5.18)$$

Полагая, что (см. формулы 4.4, 5.9, 5.12):

$$\lambda = \frac{m_{[g]}}{4\sqrt{2}A_{[g]}\rho_{[g]}}; \quad \Gamma = (1 + K)(1 - K^2)\frac{\rho_{[g]}V_{[g]}^2}{6\pi}; \quad (5.19)$$

$$\frac{P}{\rho_{[g]}} = \frac{\Delta P}{\Delta\rho_{[g]}} = \frac{V_{[g]}^2(1 + K)}{6}, \quad (5.20)$$

получим

$$R = \frac{8\lambda}{1 - K^2}. \quad (5.21)$$

Предполагая взаимодействия частиц гравитонной среды близкими к абсолютно неупругим, а сами частицы приблизительно одинаковыми по размеру, в соответствии с (3.6),

$$K^2 = 1/3. \quad (5.22)$$

Тогда:

$$R_{\min} = 12\lambda. \quad (5.23)$$

В данном случае гравитация представляет собой потерю энергии гравитонной среды, в результате которой ее частицы сближаются. Иначе говоря, в области, где выше плотность гравитонной среды, интенсивность потери энергии выше, чем вне этой области.

Итак, формируется сжимающееся скопление, сжатие которого остановится только при касании гравитонов. Сформированная структура представляет собой большое механическое скопление гравитонов — гломерон.

Гломероны имеют очень высокую плотность, поэтому могут взаимодействовать на очень малых расстояниях. Силы гравитационного взаимодействия гломеронов могут быть значительными и под их действием гломероны получают высокие ускорения.

5.4 Буллоны

На ранней стадии эволюции материальных структур, непосредственно после Большого взрыва, параллельно с образованием гломеронов, происходило образование их динамических скоплений.

Нечто подобное имеет место при образовании звездных скоплений. По мнению большинства астрофизиков, формирование звездных скоплений происходит следующим образом. Вначале в результате флуктуации плотности в какой-то области космоса происходит конденсация диффузной материи. Затем, в связи с увеличением плотности, возможной становится конденсация в масштабе меньшей системы, в результате чего внутри конденсирующейся шаровой области (облака диффузной материи) появляется множество центров конденсации, формируются уплотнения, представляющие собой протозвезды, из которых впоследствии рождаются звезды. Параллельно может происходить также образование галактик, в которые входят звездные скопления; скоплений галактик, в которые входят галактики.

Итак, по мере конденсации гравитонной среды в ней формируются гломероны, входящие в динамические скопления. Такие динамические скопления мы назовем буллонами (от лат. «булл» [bulla] — шар, пузырь).

Следует отметить, что не всякое динамическое скопление будет устойчиво. Для определения устойчивости шарового скопления, в котором действуют исключительно силы гравитационного притяжения, необходимо сравнить кинетическую и потенциальную энергии скопления.

Кинетическая энергия скопления равна сумме кинетических энергий его компонентов:

$$E_k = N \frac{mV^2}{2} = \frac{MV^2}{2}, \quad (5.24)$$

где N — число компонентов в скоплении; m , M — массы одного компонента и всего скопления; V — среднеквадратичная скорость компонентов.

Потенциальная энергия одной пары компонентов:

$$E_{p1} = -\frac{\Gamma A_m^2}{r}, \quad (5.25)$$

где r — расстояние между компонентами; A_m — площадь материи «на просвет» одного компонента.

Среднее значение величины $1/r$, обратной расстоянию между точками в шаре:

$$\overline{\left(\frac{1}{r}\right)} = \frac{6}{5R}, \quad (5.26)$$

где R — радиус шара.

Если шаровое скопление однородно, то потенциальная энергия скопления:

$$E_p = -\frac{N(N-1)}{2} \frac{6}{5R} \Gamma A_m^2 = -\frac{3}{5} \frac{\Gamma A^2}{R}, \quad (5.27)$$

где A — сумма площадей материи «на просвет» всех компонентов скопления.

Условие устойчивости скопления:

$$E_k + E_p \leq 0. \quad (5.28)$$

Если потенциальная энергия больше (по модулю) кинетической, то скопление будет устойчивым. При этом в нем будет происходить перераспределение компонентов так, что, чем ближе к центру скопления, тем выше плотность.

Нельзя не отметить огромного сходства динамики простейших материальных структур (гравитонов и их малых механических скоплений, гломеронов, буллонов), с одной стороны, и динамики космических объектов (диффузной материи, звезд, скоплений звезд, галактик, скоплений галактик), с другой стороны. Звездные скопления, галактики, скопления галактик — это тоже материальные структуры, но только структуры очень высокого уровня, компонентами которых являются скопления (или иные структуры) более низкого уровня. Например, если галактики — структуры уровня i , то скопления звезд — структуры уровня $(i-1)$.



Фото 1. Шаровое звездное скопление NGC 6624

Нам известна иерархия наиболее крупных объектов в космосе: самый низкий уровень — звезды; звезды образуют скопления звезд и другие структуры; скопления звезд входят в галактики; галактики образуют скопления галактик [78]. На Фото 1 показано шаровое звездное скопление NGC 6624, на Фото 2 — шаровое звездное скопление в ω Центавра. На Фото 3 показана шаровые галактики NGC 4486 (M87). На Фото 4 показана центральная часть скопления галактик в созвездии Волосы Вероники.

Можно предположить, что и на более низких уровнях материальных структур иерархия будет достаточно строгой. На самых низких уровнях будет иметь место образование из скоплений k -го уровня скоплений $(k + 1)$ -го уровня, а затем из скоплений $(k + 1)$ -го уровня скоплений $(k + 2)$ -го уровня и т.д., хотя, вероятно, данная тенденция не может продолжаться долго, поскольку на более высоких уровнях развития гравитационные силы отходят на второй план и, кроме того, дальнейшее усложнение структур происходит не только за счет образования скоплений, в частности, шаровых.



Фото 2. Шаровое звездное скопление в ω Центавра



Фото 3. Шаровая галактика NGC 4486 (M87)



Фото 4. Скопление галактик в созвездии Волосы Вероники

Как известно, на диффузную материю приходится малая часть ($\sim 10\%$) массы галактик, однако, принимая во внимание, что диффузная материя присутствует и между галактиками (в основном в виде газа), то суммарная масса диффузной материи может оказаться соизмеримой с суммарной массой галактик. Из общего числа звезд весьма малая часть входит в шаровые звездные скопления. Так, например, в состав шаровых звездных скоплений входит лишь одна тысячная часть звезд нашей Галактики. В состав скоплений галактик, напротив, входит основная часть галактик; единичные галактики крайне редки. Таким образом, отношения между различными уровнями иерархии материальных структур достаточно сложные.

5.5 Выводы по главе 5

1. В гравитонной среде, образованной из единичных гравитонов и сравнительно малых их механических скоплений, обладающих очень высокой средней скоростью и очень большими длинами свободного пробега, реализуется гравитация 2-го типа. Механизм этой гравитации аналогичен предложенному в теории гравитации Лесажа и заключается в возникновении разности давлений среды в направлении и против направления на материальные тела, при взаимодействии с которыми частицы гравитонной среды теряют энергию (движение).

2. На расстояниях, сопоставимых или превышающих среднюю длину свободного пробега частиц гравитонной среды, гравитация 2-го типа убывает быстрее, чем это следует из закона обратных квадратов. Формула силы гравитационного взаимодействия получает экспоненциальный множитель, обеспечивающий дополнительное двукратное уменьшение силы при увеличении расстояния взаимодействия на длину свободного пробега частиц гравитонной среды.

3. Столкновения гравитонов и их малых механических скопления приводит к объединению и постепенному росту крупных механических скоплений — гломеронов. Гломероны способны сохранять устойчивость за счет давления на их поверхность гравитонной среды. Между гломеронами действует сила гравитации 2-го типа.

4. Гравитационно взаимодействующие гломероны могут образовывать динамические скопления — буллоны. Космическим аналогом буллонов являются шаровые звездные скопления, шаровые галактики и шаровые скопления галактик, взаимодействующих между собой и подверженных общему гравитационному полю всего скопления.

Дополнение 1. Теория тяготения Лесажа

Одной из наиболее известных теорий, объясняющих механизм тяготения, является теория тяготения Лесажа, первые публикации по которой относятся к 1782 году [79]. В понимании Лесажа материя состоит из неделимых частиц в виде сетчатых ячеек с «прутьями» очень малой толщины, а все пространство во всех направлениях с очень большими скоростями пронизывают корпускулы — переносчики гравитации, которые очень редко сталкиваются друг с другом [80]. Изолированное тело, помещенное в среду из этих корпускул, будет подвергаться постоянной «бомбардировке», но находиться в покое, поскольку давление на его прутья со всех сторон одинаковое. Если к нему приблизить другое тело, то оно станет «затенять» первое тело от корпускул, летящих по направлению от второго тела. Равновесие нарушится, и тела будут стремиться друг к другу, как если бы они взаимно притягивались: «не надо быть очень изощренным в математике, чтобы вывести отсюда все законы тяготения, как локальный, так и универсальный (и, следовательно, законы Кеплера и т.п.) со всей точностью, которую обеспечивают нам наблюдаемые явления. Следовательно, эти законы — неизбежное следствие принятого строения материи» — писал Лесаж [81, с. 134].

В теории тяготения Лесажа сила зависит от массы тел, так как чем больше масса тела и, соответственно, число ячеек (и прутьев) его образуют, тем больше оно испытывает столкновений с корпускулами и, соответственно, тем больше сила тяготения. Изменение формы тела не изменяет его веса, поскольку число ячеек при этом не изменяется.

Корпускулы в теории Лесажа — абсолютно твердые, и в результате столкновений с прутьями их скорость уменьшается. Таким образом, гравитационное взаимодействие должно со временем слабеть. По мнению Лесажа, никаких трудностей это не создаст, если только процесс протекает достаточно медленно.

При столкновении с прутьями корпускулы не получают отдачи, а как бы налипают на них. В силу малости своей массы они не

могут вызвать заметного изменения массы тел. Тем не менее, Лесажа полагал, что корпускулы «стекают» с прутьев, так что даже указанного незначительного роста массы не происходит.

Главным доводом Максвелла против теории тяготения Лесажа было то, что если корпускулы абсолютно жесткие, то большая часть их энергии должна уходить на нагревание. Максвелл показал, что в результате такой бомбардировки тела нагрелись бы до белого каления [81, с. 135]. Томсон (Кельвин) писал, что «рост температуры был бы вполне достаточным для плавления и испарения любого твердого тела, в равной степени большого или малого, в считанные доли секунды» [82].

Как можно оценить теорию тяготения Лесажа с точки зрения гравитонной физики? Структура материи, состоящей из ячеек и прутьев, кажется сомнительной; по крайней мере, трудно представить эволюцию, приведшую к образованию подобной структуры. Однако сходная по свойствам структура, где какие-то частицы, также абсолютно твердые, как и прутья, формируют некоторую структуру, вне всякого сомнения, возможна.

Если плотность этих частиц несоизмеримо больше плотности тел, которые они образуют, то они не будут заслонять друг друга, и сила гравитационного взаимодействия будет определяться простым произведением масс. Предполагая, что частицы, образующие различные тела, одинаковы, очевидно, что сила гравитации будет определяться без добавления каких-либо коэффициентов, отражающих свойства материалов взаимодействующих тел.

Последним, наиболее сложным вопросом, связанным с теорией Лесажа, является кажущаяся неизбежность нагрева вследствие бомбардировки тел жесткими корпускулами. Прежде всего, необходимо определиться с понятием абсолютной жесткости. Если понимать под этим коэффициент восстановления скорости $K = 0$ и переход кинетической энергии поступательного движения корпускул в тепловое движение (например, прутьев), то в этом случае теория Лесажа, очевидно, неверна. Однако если предположить возможным нарушение закона сохранения энергии во взаимодействиях абсолютно жестких корпускул и частиц, образующих тела,

которые настолько элементарны, что взаимодействуют непосредственно, контактно, а не через потенциальные стационарные поля, то теория Лесажа не требует нагрева тел. Таким образом, на основе гравитонной физики может быть снято главное возражение против теории Лесажа.

Будучи по сути верной, теория Лесажа содержит ряд сомнительных положений. Как указывалось выше, неясной с точки зрения эволюции является сетчатая структура из прутьев, которую Лесаж предполагал у неделимых частиц. Кроме того, по нашему мнению, гравитация возникает не вследствие заслонения («затенения») одним телом другого от летящих корпускул, а в результате потери энергии этих корпускул (частиц гравитонной среды) во взаимодействиях с телом — источником гравитации. Кроме того, механизм гравитации, описываемый Лесажем, близок к гравитации 2-го типа, которую мы рассматриваем в данной главе. Между тем взаимодействие космических тел имеет в своей основе гравитацию 3-го типа, которая имеет существенно более сложный механизм и которая будет нами рассмотрена позже.

Справедливости ради следует отметить, что теория тяготения, подобная теории Лесажа, была на сорок лет раньше выдвинута М. В. Ломоносовым (1711–1765 гг.). Ломоносов объяснял тяготение как результат подталкивания тел частицами за счет разности давлений [48, Письмо Л. Эйлеру, с. 155]. Еще раньше, в 1690 году швейцарский математик Николас Фатио де Дуилье выдвинул аналогичную теорию [49], однако работа по ней длительное время не была опубликована и оставалась практически неизвестной.

6 Гравитационно-диссипативные системы

6.1 Диссипация компонентов динамических скоплений

В шаровых динамических скоплениях, например в буллоне, в каждой точке действует некоторая суммарная сила гравитации, которая представляет собой векторную сумму сил гравитации, создаваемых каждым компонентом шарового скопления. Указанная суммарная сила может быть условно разделена на две составляющие: регулярную силу, постоянную по величине и направленную строго к центру скопления; и иррегулярную, величина и направление которой случайным образом изменяются.

Регулярная сила формируется всеми компонентами скопления, причем основную роль играют более далекие компоненты. Это объясняется тем, что их намного больше по количеству, чем ближних. В формировании иррегулярной силы главную роль играют ближайшие компоненты, искажающие идеальное сферически-симметричное поле скопления.

Под действием иррегулярных сил какой-либо компонент может приобрести скорость, превышающую скорость ухода из скопления, в результате чего произойдет его «выбрасывание» или, используя научную терминологию, диссипация.

Диссипация компонентов динамических скоплений на ранних стадиях их эволюции происходит очень интенсивно. Особенно высока диссипация компонентов в период до установления стационарности в регулярном поле, когда компоненты сжимающегося скопления движутся в направлении центра. Период бурной диссипации имеет малую длительность, равную нескольким периодам радиальных колебаний компонентов через центр системы, в

результате которых происходит «перемешивание» компонентов, и количество движущихся к центру и от центра уравнивается. В период эволюции скопления, когда компоненты колеблются в радиальном направлении, в центре скопления возможны чрезвычайно тесные сближения компонентов. Результатом таких сближений часто является ускорение компонентов до скоростей, выше скорости ухода из системы.

Примером динамического скопления, состояние которого определяется исключительно действием сил гравитации, является шаровое звездное скопление. Для таких скоплений уже найдены некоторые значимые зависимости [83].

В частности, определено время релаксации шарового звездного скопления τ (промежуток времени, в течение которого в системе под действием иррегулярных сил скорости компонентов скопления получают распределение Максвелла):

$$\tau = 0.1357 \sqrt{\frac{N \bar{R}^3}{Gm}} \frac{1}{\ln \frac{N}{2}}, \quad (6.1)$$

где N — количество компонентов с массой m в скоплении, \bar{R} — средний эффективный радиус скопления (его обратная величина является средним значением обратных величин взаимных расстояний между всеми членами скопления).

Также для шаровых звездных скоплений определена скорость квазистационарной диссипации компонентов:

$$\frac{1}{N} \frac{dN}{dt} = -\frac{B}{\tau}, \quad (6.2)$$

где B — доля звезд скопления, находящихся в хвосте максвеллова распределения скоростей, скорости которых превышают параболическую ($B = 0.0074$).

Аналогично осуществляется диссипация компонентов и из буллонов. Продолжительность периода квазистационарной диссипации гломеронов из буллонов, по нашему мнению, весьма велика и превосходит интервал времени после образования буллонов

во много раз. Как будет показано, диссипация из буллонов имеет фундаментальное значение в эволюции мироздания. Если бы продолжительность квазистационарной диссипации была малой, дальнейшая эволюция материальных структур стала невозможной.

6.2 Определение силы диссипативного отталкивания

Диссипация компонентов из динамических скоплений приводит к возникновению между ними сил отталкивания. Рассмотрим задачу определения силы отталкивания.

Пусть имеется шаровое динамическое скопление, между компонентами которого действуют силы гравитации. Скопление находится на стадии эволюции, соответствующей квазистационарной диссипации его компонентов, т.е. выбрасывание компонентов происходит с малой интенсивностью и эта интенсивность выбрасывания практически не изменяется со временем.

Очевидно, что перманентный выброс компонентов скопления должен создавать давление в направлении от этого скопления. Давление, создаваемое диссипируемыми (выбрасываемыми) из скопления компонентами, определится следующим образом (см. (6.1) и (6.2)):

$$P_{1D} = \frac{\dot{M}_1 v_{1\infty}}{4\pi R_1^2} \frac{R_1^2}{x^2} = 6.64 \times 10^{-3} G \frac{M_1^2}{\bar{R}_1^2 x^2} \frac{\ln \frac{N_1}{2}}{N_1}, \quad (6.3)$$

где M_1 , R_1 — масса и радиус диссипирующего скопления, $v_{1\infty} = k \sqrt{2GM_1/\bar{R}_1}$ — средняя скорость ухода из скопления; $k = 1.084$ — коэффициент, определяемый исходя из значения коэффициента $B = 0.0074$ следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{x_1} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = 1 - B \Rightarrow x_1 = 2.678 \\ \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{x_2} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = 1 - B/2 \Rightarrow x_2 = 2.902 \end{aligned} \right\} \Rightarrow k = \frac{x_2}{x_1} = 1.084.$$

Сила диссипативного отталкивания:

$$F_{D|2\leftarrow 1} = P_{1D} (1 + K_D) S_2 = \frac{I_1 (1 + K_D) S_2}{x^2}, \quad (6.4)$$

где $I_1 = 6.64 \times 10^{-3} G' \frac{M_1^2 \ln \frac{N_1}{2}}{R_1^2 N_1}$ — интенсивность диссипации (имеет размерность силы), K_D — коэффициент восстановления импульса (при упругом взаимодействии диссипирующих компонентов со скоплением, с которым они сталкиваются), S_2 — площадь материи «на просвет» диссипирующими частицами, на которую действует сила отталкивания, G' — постоянная, равная гравитационной постоянной G из закона всемирного тяготения Ньютона в случае расчета диссипативной силы отталкивания шаровых звездных скопления, $G' \gg G$ — для взаимодействий гломеронов (в которых имеет место гравитация 2-го типа).

При определении силы диссипативного отталкивания на расстояниях, превышающих среднюю длину свободного пробега диссипируемых компонентов, зависимость должна быть дополнена множителем, учитывающим затухание диссипативного отталкивания:

$$F_{D|2\leftarrow 1} = \frac{I_1 (1 + K_D) S_2}{x^2} \cdot e^{-x/\lambda}, \quad (6.5)$$

где λ — показатель экспоненциального затухания диссипативного отталкивания с расстоянием.

Интенсивность квазистационарной диссипации постоянна, однако скопление, пришедшее в квазистационарное состояние, может выйти из него, если нарушить однородность внешнего гравитационного или диссипативного поля. Нарушение однородности внешнего поля возникает при сближении скоплений, когда возникают приливные силы, связанные с различием сил гравитационного

притяжения и диссипативного отталкивания ближних и дальних частей скоплений. Приливные силы нарушают внутреннее равновесие в диссипирующем скоплении, интенсивность диссипации многократно возрастает. Такую бурную диссипацию, вызванную приливными силами (гравитационными или диссипативными), мы назовем наведенной диссипацией.

Наведенная диссипация может быть вызвана гравитационным или диссипативным полем. Поскольку диссипативное поле убывает быстрее гравитационного, приливный эффект от диссипативного поля проявляется на меньших расстояниях, но гораздо более сильно, чем приливный гравитационный эффект.

Диссипативное поле квазистационарных динамических скоплений является консервативным, т.е. стационарным и потенциальным. В случае наведенной диссипации поле перестает быть консервативным, поскольку его напряженность определяется не только расстоянием, но и зависит от времени.

6.3 Слабые взаимодействия и диссипативное поле

Как известно, слабыми называют взаимодействия, лежащие в основе медленных распадов элементарных частиц (мезонов, гиперонов, нейтрона) и β -распадов ядер, т.е. распадов происходящих за время порядка более 10^{-10} с. Слабые взаимодействия обычно сопровождаются испусканием (или поглощением) нейтрино (электронного, мюонного или τ -нейтрино).

До последнего времени механизм слабого взаимодействия остается неизвестным, хотя некоторые свойства слабого взаимодействия и гипотетического слабого поля современной физике элементарных частиц известны.

В рамках гравитонной физики слабые взаимодействия находят свое объяснение. Можно предположить, что в основе слабых взаимодействий лежит диссипативное поле. В доказательство высказанной гипотезы можно привести следующие аргументы:

1. Слабые взаимодействия, как показали исследования, универсальны, и уступают в этом отношении только гравитационным. Подобной универсальностью обладает в соответствии с гравитонной физикой диссипативное поле, присущее всем материальным структурам, более сложным, чем динамические скопления гломеронов (буллоны).

2. Слабые взаимодействия реализуются на уровне ниже элементарных частиц, определяя распад последних. Расстояния, на которых значимы слабые взаимодействия, составляют, по различным оценкам, от 10^{-18} до $10^{-17} - 10^{-16}$ м. Согласно гравитонной физике, кроме гравитации, на этом уровне действуют только диссипативные силы.

3. Слабые взаимодействия — это взаимодействия, приводящие к распаду структур, а поэтому логично предположить, что соответствующие им силы будут силами отталкивания. Диссипативные силы являются, как нам известно, силами отталкивания.

6.4 Гравитационно-диссипативное равновесие

Если в динамической системе между компонентами одновременно действуют силы гравитационного притяжения и диссипативного отталкивания, то система при определенных условиях может находиться в состоянии гравитационно-диссипативного равновесия.

Гравитационно-диссипативное равновесие, в частности, может формироваться в системе, компонентами которой являются буллоны. Равновесие в этом случае будет устойчивым, т.е. если систему вывести из равновесного состояния, при котором равны силы гравитационного притяжения и диссипативного отталкивания, то система упруго восстановит свое первоначальное равновесное состояние.

В таких системах имеет место упругость 2-го рода, основанная на уравновешивании двух сил, оказывающих на систему проти-

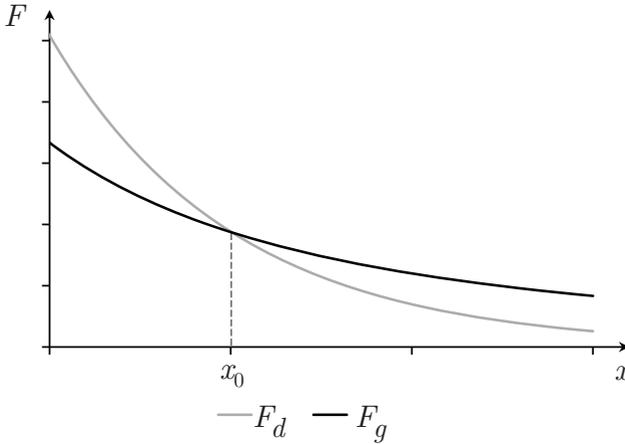


Рис. 6.1. Зависимость гравитационных и диссипативных сил от расстояния

воположное воздействие. В данном случае это силы гравитационного притяжения и диссипативного отталкивания. Следует отметить, что упругость макротел, газов, жидкостей, в основе которой лежит электромагнитное взаимодействие, также является упругостью 2-го рода, поскольку она реализуется за счет уравновешивания электростатических сил притяжения разноименных и отталкивания одноименных электрических зарядов.

Гравитационная сила притяжения и диссипативные силы отталкивания по-разному зависят от расстояния. Поскольку диссипативные силы убывают быстрее гравитационных (диссипируемые из динамических скоплений частицы имеет существенно больший размер и меньше среднюю длину свободного пробега, чем гломероны и единичные гравитоны), то равновесие возможно только в том случае, если на малых расстояниях доминируют силы диссипативного отталкивания, а на больших расстояниях — силы гравитационного притяжения. Качественно данная зависимость показана на рис. 6.1.

Как можно видеть, существует некоторое расстояние x_0 , на котором силы гравитационного притяжения F_g и силы диссипатив-

ного отталкивания F_d равны.

Качественная зависимость рис. 6.1 верна не всегда. Она соответствует случаю квазистационарной диссипации, когда диссипативное поле является консервативным. Это характерно для взаимодействий на больших расстояниях, например, для среды из буллонов. Если же равенство сил гравитационного притяжения и диссипативного отталкивания достигается на относительно малых расстояниях, при которых запускается механизм бурной наведенной диссипации, то сила диссипативного отталкивания будет зависеть не только от расстояния, но и от времени.

Гравитационно-диссипативное равновесие систем может быть двух видов: стационарным и пульсационным. При стационарном равновесии имеет место равенство сил гравитационного притяжения и диссипативного отталкивания, действующих между материальными структурами. При пульсационном равновесии равенство диссипативных сил отталкивания гравитационному притяжению достигается только при бурной наведенной диссипации. В этом случае система материальных структур не может быть стационарной.

Принципиальное различие стационарного и пульсационного равновесия заключается в том, что стационарное равновесие может иметь место между любым количеством динамических скоплений, в том числе и между двумя. Пульсационное равновесие требует особой формы равновесной системы. Пульсационное равновесие достигается только в пульсирующем динамическом скоплении, компонентами которого являются динамические скопления меньшего размера. В любом другом случае действие неравных в каждый момент времени сил гравитационного притяжения и диссипативного отталкивания приведет к необратимым изменениям системы взаимодействующих материальных объектов. Устойчивость пульсирующего скопления имеет энергетическую основу: работа сил гравитационного притяжения и работа сил диссипативного отталкивания за некоторый достаточно большой промежуток времени равны.

Рассмотрим теперь пульсационное равновесие в пульсирующем динамическом скоплении, компонентами которого являются более мелкие динамические скопления, между которыми действуют силы гравитационного притяжения и диссипативного отталкивания, достигающие равенства при наведенной бурной диссипации. Когда в скоплении компоненты далеки друг от друга, силы гравитационного притяжения доминируют и сжимают скопление до тех пор, пока не включается механизм бурной наведенной диссипации. Наведенная бурная диссипация — неуправляемый процесс, приводящий к взрывному расширению скопления, которое затем, по мере ослабления сил диссипативного отталкивания в результате расширения и восстановления в компонентах равновесия, замедляет свое расширение и вновь начинает сжиматься.

В случае стационарного характера сил притяжения и отталкивания так же, как и в случае нестационарного возможно возникновение колебательного процесса (пульсации). Однако эти колебания в силу внешнего воздействия на систему (например, сопротивления гравитонной среды) будут затухающими, и в результате взаимодействующие компоненты системы распределятся таким образом, чтобы суммарные силы притяжения и отталкивания в системе были постоянными. В случае неконсервативного характера сил диссипативного отталкивания стационарное состояние такого рода невозможно, а поэтому пульсации системы не будут затухать.

Итак, мы получили, что в результате взаимодействия абсолютно твердых и неупругих частиц — гравитонов, их объединения в многоуровневые структуры могут сформироваться упругие свойства. Следовательно, между отсутствием упругости у элементарного «кирпичика» материи — гравитона и наличием упругости у всех известных частиц и тел нет неразрешимого противоречия.

6.5 Выводы по главе 6

1. В шаровых динамических скоплениях, например в буллонах, между компонентами при их сближениях действуют иррегулярные силы. В результате взаимодействия между несколькими сбли-

жившимися компонентами (тремя и более) возможно приобретение одним из них скорости, достаточной для преодоления суммарного гравитационного поля динамического скопления и диссипации из него.

2. На начальных стадиях эволюции динамических скоплений, пока они еще не перешли в стационарное состояние в поле иррегулярных сил гравитации, интенсивность диссипации может быть очень высокой. В дальнейшем интенсивность диссипации снижается и, начиная с какого-то момента, практически не изменяется.

3. Диссипация компонентов (гломеронов) из буллонов формирует постоянную силу диссипативного отталкивания буллонов друг от друга. На малых расстояниях эта сила обратно пропорциональна квадрату расстояния между буллонами, на бо́льших расстояниях (сопоставимых или превышающих среднюю длину свободного пробега диссипированных гломеронов в гравитонной среде) сила взаимодействия получает экспоненциальный множитель, обеспечивающий уменьшение силы отталкивания в два раза при увеличении расстояния на длину свободного пробега диссипированных гломеронов.

4. Характер диссипативных сил отталкивания дает основания использовать их в качестве объяснения для слабых взаимодействий. Данный вопрос, однако, требует дальнейших исследований.

5. Возникновение между буллонами двух видов сил, — притягивающих сил гравитации 2-го типа и отталкивающих диссипативных сил, позволяет реализоваться гравитационно-диссипативному равновесию, при котором эти силы взаимно уравновешиваются. Это равновесие может принимать две формы: статического равновесия, когда силы диссипативного отталкивания в динамической системе равны силам гравитации, и динамического равновесия, когда силы диссипативного отталкивания и гравитационного притяжения равны лишь в среднем за некоторый интервал времени. Последний вариант равновесия возможен в том случае, когда сила квазистационарного диссипативного отталкивания меньше силы гравитационного притяжения. При этом, когда под действием силы гравитации два буллона сблизятся и усилят взаимное деста-

билизирующее воздействие друг на друга (посредством диссипируемых гломеронов, вылетающих из одного буллона и попадающих в другой), интенсивность диссипации может существенно вырасти, в результате чего сила диссипативного отталкивания окажется больше силы притяжения, что приведет к удалению буллонов друг от друга. Динамическое гравитационно-диссипативное равновесие, в частности, может быть реализовано в виде пульсирующего динамического скопления буллонов (подобно цифеидам).

Часть III

Буллоновая среда

7 Буллоновая среда и квантовые явления

7.1 Буллоновая среда

Буллон (от лат. «булл» [bulla] — шар, пузырь) — необходимая и неизбежная структурная форма в эволюции мироздания. Кроме того, буллон — структура, обладающая высокой устойчивостью, а поэтому значительная часть материи находится в виде буллонов. Буллоны входят в качестве компонентов в многоуровневые материальные структуры — элементарные частицы (электроны, протоны, нейтроны и т.д.). Вся материя структур, более сложных, чем гломероны, находится в виде буллонов и их многоуровневых совокупностей.

Исходя из сказанного, очевидно, что космическое пространство заполнено свободными буллонами, образующими буллоновую среду. Построим модель буллоновой среды с упругостью, подобной упругости аморфных твердых тел. Такая модель, как в дальнейшем будет показано, достаточно хорошо соответствует известной нам физической картине мира.

Между буллонами в буллоновой среде действуют силы гравитационного притяжения и диссипативного отталкивания. Сила гравитационного притяжения между двумя буллонами (с учетом заслонения в буллоновой среде):

$$F_{g11} = \frac{\Gamma_B A_B^2}{x^2} \exp\left(-\frac{\rho_{[B]} x}{m_B}\right), \quad (7.1)$$

где Γ_B — гравитационная постоянная для гравитации 2-го типа для буллонов; A_B , m_B — площадь материи «на просвет» частицами гравитонной среды и масса буллона; $\rho_{[B]}$ — плотность буллоновой среды.

Сила диссипативного отталкивания ($x \gg R_B$):

$$F_{d11} = \frac{I_B (1 + K_B) A_{B[G]}}{x^2} \exp\left(-\frac{\rho A_{B[G]} x}{m_B}\right), \quad (7.2)$$

где I_B — интенсивность диссипации из буллона; $A_{B[G]}$ — площадь материи буллона «на просвет» диссипативным полем (гломеронами).

Уравновешивание сил гравитационного притяжения и диссипативного отталкивания буллонов происходит в пределах некоторой равновесной области.

Следует отметить, что существование конечной по величине равновесной области не означает стационарности буллоновой среды. По мнению автора (позднее это будет доказано), в настоящее время буллоновая среда находится в состоянии расширения, начало которому положил Большой взрыв. Вследствие этого равновесная область — это лишь математическая абстракция, а в действительности никакого равновесия нет. Тем не менее, для качественной оценки процессов во Вселенной понятие равновесной области может оказаться полезным.

Для получения некоторых зависимостей, которые нам в дальнейшем понадобятся, рассмотрим силы, действующие в буллоновой среде.

Поскольку заслонение от гравитации несоизмеримо меньше, чем заслонение от диссипативного поля (частицы гравитонной среды намного меньше, чем гломероны), сила гравитационного взаимодействия двух буллонов может быть принята без учета затухания:

$$F_{g11} = \frac{\Gamma_B A_B^2}{x^2}. \quad (7.3)$$

Суммарная радиальная (сжимающая) сила гравитационного взаимодействия всех буллонов в пределах некоторой однородной области с радиусом R :

$$F_g = \Gamma_B \left(\frac{A}{\frac{4}{3}\pi R^3}\right)^2 \int_0^R \frac{4}{3}\pi x^3 \frac{4\pi x^2}{x^2} dx = \frac{3\Gamma_B A^2}{4R^2}, \quad (7.4)$$

где $4\pi x^2 dx$ — объем элементарной сферы с радиусом x и толщиной dx ; $\frac{A}{\frac{4}{3}\pi R^3}$ — площадь материи «на просвет» частицами гравитонной среды единицы объема буллоновой среды; $\frac{4}{3}\pi x^3$ — объем шара с радиусом x буллоновой среды, с которым взаимодействует элементарная сфера (силы взаимодействия с материей на радиусах, больших, чем радиус элементарной сферы, взаимно компенсируются); A — суммарная площадь материи всей области «на просвет» частицами гравитонной среды, равная сумме площадей материи «на просвет» всех буллонов области.

Предполагая, что буллоны одинаковые, выражение (7.4) можно записать в виде:

$$F_g = \frac{3G_B M^2}{4R^2}, \quad (7.5)$$

где $G_B = \Gamma_B A_B^2 / m_B^2$ — гравитационная постоянная (по массам) для буллонов; M — масса всех буллонов в области.

Определим теперь силу диссипативного отталкивания между буллонами в рассматриваемой области. Если предположить, что расстояния между буллонами x много больше их собственных размеров R_b , то средняя сила диссипативного отталкивания буллонов данной области от буллона, расположенного в центре области, определится следующим образом:

$$\begin{aligned} \overline{F_{d11}} &= \int_0^R \frac{I_B (1 + K_B) A_{B[G]}}{x^2} \frac{3x^2}{R^3} \exp\left(-\frac{\rho A_{B[G]} x}{m_B}\right) dx = \\ &= \frac{3I_B (1 + K_B) A_{B[G]}}{R^3} \int_0^R \exp\left(-\frac{\rho A_{B[G]} x}{m_b}\right) dx = \\ &= \frac{3I_B (1 + K_B) m_B}{R^3 \rho_{[B]}} \left(1 - \exp\left(-\frac{\rho A_{B[G]} R}{m_B}\right)\right). \end{aligned} \quad (7.6)$$

Мы пренебрегли заслонением от гравитации, однако существенно бóльшим заслонением от диссипативного поля мы пренебречь не можем, тем более что именно благодаря этому в плотных

флуктуациях буллоновой среды возможно уравнивание гравитационных и диссипативных сил. Для равновесной области

$$\frac{\rho A_{B[G]} R_e}{m_B} \gg 1, \quad (7.7)$$

что означает практически полное заслонение от диссипативного поля в пределах области, много меньшей, чем равновесная область с радиусом R_e . Тогда справедливо следующее выражение:

$$\overline{F_{d11}} \approx \frac{3I_B(1 + K_B)m_B}{R_e^3 \rho_{[B]}}. \quad (7.8)$$

Суммарная диссипативная сила:

$$F_d = \frac{N(N-1)}{2} \frac{\overline{F_{d11}}}{3} \approx \frac{8\pi^2 R_e^3 \rho_{[B]} I_B (1 + K_B)}{9m_B}, \quad (7.9)$$

где N — количество буллонов в равновесной области.

Приравнявая значения гравитационного притяжения и диссипативного отталкивания в пределах равновесной области (7.5) и (7.9), получаем радиус равновесной области:

$$R_e = \frac{2I_B(1 + K_B)}{3G_B m_B \rho_{[B]}}. \quad (7.10)$$

Из анализа выражений (7.1) и (7.2) следует, что и сила гравитационного притяжения, и сила диссипативного отталкивания — дальнедействующие. При этом диссипативная сила убывает быстрее, поскольку обеспечивается взаимодействием более крупных частиц. На расстояниях, соизмеримых с расстояниями между буллонами буллоновой среды, действием сил гравитации можно пренебречь. В этом случае между буллонами действуют фактически только силы диссипативного отталкивания. При изменении под внешним воздействием взаимного расположения буллонов возникают значительные упругие силы, стремящиеся вернуть буллоны в прежнее состояние.

7.2 Упругие свойства и сопротивление буллоновой среды

Между буллонами действуют значительные по величине силы диссипативного отталкивания, уравниваемые в пределах некоторой, достаточно большой равновесной области силами гравитационного притяжения. Наиболее близким аналогом буллоновой среды является газ, сжатый до огромного давления (в миллионы атмосфер). Такой газ обладает многими свойствами аморфного твердого тела, в частности, в нем, по мнению автора, могут распространяться поперечные волны.

Буллоновая среда обладает высокой упругостью, а значит, она должна оказывать значительное сопротивление движущимся в ней телам. Автор допускает теоретическую возможность построение модели упругой среды, не оказывающей заметного сопротивления движущимся в ней телам, однако такая модель будет неправдоподобной и искусственной. Поэтому мы будем исходить из того, что сопротивление буллоновой среды существенно, но в силу каких-то причин оно не вызывает изменения динамики движущихся в среде тел.

Сопротивление любой среды определяется, во-первых, энергией полей (гравитационного, электромагнитного и др.), препятствующих деформации среды, и, во-вторых, инерцией частиц среды. В том случае, когда поля, обеспечивающие упругость среды, являются консервативными, оба приведенных выше фактора приводят к потере энергии движущихся в среде тел. Однако диссипативное поле, определяющее упругость буллоновой среды, не является идеально консервативным. При тесном сближении буллонов (вследствие деформации среды движущимся телом) возникает наведенная диссипация из буллонов, в результате чего упругая реакция среды может оказаться больше, чем воздействие на нее со стороны движущегося тела. Источником энергии для избыточной реакции является гравитонная среда.

Если частица, поступательно движущаяся в буллоновой среде, совершает при этом колебания на собственной частоте, определя-

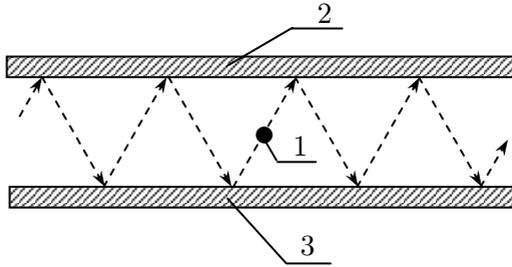


Рис. 7.1. Модель поступательно движущейся колеблющейся частицы

емой ее массой и упругими свойствами среды, то потери энергии от сопротивления среды могут полностью компенсироваться поступлением дополнительной энергии от наведенной диссипации из «деформированных» буллонов.

Образной моделью поступательно движущейся колеблющейся частицы в буллоновой среде является модель, приведенная на рис. 7.1. Шарик 1 движется между стенками 2 и 3, поочередно сталкиваясь и отскакивая от них (при этом угол падения равен углу отражения). Стенки обладают тем свойством, что их упругая реакция больше по величине, чем сила воздействия шарика (т.е. удар шарика нарушает в них внутреннее равновесие, что приводит к высвобождению энергии). Если между стенками имеется некоторая среда, тормозящая движение шарика, то это торможение может быть компенсировано избыточной реакцией стенок.

При движении частиц в буллоновой среде имеет место их колебание по круговой фигуре Лиссажу. При этом колебания происходят таким образом, что вызываемая ими наведенная диссипация полностью компенсирует потери энергии от сопротивления среды. Таким образом, имеет место устойчивое равновесие движущейся частицы, обеспечивающее постоянство ее скорости.

Из сказанного выше становится понятным, что первичным, основным является колебательное движение частиц. Поступательное движение сообщается частицам не напрямую, а через колебательное движение: внешнее воздействие на частицу приводит к

деформации упругой буллоновой среды, вследствие чего частица начинает колебаться. Вначале это колебание имеет более высокую энергию, затем постепенно затухает, пока не установится в некотором состоянии, при котором потери энергии от сопротивления среды и приток энергии от наведенной диссипации из «деформированных» буллонов среды равны. Поскольку в стационарном состоянии энергия системы равномерно распределена по ее степеням свободы, то, наряду с колебательным движением, частица получает также поступательное движение. Потери энергии, обусловленные сопротивлением среды поступательному движению, также влияют на окончательные параметры системы.

7.3 Постоянная Планка

Ключевой константой, определяющей процессы в буллоновой среде, является постоянная Планка. Понятно, что постоянная планка отражает какое-то свойство буллоновой среды. Что это за свойство?

Что нам известно о постоянной Планка? Она связана с распространением в буллоновой среде возмущений или частиц, вызывающих возмущения. При этом мы уже установили, что распространение возмущения или движение частицы через буллоновую среду становится возможным за счет возникновения колебательного движения (возмущения среды или частицы) с круговой фигурой Лиссажу, вызывающего избыточную реакцию среду, подпитывающую движение возмущения или частицы (колебательное и поступательное, в сумме имеющее вид пружинки). Также нам известно (из формулы де Бройля, надежно подтвержденной экспериментально), что энергия движущейся через среду частицы или возмущения (волны) равно произведению постоянной Планка и частоты колебаний, соответствующей движущейся частице или возмущению среды. И, наконец, последнее, что необходимо учитывать при определении природы постоянной Планка, это ее размерность, соответствующая действию.

В настоящее время волнам де Бройля приписывают статистический характер, называя их волнами вероятности (сам де Бройль не разделял такого представления [84]). Можно предположить, что формула де Бройля соответствует реализации экстремального принципа, в виде которого надсистема (в данном случае буллоновая среда) определяет ограничения для поведения подсистемы (частицы или возмущения среды). Применительно к случаю поддержания движения частицы или возмущения в среде с избыточной реакцией, проявляющейся при ее деформации (инициирующей диссипацию гломеронов и резкий рост диссипативного отталкивания), восстановление энергии частицы или возмущения происходит при каждом ее колебании. Наибольшее действие, которое буллоновая среда может локально передать за одно колебание частицы или волны, равно постоянной Планка. Если частица имеет большую массу или высокую энергию, то ей необходимо пополнять энергию чаще, то есть чаще колебаться.

При каждом колебании энергия частицы или возмущения полностью теряется (равна нулю в момент смены направления колебательного движения), а потом полностью восстанавливается. Полная механическая энергия колебаний:

$$E_o = \frac{mV_t^2}{2} = h\nu, \quad (7.11)$$

где V_t — тангенциальная скорость (скорость движения по круговой фигуре Лиссажу). E_o — полная механическая энергия колебаний, h — постоянная Планка, ν — частота колебаний.

Исходя из теоремы о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы энергия поступательного движения равна половине полной энергии колебаний:

$$E_f = \frac{E_o}{2} = \frac{mV_f^2}{2}. \quad (7.12)$$

Откуда:

$$V_f = \frac{V_t}{\sqrt{2}} \Rightarrow E_o = \frac{mV_t^2}{2} = mV_f^2 = h\nu. \quad (7.13)$$

7.4 Выводы по главе 7

1. Космическое пространство заполнено свободными буллонами, образующими буллоновую среду. Между буллонами в буллоновой среде действуют силы гравитационного притяжения (посредством гравитации 2-го типа) и диссипативного отталкивания.

2. Буллоновая среда обладает высокой упругостью. Эта упругость является нелинейной: при существенной деформации буллоновой среды, приводящей к сближению буллонов, в последних нарушается равновесие и диссипация из них гломеронов резко возрастает, что приводит к сильному росту сил диссипативного отталкивания. Деформация буллоновой среды приводит к избыточной силе реакции, которая может существенно превышать силу, вызвавшую деформацию среды.

3. Избыточная реакция буллоновой среды на деформацию, вызванную движением через нее частиц и тел, при определенных условиях может компенсировать силу сопротивления буллоновой среды. Указанным условием является движение частиц через буллоновую среду по винтовой траектории (типа пружинки), при котором колебания, осуществляемые в плоскости перпендикулярной направлению поступательного движения, порождает избыточную реакцию среды.

4. Для сохранения равномерного движения частицы (или возмущения буллоновой среды) с определенной энергией поступательного движения частота колебаний должна иметь строго определенное значение. Чем больше энергия поступательного движения частицы (или возмущения буллоновой среды), тем прямо пропорционально больше должна быть частота колебаний. Это связано с тем, что при каждой смене направления движения в процессе колебания полностью теряется, а затем компенсируется избыточной реакцией среды энергия этого колебания, пропорциональная энергии поступательного движения. Коэффициент пропорциональности между энергией поступательного движения и частотой колебаний — это постоянная Планка.

8 Гравитация 3-го типа

8.1 Механизм гравитации 3-го типа

Иерархии материальных структур по сложности этих структур соответствует аналогичная иерархия затрат энергии: более сложные структуры существуют за счет энергии менее сложных, но преобладающих по количеству и по суммарной энергии. В частности, макротела существуют за счет энергии буллоновой среды и гравитонной среды, буллоновая среда существует за счет энергии гравитонной среды. Таким образом основная часть энергии сосредоточена на уровне наиболее простых материальных структур. Аналогично и потери энергии — наибольшие для наименее сложных материальных структур.

Гравитация (любого типа) представляет собой результат потери энергии гравитонной среды вследствие ее взаимодействия с самой собой или более сложной материей. Космические тела (и макротела) безусловно взаимодействуют между собой посредством гравитации 2-го типа (т.е. через формирование перепада давления вследствие потерь энергии гравитонной среды при взаимодействии с макро- и космическими телами). Однако несоизмеримо большие потери энергии имеют место во взаимодействии (с гравитонной средой) гломеронов, диссипирующих из буллонов, входящих в состав тел, и окружающей буллоновой среды. Тело, помещенное в буллоновую среду, непрерывно испускает (диссипирует) в нее гломероны. В ответ на это воздействие среда возмущается (в ней нарушается равновесие) и также испускает гломероны. В результате в области нахождения тела увеличивается количество свободных гломеронов, а значит растет площадь материи, на которой теряется энергия гравитонной среды (площадь материи «на просвет» частицами гравитонной среды).

Этот рост становится возможным благодаря тому, что внутри буллонов гломероны в значительной степени заслоняют друг друга и вносят меньший вклад в суммарную площадь материи «на просвет» частицами гравитонной среды. Поэтому потеря энергии гравитонной среды происходит преимущественно на свободных гломеронах. Гравитационный эффект связан с увеличением их количества в области нахождения тела. Таким образом, свободные гломероны, диссипировавшие из буллонов в результате взаимодействия тела с буллоновой средой, в совокупности представляют собой источник гравитации (3-го типа), характеризующийся площадью A материи дополнительно диссипированных гломеронов «на просвет» частицами гравитонной среды.

На рис. 8.1 показана последовательность реализации гравитационного взаимодействия 3-го типа.

Суммарная площадь гломеронов, диссипированных из буллонов, «на просвет» частицами гравитонной среды много больше суммарной площади материи буллонов «на просвет» частицами гравитонной среды. Это следует из того, что равновесие буллоновой среды определяется уравниванием сил гравитационного притяжения и диссипативного отталкивания, осуществляемого посредством гломеронов, гравитационно взаимодействующих с другими буллонами, которых они отталкивают от «своего» буллона. В целом должно обеспечиваться равенство работы силы давления гравитонной среды на буллоны (служащей притяжению буллонов) и на свободные гломероны (служащей отталкиванию буллонов) в пределах области равновесия среды. Для буллонов сила действует на всем протяжении области (все буллоны области притягивают друг друга), для свободных гломеронов — в пределах порядка средней длины свободного пробега, которая много меньше размеров области. Из равенства работы силы давления следует, что площадь материи «на просвет» частицами гравитонной среды буллонов много меньше, чем свободных гломеронов. Следовательно, гравитационное взаимодействие буллонов очень слабое.

Площадь $A_{1[g]}$ материи дополнительно диссипированных гломеронов «на просвет» частицами гравитонной среды, равная сум-

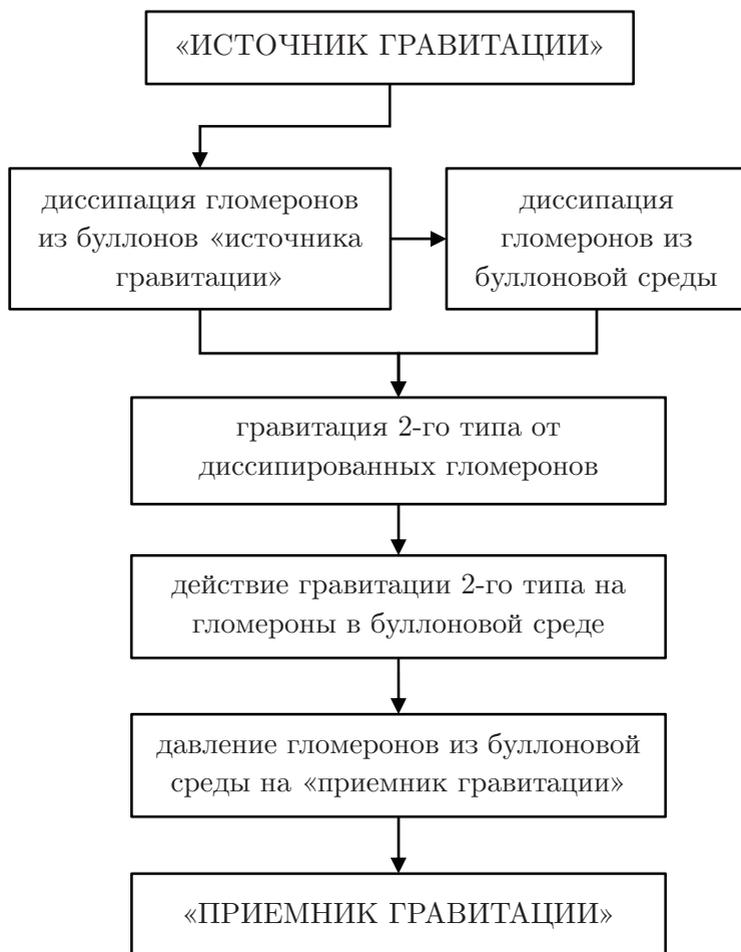


Рис. 8.1. Последовательность реализации гравитации 3-го типа

ме площадей сечения этих гломеронов, в случае стационарного (установившегося) процесса взаимодействия между «источником» гравитации и окружающей буллоновой средой, пропорциональна мощности диссипации гломеронов из «источника» гравитации.

В случае неподвижного «источника» гравитации:

$$A_{1[g]}(v_1 = 0) = (1 + \zeta) i_B \frac{M_1}{m_B} \tau \cdot \pi R_G^2, \quad (8.1)$$

где ζ — коэффициент, равный отношению суммарной площади сечения гломеронов (принимаемых непроницаемыми для частиц гравитонной среды), диссипированных из буллоновой среды в ответ на диссипацию гломеронов из «источника» гравитации единичной мощности, к площади сечения диссипированных гломеронов из этого «источника» гравитации; i_B — интенсивность диссипации гломеронов из одного буллона; M_1 — масса «источника» гравитации; m_B — масса буллона; R_G — радиус гломерона; τ — среднее время жизни возмущения (интервал времени, за который диссипированные гломероны в результате взаимодействия с буллоновой средой утрачивают преимущественную ориентацию движения от источника гравитации).

В случае движения «источника» гравитации:

$$A_{1[g]}(v_1 \neq 0) = (1 + \zeta) i_B \frac{M_1}{m_B} \tau \cdot \pi R_G^2 \frac{N(v_1 \neq 0)}{N(v_1 = 0)}, \quad (8.2)$$

где

$$\frac{N(v_1 \neq 0)}{N(v_1 = 0)} = \frac{p(v_1 \neq 0) u(v_1 \neq 0)}{p(v_1 = 0) u(v_1 = 0)}$$

— отношение мощности генерации дополнительной площади материи «на просвет» гравитонной средой в случае движущегося и неподвижного «источника» гравитации, равное отношению произведений давления создаваемого диссипацией возмущения на скорость передачи этого возмущения.

Определим отношение $\frac{N(v_1 \neq 0)}{N(v_1 = 0)}$:

$$\left. \begin{aligned} u(v_1 = 0) = w \\ u = \sqrt{w^2 + v_1^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{u(v_1 \neq 0)}{u(v_1 = 0)} = \sqrt{1 + \frac{v_1^2}{w^2}} \left. \begin{aligned} p(v_1 = 0) \propto w^2 \\ p \propto w^2 + v_1^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{p(v_1 \neq 0)}{p(v_1 = 0)} = 1 + \frac{v_1^2}{w^2} \quad (8.3)$$

$$\Rightarrow \frac{N(v_1 \neq 0)}{N(v_1 = 0)} = \left(1 + \frac{v_1^2}{w^2}\right)^{3/2},$$

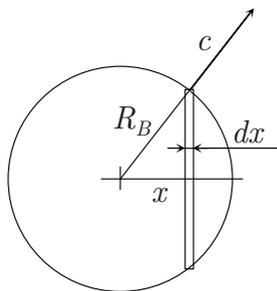
где $w = \sqrt{c^2/6}$ — проекция на заданное направление среднеквадратичной скорости передачи возмущения, c — скорость распространения самоподдерживающегося возмущения (в виде поперечных волн) в буллоновой среде.

Распространение возмущений в буллоновой среде на сколь угодно существенные расстояния (много большие размеров одного буллона) может осуществляться только в виде самоподдерживающихся волн, не затухающих с расстоянием. Такие волны имеют вид поперечных (вихревых) колебаний (типа пружинки), распространяющиеся с определенной скоростью. Эта скорость, при котором колебания являются самоподдерживающимися, равна скорости света. Более подробно данный вопрос будет рассмотрен в п. 10.6.

Величина w определяется исходя из следующего выражения (рис. 8.2):

$$\overline{w^2} = \frac{1}{4\pi R_B^2} \int_0^{R_B} 2\pi \sqrt{R_B^2 - x^2} \cdot dx \cdot \frac{R_B}{x} \cdot c^2 \cdot \frac{x^2}{R_B^2} = \frac{c^2}{6}, \quad (8.4)$$

где R_B — радиус буллона.

Рис. 8.2. Расчет $\overline{w^2}$

В результате получаем:

$$\begin{aligned} A_{1[g]} &= (1 + \zeta) i_B \frac{M_1}{m_B} \tau \cdot \pi R_G^2 \left(1 + \frac{v_1^2}{w^2}\right)^{3/2} = \\ &= \xi M_1 \left(1 + \frac{v_1^2}{w^2}\right)^{3/2}, \end{aligned} \quad (8.5)$$

где ξ — константа.

«Приемник» гравитации характеризуется величиной A_2 , равной произведению площади $A_{G[g]}$ одного гломерона на «на просвет» частицами гравитонной среды (принимаем равной площади сечения гломерона) и числа N_G дополнительных гломеронов, диссипированных из буллонов окружающей среды под действием гравитации, воздействующих на «приемник» гравитации:

$$\begin{aligned} A_2 &= A_{G[g]} N_G = \pi R_G^2 \frac{\Delta\rho_{[G]}}{m_G} U_{[G]} \left(1 + \frac{v_2^2}{w^2}\right)^{1/2} = \\ &= \chi M_2 \left(1 + \frac{v_2^2}{w^2}\right)^{1/2}, \end{aligned} \quad (8.6)$$

где $\Delta\rho_{[G]}$ — плотность среды из дополнительных гломеронов; $U_{[G]} = A_{2[G]} L_B$ — объем гломеронной среды, который воздействует на «приемник» гравитации; $A_{2[G]} = \frac{M_2}{m_B} \pi R_B^2$ — площадь материи «приемника» гравитации на просвет гломеронами, равная сумме площадей сечения буллонов «приемника» гравитации;

$L_B \approx \frac{4}{3}R_B$ — «толщина» буллона (определяет толщину слоя среды из гломеронов, действующих на каждый из буллонов «приемника» гравитации); v_2 — скорость движения «приемника» гравитации; $\left(1 + \frac{v_2^2}{w^2}\right)^{1/2}$ — поправочный коэффициент, учитывающий влияние движения «приемника» гравитации; $\chi \approx \frac{4\pi^2 R_G^2 R_B^3 \rho_{[G]}}{3m_G m_B}$ — константа.

Поправочный коэффициент $\left(1 + \frac{v_2^2}{w^2}\right)^{1/2}$ определяется движением «приемника» гравитации относительно буллоновой среды, возмущенной действием гравитационного поля «источника» гравитации. Среднеквадратичная скорость передачи возмущения от буллоновой среды к «приемнику» гравитации равна w (такая же, как скорость передачи возмущения от «источника» к окружающей буллоновой среде). Влияние движения относительно гломеронной среды при этом можно не учитывать, поскольку скорость гломеронов очень велика и несопоставимо больше скорости передачи возмущения.

В результате сила воздействия со стороны «источника» гравитации на «приемник»:

$$F_{2 \leftarrow 1} = \Gamma \frac{A_{1[g]} A_2}{x^2} = \frac{GM_1 M_2}{x^2} \left(1 + \frac{v_1^2}{w^2}\right)^{3/2} \left(1 + \frac{v_2^2}{w^2}\right)^{1/2}, \quad (8.7)$$

где M_1 и M_2 — массы «источника» и «приемника» гравитации; $w = \sqrt{c^2/6}$; $\Gamma = \frac{\rho_{[g]} \bar{V}_{[g]}^2}{6\pi}$ — гравитационная постоянная по площадям материи «на просвет» гравитонной средой (см. (5.9) при $K_1 = K_2 = 0$); $G = \Gamma \xi \chi = \frac{2\pi^2 R_G^4 R_B^3 \Delta \rho_{[G]} (1+\zeta) i_B \tau}{9m_G m_B^2} \rho_{[g]} \bar{V}_{[g]}^2$ — гравитационная постоянная из закона всемирного тяготения Ньютона.

Следует отметить, что в данном случае гравитация формируется давлением на площадь материи «приемника» гравитации на просвет не гравитацией (частицами гравитонной среды), а на просвет гломеронами, на которые воздействует поле «источника» гравитации. То есть гломероны выступают в качестве посредников, в итоге увеличивающими силу воздействия (для гломеронов

тела менее прозрачны, чем для более мелких частиц гравитонной среды).

Полученная сила гравитации представляет собой гравитацию 3-го типа, имеющую, как можно видеть, существенно более сложный механизм по сравнению с гравитацией 1-го и 2-го типа.

Важным обстоятельством гравитации третьего типа является то, что сила гравитационного взаимодействия не зависит напрямую от площадей материи «на просвет» частицами гравитонной среды. Мощность источника гравитации определяется интенсивностью диссипации гломеронов из буллоновой среды (количеством диссипируемых гломеронов за единицу времени). Способность «приемника» гравитации претерпевать воздействие гравитации третьего типа определяется его площадью материи «на просвет» гломеронами. В случае обычных тел интенсивность диссипации гломеронов пропорциональна массе «источника» гравитации, а площадь материи «приемника» гравитации «на просвет» гломеронами пропорциональна массе «приемника» гравитации.

8.2 «Темная» материя

Дополнительная гравитация, появляющаяся вследствие диссипации гломеронов из источника гравитации и буллоновой среды, проявляется во взаимодействиях тел не в полной мере. Через время τ диссипированные гломероны вследствие взаимодействия с буллоновой средой (и другими свободными гломеронами) перемешиваются с другими свободными гломеронами и уже не проявляют себя в формировании сил гравитационного притяжения между источниками и приемниками гравитации.

При этом их площадь материи на просвет гравитацией никуда не девается. Гломероны, диссипированные из тел и буллонов образуют квазиоднородную гломеронную среду, которая в области нахождения большого количества тел имеет более высокую плотность. Такое уплотнение гломеронной среды, в частности, должно иметь место в крупных космических системах — шаровых скоплениях звезд, галактиках и скоплениях галактик (любой формы).

Оно приобретает форму сферического гало с постепенно убывающей с расстоянием от центра плотностью.

В результате количественных исследований крупных космических систем должно проявиться несоответствие наблюдаемой потенциальной энергии данной системы (например, исходя из распределения скоростей звезд в зависимости от расстояния от центра системы) и ее расчетного значения (исходя из гравитационного взаимодействия посредством гравитации 3-го типа между наблюдаемыми звездами).

Потенциальная энергия системы N примерно одинаковых компонентов с массами, равными m , и суммарной массой M , составляет

$$E_p = -\frac{N(N-1)}{2} \cdot Gm^2 \overline{\left(\frac{1}{r}\right)} = -\frac{GM^2}{2} \cdot \overline{\left(\frac{1}{r}\right)}, \quad (8.8)$$

где $\overline{\left(\frac{1}{r}\right)}$ — величина, обратная среднему расстоянию гравитационного взаимодействия (для однородного шара равна $\frac{6}{5R}$, где R — радиус шара).

Согласно теореме о вириале (о связи между средними значением суммарной кинетической энергии системы тел, движущихся в ограниченной области пространства, и действующими в этой системе силами с потенциалом $\sim 1/r$) [85, с. 458]:

$$E_p = -2E_k. \quad (8.9)$$

Кинетическая энергия компонентов системы, в свою очередь, определяется следующим образом:

$$E_k = \frac{N}{2}mv^2 = \frac{Mv^2}{2}, \quad (8.10)$$

где v — среднеквадратичная скорость компонентов системы.

Исходя из (8.7), (8.9) и (8.10) получаем

$$M = \frac{2v^2}{G\overline{\left(\frac{1}{r}\right)}}. \quad (8.11)$$

Для системы наблюдаемых звезд при расчете потенциальной энергии гравитационная постоянная определяется коэффициентом τ , который мы назвали средним временем жизни возмущения. В действительности, потенциальная энергия взаимодействия существенно больше и может быть определена заменой τ на $\tau_d \propto \frac{d}{V_{[G]}}$, где d — некоторый параметр, отражающий размер системы (для шаровой системы, вероятно, сопоставимый с радиусом), $V_{[G]}$ — средняя скорость свободных гломеронов.

В результате, возникает иллюзия, что действительная масса системы в $k_\tau = \tau_d/\tau$ раз больше суммы масс наблюдаемых звезд, т.е. имеется некоторая скрытая масса — «темная» материя.

В частности, для нашей Галактики вириальная масса (рассчитанная аналогично формуле 8.11) составляет $M_{\text{vir}} = 0.80_{-0.16}^{+0.31} \times 10^{12} M_\odot$, что многократно (τ — от 5 до 17 раз) превышает суммарную массу звезд галактического диска ($M = 0.95_{-0.30}^{+0.24} \times 10^{11} M_\odot$) [86].

Иллюзорность «темной» материи косвенно подтверждается существованием эмпирической зависимости Талли-Фишера [87], связывающей массу или собственную светимость спиральной галактики и скорость ее вращения ($L \sim v_{\text{max}}^\beta$, где L — светимость, v_{max} — максимальная скорость вращения, β — показатель, зависящий от диапазона излучения), не предполагающей никакого учета «темной» материи.

8.3 Численное моделирование орбитального движения

Предположение о том, что сила гравитационного взаимодействия тел зависит от скорости их движения, не новое. Теории Ритца, Гербера и др. предполагали наличие такого влияния. Специальная теория относительности Эйнштейна также предполагает влияние скорости движения тел на силу их гравитационного взаимодействия (через изменение масс). Проверим гипотезу, согласно которой сила гравитационного притяжения зависит от скоростей

взаимодействующих тел следующим образом:

$$\begin{aligned}
 F_{1\leftarrow 2} &= \frac{GM_1M_2}{r^2} \left(1 + \frac{v_2^2}{w^2}\right)^{\mu/2} \left(1 + \frac{v_1^2}{w^2}\right)^{\lambda/2} \approx \\
 &\approx \frac{GM_1M_2}{r^2} \left(1 + \frac{\mu v_2^2 + \lambda v_1^2}{2w^2}\right), \\
 F_{2\leftarrow 1} &= \frac{GM_1M_2}{r^2} \left(1 + \frac{v_1^2}{w^2}\right)^{\mu/2} \left(1 + \frac{v_2^2}{w^2}\right)^{\lambda/2} \approx \\
 &\approx \frac{GM_1M_2}{r^2} \left(1 + \frac{\mu v_1^2 + \lambda v_2^2}{2w^2}\right),
 \end{aligned} \tag{8.12}$$

где $F_{1\leftarrow 2}$, $F_{2\leftarrow 1}$ — силы, действующие, соответственно, со стороны 2-го тела (с массой M_2) на 1-ое (с массой M_1) и со стороны 1-го тела — на 2-ое, v_1 , v_2 — абсолютные значения скоростей 1-го и 2-го тел, r — текущее расстояние между телами, μ — показатель степени, с которым скорость движения источника гравитации определяет силу гравитации (при линейной зависимости гравитации от скорости источника — $\mu = 1$, при зависимости гравитации от квадрата скорости источника — $\mu = 2$ и т.д.), λ — показатель степени, с которым скорость движения «приемника» гравитации (объекта, на который действует гравитация) определяет силу гравитации, w — константа, имеющая размерность скорости ($w \gg v_1$, $w \gg v_2$).

Ключевым индикатором соответствия предлагаемых гипотез относительно гравитации действительности последние сто лет является возможность на их основе объяснить прецессию перицентров компонентов двойных систем (изначально речь шла о прецессии перигелия Меркурия и других планет солнечной системы). Наиболее выражено данный эффект проявляется в двойных нейтронных звездах (хотя бы одна из нейтронных звезд — пульсар), двойных системах из нейтронной звезды (пульсара) и белого карлика, при определенных условиях — в двойных системах из нейтронной звезды (пульсара) и звезды главной последовательности. Кроме того, значительный интерес представляет исследование данного эффекта в солнечной системе.

Рассмотрим алгоритм численного моделирования. Для различных вариантов зависимости силы гравитации от скорости (т.е. различных μ, λ и w) было выполнено численное пошаговое моделирование движения компонентов двойных систем. Изложим кратко последовательность расчетов.

Интервал времени, соответствующий каждому шагу:

$$\tau = \frac{P_b}{N}, \quad (8.13)$$

где P_b — орбитальный период двойной системы, N — число шагов на период.

Определим действующие силы гравитации:

$$|F_{1\leftarrow 2}| = \frac{k}{r_{i-1}^2} \left(1 + \frac{\mu v_{2(i-1)}^2 + \lambda v_{1(i-1)}^2}{2w^2} \right), \quad (8.14)$$

$$|F_{2\leftarrow 1}| = \frac{k}{r_{i-1}^2} \left(1 + \frac{\mu v_{1(i-1)}^2 + \lambda v_{2(i-1)}^2}{2w^2} \right), \quad (8.15)$$

где $k = GM_1M_2$ — постоянный коэффициент, определяемый гравитационной постоянной G и массами компонентов M_1 и M_2 ; $r_{i-1} = \sqrt{(x_{1(i-1)} - x_{2(i-1)})^2 + (y_{1(i-1)} - y_{2(i-1)})^2}$ — расстояние между взаимодействующими компонентами на предыдущем шаге, $x_{1(i-1)}, x_{2(i-1)}, y_{1(i-1)}, y_{2(i-1)}$ — координаты компонентов в ортогональной системе координат на предыдущем шаге.

Разложим силы по осям:

$$\begin{aligned} F_{1\leftarrow 2|X} &= \frac{x_{2(i-1)} - x_{1(i-1)}}{r_{i-1}} |F_{1\leftarrow 2}|; \\ F_{1\leftarrow 2|Y} &= \frac{y_{2(i-1)} - y_{1(i-1)}}{r_{i-1}} |F_{1\leftarrow 2}|; \\ F_{2\leftarrow 1|X} &= \frac{x_{1(i-1)} - x_{2(i-1)}}{r_{i-1}} |F_{2\leftarrow 1}|; \\ F_{2\leftarrow 1|Y} &= \frac{y_{1(i-1)} - y_{2(i-1)}}{r_{i-1}} |F_{2\leftarrow 1}|. \end{aligned} \quad (8.16)$$

Определим скорости компонентов:

$$\begin{aligned}
 v_{1X(i)} &= v_{1X(i-1)} + \tau \cdot \frac{F_{1\leftarrow 2|X}}{M_1}; \\
 v_{1Y(i)} &= v_{1Y(i-1)} + \tau \cdot \frac{F_{1\leftarrow 2|Y}}{M_1}; \\
 v_{2X(i)} &= v_{2X(i-1)} + \tau \cdot \frac{F_{2\leftarrow 1|X}}{M_2}; \\
 v_{2Y(i)} &= v_{2Y(i-1)} + \tau \cdot \frac{F_{2\leftarrow 1|Y}}{M_2}; \\
 v_{1(i)} &= \sqrt{v_{1X(i)}^2 + v_{1Y(i)}^2}; \quad v_{2(i)} = \sqrt{v_{2X(i)}^2 + v_{2Y(i)}^2}.
 \end{aligned} \tag{8.17}$$

Координаты компонентов:

$$\begin{aligned}
 x_{1(i)} &= x_{1(i-1)} + \frac{\tau}{2} \cdot (v_{1X(i-1)} + v_{1X(i)}); \\
 y_{1(i)} &= y_{1(i-1)} + \frac{\tau}{2} \cdot (v_{1Y(i-1)} + v_{1Y(i)}); \\
 x_{2(i)} &= x_{2(i-1)} + \frac{\tau}{2} \cdot (v_{2X(i-1)} + v_{2X(i)}); \\
 y_{2(i)} &= y_{2(i-1)} + \frac{\tau}{2} \cdot (v_{2Y(i-1)} + v_{2Y(i)}).
 \end{aligned} \tag{8.18}$$

Начальные положения и скорости компонентов определяются исходя из имеющихся данных по массам компонентов, орбитальному периоду и эксцентриситету орбиты на момент нахождения компонентов в апоцентрах орбит.

Моделирование проводилось с числом шагов за один период системы $N = 1.0 \times 10^6$ на $n = 10$ периодах. В процессе моделирования определялись положения, в которых расстояние между компонентами системы достигало максимального значения (положения апоцентров; использовались вместо положений перицентров поскольку соответствуют меньшей скорости движения и соответственно более точно определяются). Для таких положений проводилось уточнение с минимальным шагом (до 2^{-10} от номинального) и находился угол φ_j между линией апсид и осью x :

$$\varphi_j = \arcsin \left[(y_{1(j)} - y_{2(j)}) / r_j \right], \tag{8.19}$$

где r_j — текущее значение максимума расстояния между компонентами системы; $y_{1(j)}$, $y_{2(j)}$ — значения координат y компонентов, соответствующие r_j .

Значение прецессии перицентра (или апоцентра или линии апсид) определялось следующим образом:

$$\dot{\omega} = \frac{180}{\pi} \frac{P_{\oplus}}{nP_b} \sum_{j=1}^n (\varphi_j - \varphi_{j-1}), \text{ } ^{\circ}/\text{год}, \quad (8.20)$$

где $P_{\oplus} = 3.156 \times 10^7$ с — продолжительность года.

Определение коэффициентов эмпирической зависимости выполнялось следующим образом. Вначале проводилось численное моделирование для различных значений w и μ (при заданном значении $\lambda = 1$). На основании этих данных строились графики зависимости отношения расчетных значений прецессии перицентров к наблюдаемым в действительности. Для систем, в которых значимы скорости движения обоих компонентов (двойные звезды) возникает бесконечное множество решений (графики серого цвета на рис. 8.3). Для систем с преобладающим по массе центральным телом (систем Солнце-планета) скорость движения источника гравитации не имеет значения (он может быть принят неподвижным).

Для таких систем существует только одно решение (график черного цвета на рис. 8.3), но это решение не определяет значения μ . Общим решением для систем всех видов при $\lambda = 1$ является $\mu = 3$ или $\mu = 3\kappa$, $\lambda = \kappa$, где κ — постоянная величина.

Проведенное численное моделирование различных вариантов зависимости силы гравитации от скорости движения источника и «приемника» гравитации (двойных нейтронных звезд, систем нейтронная звезда + белый карлик, системы нейтронная звезда + желтый карлик, а также планет солнечной системы) показали, что соответствие результатов моделирования существующим данным реальных наблюдений обеспечивается при $\mu = 3\kappa$, $\lambda = 1\kappa$ (κ — постоянный множитель):

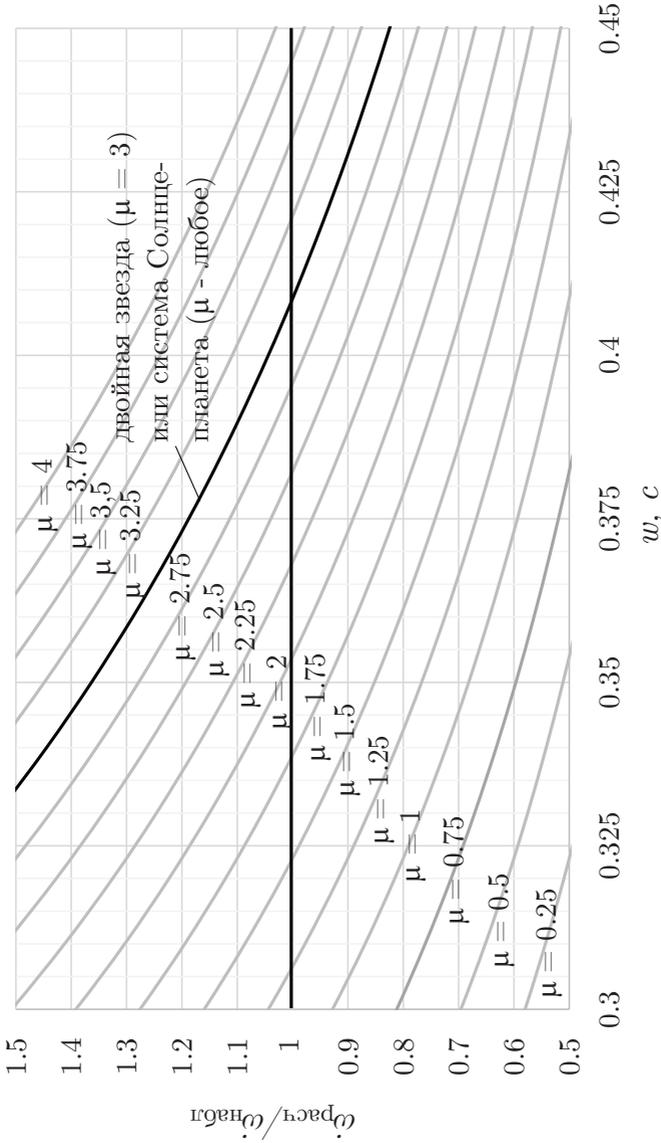


Рис. 8.3. Определение коэффициентов эмпирической зависимости

$$\begin{aligned}
F_{1\leftarrow 2} &= \frac{GM_1M_2}{r^2} \left(1 + \frac{v_2^2}{w^2}\right)^{3\kappa/2} \left(1 + \frac{v_1^2}{w^2}\right)^{\kappa/2} \approx \\
&\approx \frac{GM_1M_2}{r^2} \left(1 + \kappa \frac{3v_2^2 + v_1^2}{2w^2}\right), \\
F_{2\leftarrow 1} &= \frac{GM_1M_2}{r^2} \left(1 + \frac{v_1^2}{w^2}\right)^{3\kappa/2} \left(1 + \frac{v_2^2}{w^2}\right)^{\kappa/2} \approx \\
&\approx \frac{GM_1M_2}{r^2} \left(1 + \kappa \frac{3v_1^2 + v_2^2}{2w^2}\right).
\end{aligned} \tag{8.21}$$

При $\kappa = 1$ значение $w = 1.2247 \times 10^8$ м/с = $c/\sqrt{6}$, где c — скорость света.

В этом случае получаемая формула силы гравитационного притяжения полностью соответствует формуле (8.7) полученной нами ранее исходя из предполагаемого механизма гравитации.

Результаты численного моделирования движения компонентов двойных нейтронных звезд приведены в табл. 8.1-8.2. Как можно видеть, расчетные данные с достаточно высокой точностью соответствуют наблюдаемым.

Наряду с двойными нейтронными звездами, в качестве объекта для изучения тонких гравитационных эффектов можно использовать системы из нейтронной звезды и белого карлика. В результате рассмотрения четырех таких систем получено подтверждение наличия предполагаемой зависимости гравитации от скорости движения (см. табл. 8.3).

В ходе проведенного исследования было осуществлено моделирование движений компонентов двойной системы из пульсара J1903+0327 и желтого карлика (звезды главной последовательности класса G с массой порядка массы Солнца). Желтые карлики — относительно стабильные звезды, для которых нехарактерны многие эффекты, способные повлиять на смещение линии апсид (например, интенсивная потеря массы, свойственная крупным звездам, особенно в двойных системах).

Проведенное моделирование подтвердило справедливость предположения о зависимости гравитации от скорости движения.

Таблица 8.1. Прецессия перигитров двойных нейтронных звезд

Параметр	Двойные нейтронные звезды (DNS)						
	PSR	B1913+16	J0737-3039	B1534+12	B2127+11C	J1518+4904	J1811-1736
Исходные данные							
Источник данных	[88]	[89]	[90]	[91]	[92]	[93-95]	
Орбитальный период, P_b , с	27907	8835	36352	28968	7.46×10^5	1.63×10^6	
Эксцентриситет, e	0.617	0.088	0.274	0.681	0.249	0.828	
Прецессия перигитра, $\dot{\omega}$, °/год	4.227	16.88(10)	1.756	4.464	0.01137	0.009(2)	
Массы, M_\odot	M_1	1.441	1.337(1)	1.333(1)	1.358(10)	$1.05^{+1.21}_{-0.14}$	1.17...1.6
	M_2	1.387	1.250(1)	1.345(1)	1.354(10)	$1.56^{+0.20}_{-1.20}$	0.93...1.5
Выбор наиболее вероятных значений масс							
Массы, M_\odot	M_1	1.441	1.337	1.333	1.358	1.05	1.35***
	M_2	1.387	1.250	1.345	1.354	1.67*	1.22***
Результаты моделирования при $\mu = 3$, $\lambda = 1$, $w = 1.2247 \times 10^8$ м/с							
$\dot{\omega}$, °/год	4.225(4)	16.878(7)	1.754(1)	4.461(5)	0.01134(12)	0.00901(5)	

* — суммарная масса системы $M_1 + M_2 = 2.7183(7)M_\odot$

** — среднее наблюдаемое значение массы пульсара

*** — исходя из суммарной массы системы $M_1 + M_2 = 2.57(10)M_\odot$

Таблица 8.2. Прецессия перигитров двойных нейтронных звезд (продолжение)

Параметр		Двойные нейтронные звезды (DNS)				
PSR		J0453+1559	J1756-2251	J1906+0746*	J1829+2456	J1930-1852
Исходные данные						
Источник данных		[96]	[97]	[98]	[99, 100]	[101]
Орбитальный период, P_b , с		3.519×10^5	2.762×10^4	1.434×10^4	1.016×10^5	3.893×10^6
Эксцентриситет, e		0.1125	0.1806	0.085	0.1391	0.3989
Прецессия перигитра, $\dot{\omega}$, $^{\circ}/\text{год}$		0.0379	2.582	7.584	0.2919(16)	0.00078(4)
Массы, M_{\odot}	M_1	1.559 ± 0.005	1.341(7)	1.291 ± 0.011	$< 1.38^{**}$	$< 1.32^{***}$
	M_2	1.174 ± 0.004	1.230(7)	1.322 ± 0.011	$> 1.22^{**}$	$> 1.3^{***}$
Выбор наиболее вероятных значений масс						
Массы, M_{\odot}	M_1	1.559	1.341	1.291	1.3 ± 0.08	1.2 ± 0.1
	M_2	1.174	1.230	1.322	1.3 ∓ 0.08	1.4 ∓ 0.1
$\dot{\omega}$, $^{\circ}/\text{год}$		0.0379(4)	2.580(9)	7.576(12)	0.2926(11)	0.000782(15)

* — есть сомнения, что компаньоном пульсара является нейтронная звезда, а не белый карлик [98]
** — суммарная масса системы $M_1 + M_2 = 2.5(2)M_{\odot}$
*** — суммарная масса системы $M_1 + M_2 = 2.59(4)M_{\odot}$

Таблица 8.3. Прецессия перигитров двойных систем [нейтронная звезда + белый карлик] (NS+WD) и системы [нейтронная звезда + желтый карлик] (NS+GDS)

Параметр		NS+WD			NS+GDS	
PSR	J1141-6545	B2303+46	B1802-07	J0621+1002	J1903+0327	
Исходные данные						
Источник данных	[102-104]	[105]	[106]	[107]	[108, 109]	
Орбитальный период, P_b , с	1.708×10^4	1.066×10^6	2.26×10^5	7.19×10^5	8.22×10^6	
Эксцентриситет, e	0.1719	0.658	0.212	0.00246	0.437	
Прецессия перигитра, $\dot{\omega}$, °/год	5.3084(9)	0.0099(2)	0.058(2)	0.0116(8)	$2.400(2) \times 10^{-4}$	
Массы, M_\odot	M_1	1.27(1)	$1.26^{+0.15}_{-0.67}$	$1.70^{+0.32}_{-0.29}$	1.667(21)	
	M_2	1.02(1)	$0.36^{+0.56}_{-0.22}$	$0.97^{+0.27}_{-0.15}$	1.029(8)	
Выбор наиболее вероятных значений масс						
Массы, M_\odot	M_1	1.27	1.16	1.26	1.70	1.667
	M_2	1.02	1.37	0.36	0.97	1.029
$\dot{\omega}$, °/год	5.306(10)	0.00992(2)	0.0578(3)	0.010(1)	$2.40(4) \times 10^{-4}$	

Результаты моделирования при $\mu = 3$, $\lambda = 1$, $w = 1.2247 \times 10^8 M/c$

Таблица 8.4. Аномальная прецессия перигелиев орбит в солнечной системе

Параметр	Планеты				Астероид
	Меркурий	Венера	Земля	Марс	
Исходные данные [110]					
Орбитальный период, P_b , с	7.6005×10^6	1.9414×10^7	3.1558×10^7	5.9329×10^7	3.5320×10^7
Эксцентриситет, e	0.2056	0.0068	0.0167	0.0934	0.82684
Прецессия перигелия, $\dot{\omega}$, "/100 лет	43.1 ± 0.5	8.4 ± 4.8	5.0 ± 1.2	1.1 ± 0.3	9.8 ± 0.8
Массы, кг	M_p	3.2868×10^{23}	4.8107×10^{24}	5.976×10^{24}	6.3345×10^{23}
	M_{\odot}	1.989×10^{30}			
Результаты моделирования* при $\mu = 3$, $\lambda = 1$, $w = 1.2247 \times 10^8$ м/с					
$\dot{\omega}$, "/100 лет	43.01(1)	8.623(2)	3.837(1)	1.3510(1)	10.13(5)

* — при моделировании использовалось варьирование значением $w = 1.2247 \times 10^6 \dots 1.2247 \times 10^8$ м/с

При этом численный анализ (число шагов на один период $N = 10^8$, число периодов $n = 5$) в рамках данной модели показал, что наличие зависимости силы гравитационного взаимодействия компонентов двойной системы от скоростей движения «источника» и «приемника» гравитации не вызывает снижения энергии известных систем: орбитальные периоды компонентов остаются постоянными.

Важную роль в подтверждении рассматриваемой зависимости гравитации от скоростей источника и «приемника» играет анализ прецессии перигелиев орбит планет солнечной системы: Меркурия, Венеры, Земли и Марса (данные по другим планетам крайне неточны), а также астероидов (данные имеются только по Икару). Важность анализа орбит планет обусловлена огромным различием масс рассматриваемых космических тел и Солнца, вследствие которого взаимодействие происходит «односторонне»: Солнце воздействует на эти тела, а их влияние на Солнце пренебрежимо мало (в число рассматриваемых планет не включены Юпитер и Сатурн). Результаты численного моделирования согласуются с результатами наблюдений (см. табл. 8.4).

Для определения эмпирической формулы зависимости расчетной величины прецессии перицентра от входных параметров (масс компонентов M_1 и M_2 , орбитального периода системы P_b , эксцентриситета орбит e , константы w , гравитационной постоянной G) при $\mu = 3$, $\lambda = 1$ было выполнено варьирование значениями параметров (по отдельности M_1 , M_2 , P_b , e , w и G при постоянных прочих параметрах). При варьировании M_1 и M_2 исследовалось изменение прецессии в зависимости от функции $f_1 = (M_1 M_2)^\alpha \times (M_1 + M_2)^\beta$, при варьировании e — изменение прецессии в зависимости от функции $f_2 = e^\xi \times (1 - e^2)^\zeta$ (α , β , ξ , ζ — постоянные величины). Получена следующая эмпирическая формула:

$$\dot{\omega}_e = 10.7(1) \times \frac{G^{2/3}(M_1 + M_2)^{2/3}}{w^2 P_b^{5/3} (1 - e^2)}. \quad (8.22)$$

где $\dot{\omega}_e$ — расчетное значение прецессии перицентра.

Принимая во внимание, что $(2\pi)^{5/3}/2 = 10.697$, $w = c/\sqrt{6}$ имеем:

$$\dot{\omega}_e \approx \frac{3G^{2/3}(M_1 + M_2)^{2/3}}{c^2 \left(\frac{P_b}{2\pi}\right)^{5/3} (1 - e^2)}. \quad (8.23)$$

Правая часть формулы (8.23) полностью совпадает с формулой для прецессии перицентра в общей теории относительности [91] и (в случае $M_1 \gg M_2$ или $M_1 \ll M_2$) — в теории Гербера [111].

Совпадения с действительностью значений прецессии перицентров орбит, полученных в результате численного моделирования, является практическим подтверждением предлагаемой зависимости гравитации от скорости взаимодействующих тел (см. (8.21)). Указанное совпадение результатов моделирования с действительностью наблюдается во всех двойных системах, в которых не проявляются в существенной степени прочие факторы, влияющие на прецессию перицентра орбиты (потеря массы, приливные эффекты и т.д.).

Согласно подтвержденной выше зависимости (8.21) при гравитационном взаимодействии тел в общем случае сила гравитационного воздействия на 2-ое тело со стороны 1-го не равна силе гравитационного воздействия на 1-ое тело со стороны 2-го. Принимая во внимание третий закон Ньютона указанное различие сил возможно только в случае, когда гравитационное взаимодействие осуществляется не напрямую между телами, а через какого-либо посредника, например среду («физический вакуум», «эфир» и т.п.). В этом случае соблюдение третьего закона Ньютона обеспечивается во взаимодействиях 1-го тела со средой и 2-го тела со средой.

8.4 Прецессия центров масс двойных систем

Сила, действующая со стороны 1-го компонента на 2-ой, не равна силе, действующей со стороны 2-го компонента на 1-ый. В результате на центр масс системы действует сила F_c .

Для дальнейшего анализа необходимо определиться с системой отсчета и задаться направлениями движений компонентов по своим орбитам. За начальное примем положение, при котором компоненты находятся в апоцентрах своих орбит, компонент с массой M_1 находится справа от центра масс системы, компонент с массой M_2 — слева; компоненты движутся по своим орбитам против часовой стрелки; ось x направлена слева направо, ось y — снизу вверх; отсчет угла θ между осью x и радиус-вектором 1-го компонента ведется от положительного направления оси x .

Определим силу F_c :

$$F_c = F_{1\leftarrow 2} - F_{2\leftarrow 1} = \frac{GM_1M_2}{r^2} \frac{\kappa (v_2^2 - v_1^2)}{w^2}, \quad (8.24)$$

где $r = a(1 - e^2)(1 - e \cos \theta)^{-1}$ (e — эксцентриситет системы, a — большая полуось относительной орбиты системы),

$$v_1 = \frac{1}{\sqrt{1 - e^2}} \frac{M_2}{M_1 + M_2} \sqrt{\frac{G(M_1 + M_2)}{a}} \sqrt{1 + e^2 - 2e \cos \theta},$$

$$v_2 = \frac{1}{\sqrt{1 - e^2}} \frac{M_1}{M_1 + M_2} \sqrt{\frac{G(M_1 + M_2)}{a}} \sqrt{1 + e^2 - 2e \cos \theta}.$$

После подстановки получаем:

$$F_c = \frac{G^2 M_1 M_2 (M_2 - M_1) \kappa}{a^3 w^2 (1 - e^2)^3} \times \quad (8.25)$$

$$\times (1 - e \cos \theta)^2 (1 + e^2 - 2e \cos \theta).$$

Найдем среднее за период P_b системы значение F_c (в предположении отсутствия прецессии перицентра):

$$\overline{F_c} = \frac{1}{P_b} \int_0^{P_b} F_c dt = \frac{1}{P_b} \int_0^L F_c \frac{dl}{v}, \quad (8.26)$$

где L — периметр относительной эллиптической орбиты, dl — элементарный путь по относительной орбите,

$$\begin{aligned}
 v &= v_1 + v_2 = \frac{1}{\sqrt{1-e^2}} \sqrt{\frac{G(M_1+M_2)}{a}} \sqrt{1+e^2-2e\cos\theta}; \\
 dl &= a(1-e^2) \frac{\sqrt{1+e^2-2e\cos\theta}}{(1-e\cos\theta)^2} d\theta; \\
 a &= \sqrt[3]{\frac{GP_b^2(M_1+M_2)}{4\pi^2}}; \quad \frac{dl}{v} = \frac{P_b}{2\pi} \frac{(1-e^2)^{3/2}}{(1-e\cos\theta)^2} d\theta.
 \end{aligned} \tag{8.27}$$

Среднее (по времени) значение проекции силы F_c на ось x (в предположении отсутствия прецессии перицентра):

$$\begin{aligned}
 \overline{F_{cX}} &= \frac{2\pi\kappa}{(1-e^2)^{3/2}} \frac{GM_1M_2}{P_b^2w^2} \frac{M_2-M_1}{M_1+M_2} \times \\
 &\times \int_0^{2\pi} \cos\theta (1+e^2-2e\cos\theta) d\theta = \\
 &= -\frac{4\pi^2\kappa e}{(1-e^2)^{3/2}} \frac{GM_1M_2}{P_b^2w^2} \frac{M_2-M_1}{M_1+M_2}.
 \end{aligned} \tag{8.28}$$

Среднее (по времени) значение проекции силы F_c на ось y (в предположении отсутствия прецессии перицентра):

$$\begin{aligned}
 \overline{F_{cY}} &= \frac{2\pi\kappa}{(1-e^2)^{3/2}} \frac{GM_1M_2}{P_b^2w^2} \frac{M_2-M_1}{M_1+M_2} \times \\
 &\times \int_0^{2\pi} \sin\theta (1+e^2-2e\cos\theta) d\theta = 0.
 \end{aligned} \tag{8.29}$$

В результате имеем:

$$\overline{F_c} = \overline{F_{cX}} = -\frac{4\pi^2\kappa e}{(1-e^2)^{3/2}} \frac{GM_1M_2}{P_b^2w^2} \frac{M_2-M_1}{M_1+M_2}. \tag{8.30}$$

Сила F_c , действующая на центр масс системы, направлена от перицентра орбиты тяжелого компонента к перицентру орбиты легкого компонента. Прецессия перицентров орбит приведет к повороту силы F_c по направлению вращения компонентов (т.е. в выбранной системе отсчета — против часовой стрелки). В результате центр масс двойной системы будет двигаться по циклоидальной траектории с периодически изменяющейся скоростью. Уравнение движения центра масс в параметрическом виде (принимаем скорость прецессии $\dot{\omega}$ постоянной):

$$\begin{cases} x(t) = \frac{h}{\dot{\omega}^2} (1 - \cos(\dot{\omega}t)), \\ y(t) = \frac{h}{\dot{\omega}^2} (\dot{\omega}t - \sin(\dot{\omega}t)), \end{cases} \quad (8.31)$$

где

$$h = \frac{4\pi^2 \kappa e}{(1 - e^2)^{3/2}} \frac{GM_1 M_2}{P_b^2 w^2} \frac{M_2 - M_1}{(M_1 + M_2)^2}.$$

На рис. 8.4 показаны траектории движения центров масс некоторых двойных систем. Как можно видеть, они представляет собой циклоиды. Данные по высоте и шагу этих циклоид приведены в табл. 8.5.

Таблица 8.5. Параметры циклоидальных траекторий движения центров масс двойных систем, $\times 10^{12}$ м

PSR	высота	шаг	PSR	высота	шаг
B1913+16	11.24	35.36	J0737-3039	0.797	1.21
B2127+11C	0.952	3.00	J1756-2251	9.48	29.82
J1906+0746	0.516	1.62	J1141-6545	12.49	39.29

Скорость v_c , максимальная скорость v_c^{\max} и средняя (по времени) скорость \bar{v}_c движения центра масс определяются следующим образом:

$$v_c = \frac{\sqrt{2}h}{\dot{\omega}} \sqrt{1 - \cos(\dot{\omega}t)}; \quad v_c^{\max} = \frac{2h}{\dot{\omega}}; \quad \bar{v}_c = \frac{4h}{\pi\dot{\omega}}. \quad (8.32)$$

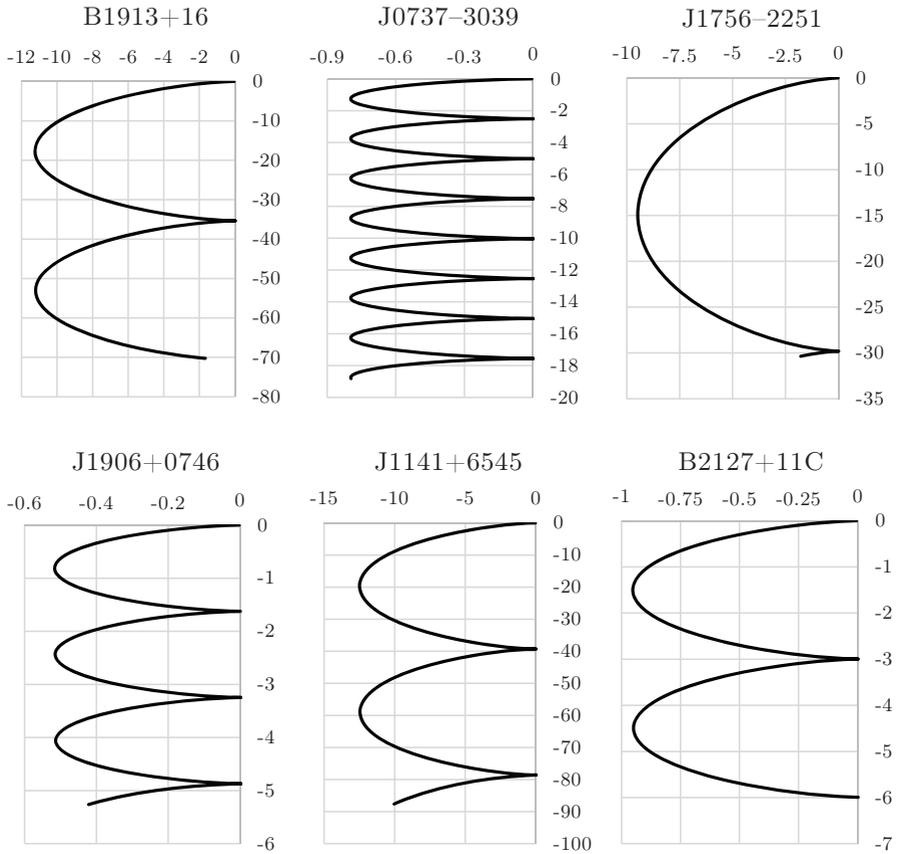


Рис. 8.4. Траектории движения центров масс двойных систем за $160 \text{ лет}, \times 10^{12} \text{ м}$

Обнаружение периодического изменения скорости движения центра масс системы явится дополнительным подтверждением описываемой в данной статье зависимости гравитации от скорости источника и «приемника».

Наименьшим периодом изменения скорости движения центра масс (из числа систем, по которым имеются достоверные данные по массам компонентов, табл. 8.6) обладает система PSR J0737-3039. Период P_c изменения скорости центра масс этой системы равен 21.3 года, максимальное значение скорости — 1.854 км/сек, среднее значение скорости — 1.18 км/сек.

Таблица 8.6. Прецессия центров масс некоторых двойных систем

PSR	$P_c = 2\pi/\dot{\omega}$, лет	v_c^{\max} , км/сек	\bar{v}_c , км/сек
B1913+16	85.2	6.553	4.172
J0737-3039	21.3	1.854	1.180
B2127+11C	80.6	0.323	0.206
J1756-2251	139.4	3.370	2.146
J1906+0746	47.5	0.539	0.343
J1141-6545	67.8	9.053	5.763

Точность измерения скорости движений центров масс двойных систем в настоящее время невысокая. Согласно [112] скорость движения центра масс системы PSR J0737-3039 в плоскости системы составляет 96.0 ± 3.7 км/с. Погрешность определения этой скорости, как можно видеть, в 2 раз больше максимальной скорости периодического движения центра масс.

Движение центра масс двойных систем может быть выявлено из наблюдения за долгопериодическими колебаниями лучевой скорости тяжелого компонента двойной системы (т.е. наблюдаемой скорости приближения или удаления тяжелого компонента от наблюдателя за вычетом постоянной составляющей, связанной с инерционным движением центра масс системы). Выбор тяжелого компонента обусловлен тем, что его скорость меньше, поэтому амплитуда относительных колебаний скорости выше.

Для определения текущей скорости тяжелого компонента определим значения проекций на оси x и y скорости орбитального движения (v_{1x}, v_{1y}) и переменной скорости движения центра масс (v_{cx}, v_{cy}) .

Определим вначале проекции орбитальной скорости тяжелого компонента:

$$\begin{aligned} v_{1x} &= v \cos(u - \theta) = \\ &= v (\cos u \cos \theta + \sin u \sin \theta) = v_0 \sin \theta; \\ v_{1y} &= v \sin(u - \theta) = \\ &= v (\sin u \cos \theta - \cos u \sin \theta) = v_0 (\cos \theta - e), \end{aligned} \quad (8.33)$$

где θ – угол между радиус-вектором тяжелого компонента и осью x ; u – угол между радиус-вектором тяжелого компонента и орбитальной скоростью:

$$\begin{aligned} \cos u &= \frac{e \sin \theta}{\sqrt{1 + e^2 - 2e \cos \theta}}, \quad \sin u = \frac{1 - e \cos \theta}{\sqrt{1 + e^2 - 2e \cos \theta}}; \\ v_0 &= \frac{1}{\sqrt{1 - e^2}} \frac{M_2}{M_1 + M_2} \sqrt{\frac{G(M_1 + M_2)}{a}}, \end{aligned}$$

где M_2 – масса легкого компонента.

Значения проекций переменной скорости центра масс:

$$v_{cx} = H \sin \varphi; \quad v_{cy} = H (1 - \cos \varphi), \quad (8.34)$$

где $\varphi = \dot{\omega}t$, $H = h/\dot{\omega}$.

Суммарная скорость тяжелого компонента двойной системы:

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{(v_{1x} + v_{cx})^2 + (v_{1y} + v_{cy})^2} = \\ &= \sqrt{(v_0 \sin \theta + H \sin \varphi)^2 + (v_0 (\cos \theta - e) + H (1 - \cos \varphi))^2}. \end{aligned} \quad (8.35)$$

Определим значения угла θ_0 , при котором (при заданном значении φ) функция скорости v имеет экстремумы:

$$\frac{dv}{d\theta} = 0 \Rightarrow \theta_0 = -\arctan \left(\frac{H \sin \varphi}{H \cos \varphi - v_0 e - H} \right). \quad (8.36)$$

Определим теперь значения угла φ_0 , при котором (при $\theta = \theta_0$) функция скорости v имеет экстремумы:

$$\frac{dv}{d\varphi} = 0 \Rightarrow \varphi_0 = 0, \pi. \quad (8.37)$$

В результате имеем:

$$v_{\max}(\varphi = \pi) = v_0(1 - e) + 2H; \quad v_{\min}(\varphi = 0) = v_0(1 - e). \quad (8.38)$$

Относительная амплитуда колебаний минимальных значений скорости тяжелого компонента (равная амплитуде относительных колебаний его лучевой скорости):

$$\Delta v = \pm \frac{v_{\max} - v_{\min}}{v_{\max} + v_{\min}} = \pm \frac{H}{v_0(1 - e) + H}. \quad (8.39)$$

Расчет по формуле (8.39) дает следующие значения:

PSR	$\Delta v, \%$	PSR	$\Delta v, \%$	PSR	$\Delta v, \%$
B1913+16	± 3.03	B2127+11C	± 0.31	J1906+0746	± 0.11
J0737-3039	± 0.33	J1756-2251	± 0.98	J1141-6545	± 2.45

Полученные значения подтверждаются результатами моделирования (см. рис. 8.5).

8.5 Выводы по главе 8

1. Тела, находящиеся в буллоновой среде, взаимодействуют между собой посредством гравитации 2-го типа. Кроме того, гломероны, диссипированные из буллонов среды и находящиеся в ней тел, также являются источниками гравитации. Наличие заслонения в буллонах гломеронами друг друга «на просвет» частицами гравитонной среды обуславливает возникновение дополнительных сил гравитации при диссипации гломеронов из буллонов. Вероятно, эти дополнительные силы являются значительными, преобладающими над силами гравитации 2-го типа.

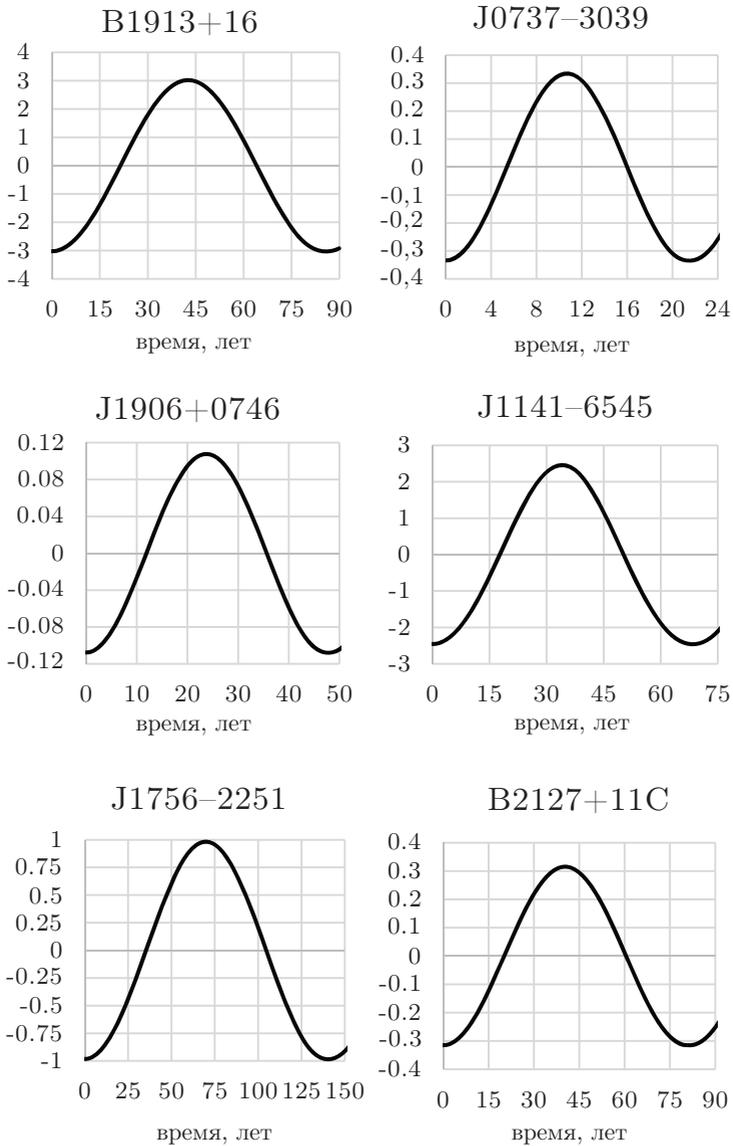


Рис. 8.5. Долгопериодические колебания минимальной лучевой скорости тяжелого компонента, %

2. Гравитация, возникающая вследствие диссипации гломеронов из буллонов, — это гравитация 3-го типа. Ее механизм основан на дополнительной диссипации гломеронов из буллонов среды, инициируемой диссипативным воздействием тел, помещенных в среду. Под действием гравитации 2-го типа, вызванной диссипированными гломеронами, на буллоновую среду из нее происходит дополнительная диссипация гломеронов, которые становятся источником гравитации. Эта гравитация воздействует на свободные гломероны среды, в свою очередь оказывающие действие на тела — «приемники» гравитации.

3. Поскольку сила гравитации 3-го типа зависит от взаимодействия тел с буллоновой средой, а это взаимодействие зависит от скорости движения тел, имеет место зависимость силы гравитации 3-го типа от скорости света (константа буллоновой среды, соответствующая скорости распространения колебательных возмущений, сопротивление которых компенсируется избыточной реакцией буллоновой среды) и скоростей движения взаимодействующих тел (зависимость от скорости «источника» и «приемника» гравитации разная).

4. Дополнительная гравитация, вызванная диссипацией гломеронов из буллонов, реализуется не только в виде направленной между взаимодействующей парой тел гравитации 3-го типа. Также она формирует фоновую гравитацию (мерой которой является плотность среды из избыточно диссипированных гломеронов), проявляющуюся в достаточно больших космических объемах: шаровых скоплениях звезд, галактиках и выше. Создается иллюзия, что масса таких больших структур существенно превышает сумму масс образующих их наблюдаемых звезд. Это порождает представления о «темной» материи.

5. Численное моделирование движения в двойных системах, предполагающее наличие зависимости силы гравитационного взаимодействия от скоростей движения, приводит к обнаружению эффекта прецессии перицентров орбит компонентов этих систем. При определенном значении постоянных коэффициентов, соответствующем ранее сформулированным теоретическим представлениям,

вычисляемые значения прецессии перицентров совпадают с реальными, получаемыми из наблюдений.

6. Численное моделирование движения компонентов двойных систем также выявляет новый физический эффект — прецессию центров масс двойных систем при неравенстве масс их компонентов. Данный эффект пока не подтвержден практическими наблюдениями ввиду его малости и недостаточной точности современных наблюдений.

9 Оценка скорости распространения гравитационного поля

9.1 Оценка скорости гравитации в двойной системе при несимметрии гравитационного поля

Вопрос о том, с какой скоростью распространяется гравитация, привлекает пристальное внимание физиков всего мира уже несколько столетий. Закон всемирного тяготения И. Ньютона по умолчанию принимает ее бесконечной. При этом сам Ньютон полагал, что, хотя эта скорость и очень велика, однако она конечна.

Прямое измерение скорости распространения гравитации до настоящего времени не реализовано. Это связано с тем, что от гравитации невозможно «заслониться». В частности, исследования показали отсутствие гравитационной тени Луны с точностью 4.0×10^{-13} [113]. В результате невозможно провести эксперимент, в ходе которого имелся бы некоторый фиксированный момент времени, начиная с которого гравитация начала действовать (или изменилась). В силу указанной объективной сложности оценка скорости распространения гравитации может быть осуществлена только косвенными методами.

Общая теория относительности (ОТО) А. Эйнштейна имеет в своей основе представление об основополагающей роли скорости света в мироздании. Через нее, в соответствии с общей теорией относительности, определяются пространство и время. В соответствии с логикой ОТО скорость света является максимально возможной, а поэтому гравитация также должна распространяться с этой скоростью. Практической базой для принятия скорости света в качестве максимально возможной скорости является

опыт Майкельсона-Морли [114, 115], из которого делается вывод об инвариантности скорости света. Между тем интерпретация результатов этого опыта неоднозначна. (В частности, в рамках многих эфирных теорий инвариантность представляется кажущейся и обусловленной образованием вокруг космических тел при их движении в эфире пограничного слоя). Кроме того, некоторые эксперименты, направленные на обнаружение нарушений инвариантности (т.е. выявление эфирного ветра), демонстрируют некоторый малый эффект, находящийся на грани погрешности эксперимента [116–120]. Таким образом, имеются основания для сомнений относительно распространения гравитации со скоростью света.

Значительный интерес с точки зрения определения скорости гравитационного взаимодействия имеет метод Лапласа, реализующий ньютоновские представления о гравитации с дополнительным учетом конечности скорости распространения гравитации. Согласно этому методу сила гравитационного притяжения тела направлена не к текущему его положению, а к тому положению, которое тело занимало некоторое время назад. Продолжительность этого отрезка времени равна отношению расстояния от источника гравитации к скорости распространения гравитации. Расчеты, проведенные Лапласом на основе данных по вековым ускорениям в движении Луны показали, что скорость гравитации должна превышать скорость света более, чем в сто миллионов раз [121, vol. IV, p. 645]. Этот результат называют парадоксом Лапласа. Аналогичный расчет, выполненный Т. Фландерном [122] для двойных нейтронных звезд, установил нижнюю границу скорости распространения гравитации еще выше — не менее $2 \times 10^{10} c$.

При движении точечного электрического заряда его поле не является сферически-симметричным: напряженность поля спереди движущегося заряда больше напряженности поля позади заряда. В результате при прямолинейном и равномерном движении электромагнитное взаимодействие двух точечных зарядов соответствует их взаимодействию из реальных текущих положений, без учета запаздывания, обусловленного конечной скоростью распространения электромагнитного поля. Если бы аналогичный механизм ре-

ализовывался при гравитационном взаимодействии тел в двойной звездной системе, запаздывание гравитации все равно имело бы место, поскольку движения тел неравномерные, однако величина эффекта была бы существенно меньше, чем определяемая на основе метода Лапласа.

В статье Т. Ван Фландерна [122] была сделана попытка оценить данный эффект для систем из двух нейтронных звезд. В основе анализа лежит допущение о формировании при движении тел несимметричного гравитационного поля, обеспечивающее взаимодействие тел, подобное тому, как если бы гравитация действовала из положений, соответствующих прямолинейному перемещению с постоянной скоростью за время распространения гравитации между взаимодействующими телами. Указанная скорость перемещения тел соответствует положению, отстоящему в прошлое на интервал времени, определяемый как отношение расстояния между телами к скорости распространения гравитации. При этом в статье Т. Фландерна были учтены не все значимые факторы. В частности, рассмотрен только случай круговых орбит, а также не учитывается влияние зависимости силы гравитационного взаимодействия от скоростей тел.

В данной работе мы проведем детальный анализ эффекта гравитационного запаздывания в предположении подобия механизма формирования гравитации и электромагнитного поля в части реализации эффекта запаздывания потенциалов.

Существует или нет эффект запаздывания гравитационных потенциалов в действительности в настоящее время точно неизвестно, однако можно утверждать, что гравитационное взаимодействие при наличии данного эффекта — случай наименьшего из всех возможных проявления парадокса Лапласа. Меньшее по величине проявление парадокса Лапласа было бы возможно, если взаимодействующие тела изменяли свое гравитационное поле, «предугадывая» собственное последующее движение, что противоречит принципу причинности.

Эффект изменения энергии системы в результате конечной скорости гравитационного взаимодействия при несимметрии гра-

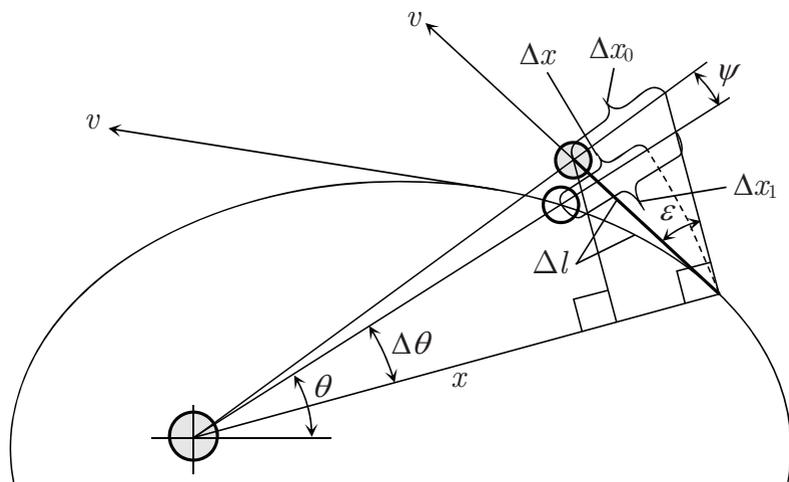


Рис. 9.1. Схема запаздывания гравитации в двойной системе при несимметричности гравитационного поля

витационного поля в случае достаточной малости этого эффекта можно представить как сумму двух эффектов: эффекта от запаздывания гравитации и эффекта от зависимости силы гравитационного взаимодействия от скоростей тел. Как будет показано, эти два эффекта частично компенсируют друг друга.

Эффект запаздывания гравитации. На рис. 9.1 приведена схема реализации эффекта запаздывания гравитации при несимметричности гравитационного поля. Эффект запаздывания гравитации складывается из двух составляющих: эффекта от поворота силы гравитационного взаимодействия и эффекта от изменения расстояния взаимодействия.

Рассмотрим вначале эффект от поворота силы гравитационного взаимодействия. Анализ будем проводить в относительной системе, поскольку в данном случае это никак не влияет на получаемый результат.

Величина ψ определится следующим образом:

$$\begin{aligned}
 \psi &\approx \arctan \left[\frac{\Delta l \cos \varepsilon}{x - \Delta l \sin \varepsilon} \right] - \Delta \theta = \\
 &= \arctan \left[\frac{\Delta \theta}{1 - \tan \varepsilon \cdot \Delta \theta} \right] - \Delta \theta \approx \\
 &\approx \tan \varepsilon (\Delta \theta)^2 - \left(\frac{1}{3} - \tan^2 \varepsilon \right) (\Delta \theta)^3 = \\
 &= \frac{e \sin \theta (1 - e \cos \theta)}{1 - e^2} \left(\frac{v_a}{v_g} \right)^2 - \\
 &- \left(\frac{(1 - e \cos \theta)^3}{3(1 - e^2)^{3/2}} - e^2 \sin^2 \theta (1 - e \cos \theta) \right) \left(\frac{v_a}{v_g} \right)^3,
 \end{aligned} \tag{9.1}$$

где $x = \frac{a(1-e^2)}{1-e \cos \theta}$, $\Delta l = \frac{x \Delta \theta}{\cos \varepsilon}$, $\tan \varepsilon = \frac{e \sin \theta}{1 - e \cos \theta}$, $v_a = \sqrt{\frac{G(M_2+M_1)}{a}}$, $\Delta \theta = \frac{v_a}{v_g} \frac{1 - e \cos \theta}{\sqrt{1 - e^2}}$, v_g — скорость распространения гравитационного взаимодействия, a — большая полуось относительной орбиты, e — эксцентриситет орбиты.

Далее определяем ускоряющую орбитальное движение силу, связанную с поворотом силы гравитационного притяжения на угол ψ , и совершаемую этой силой работу:

$$\begin{aligned}
 \Delta F_\psi &= \frac{GM_1 M_2}{x^2} \sin \psi \cos \varepsilon \approx \\
 &\approx - \frac{GM_1 M_2}{a^2 (1 - e^2)^3} \frac{e \sin \theta (1 - e \cos \theta)^4}{\sqrt{1 + e^2 - 2e \cos \theta}} \left(\frac{v_a}{v_g} \right)^2 + \\
 &+ \frac{GM_1 M_2}{3a^2 (1 - e^2)^{7/2}} \left(\frac{(1 - e \cos \theta)^6}{\sqrt{1 + e^2 - 2e \cos \theta}} - \right. \\
 &\quad \left. - \frac{e^2 \sin^2 \theta (1 - e \cos \theta)^4}{\sqrt{1 + e^2 - 2e \cos \theta}} \right) \left(\frac{v_a}{v_g} \right)^3;
 \end{aligned} \tag{9.2}$$

$$\begin{aligned}
 dW_\psi &= \Delta F_\psi dl = -\frac{GM_1M_2}{a(1-e^2)^2} e \sin \theta \times \\
 &\times (1-e \cos \theta)^2 \left(\frac{v_a}{v_g}\right)^2 d\theta + \frac{GM_1M_2}{3a(1-e^2)^{5/2}} \times \\
 &\times \left((1-e \cos \theta)^4 - e^2 \sin^2 \theta (1-e \cos \theta)^2 \right) \left(\frac{v_a}{v_g}\right)^3 d\theta;
 \end{aligned} \tag{9.3}$$

$$W_\psi = \int_0^{2\pi} dW_\psi = \frac{\pi GM_1M_2}{3a} \left(\frac{v_a}{v_g}\right)^3 \frac{2+5e^2+\frac{1}{2}e^4}{(1-e^2)^{5/2}}. \tag{9.4}$$

Рассмотрим теперь эффект от изменения расстояния гравитационного взаимодействия. Изменение расстояния гравитационного взаимодействия определяется следующим выражением (рис. 9.1):

$$\begin{aligned}
 \Delta x' &= \Delta x_1 - \Delta x_0 = \Delta x + \frac{x}{\cos \Delta \theta} - x - \frac{x \Delta \theta \tan \varepsilon}{\cos \varepsilon \cos \Delta \theta} \approx \\
 &\approx \Delta x + \frac{1}{2}x(\Delta \theta)^2 - x \tan \varepsilon \cdot \Delta \theta - \frac{1}{2}x \tan \varepsilon \cdot (\Delta \theta)^3.
 \end{aligned} \tag{9.5}$$

Выразим $\Delta x'$ через известные величины:

$$\begin{aligned}
 \Delta x &= \frac{a(1-e^2)}{1-e \cos \theta} - \frac{a(1-e^2)}{1-e \cos(\theta + \Delta \theta)} \approx \\
 &\approx a\sqrt{1-e^2} \frac{e \sin \theta}{(1-e \cos \theta)} \frac{v_a}{v_g} - a \left(\frac{e^2 \sin^2 \theta}{1-e \cos \theta} - \frac{1}{2}e \cos \theta \right) \left(\frac{v_a}{v_g}\right)^2 - \\
 &- \frac{a}{\sqrt{1-e^2}} \left(\frac{1}{6}e \sin \theta (1-e \cos \theta) + e^2 \sin \theta \cos \theta + \frac{e^3 \sin^3 \theta}{1-e \cos \theta} \right) \left(\frac{v_a}{v_g}\right)^3; \\
 \Delta x_0 &= x \tan \varepsilon \cdot \Delta \theta + \frac{1}{2}x \tan \varepsilon \cdot (\Delta \theta)^3 = \\
 &= a\sqrt{1-e^2} \frac{e \sin \theta}{1-e \cos \theta} \frac{v_a}{v_g} + \frac{1}{2} \frac{a}{\sqrt{1-e^2}} e \sin \theta (1-e \cos \theta) \left(\frac{v_a}{v_g}\right)^3; \\
 \frac{1}{2}x(\Delta \theta)^2 &= \frac{1}{2}a(1-e \cos \theta) \left(\frac{v_a}{v_g}\right)^2;
 \end{aligned}$$

$$\Delta x' = a \left(\frac{v_a}{v_g} \right)^2 \left(\frac{1}{2} - \frac{e^2 \sin^2 \theta}{1 - e \cos \theta} \right) - \frac{a}{\sqrt{1 - e^2}} \left(\frac{v_a}{v_g} \right)^3 \times \quad (9.6)$$

$$\times \left(\frac{2}{3} e \sin \theta (1 - e \cos \theta) + e^2 \sin \theta \cos \theta + \frac{e^3 \sin^3 \theta}{1 - e \cos \theta} \right).$$

Изменение силы гравитации в связи с изменением расстояния взаимодействия:

$$\Delta F_x = \frac{GM_1 M_2}{(x + \Delta x')^2} - \frac{GM_1 M_2}{x^2} \approx$$

$$\approx -\frac{2GM_1 M_2}{x^3} \Delta x' = -\frac{2GM_1 M_2}{a^2 (1 - e^2)^3} \times$$

$$\times \left(\frac{1}{2} (1 - e \cos \theta)^3 - e^2 \sin^2 \theta (1 - e \cos \theta)^2 \right) \left(\frac{v_a}{v_g} \right)^2 + \quad (9.7)$$

$$+ \frac{2GM_1 M_2}{a^2 (1 - e^2)^{7/2}} \left(\frac{2}{3} e \sin \theta (1 - e \cos \theta)^4 - e^2 \sin \theta \cos \theta \times \right.$$

$$\left. \times (1 - e \cos \theta)^3 + e^3 \sin^3 \theta (1 - e \cos \theta)^2 \right) \left(\frac{v_a}{v_g} \right)^3.$$

Работа силы ΔF_x (положительной по знаку разности сил гравитации соответствует торможение и, значит, отрицательная работа):

$$dW_x = -\Delta F_x \sin \varepsilon dl = \frac{2GM_1 M_2}{a(1 - e^2)^2} \times$$

$$\times \left(\frac{1}{2} e \sin \theta (1 - e \cos \theta) - e^3 \sin^3 \theta \right) \left(\frac{v_a}{v_g} \right)^2 d\theta - \quad (9.8)$$

$$- \frac{2GM_1 M_2}{a(1 - e^2)^{5/2}} \left(\frac{2}{3} e^2 \sin^2 \theta (1 - e \cos \theta)^2 - \right.$$

$$\left. - e^3 \sin^2 \theta \cos \theta (1 - e \cos \theta) + e^4 \sin^4 \theta \right) \left(\frac{v_a}{v_g} \right)^3 d\theta.$$

$$W_x = \int_0^{2\pi} dW_x = -\frac{\pi GM_1 M_2}{3a} \frac{2e^2 + \frac{11}{4} e^4}{(1 - e^2)^{5/2}} \left(\frac{v_a}{v_g} \right)^3. \quad (9.9)$$

Общее увеличение энергии двойной системы вследствие запаздывания гравитации (с учетом (9.4) и (9.9)):

$$W_{\psi x} = W_{\psi} + W_x = \frac{\pi G M_1 M_2}{3a} \left(\frac{v_a}{v_g} \right)^3 \frac{2 + 3e^2 - \frac{5}{2}e^4}{(1 - e^2)^{5/2}}. \quad (9.10)$$

Эффект от зависимости гравитации от скорости орбитального движения. Известный эффект прецессии перигетров эллиптических орбит в двойных системах (двойных звездах и парах Солнце – [планета солнечной системы]) является следствием зависимости силы гравитационного притяжения от скорости орбитального движения. Проведенное автором численное моделирование движения компонентов двойной системы позволило выявить две возможные эмпирические зависимости силы гравитации от скорости орбитального движения: (1) от скорости «источника» гравитации (тела, которое притягивает) и от скорости «приемника» гравитации (тела, на которое действует сила гравитации); (2) от относительной скорости (суммы скоростей тел – компонентов двойной системы; см. Дополнение 2).

По мнению автора, второе из найденных решений не имеет физического смысла, поскольку (воображаемое) относительное движение происходит в системе отсчета, которая не является инерциальной. Тем не менее, в дальнейшем мы рассмотрим оба полученных решения.

Для варианта зависимости гравитации от скорости «источника» гравитации (1-го компонента) и от скорости «приемника» гравитации (2-го компонента) единственным решением является следующая зависимость:

$$\begin{aligned} F_{1 \leftarrow 2} &\approx \frac{GM_1 M_2}{x^2} \left(1 + \frac{V_1^2}{2w^2} \right) \left(1 + \frac{3V_2^2}{2w^2} \right) \approx \\ &\approx \frac{GM_1 M_2}{x^2} \left(1 + \frac{v_a^2}{c^2} \frac{3M_2^2 + 9M_1^2}{(M_1 + M_2)^2} \frac{1 + e^2 - 2e \cos \theta}{1 - e^2} \right), \end{aligned} \quad (9.11)$$

где $V_1 = v_a \frac{M_2}{M_1 + M_2} \frac{\sqrt{1+e^2-2e \cos \theta}}{\sqrt{1-e^2}}$, $V_2 = v_a \frac{M_1}{M_1 + M_2} \frac{\sqrt{1+e^2-2e \cos \theta}}{\sqrt{1-e^2}}$ – абсолютные скорости 1-го и 2-го компонентов двойной системы, $w = c/\sqrt{6}$ – постоянная величина.

Эта зависимость надежно подтверждена анализом прецессий перицентров двойных систем на примере различных двойных звездных систем, а также солнечной системы.

Поскольку при увеличении расстояния взаимодействия на Δx соответствующего изменения скорости не происходит (она равна скорости при θ , а не $(\theta + \Delta\theta)$), то будет возникать разность сил $\Delta F_{1\leftarrow 2}$, направленная вдоль силы гравитационного притяжения:

$$\begin{aligned} \Delta F_{1\leftarrow 2} &= \frac{GM_1M_2}{x^2} \left(1 + \frac{v_a^2}{c^2} \frac{3M_2^2 + 9M_1^2}{(M_1 + M_2)^2} \times \right. \\ &\times \frac{1 + e^2 - 2e \cos \theta}{1 - e^2} \left. \right) - \frac{GM_1M_2}{x^2} \left(1 + \frac{v_a^2}{c^2} \times \right. \\ &\times \frac{3M_2^2 + 9M_1^2}{(M_1 + M_2)^2} \frac{1 + e^2 - 2e \cos(\theta + \Delta\theta)}{1 - e^2} \left. \right) \approx \\ &\approx -\frac{GM_1M_2}{a^2} \frac{2e}{(1 - e^2)^3} \frac{3M_2^2 + 9M_1^2}{(M_1 + M_2)^2} \times \\ &\times \frac{v_a^3}{v_g c^2} \sin \theta (1 - e \cos \theta)^3. \end{aligned} \quad (9.12)$$

Работа силы торможения 1-го компонента:

$$\begin{aligned} dW_{1\leftarrow 2} &= \Delta F_{1\leftarrow 2} \sin \varepsilon dl_1 = -\frac{GM_1M_2}{a} \frac{M_2}{M_1 + M_2} \times \\ &\times \frac{3M_2^2 + 9M_1^2}{(M_1 + M_2)^2} \frac{2e^2}{(1 - e^2)^{5/2}} \frac{v_a^3}{v_g c^2} \sin^2 \theta (1 - e \cos \theta) d\theta; \\ W_{1\leftarrow 2} &= \int_0^{2\pi} dW_{1\leftarrow 2} = -\frac{GM_1M_2}{a} \frac{M_2}{M_1 + M_2} \times \\ &\times \frac{M_2^2 + 3M_1^2}{(M_1 + M_2)^2} \frac{6\pi e^2}{(1 - e^2)^{5/2}} \frac{v_a^3}{v_g c^2}, \end{aligned} \quad (9.13)$$

где $dl_1 = \frac{M_2}{M_1 + M_2} dl$, $dl = \frac{xd\theta}{\cos \varepsilon} = \frac{a(1 - e^2)\sqrt{1 + e^2 - 2e \cos \theta}}{(1 - e \cos \theta)^2} d\theta$.

Общая работа торможения вследствие зависимости гравитации от скоростей «источника» и «приемника» гравитации:

$$W_{1\leftrightarrow 2} = W_{1\leftarrow 2} + W_{2\leftarrow 1} = -\frac{GM_1M_2}{a} \frac{6\pi e^2}{(1-e^2)^{5/2}} \frac{v_a^3}{v_g c^2}, \quad (9.14)$$

где $W_{2\leftarrow 1}$ рассчитывается аналогично $W_{1\leftarrow 1}$, но «источник» становится «приемником», а «приемник» — «источником».

Для варианта зависимости гравитации от относительной орбитальной скорости единственным решением является следующая зависимость (см. Дополнение 2):

$$\begin{aligned} F_v &\approx \frac{GM_1M_2}{x^2} \left(1 + \frac{3v^2}{c^2}\right) \approx \\ &\approx \frac{GM_1M_2}{x^2} \left(1 + 3\frac{v_a^2}{c^2} \frac{1+e^2-2e\cos\theta}{1-e^2}\right). \end{aligned} \quad (9.15)$$

По аналогии с вариантом зависимости от скоростей «источника» и «приемника» гравитации имеем:

$$\Delta F_v \approx -\frac{GM_1M_2}{a^2} \frac{6e\sin\theta(1-e\cos\theta)^3}{(1-e^2)^{7/2}} \frac{v_a^3}{v_g c^2}; \quad (9.16)$$

$$\begin{aligned} dW_v &= \Delta F_v \sin\epsilon dl = \\ &= -\frac{GM_1M_2}{a} \frac{6e^2}{(1-e^2)^{5/2}} \sin^2\theta (1-e\cos\theta) \frac{v_a^3}{v_g c^2} d\theta; \end{aligned} \quad (9.17)$$

$$W_v = \int_0^{2\pi} dW_v = -\frac{GM_1M_2}{a} \frac{6\pi e^2}{(1-e^2)^{5/2}} \frac{v_a^3}{v_g c^2}. \quad (9.18)$$

Таким образом, в обоих вариантах мы получаем одинаковое значение работы по уменьшению энергии двойной системы.

Расчет изменения энергии двойной системы. Суммарное изменение энергии двойной системы (с учетом (9.10), (9.14) и

(9.18)):

$$\begin{aligned}
 W_{\Sigma} &= W_{\psi x} + W_{1\leftrightarrow 2} = W_{\psi x} + W_v = \\
 &= \frac{\pi G M_1 M_2}{3a} \frac{2 + 3e^2 - \frac{5}{2}e^4}{(1 - e^2)^{5/2}} \left(\frac{v_a}{v_g}\right)^3 - \\
 &\quad - \frac{\pi G M_1 M_2}{3a} \frac{18e^2}{(1 - e^2)^{5/2}} \frac{v_a^3}{v_g c^2}.
 \end{aligned} \tag{9.19}$$

Между изменением энергии двойной системы и скоростью изменения ее орбитального периода имеется следующая известная связь (Д 4.7):

$$\Delta E \approx \frac{G M_1 M_2}{3a} \dot{P}_b, \tag{9.20}$$

где ΔE — изменение энергии системы за один орбитальный период, \dot{P}_b — скорость изменения орбитального периода.

С учетом (9.20) можно определить скорость увеличения периода:

$$\dot{P}_b = \frac{\pi (2 + 3e^2 - \frac{5}{2}e^4)}{(1 - e^2)^{5/2}} \left(\frac{v_a}{v_g}\right)^3 - \frac{18\pi e^2}{(1 - e^2)^{5/2}} \frac{v_a^3}{v_g c^2}. \tag{9.21}$$

Погрешность практического (в ходе астрономических наблюдений) определения скорости уменьшения орбитального периода двойных нейтронных звезд составляет (исходя из погрешности измерений, а также сопоставления наблюдаемых значений по сравнению с теоретическими, соответствующими излучению гравитационных волн) $\Delta \dot{P}_b = 1.0 \dots 5.0 \times 10^{-14}$ (см. табл. 9.1).

Нижняя граница скорости распространения гравитации рассчитывается исходя из уравнения 3-ей степени, получаемого путем подстановки в формуле (9.21) вместо \dot{P}_b величины $\Delta \dot{P}_b$. Смысл подстановки заключается в том, что погрешность определения скорости убывания периода должна быть по абсолютной величине больше, чем определяемая нами скорость изменения периода (вследствие конечной скорости гравитационного взаимодействия).

Только в этом случае исследуемый в данной работе эффект не будет обнаруживаться.

В табл. 9.1 и 9.2 приведены данные расчета скорости увеличения периодов двойных систем при $v_g = c$, а также нижней границы скорости распространения гравитации, при которой изменения периода укладываются в погрешность его определения. Как можно видеть, скорость распространения гравитации не может быть равной скорости света, а должна (исходя из проведенного расчета) ее превышать более, чем в 123 раза.

Если допустить, что погрешность определения скорости изменения орбитального периода существенно отличается от принятой нами (табл. 9.1), то для всех двойных нейтронных звезд, в пределах как минимум стократного увеличения или уменьшения предполагаемой погрешности (далеко за пределы полной величины скорости изменения орбитального периода) это не повлечет за собой снижения требований к нижней границе скорости гравитационного взаимодействия (рис. 9.2).

Наиболее высокая оценка нижней границы скорости распространения гравитационного взаимодействия следует из анализа двойных систем с малым эксцентриситетом и малой погрешностью определения скорости изменения орбитального периода. Такие свойства часто встречаются у систем, образованных из нейтронной звезды и белого карлика (табл. 9.2). Следующая из анализа таких систем оценка нижней границы скорости распространения гравитационного взаимодействия существенно зависит от погрешности определения орбитального периода (избытка \dot{P}_b^{exc} скорости убывания орбитального периода, определяемого как разность наблюдаемой скорости убывания орбитального периода и изменений орбитального периода, связанных с радиальным ускорением, обусловленным гравитационным потенциалом Галактики, поперечным движением и с излучением гравитационных волн) или, в случае, когда погрешность не может быть определена, \dot{P}_b^{obs} — полного значения скорости изменения орбитального периода (рис. 9.2).

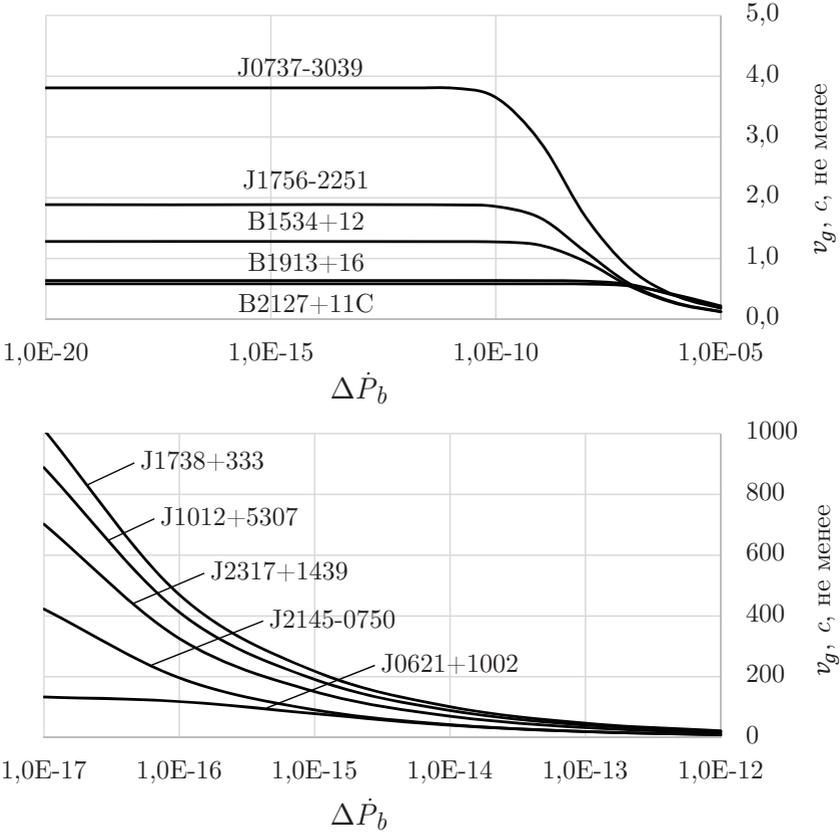


Рис. 9.2. Оценка области решений при определении нижней границы скорости гравитации в зависимости от погрешности скорости изменения орбитального периода

Таблица 9.1. Оценка скорости уменьшения орбитального периода двойных систем с пульсарами при $v_g = c$ и нижней границы скорости v_g распространения гравитации

Параметр	Двойная нейтронная звезда (BNS)					
	B1913+16	J0737-3039	B1534+12	B2127+11C	J1756-2251	
Исходные данные	[88]	[89]	[90]	[91]	[97]	
Орбитальный период, P_b , с	27907	8835	36352	28968	27616	
\dot{P}_b , $\times 10^{-12}$	-2.4184(9)	-1.252(17)	-0.137(3)	-3.96(5)	-0.229(5)	
\dot{P}_b^{GW}	-2.4024	-1.2545	-0.1815	-3.9421	-0.2182	
$\Delta \dot{P}_b^*$, $\times 10^{-14}$	1.6	1.7	4.5	5.3	1.2	
Эксцентриситет орбиты, e	0.617	0.088	0.274	0.681	0.181	
Массы, M_1	1.441	1.337(1)	1.333(1)	1.358(10)	1.341(7)	
M_2	1.387	1.250(1)	1.345(1)	1.354(10)	1.230(7)	
\dot{P}_b при $v_g = c$	-1.33×10^{-7}	5.48×10^{-8}	7.23×10^{-9}	-2.38×10^{-7}	1.49×10^{-8}	
v_g , м/с, не менее	1.91×10^8	1.14×10^9	3.84×10^8	1.75×10^8	5.65×10^8	
* — определяется по формуле: $\Delta \dot{P}_b = \left[\left(\dot{P}_b^{\text{obs}} - \dot{P}_b^{\text{GW}} \right)^2 + \left(\Delta \dot{P}_b^{\text{obs}} \right)^2 \right]^{1/2}$						

Таблица 9.2. Оценка скорости уменьшения орбитального периода двойных систем с пульсарами при $v_g = c$ и нижней границы скорости v_g распространения гравитации (продолжение)

Параметр	Нейтронная звезда + белый карлик (NS+WD)					
PSR	J0621+1002	J2145-0750	J2317+1439	J1012+5307	J1738+0333	
Исходные данные	[107]	[123]	[124]	[125-127]	[127], [128]	
Орбитальный период, P_b , с	7.19×10^5	5.91×10^5	2.12×10^5	5.22×10^4	3.02×10^4	
$\dot{P}_b^{\text{obs}}, \times 10^{-12}$	< 5	< 2.4	$6.4(9)$	—	—	
$\dot{P}_b^{\text{exc}}, \times 10^{-15}$	—	—	—	$10.6(6.1)$	$2.0_{-3.6}^{+3.7}$	
Эксцентриситет орбиты, e	2.46×10^{-3}	1.93×10^{-5}	5.7×10^{-7}	$< 1.3 \times 10^{-6}$	$(3.4 \pm 1.1) \times 10^{-7}$	
Массы, M_\odot	M_1	$1.70_{-0.29}^{+0.32}$	$1.2..1.8$	$3.4_{-1.1}^{+1.4}$	1.72 ± 0.16	$1.46(6)$
	M_2	$0.97_{-0.15}^{+0.27}$	$0.5..1.0$	$0.39_{-0.10}^{+0.13}$	0.165 ± 0.015	$0.169...0.192$
\dot{P}_b при $v_g = c$	7.21×10^{-10}	-7.6×10^{-10}	3.46×10^{-9}	7.00×10^{-9}	1.04×10^{-8}	
v_g , м/с, не менее	1.6×10^9	2.0×10^9	2.4×10^9	2.2×10^{10}	3.7×10^{10}	

Проведенный анализ показал, что даже если предположить, что при гравитационном взаимодействии компонентов двойной звездной системы имеет место эффект запаздывания потенциалов, нивелирующий основную часть эффекта Лапласа, скорость распространения гравитации все равно должна многократно (более, чем в 123 раза) превосходить скорость света.

Выявленное многократное превосходство скорости гравитации над скоростью света делает гипотезу о подобии гравитационного и электромагнитного взаимодействий существенно менее обоснованной. Возможность полной реализации парадокса Лапласа, напротив, становится более вероятной.

9.2 Парадокс Лапласа

Несмотря на то, что мы достаточно внимательно рассмотрели случай несимметричного гравитационного поля, в действительности отклонения от симметрии гравитационного поля необнаружимы. Это связано с механизмом формирования гравитации 3-го типа как следствия возмущения буллоновой среды. Тело – источник гравитации формирует в среде избыточную диссипацию, однако эта диссипация (порождая вторичную и вторичную от вторичной диссипации) не может иметь выраженной преимущественной ориентации. В пределах нескольких длин свободного пробега диссипированных гломеронов происходит выравнивание гравитационного поля и на больших расстояниях гравитационное поле можно рассматривать как идеально сферическое.

Рассмотрим гравитационный механизм, соответствующий полной реализации эффекта, рассмотренного Лапласом. Как уже указывалось, вследствие запаздывания гравитации сила притяжения первого тела ко второму направлена не ко второму телу, а туда, где оно было какое-то время назад (см. рис. 9.3).

Величина реально действующей силы $F_{2\leftarrow 1}$ гравитации со стороны 1-го компонента на 2-ой может быть выражена через исходное значение силы (в предположении отсутствия запаздывания) $F_{2\leftarrow 1}^0$ и величину изменения расстояния взаимодействия $\Delta x = x -$

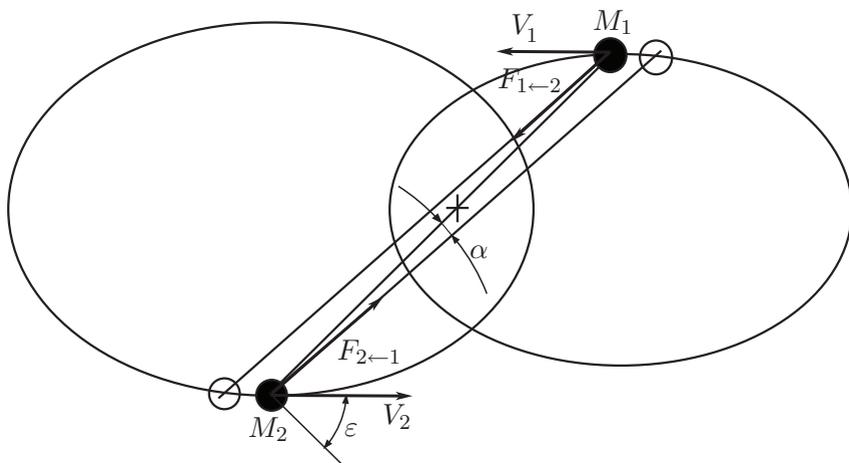


Рис. 9.3. Запаздывание гравитации в двойных системах

— x_0 , где x_0 — исходное расстояние взаимодействия (в предположении отсутствия запаздывания), x — реальное расстояние взаимодействия:

$$F_{2\leftarrow 1} \approx F_{2\leftarrow 1}^0 \left(1 - 2 \frac{\Delta x}{x_0} \right), \quad (9.22)$$

где

$$x = x_0 \frac{\cos \varepsilon}{\cos(\varepsilon + \alpha)} = x_0 \left(1 + \frac{\sin \alpha \sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} \right); \quad \sin \alpha = \frac{V_1}{v_g} \cos \varepsilon;$$

$$\Delta x = x_0 \frac{\sin \alpha \sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} = x_0 \frac{V_1}{v_g} \sin \varepsilon;$$

ε — угол между орбитальной скоростью и нормалью к исходному расстоянию между компонентами двойной системы; α — угол между $F_{2\leftarrow 1}$ и $F_{2\leftarrow 1}^0$.

Тогда:

$$F_{2\leftarrow 1} = F_{2\leftarrow 1}^0 \left(1 - 2 \frac{V_1}{v_g} \sin \varepsilon \right). \quad (9.23)$$

Дополнительная сила гравитации, возникающая в результате гравитационного запаздывания (в проекции на направление движения):

$$\begin{aligned}\Delta F_{2\leftarrow 1} &= F_{2\leftarrow 1} \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon - \alpha\right) - F_{2\leftarrow 1}^0 \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right) \approx \\ &\approx F_{2\leftarrow 1}^0 \frac{V_1}{v_g} (\cos^2 \varepsilon - 2\sin^2 \varepsilon).\end{aligned}\quad (9.24)$$

Поскольку

$$\begin{aligned}F_{2\leftarrow 1}^0 &= \frac{GM_1 M_2 (1 - e \cos \theta)^2}{a^2 (1 - e^2)^2}; \\ V_1 &= \frac{M_2}{M_2 + M_1} \sqrt{\frac{G(M_2 + M_1)}{a} \frac{\sqrt{1 + e^2 - 2e \cos \theta}}{\sqrt{1 - e^2}}},\end{aligned}\quad (9.25)$$

имеем:

$$\begin{aligned}\Delta F_{2\leftarrow 1} &\approx \frac{GM_1 M_2}{a^2 (1 - e^2)^{5/2}} \frac{1}{v_g} \frac{M_2}{M_2 + M_1} \sqrt{\frac{G(M_2 + M_1)}{a}} \times \\ &\times \frac{(1 - e \cos \theta)^4 - 2e^2 \sin^2 \theta (1 - e \cos \theta)^2}{\sqrt{1 + e^2 - 2e \cos \theta}}.\end{aligned}\quad (9.26)$$

Работа по изменению энергии 2-го компонента:

$$dW_2 = \Delta F_{2\leftarrow 1} dl_2. \quad (9.27)$$

Поскольку

$$dl_2 = \frac{M_1}{M_2 + M_1} \frac{a(1 - e^2) \sqrt{1 + e^2 - 2e \cos \theta}}{(1 - e \cos \theta)^2} d\theta, \quad (9.28)$$

имеем:

$$\begin{aligned}
 dW_2 &= \Delta F_{2\leftarrow 1} dl_2 = \frac{1}{v_g} \frac{(1 - e \cos \theta)^2 - 2e^2 \sin^2 \theta}{a(1 - e^2)^{3/2}} \times \\
 &\quad \times \frac{G(M_1 M_2)^2}{(M_2 + M_1)^2} \sqrt{\frac{G(M_2 + M_1)}{a}} d\theta; \\
 dW &= 2dW_2; \quad W = \int_0^{2\pi} dW = \frac{1}{v_g} \frac{2\pi(2 - e^2)}{a(1 - e^2)^{3/2}} \times \\
 &\quad \times \frac{G(M_1 M_2)^2}{(M_2 + M_1)^2} \sqrt{\frac{G(M_2 + M_1)}{a}}.
 \end{aligned} \tag{9.29}$$

Изменение энергии двойной системы (за один орбитальный период) связано с изменением периода следующим образом (Д 4.7):

$$\Delta E = \frac{GM_1 M_2}{3a} \dot{P}_b, \tag{9.30}$$

где \dot{P}_b — скорость изменения периода системы.

Скорость увеличения периода двойной системы вследствие гравитационного запаздывания (исходя из условия $\Delta E = W$):

$$\begin{aligned}
 \dot{P}_b &= \frac{1}{v_g} \frac{6\pi(2 - e^2)}{(1 - e^2)^{3/2}} \frac{M_1 M_2}{(M_2 + M_1)^2} \sqrt{\frac{G(M_2 + M_1)}{a}} = \\
 &= \frac{6\pi^{4/3}}{v_g} \frac{2 - e^2}{(1 - e^2)^{3/2}} \left(\frac{2G}{P_b}\right)^{1/3} \frac{M_1 M_2}{(M_2 + M_1)^{5/3}}.
 \end{aligned} \tag{9.31}$$

Расчеты, проведенные для различных двойных систем, показали (табл. 9.3), что гравитационное запаздывание при $v_g = c$ должно приводить к быстрому повышению орбит и распаду систем (рис. 9.4; получен на основе численного моделирования, см. Дополнение 3). Поскольку в действительности этого не происходит, следовательно скорость распространения гравитации намного больше скорости света.

Таблица 9.3. Расчет эффектов от запаздывания гравитации

Параметр	DNS						NS+WD
	B1913+16	J0737-3039	B1534+12	B2127+11C	J1756-2251	J1141-6545	
PSR	Исходные данные ([88-91, 97, 100, 102, 103])						
Орбитальный период, P_b , с	27907	8835	36352	28968	27616	17077	
\dot{P}_b , $\times 10^{-12}$	набл.	-2.4184(9)	-0.137(3)	-3.96(5)	-0.229(5)	-0.40(3)	
	теор.	-2.4024	-1.2545	-0.1815	-3.9421	-0.2182	-0.3871
$\Delta\dot{P}_b$, $\times 10^{-14}$ (оценка)	1.6	1.7	4.5	5.3	1.2	3.3	
Эксцентриситет орбиты, e	0.617	0.088	0.274	0.681	0.181	0.17	
Массы, M_\odot	M_1	1.441	1.337(1)	1.333(1)	1.358(10)	1.341(7)	1.27(1)
	M_2	1.387	1.250(1)	1.345(1)	1.354(10)	1.230(7)	1.02(1)
Расчетное значение \dot{P}_b (при $v_g = c$)	0.023	0.020	0.013	0.026	0.014	0.015	
Расчетное значение v_g , не менее, м/с	4.30×10^{20}	3.49×10^{20}	8.94×10^{19}	1.49×10^{20}	3.46×10^{20}	1.40×10^{20}	

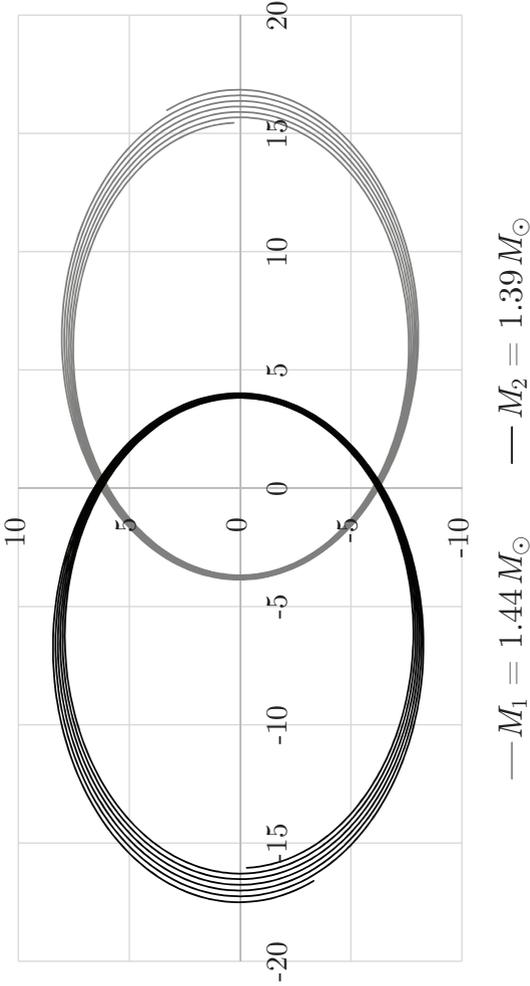


Рис. 9.4. Повышение орбиты в системе PSR B1913+16 при $v_g = c, \times 10^8$ м

Погрешность определения скорости уменьшения орбитального периода составляет (исходя из погрешности измерений, а также сопоставления наблюдаемых значений по сравнению с теоретическими, соответствующими излучению гравитационных волн)

$\Delta \dot{P}_b = \sqrt{\left(\dot{P}_{b(th)} - \dot{P}_{b(obs)}\right)^2 + \left(\Delta \dot{P}_{b(obs)}\right)^2} = 1.0 \dots 5.0 \times 10^{-14}$. Исходя из значения погрешности можно оценить нижнюю границу скорости распространения гравитации:

$$v_g > \frac{6\pi^{4/3}}{\Delta \dot{P}_b} \frac{2 - e^2}{(1 - e^2)^{3/2}} \left(\frac{2G}{P_b}\right)^{1/3} \frac{M_1 M_2}{(M_2 + M_1)^{5/3}}. \quad (9.32)$$

Для системы PSR B1913+16 скорость гравитации должна быть не менее 4.30×10^{20} м/с, для PSR J0737-3039 — не менее 3.49×10^{20} м/с (табл. 9.3).

9.3 Гравитационное самоторможение движущихся тел

Любое материальное тело гравитационно взаимодействует с самим собой. Это взаимодействие представляет собой гравитационное притяжение между всеми частицами материального тела. Если материальное тело движется и скорость распространения гравитации не бесконечно велика, то в каждый момент времени суммарная сила гравитационного взаимодействия всех частиц тела не равна нулю (как это имеет место в случае неподвижного тела), а имеет ненулевую величину и направлена против движения — туда, где тело было некоторое время назад. Эта сила — сила гравитационного самоторможения — тем больше, чем больше скорость движения тела и чем меньше скорость распространения гравитации.

Рассмотрим движение шарообразного квазиоднородного тела с массой M , радиусом R и плотностью ρ , движущееся со скоростью V . Пусть dF_g — сила гравитационного притяжения сферы (сферической оболочки) с толщиной dr к шару того же радиуса, смещенному вследствие запаздывания гравитации против направления движения на величину Δx .

Среднее расстояние \bar{r} между сферой с радиусом r и точкой внутри нее, смещенной относительно центра на расстояние $\Delta x \ll r$ всегда равно (за вычетом членов более высоких порядков малости по сравнению с Δx) радиусу r :

$$\begin{aligned} \bar{r} &= \frac{1}{4\pi r^2} \int_{-r}^r \left[\frac{2\pi\sqrt{r^2 - x^2} \cdot r}{\sqrt{r^2 - x^2}} \sqrt{r^2 - x^2 + (x + \Delta x)^2} \right] dx \approx \\ &\approx \frac{1}{2} \int_{-r}^r \left(1 + \frac{x\Delta x}{r^2} + \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta x}{r} \right)^2 \right) dx = r + \frac{r}{2} \left(\frac{\Delta x}{r} \right)^2 \approx r. \end{aligned} \quad (9.33)$$

Величина Δx может быть определена из следующего соотношения:

$$\frac{\Delta x}{V} = \frac{r}{v_g}, \quad (9.34)$$

где r — радиус сферической оболочки, $v_g (\gg V)$ — скорость распространения гравитации.

Выражение (9.34) означает, что за время, необходимое для передачи силы гравитации от сферы до центра шара на расстояние r , сфера перемещается на расстояние Δx .

Откуда:

$$\Delta x = r \frac{V}{v_g}. \quad (9.35)$$

Сила dF , представляющая собой проекцию силы dF_g на направление движения, определится следующим образом (см. рис. 9.5; за положительное направление по x принимается направление движения):

$$\begin{aligned}
 dF &= \int_{-r}^r G \frac{\left[2\pi\sqrt{r^2 - x^2} dx \frac{rdr}{\sqrt{r^2 - x^2}} \rho \right] \left[\frac{4}{3}\pi r^3 \rho \right]}{r^2 - x^2 + \left(x + r \frac{V}{v_g} \right)^2} \times \\
 &\quad \times \frac{x + r \frac{V}{v_g}}{\sqrt{r^2 - x^2 + \left(x + r \frac{V}{v_g} \right)^2}} \approx \\
 &\approx \frac{8\pi^2 \rho^2 G}{3} \int_{-r}^r r dr \left(1 - \frac{3x V}{r v_g} \right) \left(x + r \frac{V}{v_g} \right) dx \approx \\
 &\approx -\frac{16\pi^2 \rho^2 G r^3 V}{3 v_g} dr.
 \end{aligned}
 \tag{9.36}$$

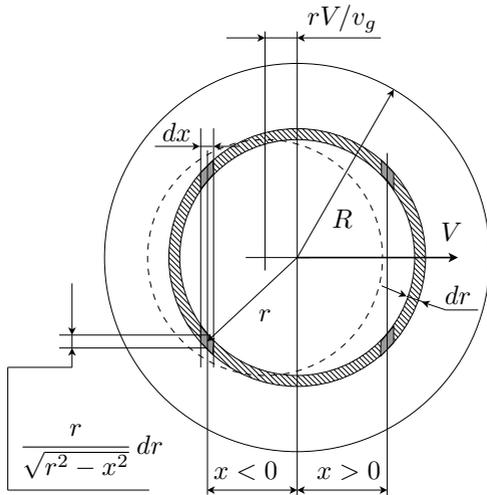


Рис. 9.5. Гравитационное самоторможение

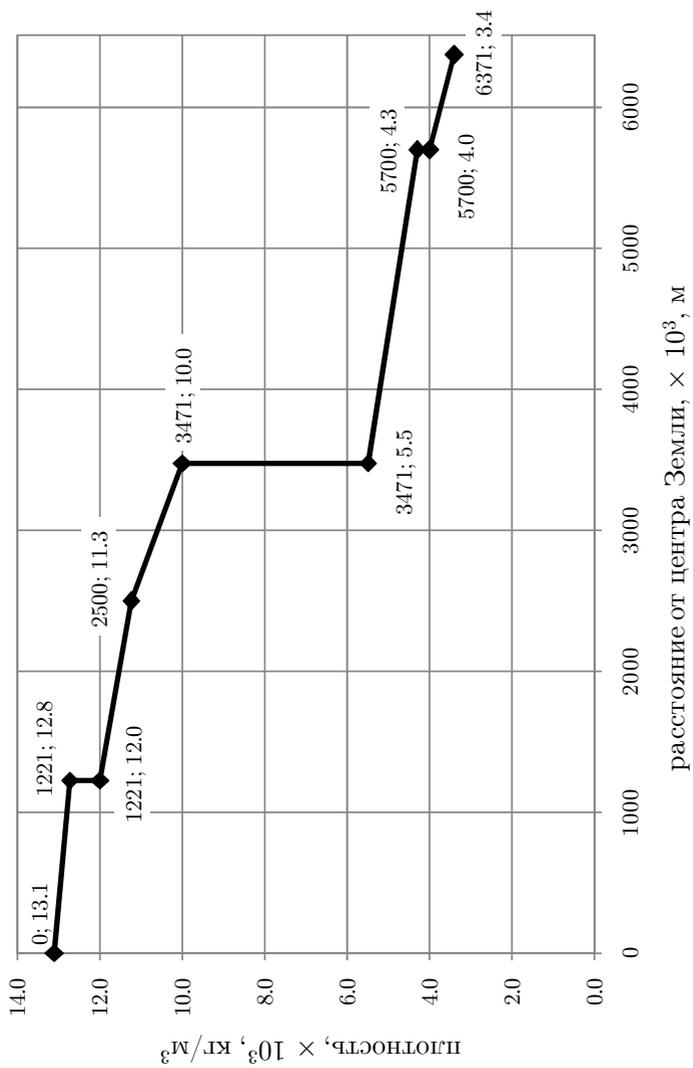


Рис. 9.6. Зависимость плотности от расстояния от центра Земли

Суммарная сила торможения, действующая на всё движущееся тело (т.е. на сумму всех сферических оболочек), определится следующим образом (тело принимается квазиоднородным по плотности):

$$F = \int_0^R dF dr = -\frac{3}{4} \frac{GM^2}{R^2} \frac{V}{v_g}. \tag{9.37}$$

Космические тела, как известно, не являются однородными по плотности. Как показали расчеты для случая Земли, основанные на имеющихся данных по распределению плотности в зависимости от расстояния от центра Земли ([129], табл. 9.4, рис. 9.6), в действительности сила торможения в $k_{\oplus} = 1.27$ раз больше рассчитанной по формуле (9.37).

Таблица 9.4. Плотность Земли

i	0	1	2	3	4
$r_i, \times 10^6 \text{М}$	0	1.121	1.121	2.5	3.471
$\rho_i, \text{кг/М}^3$	13100	12750	12000	11250	10000
i	5	6	7	8	
$r_i, \times 10^6 \text{М}$	3.471	5.7	5.7	6.371	
$\rho_i, \text{кг/М}^3$	5500	4300	4000	3400	

Рассмотрим, каким образом рассчитывается данный коэффициент:

$$\begin{aligned}
 dF &= \int_{-r}^r G \frac{\left[2\pi\sqrt{r^2 - x^2} dx \frac{r dr}{\sqrt{r^2 - x^2}} \rho(r) \right] m(r)}{r^2 - x^2 \left(x + r \frac{V}{v_g}\right)^2} \frac{x + r \frac{V}{v_g}}{\sqrt{r^2 - x^2 \left(x + r \frac{V}{v_g}\right)^2}} = \\
 &\approx \frac{2\pi G m(r) \rho(r)}{r^2} \int_{-r}^r \left(1 - \frac{3x}{r} \frac{V}{v_g}\right) \left(x + r \frac{V}{v_g}\right) dx dr \approx \\
 &\approx -4\pi G \frac{V}{v_g} m(r) \rho(r) dr. \tag{9.38}
 \end{aligned}$$

$$F = -4\pi G \frac{V}{v_g} \int_0^R m(r) \rho(r) dr = -4\pi G \frac{V}{v_g} \sum_{i=1}^8 p_i, \quad (9.39)$$

где

$$p_i = \int_{r_{i-1}}^{r_i} \left(\sum_{j=0}^{i-1} m_j + \int_{r_{i-1}}^x 4\pi y^2 \left(\rho_{i-1} - \frac{\rho_{i-1} - \rho_i}{r_i - r_{i-1}} (y - r_{i-1}) \right) dy \right) \times \\ \times \left(\rho_{i-1} - \frac{\rho_{i-1} - \rho_i}{r_i - r_{i-1}} (x - r_{i-1}) \right) dx; \\ m_i = \int_{r_{i-1}}^{r_i} 4\pi x^2 \left(\rho_{i-1} - \frac{\rho_{i-1} - \rho_i}{r_i - r_{i-1}} (x - r_{i-1}) \right) dx;$$

коэффициенты r_i и ρ_i приведены в табл. 9.4.

Коэффициент k_{\oplus} определяется как отношение действительной силы гравитационного саморможения к силе, которая соответствует квазиоднородной плотности:

$$k_{\oplus} = \frac{F_{\oplus}}{F_{\oplus}(\rho = \text{const})} = \frac{-\frac{4\pi G V}{v_g} p_{\Sigma}}{-\frac{3}{4} \frac{GM_{\oplus}^2}{R_{\oplus}^2} \frac{V}{v_g}} = \frac{16\pi R_{\oplus}^2 p_{\Sigma}}{3M_{\oplus}^2} = 1.27, \quad (9.40)$$

где $p_{\Sigma} = \sum_{i=1}^8 p_i$; $M_{\oplus} = \sum_{i=0}^8 m_i$.

Для нейтронных звезд, исходя из существующих представлений о распределении плотности ([130] — рис. 9.7, и др.), аналогичный расчет дает силу торможения больше рассчитанной по формуле (9.37): в 1.022 раза для нейтронной звезды с массой $0.5M_{\odot}$, в 1.095 раза для нейтронной звезды с массой $1.4M_{\odot}$ и в 1.287 раза для нейтронной звезды с массой $1.83M_{\odot}$.

Скорректируем формулу (9.37):

$$F = -\frac{3}{4} \frac{GM^2}{R^2} \frac{V}{v_g} k. \quad (9.41)$$

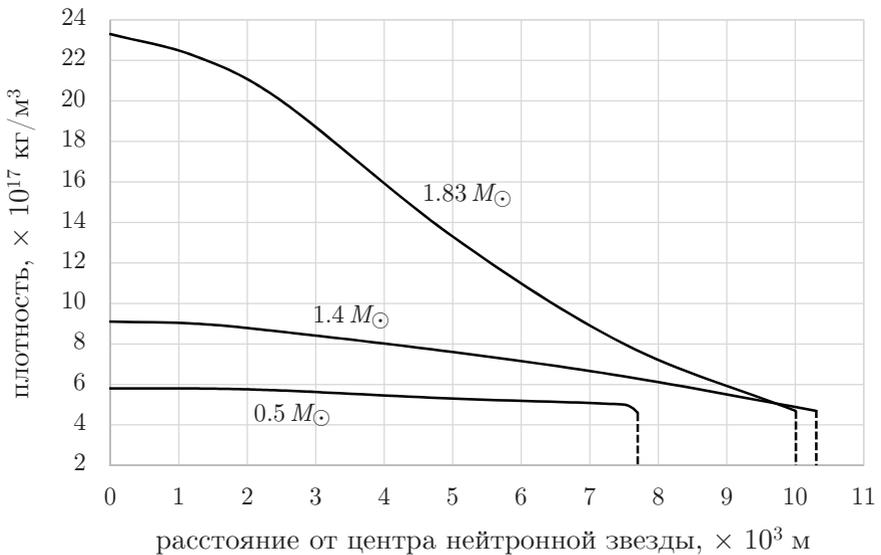


Рис. 9.7. Зависимость плотности от расстояния от центра нейтронной звезды с массой $0.5M_{\odot}$, $1.4M_{\odot}$ и $1.83M_{\odot}$

Гравитационное самоторможение в двойных системах.

При движении компонентов двойной системы по своим абсолютным орбитам будет совершаться работа

$$W = W_1 + W_2, \quad (9.42)$$

где W_1 , W_2 — работа, совершаемая над 1-ым и 2-ым компонентом.

Определим величины W_1 и W_2 за полный оборот:

$$\begin{aligned} W_1 &= -\frac{3}{4} \frac{GM_1^2 \bar{V}_1}{R_1^2 v_g} k_1 4a_1 \mathbf{E}(e); \\ W_2 &= -\frac{3}{4} \frac{GM_2^2 \bar{V}_2}{R_2^2 v_g} k_2 4a_2 \mathbf{E}(e), \end{aligned} \quad (9.43)$$

где M_1 , R_1 , \bar{V}_1 — масса, радиус и средняя (по пути) скорость 1-го компонента; M_2 , R_2 , \bar{V}_2 — масса, радиус и средняя (по пути) ско-

рость 2-го компонента; $\mathbf{E}(e)$ — полный эллиптический интеграл 2-го рода для заданного эксцентриситета системы e ; k_1, k_2 — коэффициенты, учитывающие неоднородность плотности 1-го и 2-го компонентов.

Средняя (по времени) скорость 1-го компонента (см. (Д 5.7)):

$$\bar{V}_1 = \frac{M_2}{M_1 + M_2} \frac{\pi V_a}{2\mathbf{E}(e)}, \quad (9.44)$$

где $V_a = \sqrt{\frac{G(M_1+M_2)}{a}}$ — относительная орбитальная скорость при расстоянии между компонентами, равном большой полуоси a относительной орбиты.

Аналогично определится \bar{V}_2 :

$$\bar{V}_2 = \frac{M_1}{M_1 + M_2} \frac{\pi V_a}{2\mathbf{E}(e)}, \quad (9.45)$$

Подставляя выражения для \bar{V}_1 и \bar{V}_2 в выражения (9.43) и (9.42), после преобразований получаем:

$$W = -\frac{3\pi G a}{2} \left(\frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2} \right)^2 \left(\frac{k_1}{R_1^2} + \frac{k_2}{R_2^2} \right) \frac{V_a}{v_g}. \quad (9.46)$$

Совершаемая работа W должна быть по модулю меньше (вероятно, намного меньше), чем наблюдаемое уменьшение энергии системы (за полный период обращения) ΔE , поскольку наряду с данным эффектом на систему действуют также другие эффекты. При этом следует отметить, что значение факторов, связанных с взаимодействием между компонентами, несоизмеримо со значением эффектов, связанных с воздействием гравитации компонента на него самого. Поэтому эффекты, обуславливающие изменение энергии вследствие взаимодействия компонентов, могут не приниматься во внимание.

Одной из причин того, что совершаемая работа должна быть по модулю существенно меньше уменьшения энергии является то,

что принимая скорость движения тела равной средней орбитальной скорости мы заведомо занижаем совершаемую вследствие задержки гравитации работу. В действительности, наряду с орбитальным, компоненты вовлечены также в движение системы относительно удаленных звезд, в движение центра масс системы относительно центра Галактики и т.д.

Итак, имеем следующее неравенство:

$$|W| < |\Delta E|, \quad (9.47)$$

где ΔE — изменение (уменьшение) энергии системы (за полный период обращения).

В соответствии с (Д 4.7):

$$\Delta E = \frac{GM_1M_2}{3a} \dot{P}_b, \quad (9.48)$$

где \dot{P}_b — скорость изменения периода системы.

После решения неравенства (9.47) получаем:

$$\begin{aligned} v_g &> -\frac{9\pi\mu a^2 (k_1R_1^{-2} + k_2R_2^{-2})}{2 \dot{P}_b} V_a = \\ &= -\frac{9}{4} \frac{GM_1M_2}{M_1 + M_2} \frac{k_1R_1^{-2} + k_2R_2^{-2}}{\dot{P}_b/P_b}, \end{aligned} \quad (9.49)$$

где $\mu = \frac{M_1M_2}{(M_1+M_2)^2}$ — некоторая функция масс системы.

Гравитационное самоторможение орбитального движения Земли. Рассмотрим движение Земли вокруг Солнца ($M_\oplus = 5.97 \times 10^{24}$ кг; $M_\odot = 1.99 \times 10^{30}$ кг; $R_\oplus = 6.37 \times 10^6$ м; $a_\oplus = 1.49 \times 10^{11}$ м; $V_{a\oplus} \approx 2.99 \times 10^4$ м/с).

Примем $v_g = c = 3 \times 10^8$ м/с. Поскольку $M_\oplus \ll M_\odot$ и $R_\oplus \ll R_\odot$, имеем:

$$\dot{P}_\oplus < -\frac{9\pi k_\oplus}{2} \frac{V_{a\oplus}}{v_g} \frac{M_\oplus}{M_\odot} \left(\frac{a_\oplus}{R_\oplus} \right)^2 = -2.9, \quad (9.50)$$

т.е. должно наблюдаться катастрофическое уменьшение периода обращения Земли вокруг Солнца и Земля должна падать на Солнце. Ничего подобного не наблюдается. Следовательно, скорость распространения гравитации должна быть много больше скорости света.

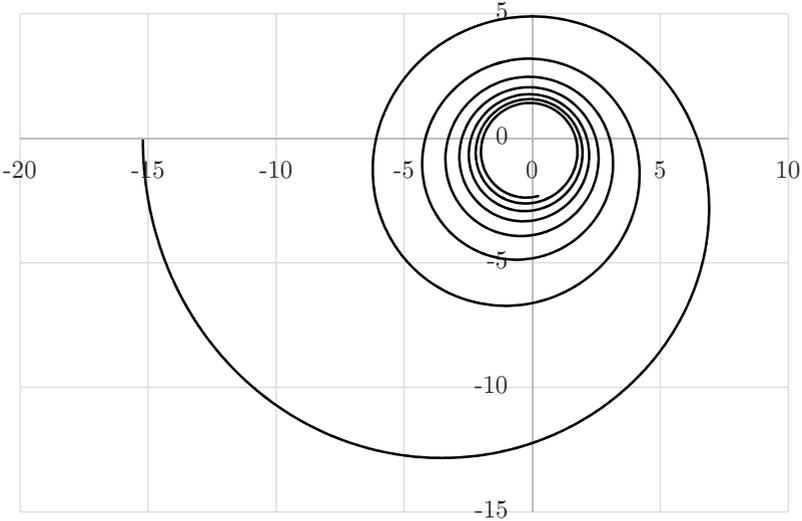


Рис. 9.8. Понижение орбиты Земли при $v_g = c$, $\times 10^{10}$ м

Следует отметить, что в случае быстрого понижения орбиты (т.е. когда не выполняется условие $\Delta a \ll a$) формула (9.50) не дает точного результата. В этом случае следует использовать численное моделирование движения, сопровождаемого гравитационным самоторможением. Проведенное моделирование движения Земли вокруг Солнца показало картину понижения орбиты, приведенную на рис. 9.8. Столкновение Земли с Солнцем должно в этом случае произойти через 672 дня.

Продолжительность P_{\oplus} сидерического года постепенно увеличивается (со скоростью $\dot{P}_{\oplus} \simeq 3.01 \times 10^{-12}$ [131, р. 19]), погрешность

определения $\Delta\dot{P}_{\oplus} < 2.7 \times 10^{-13}$. В результате можно оценить нижнюю границу скорости гравитации:

$$v_g > \frac{9\pi k_{\oplus}}{2} \frac{V_{a\oplus}}{\Delta\dot{P}_{\oplus}} \frac{M_{\oplus}}{M_{\odot}} \left(\frac{a_{\oplus}}{R_{\oplus}} \right)^2 = 3.28 \times 10^{21} \text{ м/с.}$$

Гравитационное самоторможение орбитального движения в двойных системах с пульсарами. Беспрецедентные результаты дает анализ двойных нейтронных звезд (табл. 9.5), выполненный с учетом зависимости радиуса нейтронной звезды и коэффициента k_{NS} (учитывающего влияние неоднородной плотности на гравитационное самоторможение) от массы нейтронной звезды (рис. 9.9).

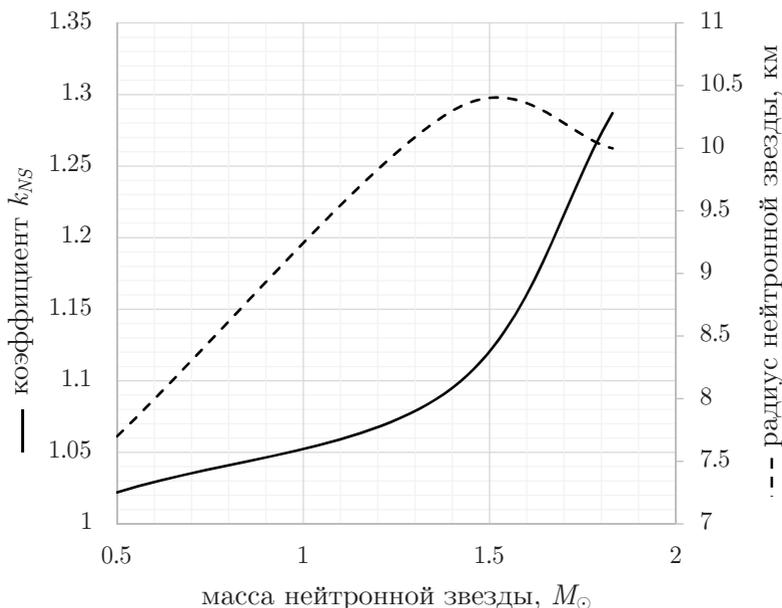
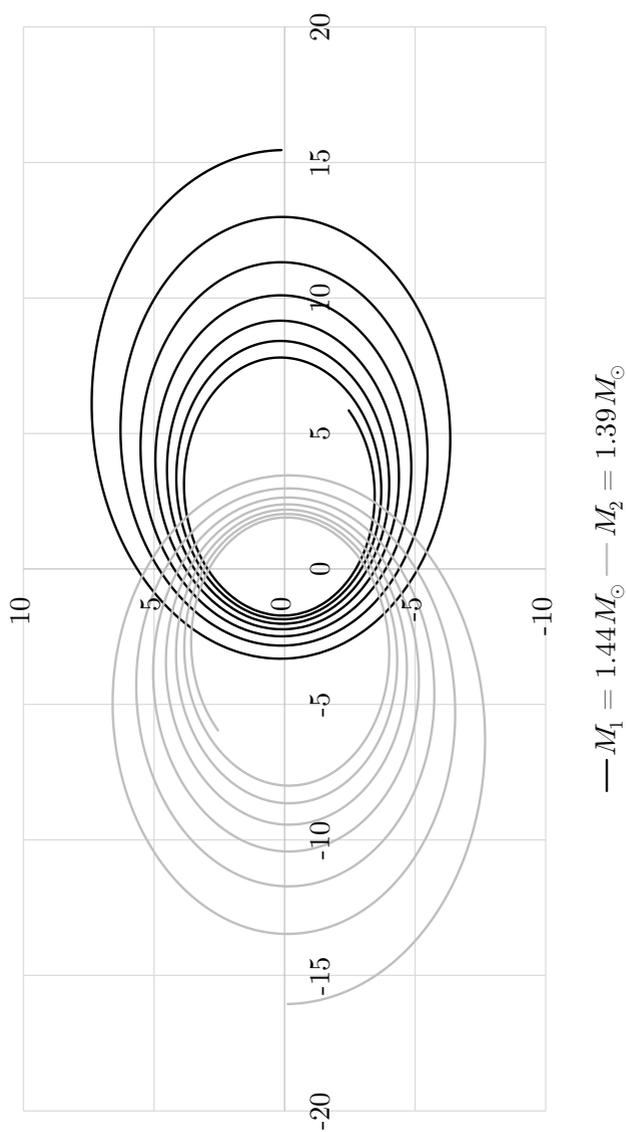


Рис. 9.9. Зависимость радиуса нейтронной звезды и коэффициента k_{NS} от массы нейтронной звезды (на основе данных рис. 9.7)

Таблица 9.5. Оценка скорости распространения гравитации на основе анализа двойных систем

Параметр		DNS					NS+WD
PSR	B1913+16	J0737-3039	B1534+12	B2127+11C	J1756-2251	J1141-6545	
Исходные данные ([88-91, 97, 100, 102, 103])							
Орбитальный период, P_b , с	27907	8835	36352	28968	27616	17077	
Скорость изменения орбитального периода, \dot{P}_b , $\times 10^{-12}$	-2.42	-1.24	-0.14	-3.96(5)	-0.23	-0.40(3)	
Массы, M_1	1.441	1.337(1)	1.333(1)	1.358(10)	1.341(7)	1.27(1)	
	1.387	1.250(1)	1.345(1)	1.354(10)	1.230(7)	1.02(1)	
Радиусы, км	~ 10						
	~ 10	$\sim 6000..10000$					
Скорость распространения гравитации v_g , не менее, м/с	5.23×10^{28}	2.85×10^{28}	1.09×10^{30}	3.12×10^{28}	4.76×10^{29}	7.21×10^{28}	

Рис. 9.10. Понижение орбиты в системе PSR B1913+16 при $v_g = 3 \times 10^{17}$ м/с, $\times 10^8$ м

Численное моделирование движения двойной системы из нейтронных звезд показывает быстрое понижение орбит даже при скорости распространения гравитации $v_g = 3 \times 10^{17}$ м/с. В частности, для системы PSR B1913+16 (рис. 9.10) столкновение звезд произойдет через 99 часов.

Наибольшее значение скорости распространения гравитации следует из анализа двойной системы, включающей пульсар PSR B1534+12. Расчеты показывают, что скорость распространения гравитации должна быть не менее 1.09×10^{30} м/с.

В случае анализа системы из нейтронной звезды и белого карлика, принимая во внимание, что радиус нейтронной звезды в тысячу раз меньше радиуса белого карлика, формула (9.49) запишется в следующем виде:

$$v_g > -\frac{9k_{NS}}{4} \frac{GM_{NS}M_{WD}}{R_{NS}^2(M_{NS} + M_{WD})} \frac{P_b}{\dot{P}_b}, \quad (9.51)$$

где M_{NS} , M_{WD} — массы нейтронной звезды и белого карлика, R_{NS} — радиус нейтронной звезды, k_{NS} — коэффициент, учитывающий неоднородность нейтронной звезды.

Достоверных данных относительно зависимости плотности от расстояния от центра белого карлика нет, однако исходя из существующих представлений о материи белых карликов как вырожденном электронном газе, плотность в белом карлике не может существенно изменяться в зависимости от расстояния от центра (причем чем больше масса белого карлика, тем он однороднее). Примем $k_{NS} \simeq 1$.

Данные по скорости изменения периодов в двойных системах из нейтронной звезды и белого карлика ограничены. Одной из таких систем, по которой имеются достоверные данные — система PSR J1141-6545. Исходя из анализа этой системы скорость распространения гравитации должна быть не менее 7.2×10^{28} м/с.

9.4 Выводы по главе 9

1. Для достоверного количественного определения скорости распространения гравитации необходимо рассмотреть динамическую систему, в которой очень большими являются как расстояния взаимодействия, так и скорости движения компонентов. Данным требованиям соответствуют двойные нейтронные звезды.

2. Фактических знаний о механизмах гравитационного взаимодействия компонентов двойных нейтронных звезд у нас в настоящее время нет. Исходным, наиболее представимым предположением, является взаимодействие с источником гравитации не в его текущем положении, а в положении, которой он занимал какой-то интервал времени назад. Этот интервал примерно соответствует времени, необходимому для преодоления гравитацией расстояния, на котором взаимодействуют компоненты двойной системы. Данный эффект запаздывания гравитации (эффект Лапласа) позволяет оценивать (исходя из последствий запаздывания на энергию системы) скорость распространения гравитации. Нижняя граница оценки скорости распространения гравитации превышает 10^{30} м/с.

3. Если предположить, что движения компонентов двойных систем (в результате реализации каких-то механизмов) корректируются, «предвосхищая» собственное движения и уменьшая запаздывание, то предельным вариантом является нахождение компонента в положении, которое он занимал бы, если бы в продолжении времени запаздывания двигался по инерции из своего исходного положения. Более точное «предугадывание» нарушает принцип причинности. В случае реализации указанного корректирования запаздывание гравитации может быть представлена как сумма двух эффектов: эффекта от запаздывания гравитации вследствие неточного определения положения (положение, получаемое как результат движения по инерции, отличается от реального); эффекта от зависимости силы гравитационного взаимодействия тел от скорости движения. Эти два эффекта частично компенсируют друг друга. Практические расчеты суммарного эффекта показы-

вают, что скорость распространения гравитации превышает скорость света в вакууме не менее, чем в 123 раза.

Дополнение 2. Проверка гипотезы о зависимости силы гравитации от относительной скорости компонентов двойной системы

Проверяется гипотеза, согласно которой сила гравитационного притяжения зависит от скоростей взаимодействующих тел следующим образом:

$$F_v = \frac{GM_1M_2}{r^2} \left(1 + \frac{v^2}{c^2}\right)^\mu \approx \frac{GM_1M_2}{r^2} \left(1 + \frac{\mu v^2}{c^2}\right), \quad (\text{Д } 2.1)$$

где F_v — сила гравитационного притяжения, действующая между телами, v — скорость (относительного) орбитального движения одного тела (компонента двойной системы) относительно другого, r — текущее расстояние между телами, μ — показатель степени, с которым скорость относительного движения определяет силу гравитации, c — скорость света в вакууме ($c \gg v$).

Для различных вариантов зависимости силы гравитации от скорости (т.е. различных μ) было выполнено численное пошаговое моделирование движения компонентов двойных систем. Изложим кратко последовательность расчетов.

Интервал времени, соответствующий каждому шагу:

$$\tau = \frac{P_b}{N}, \quad (\text{Д } 2.2)$$

где P_b — орбитальный период двойной системы, N — число шагов на период.

Определим действующие силы гравитации:

$$F_{v|iX} = \frac{k}{r_{i-1}^2} \left(1 + \frac{v_{i-1}^2}{c^2}\right)^\mu, \quad (\text{Д } 2.3)$$

где $k = GM_1M_2$ — постоянный коэффициент, определяемый гравитационной постоянной G и массами компонентов M_1 и M_2 ; $r_{i-1} = \sqrt{(x_{1|i-1} - x_{2|i-1})^2 + (y_{1|i-1} - y_{2|i-1})^2}$ — расстояние между взаимодействующими компонентами на предыдущем шаге, $x_{1|i-1}$, $x_{2|i-1}$, $y_{1|i-1}$, $y_{2|i-1}$ — координаты компонентов на предыдущем шаге.

Разложим силы по осям:

$$\begin{aligned} F_{v|iX} &= \frac{x_{1|i-1} - x_{2|i-1}}{r_{i-1}} |F_{v|i}|; \\ F_{v|iY} &= \frac{y_{1|i-1} - y_{2|i-1}}{r_{i-1}} |F_{v|i}|. \end{aligned} \quad (\text{Д } 2.4)$$

Определим скорости компонентов:

$$\begin{aligned} v_{1|iX} &= v_{1|(i-1)X} + \tau \cdot \frac{F_{v|iX}}{M_1}; \quad v_{1|iY} = v_{1|(i-1)Y} + \tau \cdot \frac{F_{v|iY}}{M_1}; \\ v_{2|iX} &= v_{2|(i-1)X} + \tau \cdot \frac{F_{v|iX}}{M_2}; \quad v_{2|iY} = v_{2|(i-1)Y} + \tau \cdot \frac{F_{v|iY}}{M_2}; \\ v_{1|i} &= \sqrt{v_{1|iX}^2 + v_{1|iY}^2}; \quad v_{2|i} = \sqrt{v_{2|iX}^2 + v_{2|iY}^2}. \end{aligned} \quad (\text{Д } 2.5)$$

Координаты компонентов:

$$\begin{aligned} x_{1|i} &= x_{1|i-1} + \frac{\tau}{2} \cdot (v_{1|(i-1)X} + v_{1|iX}); \\ y_{1|i} &= y_{1|i-1} + \frac{\tau}{2} \cdot (v_{1|(i-1)Y} + v_{1|iY}); \\ x_{2|i} &= x_{2|i-1} + \frac{\tau}{2} \cdot (v_{2|(i-1)X} + v_{2|iX}); \\ y_{2|i} &= y_{2|i-1} + \frac{\tau}{2} \cdot (v_{2|(i-1)Y} + v_{2|iY}). \end{aligned} \quad (\text{Д } 2.6)$$

Начальные положения и скорости компонентов определяются исходя из имеющихся данных по массам компонентов, орбитальному периоду и эксцентриситету орбиты на момент нахождения компонентов в апоцентрах орбит.

Моделирование проводилось с числом шагов за один период системы $N = 1.0 \times 10^6$ на $n = 10$ периодах. В процессе моделирования

определялись положения, в которых расстояние между компонентами системы достигало максимального значения (положения апоцентров; использовались вместо положений перицентров поскольку соответствуют меньшей скорости движения и соответственно более точно определяются). Для таких положений проводилось уточнение с минимальным шагом (до $1/2^{10}$ от номинального) и находился угол φ_j между линией апсид и осью x :

$$\varphi_j = \arcsin \left[(y_{1(j)} - y_{2(j)}) / r_j \right], \quad (\text{Д } 2.7)$$

где r_j — текущее значение максимума расстояния между компонентами системы; $y_{1(j)}$, $y_{2(j)}$ — значения координат y компонентов, соответствующие r_j .

Значение прецессии перицентра (или апоцентра или линии апсид) определялось следующим образом:

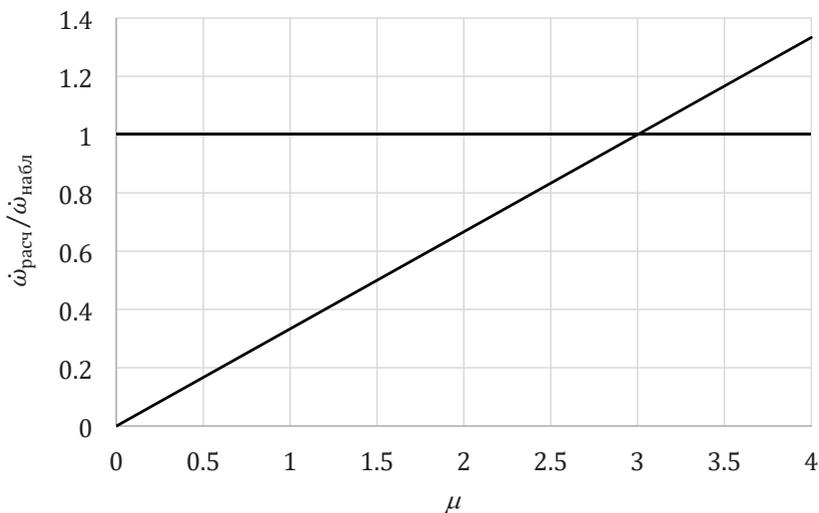
$$\dot{\omega} = \frac{180}{\pi} \frac{P_{\oplus}}{nP_b} \sum_{j=1}^n (\varphi_j - \varphi_{j-1}), \text{ } ^{\circ}/\text{год}, \quad (\text{Д } 2.8)$$

где $P_{\oplus} = 3.156 \times 10^7$ с — продолжительность года.

Определение коэффициента эмпирической зависимости осуществляется на основе численного моделирования для различных значений μ . На основании этих данных построен график зависимости отношения расчетных значений прецессии перицентров к наблюдаемым в действительности (рис. Д 2.1). График имеет аналогичный вид для различных двойных звездных систем и для систем Солнце-планета. Соответствие расчетных и действительных значений обеспечивается при $\mu = 3$. При этом погрешность численного определения прецессии перицентра двойной системы в случае существенного различия (но соизмеримости) масс компонентов существенно выше, чем в модели с зависимостью от скорости движения обоих компонентов.

Дополнение 3. Численный расчет парадокса Лапласа

Рассмотрим алгоритм численного моделирования процесса гравитационного запаздывания. Интервал времени, соответству-

Рис. Д 2.1. Определение коэффициента μ

ющий каждому шагу:

$$\tau = \frac{P_b}{N}, \quad (\text{Д } 3.1)$$

где P_b — орбитальный период двойной системы, N — число шагов на период.

Определим действующие силы гравитации:

$$s_i = \left[\frac{\sqrt{(x_{1(i-1)} - x_{2(i-1)})^2 + (y_{1(i-1)} - y_{2(i-1)})^2}}{v_g \cdot \tau} \right];$$

$$r_{1i} = \sqrt{(x_{1(i-1)} - x_{2(i-s_i)})^2 + (y_{1(i-1)} - y_{2(i-s_i)})^2}; \quad (\text{Д } 3.2)$$

$$r_{2i} = \sqrt{(x_{1(i-s_i)} - x_{2(i-1)})^2 + (y_{1(i-s_i)} - y_{2(i-1)})^2};$$

$$|F_{i|1 \leftarrow 2}| = \frac{GM_1 M_2}{r_{1i}^2}, \quad |F_{i|2 \leftarrow 1}| = \frac{GM_1 M_2}{r_{2i}^2}.$$

Для обеспечения точности получаемого результата число шагов на период должно быть $N \geq 10^7$. В случае анализа двойных нейтронных звезд при условии $v_g = c$ это дает величину $s > 1000$.

Разложим силы по осям:

$$\begin{aligned}
 F_{iX|1\leftarrow 2} &= \frac{x_{2(i-s)} - x_{1(i-1)}}{r_{1i}} |F_{i|1\leftarrow 2}|; \\
 F_{iY|1\leftarrow 2} &= \frac{y_{2(i-s)} - y_{1(i-1)}}{r_{1i}} |F_{i|1\leftarrow 2}|; \\
 F_{iX|2\leftarrow 1} &= \frac{x_{1(i-s)} - x_{2(i-1)}}{r_{2i}} |F_{i|2\leftarrow 1}|; \\
 F_{iY|2\leftarrow 1} &= \frac{y_{1(i-s)} - y_{2(i-1)}}{r_{2i}} |F_{i|2\leftarrow 1}|.
 \end{aligned} \tag{Д 3.3}$$

Определим скорости компонентов:

$$\begin{aligned}
 v_{1X(i)} &= v_{1X(i-1)} + \tau \cdot \frac{F_{iX|1\leftarrow 2}}{M_1}; \\
 v_{1Y(i)} &= v_{1Y(i-1)} + \tau \cdot \frac{F_{iY|1\leftarrow 2}}{M_1}; \\
 v_{2X(i)} &= v_{2X(i-1)} + \tau \cdot \frac{F_{iX|2\leftarrow 1}}{M_2}; \\
 v_{2Y(i)} &= v_{2Y(i-1)} + \tau \cdot \frac{F_{iY|2\leftarrow 1}}{M_2}; \\
 v_{1(i)} &= \sqrt{v_{1X(i)}^2 + v_{1Y(i)}^2}; \quad v_{2(i)} = \sqrt{v_{2X(i)}^2 + v_{2Y(i)}^2}.
 \end{aligned} \tag{Д 3.4}$$

Координаты компонентов:

$$\begin{aligned}
 x_{1(i)} &= x_{1(i-1)} + \frac{\tau}{2} \cdot (v_{1X(i-1)} + v_{1X(i)}); \\
 y_{1(i)} &= y_{1(i-1)} + \frac{\tau}{2} \cdot (v_{1Y(i-1)} + v_{1Y(i)}); \\
 x_{2(i)} &= x_{2(i-1)} + \frac{\tau}{2} \cdot (v_{2X(i-1)} + v_{2X(i)}); \\
 y_{2(i)} &= y_{2(i-1)} + \frac{\tau}{2} \cdot (v_{2Y(i-1)} + v_{2Y(i)}).
 \end{aligned} \tag{Д 3.5}$$

Таблица Д 3.1. Оценка скорости увеличения орбитального периода двойных систем в результате запаздывания гравитации при $v_g = c$

Параметр	DNS						NS+WD
	PSR	B1913+16	J0737-3039	B1534+12	B2127+11C	J1756-2251	
Исходные данные ([88]-[102])							
Орбитальный период, P_b , с		27907	8835	36352	28968	27616	17077
Эксцентриситет орбиты, e		0.617	0.088	0.274	0.681	0.181	0.17
Массы, M_\odot	M_1	1.441	1.337(1)	1.333(1)	1.358(10)	1.341(7)	1.27(1)
	M_2	1.387	1.250(1)	1.345(1)	1.354(10)	1.230(7)	1.02(1)
Скорость изменения орбитального периода, \dot{P}_b		0.023	0.020	0.013	0.026	0.014	0.015

Начальные положения и скорости компонентов определяются исходя из имеющихся данных по массам компонентов, орбитальному периоду и эксцентриситету орбиты на момент нахождения компонентов в апоцентрах орбит.

Расчеты показали (табл. Д 3.1), что гравитационное запаздывание существенно даже при $v_g = c$ и должно приводить к быстрому повышению орбит и распаду систем. Поскольку в действительности этого не происходит, следовательно скорость распространения гравитации намного больше скорости света.

Дополнение 4. Уменьшение периода двойной звездной системы

Рассмотрим двойную систему, состоящую из звезд с массами M_1 и M_2 . В результате сопротивления материальной среды период T системы будет уменьшаться, а звезда с массой M_1 будет переходить на более низкую относительную орбиту (рис. Д 4.1).

Изменение полной механической энергии системы определится следующим образом ($(a - a') \ll a$):

$$\Delta E = -\frac{GM_1M_2}{2a'} + \frac{GM_1M_2}{2a} = \frac{GM_1M_2(a' - a)}{2a^2}, \quad (\text{Д } 4.1)$$

где $-\frac{GM_1M_2}{2a}$ — полная механическая энергия системы (сумма кинетических и потенциальных энергий компонентов в системе отсчета центра масс системы).

Полная механическая энергия системы определяется следующим образом:

$$E = \frac{M_1V_1^2}{2} + \frac{M_2V_2^2}{2} + \int_{\infty}^{R_1+R_2} \frac{GM_1M_2}{x^2} dx, \quad (\text{Д } 4.2)$$

где R_1, R_2 — расстояния от компонентов до центра масс системы.

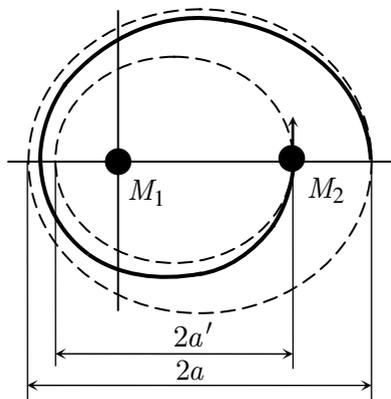


Рис. Д 4.1. Понижение орбиты двойной системы

Принимая во внимание, что при расстоянии между компонентами, равном большой полуоси,

$$\begin{aligned}
 V_1 &= \frac{a}{b} \frac{M_2}{M_2 + M_1} \sqrt{\frac{GM_2}{a_1}} \sqrt{1 + e^2 - 2e \cos \theta} = \\
 &= \frac{M_2}{M_2 + M_1} \sqrt{\frac{G(M_2 + M_1)}{a}},
 \end{aligned}
 \tag{Д 4.3}$$

имеем

$$E = -\frac{GM_1M_2}{2a}.
 \tag{Д 4.4}$$

Поскольку

$$a = \sqrt[3]{\frac{GT^2(M_1 + M_2)}{4\pi^2}},
 \tag{Д 4.5}$$

то

$$\Delta a = a' - a = -\frac{2}{3} \frac{\Delta T}{T} a.
 \tag{Д 4.6}$$

Откуда:

$$\Delta E = -\frac{GM_1M_2}{3a} \frac{\Delta T}{T}.
 \tag{Д 4.7}$$

Дополнение 5. Определение средней (по пути) скорости компонента двойной системы

Определим среднюю (по пути) скорость 1-го компонента системы:

$$\bar{v}_1 = \frac{1}{L_1} \int_{L_1} v_1 dl; \quad dl = \frac{x}{\cos \alpha} d\theta. \quad (\text{Д } 5.1; \text{Д } 5.2)$$

где x — расстояние от первого компонента до центра масс системы (одного из фокусов эллиптической орбиты); α — угол между нормалью к x и касательной к эллипсу в точке нахождения первого компонента; θ — угол между большой полуосью и положительным направлением x ; L_1 — периметр эллиптической орбиты 1-го компонента.

Принимая во внимание, что

$$\cos \alpha = \frac{b_1}{\sqrt{x(2a_1 - x)}}; \quad (\text{Д } 5.3)$$

$$v_1 = \frac{M_2}{M_2 + M_1} \sqrt{\frac{GM_2(2a_1 - x)}{a_1 x}}, \quad (\text{Д } 5.4)$$

где a_1 , b_1 — большая и малая полуоси эллипса абсолютной орбиты 1-го компонента; M_2 — масса второго компонента, получим:

$$\bar{v}_1 = \frac{2}{L_1 b_1} \frac{M_2}{M_2 + M_1} \sqrt{\frac{GM_2}{a_1}} \int_0^\pi x(2a_1 - x) d\theta. \quad (\text{Д } 5.5)$$

Подставляя в (Д 5.5)

$$x = \frac{p_1}{1 - e \cos \theta}, \quad (\text{Д } 5.6)$$

где p_1 — фокальный параметр эллипса абсолютной орбиты 1-го компонента; e — эксцентриситет орбит в системе, получим:

$$\begin{aligned} \overline{v}_1 = \frac{2}{L_1 b_1} \frac{M_2}{M_2 + M_1} \sqrt{\frac{GM_2}{a_1}} \left[2a_1 p_1 \int_0^\pi \frac{d\theta}{1 - e \cos \theta} - \right. \\ \left. - p_1^2 \int_0^\pi \frac{d\theta}{(1 - e \cos \theta)^2} \right] = \frac{M_2}{M_2 + M_1} \sqrt{\frac{GM_2}{a_1}} \frac{2\pi a_1}{L_1}. \end{aligned} \quad (\text{Д } 5.7)$$

Аналогично определится \overline{v}_2 :

$$\overline{v}_2 = \frac{M_1}{M_2 + M_1} \sqrt{\frac{GM_1}{a_2}} \frac{2\pi a_2}{L_2}. \quad (\text{Д } 5.8)$$

10 Электромагнитное поле

10.1 Гранулоны

Одним из необходимых для эволюции материальных структур этапов структурообразования являются гранулоны (от лат. *granulum* — зернышко), представляющие собой динамические скопления буллонов.

Свойства гранулона определяются действующими в нем силами гравитационного притяжения (2-го типа) и диссипативного отталкивания. Достаточно близким аналогом гранулона является планета – газовый гигант (подобная планете Юпитер или Сатурн). Для планет – газовых гигантов также характерно действие между компонентами (молекулами водорода, гелия и др.) сил притяжения и отталкивания (в данном случае, в основном электромагнитных).

Явление диссипации компонентов для гранулона имеют существенно меньшее значение, чем для буллонов. Аналогичная картина имеет место при сравнении планеты – газового гиганта (или горячей звезды, которая в силу наличия термоядерных процессов в ядре и возникновения дополнительных сил внутреннего давления, является менее близким аналогом гранулона), с одной стороны, и скопления звезд (или галактики), с другой стороны. Потеря вещества планетой – газовым гигантом происходит крайне медленно, объем «испарившейся» материи составляет ничтожную часть от общей массы планеты. Напротив, для скопления звезд или галактик диссипация звезд может приводить (особенно на начальном этапе после образования скопления) к существенной или даже катастрофической (вплоть до полного распада) потере массы.

Причиной меньшей значимости диссипативных явлений для планет – газовых гигантов по сравнению со скоплениями звезд является иной механизм диссипации. При чисто гравитационном

механизме (характерном для скоплений звезд) диссипация происходит после тройных сближений компонентов (во всем объеме скопления), в результате которых один из них получает скорость, превышающую скорость ухода из скопления. При механизме, основанном на одновременном действии (электромагнитных) сил притяжения и отталкивания (характерном для планет – газовых гигантов), «испаряются» только внешние слои космического объекта, а внутренние слои сохраняются, что обуславливает существенно меньшую интенсивность процесса диссипации.

Можно предположить, что размер грануллона несопоставимо больше, чем буллона. Количество буллонов, формирующих грануллон, очень велико. Насколько велико это количество может быть, можно оценить из свойств аналога гранулонов: в состав планет – газовых гигантов входит $1..5 \times 10^{53}$ компонентов (в основном молекул водорода и гелия).

Поскольку грануллон несоизмеримо больше буллона и гломероны в нем сильно заслоняют друг друга, то можно предположить, что взаимодействие гранулонов между собой осуществляется посредством гравитации 3-го типа, такой же, что и для более крупных материальных структур и тел. Также можно предположить, что гранулоны обладают квантовыми свойствами, т.е. способны двигаться через буллоновую среду по винтовым траекториям, подпитываясь энергией от буллоновой среды вследствие ее избыточной реакции. При этом движение гранулонов в буллоновой среде не сопровождается торможением.

10.2 Пульсационное гравитационно-диссипативное равновесие систем

Наряду с избыточной реакцией, обеспечивающей квантовые свойства частиц и их способность двигаться не испытывая торможения со стороны буллоновой среды, важным свойством буллоновой среды является способность поддерживать (также за счет избыточной реакции) пульсации находящихся в ней материальных

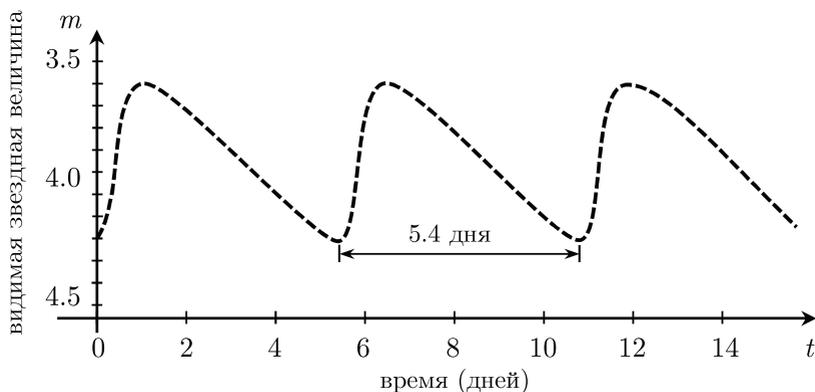


Рис. 10.1. Кривая изменения блеска для δ Цефея

структур. Энергия самих пульсирующих материальных структур может при этом сохраняться или убывать чрезвычайно медленно.

Механизм пульсаций в значительной степени зависит от материальной структуры. Гравитоны и гломероны пульсировать не могут поскольку не обладают упругостью и не способны получать энергию от буллоновой среды. Буллоны, вероятно, могут колебаться, но их пульсации (имеющие в своей основе гравитацию и диссипативное отталкивание) должны быть затухающими, поскольку не могут подпитываться энергией буллоновой среды. Таким образом пульсации возможны только для динамических структур, более сложных, чем буллоны.

Пульсационный механизм существования материальных структур имеет космический аналог — цефеиды, называемые так потому, что их прототипом является звезда δ Цефея. Согласно современным представлениям, цефеиды — звезды с переменным блеском (изменение светимости в два и более раза), происходящим вследствие пульсации, т.е. периодического изменения размера звезды. Цефеиды пульсируют, то сжимаясь под действием сил гравитации, то расширяясь под действием сил внутреннего давления. В сжатом состоянии преобладает давление газа внутри звезды, и она расширяется. Среднее состояние, при котором рав-

ны силы гравитационного притяжения и внутреннего давления, звезда проходит по инерции на большой скорости. В расширенном состоянии внутреннее давление резко снижается и звезда вновь сжимается. Наибольшей светимостью звезда обладает в сжатом состоянии, наименьшей — в расширенном состоянии, поскольку при сжатии резко возрастает температура газа, а значит, и световое излучение. На рис. 10.1 приведена кривая изменения блеска для δ Цефеид, которая демонстрирует высокую стабильность периода.

Механизм пульсаций в буллоновой среде, вероятно, существенно отличается от наблюдаемого у цефеид. Если у цефеид баланс отталкивания и притяжения определяется внутренними причинами (давлением газа в звезде и гравитационным притяжением между атомами и молекулами звезды; если не рассматривать лежащего в основе этих процессов действия гравитонной и буллоновой сред), то для структуры, имеющей размер частицы, ключевую роль в пульсациях играет избыточная реакция (наведенная бурная диссипация гломеронов из буллонов) окружающей эту структуру буллоновой среды.

При сжатии материальной структуры силы диссипативного отталкивания в ней будут расти. В продолжении некоторого времени этот рост уступает росту силы давления окружающей буллоновой среды, из которой осуществляется бурная диссипация (вызванная деформацией среды при расширении структуры). Затем, по мере перехода буллоновой среды в квазистационарное состояние, давление на материальную структуру начинает уменьшаться, скорость сжатия замедляется. При этом силы диссипативного отталкивания внутри структуры продолжают расти. В какой-то момент времени диссипативное отталкивание внутри структуры перестает быть квазистационарным, начинается бурная диссипация (гломеронов из буллонов, буллонов из гранулонов и т.д.), которая приводит к резкому расширению структуры. После чего цикл пульсации повторяется.

Следует обратить внимание на то обстоятельство, что пульсационное гравитационно-диссипативное равновесие не может быть

получено при квазистационарной диссипации. В этом случае пульсации будут затухающими и структура перестанет пульсировать.

Буллоновая и гравитонная среды оказывают сопротивление пульсациям частицы. В результате, если бы диссипативное поле было консервативным (т.е. потенциальным и стационарным), то пульсации были бы затухающими, пока частица не стабилизировалась бы в некотором состоянии, при той степени сжатия, когда сила давления окружающей буллоновой среды равна силе диссипативного отталкивания внутри частицы.

Поскольку пульсации осуществляются за счет энергии буллоновой среды, на них накладываются ограничения, связанные со свойствами буллоновой среды. Можно предположить, что если плотность энергии буллоновой среды примерно постоянна, то энергия пульсаций не может принимать произвольные значения, а должна находиться в пределах ограниченного диапазона.

10.3 Пульсирующие частицы в буллоновой среде

Если в буллоновой среде имеются пульсирующие частицы, под их действием в ней распространяются продольные сферические волны.

Анализ поведения ансамблей взаимосвязанных осцилляторов — значимый сегмент теоретических исследований процессов синхронизации, которому посвящено значительное число фундаментальных исследований [132]. Перспективным представляется описание ансамбля связанных пульсирующих частиц в буллоновой среде на основе модели Курамото [133], в которой каждый из осцилляторов имеет свою собственную частоту и каждый из осцилляторов в равной степени связан со всеми остальными. При этом модель Курамото допускает расширение модели на неограниченное число осцилляторов.

Связанность осцилляторов и их способность усреднять частоты колебаний и синхронизировать фазы придает буллоновой среде

свойство передавать колебания (возмущения) без смещения фазы колебания. Как будет показано в дальнейшем, это свойство имеет фундаментальное значение для объяснения распространения электростатического поля.

Рассмотрим теперь взаимодействие большого числа пульсирующих частиц, помещенных в буллоновую среду. Пусть в начальный момент времени все частицы пульсируют с разной частотой и амплитудой. Выделим мысленно две частицы. Поскольку они пульсируют, то среда между ними сжимается-расширяется, в результате чего давление в буллоновой среде непостоянно. Для того чтобы давление оставалось постоянным, частицы должны сравняться по частоте и амплитуде (максимально вытесняемому или высвобождаемому объему), и пульсации должны быть в противофазе.

Для всей системы пульсирующих частиц в буллоновой среде равновесным будет такое состояние, при котором суммарный объем пульсирующих частиц не изменяется во времени в пределах минимальной области (части) системы. Такое равновесное состояние реализуется при равенстве амплитуд всех пульсирующих частиц и их разделении на две группы, пульсирующие в противофазе по отношению друг к другу. Кроме того, распределение частиц, пульсирующих в противофазе должно быть равномерным и поочередным (т.е. они должны чередоваться).

Смещение фазы пульсаций — процесс, не связанный со структурными изменениями пульсирующей частицы, и поэтому может осуществляться на любом этапе ее эволюции [136]. Уравнивание амплитуд и частот, на первый взгляд связано со значительными изменениями. Однако, если исходить из представления о пульсациях как о процессе, в котором определяющими являются не свойства пульсирующей частицы, а свойства окружающей буллоновой среды, обеспечивающей энергией эти пульсации, то становится понятным, что энергия этих пульсаций (в пределах ограниченного масштаба физических процессов) должна быть постоянной (точно, как это имеет место при определении квантовых свойств частиц,

или приблизительно).

К сожалению, на настоящий момент мы не располагаем достоверными данными о свойствах буллоновой среды, в частности, о характере ее упругости. Вследствие этого пока невозможно доказать предложенный механизм упорядочения пульсаций в буллоновой среде. Однако его можно аргументировать. Ближе всего к состоянию равновесия система пульсирующих частиц находится в случае выравнивания амплитуд, синхронизации пульсаций и разделения частиц на две группы, пульсирующие в противофазе. Это состояние соответствует максимуму энтропии.

В качестве дополнительных аргументов, подтверждающих практическую реализуемость изложенного выше механизма, рассмотрим качественно сходный процесс, имеющий место в пористых средах. Основной особенностью таких сред, роднящей их с буллоновой средой, является наличие в них поперечных напряжений, связанных с ненулевым модулем сдвига. Пористые среды, в частности жидкости с газовыми пузырьками, обладают аномальной нелинейностью. Как показали исследования [137], в них эффекты кубической нелинейности могут преобладать над квадратичными. В средах с аномальной нелинейностью имеет место самовоздействие волн. В частности, в резонансных воздействиях возможно обращение волнового фронта, когда происходит изменение направления волны на противоположное с сохранением всех ее характеристик. Если волна имеет сферическую форму фронта, то после обращения она фокусируется в точку источника. Присутствие кубической нелинейности приводит к зависимости средней резонансной частоты осциллятора (например, газового пузыря) от его амплитуды, что позволяет в некоторых пределах осуществляться синхронизации за счет нелинейной подстройки фазы. Указанный эффект есть эффект, сходный с предполагаемым нами явлением синхронизации пульсаций частиц.

Другим интересным эффектом синхронизации является эффект электромагнитного излучения Дикке [138]. Эффект заключается в том, что осцилляторы, в начальный момент случайно разбросанные по фазам, затухая, генерируют импульс когерентного

сигнала. Можно предположить, что в данном случае имеет место переход системы в состояние с минимальным расходом энергии, ускоренный общим уменьшением энергии системы, обусловленным затуханием осцилляторов.

10.4 Электростатическое поле

Пульсационные теории, с помощью которых пытались объяснить гравитационное и электростатическое поле, были весьма популярны в конце XIX — начале XX вв. В дополнении 6 рассмотрены наиболее известные из этих теорий.

Автор предлагаемой работы также стоит на позиции объяснения электромагнитных явлений на основе пульсационной теории, но теории, лишенной недостатков известных пульсационных теорий.

При развитии пульсационных теорий электромагнетизма возникло ряд фундаментальных проблем. Невозможность их решения в рамках этих теорий послужила главной причиной того, что в свое время от пульсационного объяснения электромагнетизма отказались.

Наиболее близкой к предлагаемой автором пульсационной теории колебательного поля является теория Лийи [50], в соответствии с которой в упругой среде происходит притяжение частиц, пульсирующих в противофазе, и отталкивание частиц, пульсирующих в фазе. В пульсационных теориях с упругим эфиром, примером которых является теория Лийи, можно выделить четыре наиболее значимые проблемы.

Первой фундаментальной проблемой является проблема среды, которая, с одной стороны, обладает высокой упругостью, подобной упругости твердых тел, что позволяет распространяться в ней поперечным (электромагнитным) волнам, с другой стороны, оказывает малое сопротивление движущимся в ней телам. Такими свойствами обладает буллоновая среда, т.к. она за счет избыточной реакции компенсирует потери энергии от ее же сопротивления движению тел.

Второй фундаментальной проблемой пульсационных теорий с упругим эфиром является невозможность обеспечить постоянство фаз колебаний, распространяющихся в упругой среде. В теории Лийи по этой причине пришлось предполагать, что длина волны, генерируемой пульсирующей частицей, должна быть чрезвычайно велика; много больше скорости света оказывается при этом скорость распространения этих волн. Однако, в соответствии с современными представлениями, достоверность которых весьма велика, электромагнитное поле распространяется со скоростью света. Возникающее противоречие в свое время поставило теорию Лийи под сомнение. В случае реализации в буллоновой среде синхронизации пульсаций частиц данная проблема решается. Общий подход к решению данной проблемы был нами изложен в предыдущем параграфе.

Третья проблема заключается в нахождении механизма, способного компенсировать потери энергии пульсирующей частицы от сопротивления окружающей среды ее пульсациям. В нашей теории такой проблемы не стоит. Механизм энергетической подпитки пульсирующей частицы основан на избыточной реакции окружающей буллоновой среды и наведенной бурной диссипации из пульсирующей частице при ее сильном сжатии.

Рассмотрим на основе нашей теории взаимодействие двух неподвижных пульсирующих частиц. Амплитуда колебаний гранулонов на расстоянии x от пульсирующей частицы определится следующим образом:

$$a_x = a_0 \frac{R}{x}, \quad (10.1)$$

где a_0 — амплитуда колебаний гранулонов на расстоянии R от пульсирующей частицы. Радиус R области пульсаций, по мнению автора, много больше среднего радиуса пульсирующей частицы, а соответствующая ей амплитуда a_0 — много больше амплитуды пульсаций пульсирующей частицы (при этом чем «жестче» буллоновая среда, тем меньше a_0).

Как известно, радиационное давление волны

$$P = \frac{I(1+K)}{V}, \quad (10.2)$$

где I — интенсивность волны, V — скорость волны, K — коэффициент отражения волны.

Интенсивность колебаний в буллоновой среде, вызванных пульсацией частицы с циклической частотой ω , составляет

$$I = \frac{1}{2}\rho V \omega^2 a_x^2 = \frac{1}{2}\rho V \omega^2 a_0^2 \frac{R^2}{x^2}, \quad (10.3)$$

где ρ — плотность буллоновой среды.

Подставляя в (10.2) значение I из (10.3), получим:

$$P = \frac{1}{2}\rho \omega^2 a_0^2 \frac{R^2}{x^2} (1+K). \quad (10.4)$$

Сила давления, действующая со стороны 1-й пульсирующей частицы (при ее расширении) на 2-ю:

$$F_1 = PA_1^{(e)}, \quad (10.5)$$

где $A_1^{(e)}$ — средняя площадь материи 2-й пульсирующей частицы «на просвет» буллоновой средой в период расширения 1-ой пульсирующей частицы.

Сила давления, действующая со стороны буллоновой среды на 2-ю пульсирующую частицу в период сжатия 1-й:

$$F_2 = PA_2^{(e)}, \quad (10.6)$$

где $A_2^{(e)}$ — средняя площадь материи 2-й пульсирующей частицы в период сжатия 1-ой.

Заметим, что величина P давления одинакова в обоих случаях. Это следует из условия равновесия буллоновой среды.

Сила притяжения между пульсирующими частицами:

$$F_{e11} = F_2 - F_1 = \pm P \Delta A^{(e)}, \quad (10.7)$$

где $\Delta A^{(e)} = A_2^{(e)} - A_1^{(e)}$ — разность площадей материи пульсирующих частиц в период его собственного расширения и сжатия. Знак «+» соответствует пульсациям в противофазе, знак «-» — пульсациям в фазе.

Можно предположить, что F_{e11} — электростатическая сила взаимодействия двух элементарных зарядов. Тогда закон Кулона будет выглядеть следующим образом:

$$F_e = \frac{E}{e^2} \frac{q_1 q_2}{x^2}, \quad (10.8)$$

где $E = \frac{1}{2} \rho \omega^2 a_0^2 R^2 (1 + K) \Delta A^{(e)} = 2,3 \times 10^{-28} \text{ Н} \cdot \text{м}^2$; e — заряд электрона; $\frac{E}{e^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \text{const}$; ϵ_0 — диэлектрическая проницаемость вакуума; q_1, q_2 — величины взаимодействующих зарядов (в Кл) с учетом знака (частицам, пульсирующим в одной фазе присваивается положительный заряд; частицам, пульсирующим в противофазе к первым — отрицательный заряд).

Итак, на основе подходов гравитонной физики мы пришли к закону Кулона, как закону взаимодействия неподвижных пульсирующих частиц.

В соответствии с пульсационной теорией электрического поля носителем заряда является пульсирующая частица. Следовательно, все частицы, обладающие электрическим зарядом, пульсируют или содержат пульсирующие компоненты.

Современная физическая теория оперирует двумя типами заряженных частиц: электроном (а также мюонами) и кварками. Электрон имеет фиксированный электрический заряд, принимаемый за единичный. Кварки могут иметь заряд, равный $1/3$ или $2/3$ от заряда электрона.

В ходе формирования нуклонов кварки (если они действительно существуют, а не представляют собой абстрактную конструкцию в рамках теоретического описания) синхронизируются и объединяются между собой таким образом, чтобы создавать целочисленный электрический заряд. Это происходит вследствие влияния окружающих электронов: система заряженных частиц, исходными (изначальными) компонентами которой являются электроны,

стремится перейти в состояние, максимально близкое к равновесному, одним из условий которого является равенство всех зарядов вновь образующихся частиц заряду электрона. Именно поэтому кварки, обладающие дробным электрическим зарядом ($1/3 e$; $2/3 e$) не могут существовать в свободном виде.

10.5 Магнитное поле

При движении пульсирующей частицы в буллоновой среде направление и амплитуда колебаний среды изменяется не мгновенно, а за некоторое время, которое тем больше, чем дальше от движущейся пульсирующей частицы. Таким образом, можно говорить о конечности скорости распространения колебаний в буллоновой среде. Скорость c распространения этих колебаний есть скорость распространения электромагнитного, в частности, электростатического поля.

Конечность скорости распространения электромагнитного поля означает, что характер взаимодействия пульсирующих частиц (электрических зарядов) должен зависеть от наличия и количественных характеристик их движения относительно буллоновой среды. Сила электромагнитного взаимодействия представляет собой сумму электрической силы, не зависящей от скоростей движения зарядов, и магнитной силы, определяемой в соответствии со скоростями и направлениями движения взаимодействующих частиц относительно неподвижной буллоновой среды. Разложение электромагнитного поля на два — электрическое и магнитное — по мнению автора и большинства физиков, имеет исключительно эпистемологический смысл. В действительности, согласно гравитонной механике, электромагнитное поле, представляющее собой феномен взаимодействия в упругой буллоновой среде пульсирующих частиц, едино и может условно разделяться на электрическое и магнитное только в целях облегчения познания.

Как указывалось выше, магнитное поле определяется векторами скоростей зарядов в системе отсчета неподвижной буллоновой среды. Как известно, магнитное взаимодействие — это взаимодей-

ствие токов. На практике оно представляет собой взаимодействие потоков электронов, движущихся по проводникам.

Представления о магнитном взаимодействии, как об одной из составляющих взаимодействия движущихся зарядов (наряду с электрической составляющей, не зависящей от скоростей движения зарядов), очевидно, соответствует объективной реальности. Однако, по мнению автора и в соответствии с существующими в современной физике знаниями, указанное представление о магнетизме нуждается в дополнении.

В главе 2 нами был рассмотрен генезис экстремального принципа. В квантовой механике экстремальный принцип проявляется через квантование энергии (соответствующей частице), порция которой равна произведению частоты волны этой частицы (волны де Бройля) на постоянную Планка, имеющую размерность действия. Волновые свойства частиц являются следствием их движения в упругой среде с избыточной реакцией на колебания. В этом случае энергия системы (частицы) — это не что-то, что существует само по себе, а то, что сохраняется за счет непрерывной работы надсистемы (окружающей упругой среды с избыточной реакцией на активность системы). Эта работа совершается каждый раз при колебании частицы в упругой среде, инициирующем ее избыточную реакцию. Чем больше у частицы энергия, тем чаще ее надо пополнять, а, значит, больше должна быть частота колебаний. Энергия и частота колебаний связаны между собой прямой пропорцией с постоянным коэффициентом, равным постоянной Планка. В результате постоянная Планка соответствует действию, которое надсистема (буллоновая среда, в которой происходит движение частицы) передает системе за одно колебание (за период волны частицы).

Таким образом, исходя из единства квантовых и волновых явлений, можно предположить наличие связи магнитных явлений с движением электронов по винтовым траекториям.

Система электронов в проводнике (или пучка электронов), приобретающих под действием внешнего поля упорядоченное движение, является квантовой. Это означает, что волновые свойства

электронов в проводнике (пучка электронов) отличаются от волновых (квантовых) свойств свободных электронов. Электроны, формирующие ток, не движутся с одинаковыми скоростями, между тем в результате взаимодействия электронов происходит синхронизация их колебаний. Следовательно, при разных скоростях электроны имеют одинаковые частоты. Это означает, что формула де Бройля непригодна для описания движения электронов, образующих квантовую систему.

По мнению автора, синфазность (синхронность) колебаний электронов в проводнике вполне возможна. Электроны под действием внешнего (или собственного) магнитного поля образуют взаимосвязанный коллектив. Вследствие этого их движения перестают быть независимыми — происходит синхронизация их фаз.

Два (несколько) проводников можно рассматривать как единую систему, синхронизация электронов в которой происходит так же, как и в одном проводнике. Единственное отличие случая с несколькими проводниками от случая одного проводника заключается в наличии воздушного промежутка в системе. Наличие воздушного промежутка делает возможным противонаправленное движение электронов в двух проводниках. Если в обоих проводниках колебания имеют одинаковую частоту и синхронизированы по фазе, то изменения расстояний между электронами из разных проводников в направлении, параллельном расстоянию между проводниками, будет минимальным. Что касается указанного обстоятельства, что направления движения электронов в проводниках могут быть противонаправленными, то наличие воздушного зазора делает его влияние минимальным (если электронный поток однороден, то его движение практически не изменяет расстояния между электронами в системе из двух проводников). Заметим, что образование противонаправленных токов в одном проводнике может происходить, однако в данном случае однородность системы электронов уже существенно нарушается, что означает неустойчивость такого рода процессов.

Рассмотрим взаимодействие двух электронов, движущихся по винтовым траекториям со скоростями V_1 и V_2 (рис. 10.2).

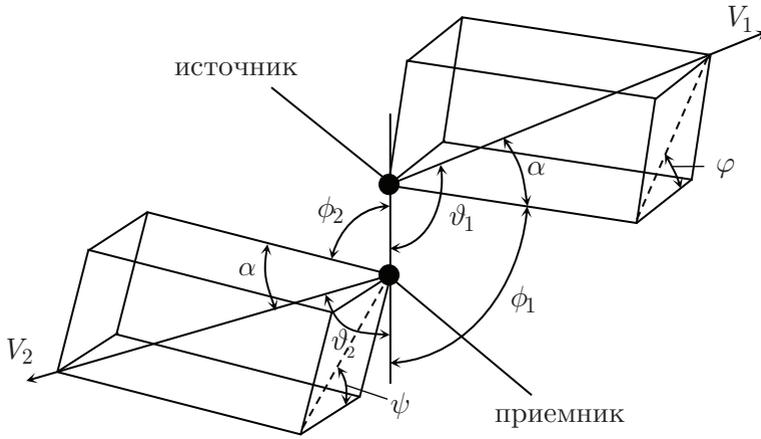


Рис. 10.2. Взаимодействие двух электронов

Величина угла α определяется соотношением тангенциальной V_t и поступательной V_f скоростей движения электрона по винтовой траектории (см. (7.13)):

$$\tan \alpha = \frac{V_t}{V_f} = \frac{1}{\sqrt{2}}; \quad \sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}. \quad (10.9)$$

В соответствии с формулой Доплера

$$\nu = \nu_0 \frac{1 - \frac{V_2}{c} \cos \vartheta_2}{1 - \frac{V_1}{c} \cos \vartheta_1}, \quad (10.10)$$

где ν — частота волн, воспринимаемая приемником; ν_0 — частота волн, генерируемых источником; V_1 , V_2 — скорости источника и приемника.

При взаимодействии токов (движущихся электронов) имеет место синхронизация колебаний. Естественно, что при этом происходит выравнивание частот. В том случае, когда электроны удаляются или приближаются друг к другу и имеет место эффект Доплера, синхронизация осуществляется для средней скорости приближения или удаления и поэтому для нашего случая справедлива

следующая приближенная зависимость:

$$\nu = \nu_0 \left[\frac{1 - \frac{V_2}{c} \cos \vartheta_2}{1 - \frac{V_1}{c} \cos \vartheta_1} - \left(1 - \frac{1 + \frac{V_2}{c} \cos \phi_2}{1 - \frac{V_1}{c} \cos \phi_1} \right) \right]. \quad (10.11)$$

Энергия колебаний, определяющих электрическое взаимодействие, пропорциональна произведению квадрата частоты и квадрата амплитуды колебаний:

$$E = E_0 (\nu/\nu_0)^2 (a/a_0)^2, \quad (10.12)$$

где E — энергия колебаний, воспринимаемая приемником (каким-либо из взаимодействующих проводников); E_0 — энергия колебаний, передаваемая источником (другим проводником); a — амплитуда волн, воспринимаемая приемником; a_0 — амплитуда волн, генерируемых источником.



Рис. 10.3. Нарушение симметрии пульсаций частиц

Движение электронов вызывает возникновение дополнительной силы. Эта сила компенсируется за счет нарушения симметрии пульсаций частиц (рис. 10.3).

В направлении скорости движения электрона (пульсирующей частицы) частота излучаемых волн (колебаний среды) максимальна, а амплитуда — минимальна. В направлении против скорости движения электрона (пульсирующей частиц) частота излучаемых волн (колебаний среды), напротив, минимальна, а амплитуда — максимальна. В результате энергия излучения одинакова для всех направлений и на неподвижный относительно буллоновой среды электрон (заряженную частицу) со стороны движущейся заряженной частицы действует лишь электростатическая сила.

Следует отметить, что компенсация энергии излучения двужущейся заряженной частицы происходит относительно неподвижной системы отсчета. Если же рассматривать излучение относительно движущейся частицы, то компенсации энергии излучения не будет наблюдаться — будет иметь место дополнительная сила, характеризуемая скоростями движения частицы-источника и частицы-приемника.

Таким образом, при определении энергии колебаний, воспринимаемых источником, будут компенсироваться все члены, зависящие от скорости только источника или приемника, и останутся только члены, зависящие от обеих скоростей. Как мы в дальнейшем увидим, эти члены представляют собой произведение скоростей.

Сила электрического взаимодействия, возникающая между двумя движущимися электронами, определится следующим образом (рис. 10.2):

$$F_e = F_{e0} \frac{1}{4\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} (\nu/\nu_0)^2 (a/a_0)^2 d\varphi d\psi, \quad (10.13)$$

где c — скорость распространения электрического поля (равная, в соответствии с современными представлениями, скорости света в вакууме); F_{e0} — сила электростатического взаимодействия.

Итак,

$$F_e = \frac{F_{e0}}{4\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \left[\frac{1 - \frac{V_2}{c} \cos \vartheta_2}{1 - \frac{V_1}{c} \cos \vartheta_1} - \left(1 - \frac{1 + \frac{V_2}{c} \cos \phi_2}{1 - \frac{V_1}{c} \cos \phi_1} \right) \right]^2 \left(\frac{a}{a_0} \right)^2 d\varphi d\psi. \quad (10.14)$$

Принимая во внимание, что $V_1 \ll c$ и $V_2 \ll c$ можно записать приближенное выражение:

$$\begin{aligned} & \left[\frac{1 - \frac{V_2}{c} \cos \vartheta_2}{1 - \frac{V_1}{c} \cos \vartheta_1} - \left(1 - \frac{1 + \frac{V_2}{c} \cos \phi_2}{1 - \frac{V_1}{c} \cos \phi_1} \right) \right]^2 \approx \\ & \approx \left(\frac{1 - \frac{V_2}{c} \cos \vartheta_2}{1 - \frac{V_1}{c} \cos \vartheta_1} \right)^2 - \frac{2V_1 V_2}{c^2} \cos \phi_1 \cos \phi_2. \end{aligned} \quad (10.15)$$

Подставляя в предыдущее выражение получаем:

$$\begin{aligned} F_e = F_{e0} & \left[\frac{1}{4\pi^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \left\{ \left[\left(1 - \frac{V_2}{c} \cos \vartheta_2 \right) / \left(1 - \frac{V_1}{c} \cos \vartheta_1 \right) \right]^2 \times \right. \right. \\ & \left. \left. \times (a/a_0)^2 \right\} d\varphi d\psi - \frac{2V_1 V_2}{c^2} \cos \phi_1 \cos \phi_2 \right]. \end{aligned} \quad (10.16)$$

О сомножителе $(a/a_0)^2$ нам известно лишь то, что он компенсирует все дополнительные члены (по сравнению с электростатической силой), кроме членов, зависящих от обеих скоростей. Это происходит в результате изменения амплитуды колебаний в зависимости от скорости (таким образом, чтобы в среде не возникали дополнительные силы).

В соответствие с рис. 10.2:

$$\begin{cases} \cos \vartheta_1 = \cos \phi_1 \cos \alpha + \sin \phi_1 \sin \alpha \sin \varphi; \\ \cos \vartheta_2 = -(\cos \phi_2 \cos \alpha + \sin \phi_2 \sin \alpha \sin \psi), \end{cases} \quad (10.17)$$

Откуда сила действия источника на приемник:

$$\begin{aligned} F_e = F_{e0} & \left\{ \frac{1}{4\pi^2} \left[\int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \left(\frac{a}{a_0} \right)^2 d\varphi d\psi + \right. \right. \\ & \left. \left. + \frac{2V_2}{c} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} (\cos \phi_2 \cos \alpha + \sin \phi_2 \sin \alpha \sin \psi) \left(\frac{a}{a_0} \right)^2 d\varphi d\psi + \right. \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{2V_1}{c} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} (\cos \phi_1 \cos \alpha + \sin \phi_1 \sin \alpha \sin \varphi) \left(\frac{a}{a_0} \right)^2 d\varphi d\psi + \\
& + \frac{V_2^2}{c^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} (\cos \phi_2 \cos \alpha + \sin \phi_2 \sin \alpha \sin \psi)^2 \left(\frac{a}{a_0} \right)^2 d\varphi d\psi + \\
& + \frac{V_1^2}{c^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} (\cos \phi_1 \cos \alpha + \sin \phi_1 \sin \alpha \sin \varphi)^2 \left(\frac{a}{a_0} \right)^2 d\varphi d\psi + \\
& + \frac{4V_1V_2}{c^2} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} (\cos \phi_1 \cos \alpha + \sin \phi_1 \sin \alpha \sin \varphi) \times \\
& \times (\cos \phi_2 \cos \alpha + \sin \phi_2 \sin \alpha \sin \psi) \left(\frac{a}{a_0} \right)^2 d\varphi d\psi \Big] - \\
& \left. - \frac{2V_1V_2}{c^2} \cos \phi_1 \cos \phi_2 \right\}. \tag{10.18}
\end{aligned}$$

Все дополнительные члены, зависящие от скорости одного из взаимодействующих электронов (V_1 или V_2), обращаются в нуль за счет подстройки амплитуды. В результате имеем:

$$\begin{aligned}
F_e = F_{e0} \left\{ 1 + \frac{4V_1V_2}{c^2} \left(\cos \phi_1 \cos \phi_2 \cos^2 \alpha + \frac{1}{2} \sin \phi_1 \sin \phi_2 \sin^2 \alpha \right) - \right. \\
\left. - \frac{2V_1V_2}{c^2} \cos \phi_1 \cos \phi_2 \right\}. \tag{10.19}
\end{aligned}$$

Поскольку $\cos \alpha = \sqrt{2/3}$, $\sin \alpha = \sqrt{1/3}$:

$$\begin{aligned}
F_{e1} = F_{e0} \left\{ 1 + \frac{4V_1V_2}{c^2} \left[\frac{1}{6} \cos \phi_1 \cos \phi_2 + \frac{1}{6} \sin \phi_1 \sin \phi_2 \right] \right\} = \\
= F_{e0} \left\{ 1 + \frac{V_{f1}V_{f2}}{c^2} (\cos \phi_1 \cos \phi_2 + \sin \phi_1 \sin \phi_2) \right\}, \tag{10.20}
\end{aligned}$$

где V_{f1} , V_{f2} — скорости поступательного движения синхронизированных 1-го и 2-го электронов.

Полученная формула описывает электромагнитное взаимодействие. За вычетом электростатической силы электромагнитная сила дает силу магнитного взаимодействия

$$\begin{aligned} F_{m1} &= F_{e0} \frac{V_{f1} V_{f2}}{c^2} (\cos \phi_1 \cos \phi_2 + \sin \phi_1 \sin \phi_2) = \\ &= F_{e0} \frac{V_{f1} V_{f2}}{c^2} \cos(\phi_1 - \phi_2). \end{aligned} \quad (10.21)$$

Полученный результат полностью соответствует современным представлениям. Следует отметить, что взаимодействие двух электронов с антипараллельными спинами описывается этой же формулой. При этом во всех уравнениях φ заменяется на $(\pi - \varphi)$, что не приводит к изменению конечного результата.

Таким образом, при наличии движения электронов сила их взаимодействия получает зависимость от скорости и направления движения. Сила взаимодействия двух движущихся электронов (пульсирующих частиц) может быть представлена как сумма электростатической и магнитной силы.

В соответствии с гравитонной физикой пульсации всех пульсирующих частиц синхронны. Это, однако, не означает, что колебания всегда имеют одинаковую частоту и фазу. Сохраняя синхронность колебаний, пульсирующие частицы, движущиеся относительно буллоновой среды, могут генерировать несинхронные колебания. Заметим, что, конечно, эти нарушения синхронности незначительны, поскольку скорости движения заряженных частиц несоизмеримы со скоростью распространения колебаний в буллоновой среде. Кроме того, наличие движения, в частности периодического, приводит к переменному характеру амплитуды и направлений колебаний, что, очевидно, также должно влиять на картину взаимодействия зарядов.

Рассмотрим теперь вкратце явление электромагнитной индукции. Электромагнитной индукцией, как известно, называют явление возбуждения электрического тока в контуре с помощью изменяющегося магнитного поля. Простейшим случаем переменного

магнитного поля является относительное перемещение источника магнитного поля (контура с первичной обмоткой или постоянно-го магнита) и контура с вторичной обмоткой, в котором должен индуцироваться электрический ток.

В случае постоянной напряженности магнитного поля под его действием электроны в проводнике могут получать дополнительное движение. Однако, с точки зрения синхронизации колебаний, направление движения электронов в проводнике не имеет значения (если только расстояние между проводниками много больше амплитуды колебаний электронов проводимости в проводнике). Поэтому во вторичной обмотке возникают движения электронов как в направлении, совпадающем с направлением тока в первичной обмотке, так и в противоположном направлении. В ферромагнитных материалах магнитное поле электронов, движущихся во взаимно противоположных направлениях, компенсируются. В ферромагнетиках начинается циркуляция тока, представляющие собой явление намагниченности. Как известно, упорядочение движения электронов под действием внешнего магнитного поля происходит не только в ферромагнетиках, но и в антиферромагнетиках, диамагнетиках и т.д. Однако пока мы оставим эту интересную тему за пределами нашего исследования.

Иначе обстоит дело в случае переменного магнитного поля. Симметрия в направлениях движения электронов во вторичной обмотке нарушается. Изменения магнитного поля могут происходить либо вследствие изменения расстояния между первичной и вторичной обмотками, либо в результате изменения направления движения электронов проводимости в первичной обмотке. В обоих случаях условия для формирования во вторичной обмотке потоков электронов в двух противоположных направлениях не одинаковы. Вследствие этого движение электронов в каком-либо одном из направлений начинает преобладать, т.е. индуцируется ток, представляющий собой разность потоков электронов в двух противоположных направлениях.

В случае увеличения напряженности магнитного поля (т.е. при сближении обмоток) возникает сила отталкивания; при уменьше-

нии напряженности магнитного поля (т.е. при удалении обмоток друг от друга) — притяжение. В настоящее время указанный характер взаимодействия объясняется на основе закона сохранения энергии. Гравитонная физика не признает справедливости закона сохранения энергии. По нашему мнению, в данном случае имеет место не сохранение энергии, а минимизация ее потерь.

10.6 Фотоны

В упругой буллоновой среде могут возникать и распространяться возмущения различного рода. В частности, нам уже известно о колебаниях, генерируемых пульсирующими частицами, которые являются продольными. Поскольку буллоновая среда обладает высокой упругостью и по своим свойствам подобна аморфному твердому телу, то в ней возможно распространение поперечных волн. Последние, вероятно, имеют круговую фигуру колебаний (т.к. буллоновая среда изотропна).

Фотоны представляют собой устойчивые винтовые возмущения, соответствующие колебанию буллоновой среды вдоль двух взаимно перпендикулярных осей по круговой фигуре Лиссажу в сочетании с поступательным движением, перпендикулярным плоскости колебаний. Устойчивость возмущения требует ограничения его энергии в соответствии со способностью буллоновой среды компенсировать ее потери при колебательном движении.

Представление о фотоне как кванте электромагнитного поля не имеет под собой никаких реальных оснований: фотон электрически нейтрален и не может каким-либо образом вызывать силы электромагнитного притяжения или отталкивания. Фотон — это возмущение буллоновой среды, переносящее энергию, которая посредством фотона может передаваться от одной частицы к другой (например, от электрона к электрону).

Энергия единичного возмущения буллоновой среды не может быть произвольной, поскольку не всякое возмущение является устойчивым. Для устойчивости оно должно распространяться с

определенной, всегда одинаковой скоростью (равной скорости света), и обладать действием, равным постоянной Планка.

Почему частицы (в соответствии с формулой де Бройля) могут иметь любые скорости, а фотоны (возмущения буллоновой среды) обязательно имеют скорость, равную скорости света? Потому что частицы уже устойчивы (в силу того, что они являются частицами — локализованными материальными структурами). С другой стороны, устойчивость возмущения — состояние, реализация которого зависит от множества параметров, в том числе скорости распространения этого возмущения. При прочих заданных параметрах возмущения, скорость его распространения, при которой возмущение устойчиво, равна скорости света. Возможно, что эта скорость распространения не является единственной, обеспечивающей устойчивость возмущения.

10.7 Ядерное сильное поле

Гравитация 3-го типа, как мы выяснили, реализуется при взаимодействии частиц и тел, помещенных в буллоновую среду. При этом расстояния между взаимодействующими телами велики, градиент гравитационных полей этих тел имеет малое абсолютное значение. В результате тела существенно не нарушают внутреннего равновесия друг друга и из них не происходит бурной диссипации компонентов (гломеронов, буллонов, а также гранулонов).

Если поместить тяжелые частицы (барионы: протоны, нейтроны и др.) на очень малое расстояние друг от друга, сопоставимое с их собственными размерами, внутреннее равновесие в них нарушится и будет происходить активная диссипация их компонентов, в первую очередь гранулонов, соответствующих наиболее высокому уровню иерархии структурообразования, на котором эффект роста значения градиента гравитационного поля проявляется наиболее сильно.

Диссипация компонентов тяжелых частиц приводит к формированию в области тяжелых частиц гранулонового облака (гломероны, имеющие высокие скорости, быстро покидают эту область, а

буллоны «растворяются» в окружающей буллоновой среде). Гранулоновое облако, образованное большим числом гранулонов, становится источником гравитации 3-го типа, создавая перепад давления гравитонной среды по направлению к области тяжелых частиц.

Гранулоны в облаке сталкиваются между собой и покидают область сближения тяжелых частиц. В результате плотность гранулонового облака экспоненциально убывает по мере удаления от области сближения тяжелых частиц. Аналогично экспоненциально уменьшается перепад давления гравитонной среды (производная от показательной функции также является показательной функцией). Эффект гравитационного притяжения к области сближения тяжелых частиц, обусловленный диссипацией из них гранулонов и образованием из них гранулоновых облаков, на которых теряется энергия гравитонной среды, представляет собой ядерное притяжение.

Сила ядерного взаимодействия для двух тяжелых частиц определяется следующим образом:

$$F_{1\leftarrow 2}^{\text{IV}} = \frac{f(A_1, A_2)}{x^2} \exp\left(-\frac{x}{x_0}\right), \quad (10.22)$$

где $f(A_1, A_2)$ — функция, зависящая от свойств взаимодействующих плотных частиц (массы, внутренней структуры и др.), постоянная для случая взаимодействия одних и тех же частиц (например, пары протон-протон, нейтрон-протон или нейтрон-нейтрон), но при этом $f(A_1, A_2) \neq f(A_2, A_1)$; x — расстояние между взаимодействующими плотными частицами; x_0 — постоянная величина (порядка 1.0×10^{-15} м).

10.8 Выводы по главе 10

1. Следующей после буллонов эволюционной формой организации материи является гранулон — шаровое динамическое скопление буллонов. Гранулон несопоставимо больше буллона и для него

диссипативные эффекты проявляются существенно слабее, вследствие чего характер его устойчивости отличается от устойчивости буллона.

2. Избыточная реакция буллоновой среды способна не только компенсировать сопротивление движущихся через нее тел, но также поддерживать пульсации находящихся в ней материальных структур. Пульсационное гравитационно-диссипативное равновесие материальных структур, представляющих собой шаровые скопления частиц, взаимодействующих между собой посредством гравитации 2-го типа и диссипативного поля отталкивания, реализуется в случае, когда равенство гравитационных и диссипативных сил соответствует состоянию бурной диссипации. Пульсирующая частица проходит состояние равенства сил по инерции. Пока буллоновая среда подпитывает энергию частицы своей избыточной реакцией, частица будет продолжать пульсировать. Структурной формой пульсирующих частиц может выступать гранулон или структура, имеющая еще больше иерархических уровней организации (например, динамическое скопление гранулонов).

3. Множество пульсирующих частиц в буллоновой среде образуют взаимосвязанный ансамбль, в котором частоты колебаний выравниваются, а фазы колебаний синхронизируются таким образом, чтобы суммарный объем пульсирующих частиц не изменялся во времени в пределах минимальной области среды. Это обеспечивается при разделении всех пульсирующих частиц на две группы, пульсирующие в противофазе, — на положительно и отрицательно заряженные частицы.

4. Интерпретация с учетом существования буллоновой среды известной модели Лийи, в соответствии с которой в упругой среде происходит притяжения частиц, пульсирующих в противофазе, и отталкивание частиц, пульсирующих в фазе, позволяет получить закон взаимодействия зарядов — закон Кулона.

5. При наличии движения пульсирующих частиц характер их взаимодействия изменяется. Это изменение невелико и выражается в появлении в формуле силы взаимодействия дополнительного члена, зависящего от произведения скоростей движения пульсиру-

ющих частиц. Этому дополнительному члену может быть поставлена в соответствие сила магнитного взаимодействия.

6. В упругой буллоновой среде могут возникать и распространяться различные возмущения. Не все возмущения способны сохраняться, вызывая соответствующую избыточную реакцию буллоновой среды. Те из них, которые сохраняются, обладают специфическими свойствами: имеют скорость, равную скорости света, а также энергию, пропорциональную произведению частоты колебаний и постоянной Планка.

7. В основе ядерных сил притяжения, возможно, лежит диссипация из нуклонов гранулонов, образующих облако, являющееся источником гравитации 3-го типа. Плотность облака вследствие рассеяния быстро снижается, что обуславливает быстрое убывание ядерных сил с расстоянием.

Дополнение 6. Пульсационные теории поля

У истоков пульсационной «школы» стоял видный норвежский физик Бьеркнес. Свои основные статьи Бьеркнес опубликовал в 70-х годах XIX в. В своей теории Бьеркнес предпринял попытку объяснить гравитационные, электрические и магнитные взаимодействия в рамках гидродинамики [139]. Главная идея его теории заключалась в том, что два сферических тела, помещенные в несжимаемую жидкость (или иную несжимаемую среду) и пульсирующие в фазе, будут притягиваться с силой, обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними; если фазы колебаний отличаются на π , то тела будут отталкиваться в соответствии с тем же законом [140, с. 267]:

$$F = -\frac{2\pi\rho}{x^2}C_1C_2p^2 \cos(\varepsilon_1 - \varepsilon_2), \quad (\text{Д } 6.1)$$

где $(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)$ — разность фаз; ρ — плотность среды; x — расстояние между сферами. Остальные параметры могут быть определены из следующих выражений:

$$a_1 = \frac{1}{3}R_1^3 = A_1 + C_1 \cos(pt + \varepsilon_1); \quad (\text{Д } 6.2)$$

$$a_2 = \frac{1}{3} R_2^3 = A_2 + C_2 \cos(pt + \varepsilon_2), \quad (\text{Д } 6.3)$$

где R_1, R_2 — текущие значения радиусов сфер; A_1, A_2, C_1, C_2 — постоянные величины.

Большую популярность пульсационной теории Бьеркнеса принесли публичные демонстрационные опыты [81], иллюстрирующие ее. Бьеркнес ставил такие опыты начиная с 1875 года, а в 1881 г. на парижской электрической выставке он был удостоен за свои опыты диплома международного жюри.

Бьеркнес брал резиновые шары и с помощью воздушного насоса заставлял их пульсировать. При пульсациях в фазе наблюдалось притяжение, при пульсациях в противофазе — отталкивание.

Другой сторонник пульсационной теории, Гатри, проводил эксперименты [141] по исследованию притяжения и отталкивания двух колеблющихся камертонов.

В отличие от Бьеркнеса, английский физик Бартон полагал [142], что не пульсации самих тел вызывают их притяжение. Все пространство пронизывают волны, которые вызывают пульсации фундаментальных частиц (электронов), в результате чего и происходит притяжение. Эфир представлялся несжимаемым, а скорость распространения волн эфира много больше скорости света. Источник волн, идущих, в его формулировке, из «большой Вселенной», Бартон не уточнял. У Бартона зависимость была следующая:

$$F \propto \frac{\cos(2\pi x/\lambda)}{x^2}, \quad (\text{Д } 6.4)$$

где λ — длина эфирных волн, x — расстояние между телами.

Критикуя пульсационные теории тяготения, А. Пуанкаре указывал на два существенных их недостатка: во-первых, необходимо определить причину синхронности пульсаций, чего не делается; во-вторых, по его мнению, для поддержания постоянства амплитуды пульсаций необходимы какие-то внешние силы, которые в теории никак не определены.

Вряд ли можно сомневаться в достоверности результатов опытов Бьеркнеса и Гатри. Поэтому пульсационные притяжение и от-

талкивание, бесспорно, имеют место. Другой вопрос, этот ли эффект лежит в основе гравитации. Что касается возможности описания электромагнитных явлений на основе пульсационной теории с несжимаемым эфиром, то это, по-видимому, невозможно, поскольку между электростатическими и гидродинамическими пульсационными эффектами, выражаясь словами Бьеркнеса, наблюдаются «обратные аналогии», когда «одинаковые» (пульсирующие в фазе) притягиваются, а «разные» (пульсирующие в противофазе) — отталкиваются, тогда как при электростатическом взаимодействии «одинаковые» (с зарядом одного знака) отталкиваются, а «разные» (с зарядами противоположных знаков) — притягиваются.

Несжимаемый эфир пульсационной теории должен иметь очень большую плотность, что как будто противоречит отсутствию его сопротивления движению тел и практически неограниченному радиусу действия гравитации.

Пульсационная теория Лийи [50] с упругим эфиром является существенным шагом в описании электростатического поля (но не гравитации). Этот же упругий эфир обладает и светоносной функцией, позволяя за счет своей упругости формироваться и распространяться поперечным электромагнитным волнам.

По теории Лийи для того, чтобы между телами действовала сила притяжения, тела должны пульсировать в противофазе, а не в фазе, как в случае несжимаемого эфира. Для отталкивания, напротив, пульсации должны происходить в фазе.

В соответствии с теорией Лийи сила электростатического воздействия пульсирующей сферы B на пульсирующую сферу A на расстоянии x :

$$F = -\frac{24\pi^2\mu(\lambda+2\mu)}{p(2\lambda+5\mu)}\rho_1\rho_2\frac{b^3a}{x^2} - \frac{72\pi^2\mu(\lambda+2\mu)^2}{p(2\lambda+5\mu)^2}\rho_1^2\frac{ba^4}{x^3}, \quad (\text{Д } 6.5)$$

где λ, μ — коэффициенты упругости среды; a, b — средние радиусы сфер; p — частота пульсаций; ρ_1, ρ_2 — постоянные, зависящие от амплитуд, определяемые из выражений для радиусов сфер:

$$R_1 = a(1 + \rho_1 \sin pt), \quad (\text{Д } 6.6)$$

$$R_2 = b(1 + \rho_2 \sin pt), \quad (\text{Д } 6.7)$$

Если сферы пульсируют в фазе, то ρ_1 и ρ_2 имеют одинаковый знак и 1-й член в выражении (Д 6.5) будет отрицательным, т.е. сферы будут отталкиваться; если сферы пульсируют в противофазе, то ρ_1 и ρ_2 имеют разные знаки и 1-й член будет положительным, т.е. сферы будут притягиваться.

Второй член в выражении (Д 6.5) всегда отрицателен, но он очень мал, и им можно пренебречь. Присутствие второго отрицательного члена связано с тем, что при прочих равных условиях отталкивание сильнее притяжения, т.к. соответствует большему радиусу толкающей (пульсирующей) сферы.

Формула (Д 6.5) была получена в предположении мгновенного распространения волн смещения, т.е. их бесконечной длины. Если же они распространяются не мгновенно, то должен иметь место сдвиг фазы колебаний по мере удаления от пульсирующей сферы. Это приводит к тому, что на расстояниях свыше четверти длины волны сила F меняет знак на противоположный; притяжение сменяется отталкиванием, а отталкивание — притяжением.

11 Опытные исследования буллоновой среды

11.1 Пограничный слой в буллоновой среде

Космические тела, движущиеся в буллоновой среды, неизбежно захватывают некоторую ее область. Толщина захватываемой области буллоновой среды вокруг движущегося космического тела несопоставимо меньше размеров этого космического тела и представляет собой пограничный слой, подобный образуемому вокруг тел при движении в жидкой или газовой среде.

Согласно существующим представлениям в теории пограничного слоя [143, с. 38], в пограничном слое силы инерции и силы трения сопоставимы по величине, а толщина пограничного слоя определяется следующим образом:

$$\delta \propto \sqrt{\frac{\nu l}{V}}, \quad (11.1)$$

где l — характерный размер тела (например, диаметр); ν — кинематическая вязкость среды, характеризующая ее текучесть; V — скорость движения тела.

Поскольку силы (гравитационного 2-го типа) притяжения между отдельными буллонами крайне малы, трение между слоями среды, отстоящими от движущегося космического тела на разные расстояния и, соответственно, имеющими разные скорости (от максимальной на поверхности тела до минимальной на границе формирующегося пограничного слоя), будет очень слабым. Короткодействующие диссипативные силы отталкивания, напротив, существенны и оказывают «антифрикционный» эффект. В результате кинематическая вязкость буллоновой среды крайне низкая, а толщина пограничного слоя небольшая.

Как известно, собственные размеры нейтронных звезд несравнимо меньше размеров горячих звезд. Например, Солнце имеет радиус $R_{\odot} = 6,96 \times 10^8$ м, а нейтронная звезда той же массы — радиус порядка $1,5 \times 10^4$ м, т.е. в 50 тысяч раз меньший. Можно с большой уверенностью предположить, что пограничный слой для нейтронных звезд существенно тоньше, чем для горячих звезд (или даже планет земного типа). Крайне малое сопротивление буллоновой среды, обусловленное ее малой кинематической вязкостью, для нейтронных звезд не сформирует силы сопротивления, способной оказать регистрируемое влияние на ее динамику.

Вращение космических тел вокруг собственной оси, в отличие от поступательного движения, не сопровождается увлечением буллонов и образованием пограничного слоя. Это связано с тем, что гравитационные силы — дальнедействующие, а значит, вращательное движение космического объекта не может быть рассмотрено как движение составляющих его частиц, создающих гравитационное поле, по замкнутой траектории (по кругу), и дискретностью частиц космического тела при данном масштабе расстояний можно пренебречь. В результате вращательное движение космического объекта не приводит к заметному изменению его гравитационного поля, а значит, не оказывает влияния на буллоны, не увлекает их во вращение.

11.2 Исследование абберрационных эффектов

Абберацией (от лат. «абберацио» [aberratio] — заблуждение, отклонение от чего-либо) называют кажущееся отклонение звезд от их истинного положения на небесном своде в результате движения Земли вокруг Солнца.

Теория абберации Бредли. 7 декабря 1725 года профессор Оксфордского университета Джеймс Д. Бредли, участвуя в астрономических наблюдениях в Кью, близ Лондона, заметил небольшое смещение у звезды γ Дракона к югу; в последующие дни

смещение нарастало, достигнув к началу марта $20''$. Несколько дней звезда не испытывала заметных перемещений, после чего она вновь начала движение на север и в июне заняла то же положение, что и в декабре. Во второй половине года звезда проделала тот же путь на север и обратно. Указанное движение не могло быть связано с параллаксом или с погрешностями инструментов. Для выяснения причины движения звезды Бредли использовал новый телескоп, который был установлен в Уаистеде (Эссекс). В ходе наблюдений, проведенных Бредли в 1726–1728 гг. наблюдались аналогичные перемещения β Жирафа (по каталогу Флэмстида), β Дракона, η Большой Медведицы, α Кассиопеи, τ Персея, α Персея. Бредли заметил, что строго по прямой перемещаются только звезды, лежащие в плоскости эклиптики, остальные описывают небольшие эллипсы, а звезда у полюса описывает окружность. «Наконец я догадался, — писал Бредли, — что все упомянутые явление происходят от постепенного распространения света и годичного движения Земли по своей орбите ... ». Указанный дополнительный эффект углового смещения звезды получил название эффекта абберрации. Формула для угла абберрации выглядит следующим образом (сам Бредли формулу для угла абберрации не сформулировал) [144, с. 12]:

$$\sin \alpha = \frac{v}{c} \sin \varphi, \quad (11.2)$$

где α — угол абберрации; φ — угол между истинным направлением на звезду и вектором скорости v движения Земли по орбите; c — скорость света в вакууме.

В соответствии с нашей теорией, при движении Земля увлекает за собой некоторую область буллоновой среды (пограничный слой). Свет преломляется в этом слое (рис. 11.1). В системе координат, связанной с Землей, будет справедлива формула (11.2). Таким образом, явление абберрации — обязательное условие движения массивных тел в буллоновой среде.

Заметим, что мы можем зарегистрировать абберацию, вызванную только замкнутым движением (например, вращением Земли вокруг Солнца), в то время как огромные абберации, вызванные

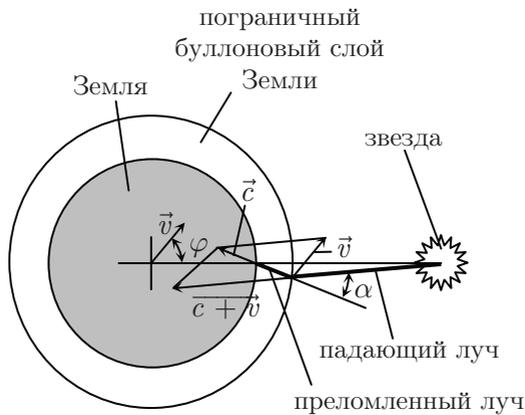


Рис. 11.1. Аберрация света в пограничном буллоновом слое Земли

движением Земли вместе с Солнцем в условно неподвижной буллоновой среде, постоянны, а потому незаметны.

Опыт Араго. В 1810 году Араго осуществил простой опыт, результат которого заключается в выявлении зависимости преломления призмой света звезды от движения относительно этой звезды (рис. 11.2). С этой целью он наблюдал преломление в призме, когда Земля (а значит, и призма) двигалась к звезде и от звезды. Если в первом случае, по его мнению, скорость Земли прибавляется к скорости света, то во втором случае она вычитается. По расчетам Араго разница в углах отклонения должна была составлять $2'$, что могло быть измерено. Но опыт дал отрицательный результат: никакой зависимости преломления от движения Земли не было выявлено. В соответствие с нашими представлениями это обусловлено постоянством скорости света в пограничном буллоновом слое, движущемся вместе с Землей.

11.3 Опыт Физо

В опыте Физо [145] луч света от источника S падает на полупрозрачное зеркало M и разделяется на два луча. Первый луч

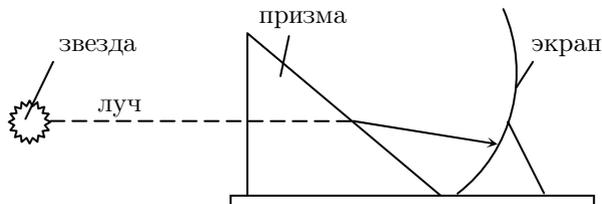


Рис. 11.2. Опыт Араго

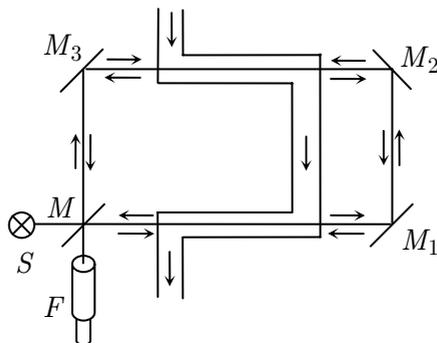


Рис. 11.3. Опыт Физо

обегают зеркала M_1 , M_2 и M_3 по часовой стрелке, а второй луч — против часовой стрелки. По осям M_3M_2 и MM_1 (рис. 11.3) устанавливаются трубы с водой, которая может течь в направлении осей. В результате оба луча попадают в окуляр F , где наблюдается интерференционная картина.

Величина смещения определяется следующим образом. Скорость света в трубках по отношению к неподвижным частям установки будет $\frac{c}{n} + kv$ и $\frac{c}{n} - kv$ (где k — некоторый коэффициент; v — скорость воды). Тогда разность времен прохождения будет:

$$\Delta t = \frac{2l}{c/n - kv} - \frac{2l}{c/n + kv} \approx \frac{4lkn^2}{c^2}v. \quad (11.3)$$

Откуда разность фаз:

$$\Delta\varphi = \Delta t\nu = \frac{4lkn^2}{c\lambda}v. \quad (11.4)$$

Придавая воде движение и наблюдая смещение интерференционных полос, Физо выявил, что скорость света вследствие движения воды изменяется, и эти изменения связаны с преломлением света в воде. Жидкость, не преломляющая свет (если бы такая существовала), не вызвала бы никакого изменения скорости света. Для описания изменения скорости света была использована формула Френеля. Скорость света в движущемся оптическом теле:

$$c' = \frac{c}{n} \pm \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) V, \quad (11.5)$$

где n — абсолютный показатель преломления оптического тела, движущегося со скоростью V встречно («-») или попутно («+») световой волне.

Формула Френеля хорошо согласуется с результатами опыта Физо с различными материалами. По мнению Френеля данный эффект вызывается частичным увлечением эфира. С этим мнением вряд ли можно согласиться.

Подтвержденное Физо значение френелевского коэффициента увлечения $k = \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$ легло в основу теории оптических явлений в движущихся телах Лоренца [146]. Для Лоренца было ясно, что наблюдаемый эффект связан не с увлечением эфира, но с увлечением электрических зарядов — источников вторичных волн. Формула Френеля может быть получена на основе электронной теории Лоренца следующим образом. Уравнение волны по отношению к неподвижной системе отсчета:

$$y = a \cos(2\pi\nu t - kx) = a \cos \left[2\pi\nu \left(t - \frac{x}{c_1} \right) \right], \quad (11.6)$$

где ν и c_1 — частота и скорость света в неподвижной системе. Для движущейся системы, пользуясь преобразованиями Галилея ($x' = x - vt$), имеем

$$y = a \cos \left[2\pi\nu \left(t - \frac{x'}{v_1} - \frac{v}{c_1} t \right) \right] = \quad (11.7)$$

$$= a \cos \left\{ 2\pi\nu \left[\left(1 - \frac{v}{c_1} \right) t - \frac{x'}{c_1} \right] \right\}, \quad (11.8)$$

т.е. частота

$$\nu' = \nu \left(1 - \frac{v}{c_1} \right) = \nu \left(1 - \frac{nv}{c} \right); \quad (11.9)$$

$n = \frac{c}{c_1}$ — это показатель преломления для частоты ν . Поскольку $\Delta\nu = \nu' - \nu$ невелико, можно выразить показатель преломления для частоты ν' с точностью до членов второго порядка:

$$n' = n(\nu') = n(\nu) + \Delta\nu \frac{dn}{d\nu} = n - \nu \frac{nv}{c} \frac{dn}{d\nu}, \quad (11.10)$$

а соответствующую ему скорость — с точностью до $(v/c)^2$:

$$c'_1 = \frac{c}{n'} = \frac{c}{n - \nu \frac{nv}{c} \frac{dn}{d\nu}} = \frac{c}{n} + \frac{v}{n} \nu \frac{dn}{d\nu} = \frac{c}{n} + \frac{v}{n} \lambda \frac{dn}{d\lambda}. \quad (11.11)$$

Значит, для скорости света по отношению к неподвижным частям установки получим

$$c'_1 = \frac{c}{n} + \left(1 - \frac{1}{n^2} \right) v - \frac{v}{n} \lambda \frac{dn}{d\lambda} = \frac{c}{n} + \left(1 - \frac{1}{n^2} - \frac{\lambda}{n} \frac{dn}{d\lambda} \right) v. \quad (11.12)$$

В 1914 году Зеeman с сотрудниками повторно провели серию измерений опыта Физо. При этом они ввели некоторые усовершенствования: применили монохроматический свет, фотографировали положения полос, приняли меры по устранению возможных вибраций труб интерферометра, уточнили методы определения скорости течения воды вдоль оси, а также обеспечили высокую стабильность скорости воды. Расхождения с результатами, полученными по формуле Френеля, не превышали 2,6%. Зеeman не ограничился опытами с водой. Поскольку вода обладает слабой дисперсией, Зеeman провел измерения с движущимися стержнями. Большая точность измерений позволила Зееману подтвердить существование дисперсионного члена в уравнении Лоренца.

Формула Френеля может быть получена и в рамках теории относительности, что, однако не служит доказательством справедливости последней, поскольку, как писал А. Эйнштейн: «... задолго до появления теории относительности Г.А. Лоренц дал теорию

этого явления и обоснование чисто электродинамическим путем при помощи определенных гипотез об электромагнитной структуре материи . . . » [147, том 1, с. 551].

Таким образом, можно сделать вывод, что тела с малой массой (вода в опыте Физо) не увлекают буллоновую среду, либо образующийся пограничный слой имеет чрезвычайно малую толщину. Наблюдаемый эффект влияния скорости движения оптического тела на скорость света в нем является результатом движения вместе с телом его электронов, являющихся источниками вторичных электромагнитных волн.

11.4 Исследования «эфирного ветра»

В опыте Майкельсона-Морли [114] (рис. 11.4) луч света от источника S падает на полупрозрачную пластину P , покрытую с тыльной стороны тонким слоем серебра, где разделяется на два. Один луч идет к зеркалу M_1 и отражается от него к наблюдателю. Второй луч отражается вначале от зеркала M_2 , а затем от пластины P к наблюдателю. Зеркала находятся под прямым углом друг к другу, причем зеркало M_2 можно перемещать в направлении компенсирующей пластины P_k , изменяя длину пути луча, и, следовательно, картину интерференции, наблюдаемую в зрительную трубу.

В опыте длины взаимно перпендикулярных плеч интерферометра устанавливались равными l . Если установка вместе с Землей движется относительно неподвижного эфира, то скорости c_- и c_+ света в направлении и против направления движения Земли, определяются следующим образом:

$$c_- = c - V; \quad c_+ = c + V. \quad (11.13)$$

Время прохождения света в прямом и обратном направлении определяется следующим равенством (рис. 11.4, с):

$$t_h = \frac{l}{c_+} + \frac{l}{c_-} = \frac{2cl}{c^2 - V^2} = \frac{2l}{c} \frac{1}{1 - \beta^2}, \quad (11.14)$$

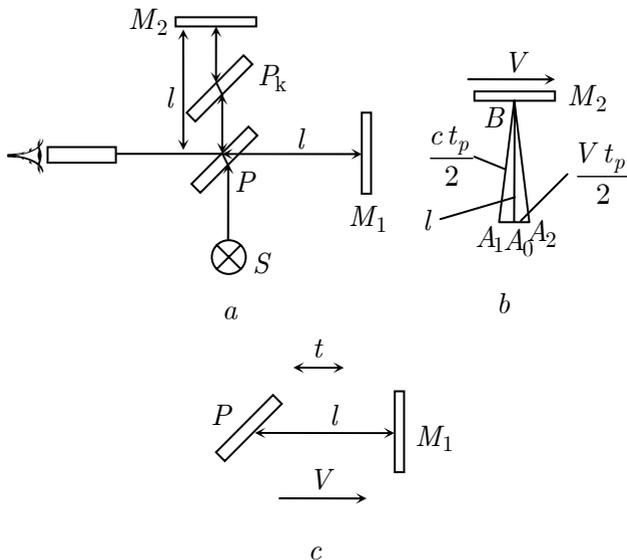


Рис. 11.4. Опыт Майкельсона-Морли

где $\beta = \frac{V}{c}$.

Если прибор движется относительно эфира, то в перпендикулярном направлении луч относительно прибора проходит путь A_1BA_2 , а значит (рис. 11.4, b):

$$c^2 \frac{t_p^2}{4} = l^2 + V^2 \frac{t_p^2}{4} \Rightarrow t_p = \frac{2l}{c} \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}. \quad (11.15)$$

Отсюда находится разность прохождения путей лучами:

$$\Delta t = t_h - t_p = \frac{2l}{c} \left(\frac{1}{1 - \beta^2} - \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} \right). \quad (11.16)$$

Разность хода лучей, выраженная через длину полуволны используемого света, составит:

$$\Delta = \frac{2c\Delta t}{\lambda} = \frac{4l}{\lambda} \left(\frac{1}{1 - \beta^2} - \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} \right) \neq 0. \quad (11.17)$$

Благодаря многократным отражениям оптический путь составлял 11 м, а ожидаемое смещение $\Delta \approx 0,4 \lambda$.

При проведении опыта на малой высоте над уровнем моря указанного эффекта не наблюдалось: смещение равнялось нулю. В соответствии с нашей теорией это означает, что Земля увлекает в поступательное движение буллоновую среду (пограничный слой).

В 1887 году Майкельсон предложил Е. Морли и Д. К. Миллеру провести работы по обнаружению эфирного ветра. В 1905 году были получены первые результаты [148, 149]. Далее работы были продолжены Миллером, который, потратив на эксперименты в общей сложности около 40 лет, завершил их в 1925 году. Миллер обнаружил эфирный ветер, который на уровне моря оказался близким к нулю, но увеличивается с ростом высоты. В частности, при подъеме на высоту около 250 м над уровнем моря скорость эфирного ветра составила порядка 3 км/с, на высоте 1860 м — около 10 км/с. Таким образом, Миллеру удалось показать, что имеет место захват эфира Землей, образование пограничного слоя, скорости в котором меняются по мере удаления от поверхности Земли. Результаты работ Миллера были опубликованы [116–120] и обсуждались на специальной конференции в 1927 году [150, р. 352–367].

В 1929 году Майкельсоном были повторены эксперименты по обнаружению эфирного ветра, которые были успешно завершены [151, 152]. Оказалось, что направление эфирного ветра не совпадает с направлением движения Земли по орбите и орбитальная составляющая скорости Земли почти незаметна в общей скорости эфирного ветра, определяемой движением Земли вместе с Солнцем в космическом пространстве с огромными скоростями.

Работы аналогичного содержания были выполнены также другими исследователями [153, с. 9–110].

Полученные в описанных выше опытах результаты в рамках нашей теории следует понимать как наличие градиента скорости относительного движения буллоновой среды относительно Земли со скоростью тем большей, чем больше расстояние от поверхности Земли. То есть вокруг Земли формируется пограничный слой.

Интересным эффектом, позволяющим определить свойства буллоновой среды, является нарушение инвариантности скорости света вне пограничного буллонового слоя Земли. Можно не сомневаться, что его толщина намного меньше радиуса Земли, поэтому на космических орбитальных станциях возможен выход за пределы пограничного слоя. Проведение на орбитальной станции опытов Майкельсона, Араго и других позволит выявить нарушения инвариантности света (эфирный ветер). Это будет подтверждением наших представлений о буллоновой среде. Дальнейшие опыты позволят определить толщину пограничного буллонового слоя Земли, которая, вероятно, неодинакова для разных областей земной поверхности, по разному ориентированных по отношению к направлению движения Земли в буллоновой среде. Кроме того, возможно определение зависимости скорости эфирного ветра от расстояния от поверхности Земли.

Предварительную оценку толщины пограничного буллонового слоя Земли можно сделать на основе зафиксированных значений скорости эфирного ветра на разных высотах (3 км/с на высоте 250 метров (Евклидовы высоты в Кливленде), 8-10 км/с — на высоте 1860 метров (обсерватория Маунт Вилсон)), скорости движения Земли (около 400 км/с, складывающейся из движения Земли относительно Солнца со скоростью 30 км/с, Солнечной системы относительно реликтового излучения со скоростью 368 ± 2 км/с [154]). Принимая во внимание, что согласно теории пограничного слоя скорость обтекания в пограничном слое изменяется пропорционально расстоянию от поверхности, толщина пограничного слоя должна составлять менее 150 км.

Важным условием успешности опыта является отсутствие увлечения пограничного слоя орбитальной станцией, на которой проводятся опыты. Это условие может быть удовлетворено за счет высокой скорости движения станции, что препятствует увлечению «облака».

Опыты Миллера показали, что направление на созвездие Дракона, в котором наблюдается наибольший эффект, совпадает с направлением на северный магнитный полюс Земли. Кроме того, ре-

зультат опыта претерпевал изменения, если его проводили в металлическом ящике, в комнате с массивными стенами или ниже уровня Земли. Вследствие этого возникли подозрения, что наблюдаемый эффект каким-то образом связан с магнитным полем Земли. Магнитное поле Земли, несомненно, оказывает влияние на распространение света. В силу этого магнитное поле Земли должно влиять на результаты опыта Майкельсона. Однако, столь заметное изменение интенсивности эффекта при увеличении высоты, на которой проводится опыт, указывает на то, что определенную роль в наблюдаемом эффекте принадлежит также эфирному ветру. Впрочем, данное явление нуждается в дальнейшем исследовании.

Влияние вращения Земли на скорость света (опыт Майкельсона-Геля). В 1924 году Майкельсон провел еще один эксперимент по исследованию эфирного ветра [155, 156]. Из металлических труб собрали прямоугольник $ABCD$ (рис. 11.5) со сторонами 340×620 м. Прямоугольник ориентировали короткими сторонами по земной оси север-юг (для эксперимента это необязательно). Из труб выкачивался воздух, чтобы повысить четкость интерференционной картины. В углах B , C и D устанавливали зеркала так, чтобы луч света, выпущенный из угла A , мог обегать по периметру всего прямоугольника. В углу A устанавливалась полупрозрачная пластина. Луч света, выходя из источника S , разделялся на два. Первый отражался к B и обегал $ABCD$ по часовой стрелке, второй луч проходил сквозь A к D и обегал $ADCBA$ против часовой стрелки. Опыт проводился в северном полушарии (г. Клиринг, штат Иллинойс, США). Тогда, если эфир неподвижен (т.е. Земля вращается относительно неподвижного эфира), то в системе отсчета Земли 2-ой луч будет замедляться, а 1-й ускоряться. Это связано с тем, что скорость Земли по линии AD больше, чем по линии BC .

Первый луч тормозится на BC и ускоряется на DA , причем ускорение больше торможения. Второй луч тормозится на AD и ускоряется на CB , причем торможение больше ускорения.

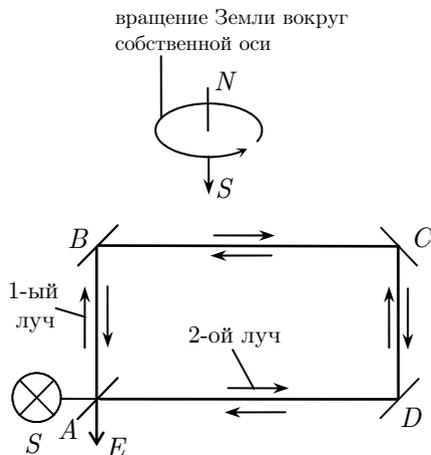


Рис. 11.5. Опыт Майкельсона-Геля

Время обегания луча по часовой стрелке определяется следующим образом:

$$t_{\odot} = 2b + \frac{a}{c + v_1} + \frac{a}{c - v_2}, \quad (11.18)$$

где $a = BC = AD$; $b = AB = CD$; v_1 — скорость по BC ; v_2 — скорость по AD .

Время обегания луча против часовой стрелки:

$$t_{\ominus} = 2b + \frac{a}{c - v_1} + \frac{a}{c + v_2}. \quad (11.19)$$

Разность времен обегания по и против часовой стрелки:

$$\Delta t = t_{\odot} - t_{\ominus} \approx \frac{2a(v_1 - v_2)}{c^2}. \quad (11.20)$$

Определим величину $(v_1 - v_2)$:

$$\begin{aligned} (v_1 - v_2) &= \frac{2\pi}{T} R_{\oplus} \left[\cos \omega - \cos \left(\omega + \frac{b}{R_{\oplus}} \right) \right] \approx \\ &\approx \frac{2\pi b \sin \omega}{T}, \end{aligned} \quad (11.21)$$

где ω — географическая широта местности, в которой проводится эксперимент ($\omega = 41^\circ 46'$).

Разности времени обегания соответствует смещение интерференционных полос в E :

$$\Delta = \Delta t c = \frac{4\pi ab \sin \omega}{Tc} = \frac{4\pi S \sin \omega}{Tc}, \quad (11.22)$$

где S — площадь, охватываемая лучами ω — географическая широта местности, где проводится эксперимент; c — скорость света в вакууме; T — период обращения Земли вокруг собственной оси.

Эксперимент был проведен и продемонстрировал предполагаемое смещение интерференционных полос с достаточно высокой точностью. Такой результат соответствует неподвижному неувлекаемому эфиру.

Возвращаясь к нашей теории, можно утверждать, что космические тела, в частности, Земля, не увлекают (или почти не увлекают) буллоновую среду во вращение вокруг собственной оси; имеет место относительное движение Земли и ее пограничного буллонового слоя.

Эффект эфирного ветра, вызванный вращением Земли, не регистрируется в первом опыте Майкельсона-Морли вследствие его чрезвычайной малости при малых размерах установки.

Эффект Саньяка. Определенный интерес представляет опыт Саньяка и другие опыты с вращением интерферометра. Эффект, наблюдаемый в этих опытах, получил название эффекта Саньяка [157].

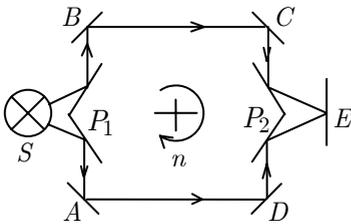


Рис. 11.6. Эффект Саньяка

На рис. 11.6 показана схема экспериментальной установки. Свет из источника S падает на призму P_1 , на которой разделяется на два луча. Один из лучей, последовательно отразившись от зеркал B и C , падает на призму P_2 . Другой луч, отразившись последовательно от зеркал A и D , также падает на призму P_2 . Затем оба луча отражаются

от призмы P_2 на экран E . Опытной установке сообщается вращение относительно оси, проходящей через центр тяжести площади, охватываемой лучами. В результате, если эфир неподвижен и не захватывается установкой (т.е. в системе отсчета неподвижной оси вращения лучи движутся прямолинейно), то на экране E должен наблюдаться относительный сдвиг интерференционных линий от двух лучей, один из которых движется по направлению вращения опытной установки, а другой — против направления вращения.

Лучевой путь по нижней ветви:

$$l_{\perp} = 2a \left(1 - \frac{v}{\sqrt{2}c} \right), \quad (11.23)$$

где $a = AB = BC = CD = AD$; $v = \frac{2\sqrt{2}\pi a}{T}$ — окружная скорость установки (скорость по углам); T — период обращения установки.

Лучевой путь по верхней ветви:

$$l_{\parallel} = 2a \left(1 + \frac{v}{\sqrt{2}c} \right). \quad (11.24)$$

Разность хода лучей по ходу вращения и против хода составит:

$$\Delta = l_{\parallel} - l_{\perp} = \frac{8\pi a^2}{Tc} = \frac{8\pi S n}{c}. \quad (11.25)$$

где S — площадь, охватываемая обоими лучами; c — скорость света в вакууме; n — частота вращения установки.

Опыт показал, что, действительно, вращение установки приводит к ожидаемому сдвигу интерференционных линий, соответствующих неподвижному неувлекаемому эфиру. Опыт с вращающейся установкой и опыт Майкельсона-Геля по исследованию влияния вращения Земли на скорость света близки по своей сути. Для нас опыт Майкельсона-Геля важен потому, что он показывает: Земля, как и малая экспериментальная установка в опыте Саньяка, не увлекает буллоновую среду во вращение.

11.5 Электромагнитные волны в поле тяготения

Искривление лучей в полях тяготения массивных космических тел. Если электромагнитной волне поставить в соответствии некоторую массу, то, рассматривая двойную систему из пучка волн (луча) и космического объекта, можно определить траекторию луча.

Траектория движения луча, имеющего чрезвычайно большую скорость в относительно слабом поле тяготения, очевидно, имеет вид гиперболы. Для гиперболической траектории справедлива следующая зависимость:

$$R_{\min} = \frac{p}{1+e} = \frac{b^2}{a(1+e)}, \quad (11.26)$$

где R_{\min} — минимальное расстояние между гиперболой и фокусом F (в данном случае совпадающим с центром масс массивного космического объекта); $p = \frac{b^2}{a}$ — фокальный параметр; $e = \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{a}$ — эксцентриситет гиперболы; a — действительная полуось; b — мнимая полуось.

При прохождении луча около массивного космического тела его траектория искривляется на угол φ (рис. 11.7):

$$\varphi = \frac{2a}{b}. \quad (11.27)$$

Поскольку $e \gg 1$, то

$$R_{\min} \approx \frac{b^2}{ae} = \frac{b}{2a} \frac{2b}{e} = \frac{2b}{\varphi e}. \quad (11.28)$$

Принимая во внимание, что

$$b = \frac{p}{\sqrt{e^2-1}} \approx \frac{p}{e}, \quad (11.29)$$

получим:

$$R_{\min} = \frac{2p}{\varphi e^2}. \quad (11.30)$$

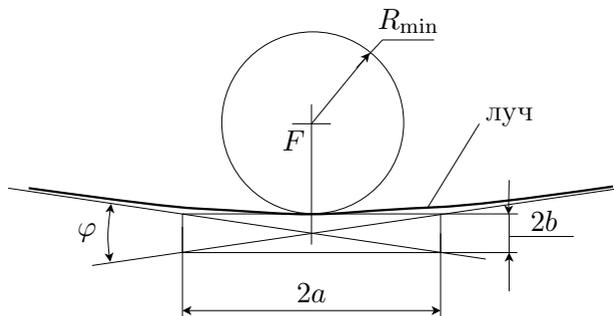


Рис. 11.7. Искривление луча в поле тяготения

Интерпретируя известное выражение для движения тела в поле центральных сил, получаем:

$$p = \frac{\mathcal{L}^2}{m K}; e = \sqrt{1 + \frac{2E\mathcal{L}^2}{m K^2}}, \quad (11.31; 11.32)$$

где \mathcal{L} — момент количества движения частиц среды, передающих волну; $K = G m M$; M — масса космического объекта; G — гравитационная постоянная из закона всемирного тяготения Ньютона; E , m — полная механическая энергия и суммарная масса частиц, передающих волну.

Тогда:

$$\varphi = \frac{2p}{R_{\min} e^2} \approx \frac{G m M}{R_{\min} E}. \quad (11.33)$$

Поскольку механическая энергия частиц, передающих волну, приближенно равна кинетической энергии волны (т.к. потенциальная энергия частиц в гравитационном поле очень мала), то

$$E = I S \tau, \quad (11.34)$$

где I — интенсивность волны; S — площадь, через которую проходит волна (луч); τ — время, в продолжение которого проходит рассматриваемый отрезок луча.

Поскольку

$$I = \frac{1}{2} \rho c \overline{u^2}, \quad (11.35)$$

где $\overline{u^2}$ — среднее значение квадрата скорости колебательного движения буллоновой среды, то роль массы волны выполняет величина

$$m = \rho c \tau S. \quad (11.36)$$

Так как амплитуда и частота этой волны постоянны, то

$$\varphi = \frac{2GM}{R_{\min} \overline{u^2}}. \quad (11.37)$$

Таким образом, искривление лучей в поле тяготения зависит не от скорости распространения волны, а от скорости колебательного движения частиц среды, которое частицы реально совершают.

Скорость распространения колебаний в буллоновой среде равна скорости света c . Колебания буллоновой среды, связанные с распространением электромагнитных волн, характеризуются двумя скоростями: поступательной скоростью V_f распространения и вращательной (тангенциальной) скоростью V_t . Для них справедливо следующее соотношение:

$$V_t = \frac{V_f}{\sqrt{2}}. \quad (11.38)$$

Поступательная скорость в данном случае равна скорости света c , а вращательная скорость — это скорость колебания (с круговой фигурой) буллоновой среды, передающих электромагнитную волну.

Тогда

$$\overline{u^2} = \frac{c^2}{2}, \quad (11.39)$$

где c — скорость поступательного движения возмущения буллоновой среды.

Итак,

$$\varphi = \frac{4GM}{R_{\min}c^2}. \quad (11.40)$$

При прохождении луча касательно к космическому телу с радиусом R :

$$\varphi = \frac{4GM}{Rc^2}. \quad (11.41)$$

Для Солнца имеем ($M_{\odot} = 1,99 \times 10^{30}$ кг; $R_{\odot} = 6,96 \times 10^8$ м):

$$\varphi = 8,52 \times 10^{-6} \text{ рад} = 1,75'', \quad (11.42)$$

что с высокой точностью подтверждено опытными наблюдениями.

В качестве примера также можно привести отклонение радиолуча от квазара 3C273 в созвездии Девы, происходящее ежегодно 8 октября [134, стр. 159-160]. В октябре 1972 года было в очередной раз проведено измерение расстояния между квазарами 3C273 и 3C279. Использовались 4 радиоантенны, по две в национальных радиоастрономических обсерваториях в штатах Массачусетс и Западная Виргиния, отстоящие друг от друга на 845 км. Полученное с помощью интерферометра с такой большой базой угловое разрешение составило порядка $0,01''$. Излучение принималось на длине 4 см, на котором активность Солнца мала. Когда Солнце сближалось на небосводе с квазаром 3C273, угловое расстояние между квазарами изменялось в соответствии с формулой (11.40).

На основании совпадения угла искривления электромагнитных волн в поле тяготения с полученным теоретически можно сделать вывод, что гравитационное взаимодействие между буллоновой средой и Солнцем определяется гравитационной постоянной G из закона всемирного тяготения Ньютона. Это означает, что «непрозрачные» для гравитации частицы, из которых состоит Солнце и буллоны, — одни и те же.

Гравитационное красное (синее) смещение. При распространении электромагнитных волн из области сильного гравитационного поля в область слабого гравитационного поля энергия электромагнитной волны уменьшается.

Если поставить электромагнитной волне в соответствии массу $m = \rho c t S$, то изменение полной энергии колеблющихся частиц, передающих электромагнитную волну, при распространении из области сильного гравитационного поля в область с несоизмеримо более слабым гравитационным полем:

$$\Delta E_o = -\frac{GMm}{R}. \quad (11.43)$$

При условии круговой фигуры колебаний кинетическая энергия колебаний всегда равна потенциальной энергии (в виде деформации упругой среды). Полная энергия колебательного движения в буллоновой среде E_o равна удвоенной кинетической энергии колеблющихся частиц:

$$E_o = m\omega^2 a^2. \quad (11.44)$$

Поскольку электромагнитные волны распространяются в виде возмущений среды с постоянной амплитудой (амплитуда волны равна сумме амплитуд квантов), поэтому изменение энергии может происходить только за счет изменения частоты:

$$\Delta E = m a^2 (\omega + \Delta\omega)^2 - m a^2 \omega^2 = 2m a^2 \omega \Delta\omega. \quad (11.45)$$

Приравняем выражения (11.43) и (11.45):

$$-\frac{GMm}{R} = 2m a^2 \omega \Delta\omega. \quad (11.46)$$

Откуда:

$$\Delta\nu = -\frac{GM}{2a^2\omega^2 R} \nu = -\frac{GM}{2u^2 R} \nu. \quad (11.47)$$

Нам известно, что $u^2 = c^2/2$, тогда

$$\Delta\nu = -\frac{GM}{R c^2} \nu. \quad (11.48)$$

Именно такие красные смещения были зарегистрированы экспериментально. В частности, были зарегистрированы ожидаемые

красные смещения для белых карликов Сириус В ($\frac{\Delta\nu}{\nu} = 3 \times 10^{-4}$) и 40 Эридана В ($\frac{\Delta\nu}{\nu} = 7 \times 10^{-5}$) [158, с. 68].

По астрономическим меркам Земля — область слабого гравитационного поля (по сравнению, например, с поверхностью звезды), поэтому наблюдение гравитационного красного смещения гораздо более вероятно, чем гравитационного синего смещения. Однако, возможно наблюдение и синего смещения. Для этого была поставлена серия опытов [134, с. 160]. Наверху башни высотой 25 м помещали кристаллический излучатель из железа-57, внизу башни — кристаллический поглотитель из того же материала. Регистрация смещения частоты света производилась на основе использования эффекта Мёссбауэра, заключающегося в резонансном поглощении гамма-квантов кристаллом-поглотителем. Эта серия опытов подтвердила наличие гравитационного синего смещения в поле тяготения Земли. Количественно смещение частоты определяется следующим образом:

$$\Delta\nu = \frac{GM_{\oplus}H}{R_{\oplus}^2 c^2} \nu, \quad (11.49)$$

где H — расстояние между излучателем и поглотителем.

11.6 Система отсчета магнитных взаимодействий

В соответствие с существующими в физике представлениями магнитное взаимодействие представляет собой феномен взаимодействия движущихся заряженных частиц. Однако в данной формулировке не указывается система отсчета, в которой определяется движение заряженных частиц. Между тем различные инерциальные системы отсчета явно неравноправны. Это очевидно из рассмотрения взаимодействия двух электронов, параллельно движущихся с одинаковыми скоростями. В системе отсчета, центр которой движется с той же скоростью и в том же направлении, электроны будут неподвижны, а, следовательно, не должны магнитно

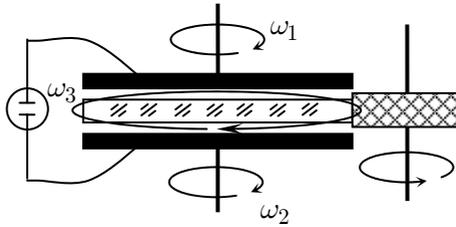


Рис. 11.8. Опыт Эйхенвальда

взаимодействовать. Однако электроны реально взаимодействуют. Следовательно, движение электронов должно быть задано относительно некоторой преимущественной системы отсчета. Очевидно, что эта преимущественная система отсчета должна быть связана с эфиром или, в терминах гравитонной физики, с буллоновой средой.

В свете сказанного выше большой интерес представляют опыты с диэлектриками, движущимися в электрическом поле. Такими опытами занимались Роуланд, Рентген, Эйхенвальд и Вильсон.

В опыте Эйхенвальда (см. рис. 11.8) использовалась следующая схема [159, с. 129-130]. Между двумя заряженными обкладками помещался диск из электрического изолятора (диэлектрика). Рассматривалось три случая относительных движений частей опытного устройства: в первом случае вращался только диск из диэлектрика, а обкладки конденсатора оставались неподвижными ($\omega_1 = \omega_2 = 0; \omega_3 \neq 0$); во втором случае диски конденсатора вращались вместе с помещенным между ними диэлектриком ($\omega_1 = \omega_2 = \omega_3 \neq 0$); в третьем случае один диск заряженного конденсатора вращался относительно другого, неподвижного диска и диэлектрика ($\omega_1 = \omega_3 = 0; \omega_2 \neq 0$). Во всех трех случаях возникало магнитное поле.

Рассмотрим первый случай. Как известно, заряды на поверхности диэлектрика не могут свободно перемещаться. Поэтому при вращении диэлектрика они будут вращаться вместе с ним с той же скоростью и в том же направлении. Электроны на поверхности металлических обкладок конденсатора, в отличие от электронов

на поверхности диэлектрика, могут перемещаться по поверхности обкладок. Электроны на поверхности диэлектрика и на поверхности обкладок связаны общим электрическим полем, поэтому электроны на поверхности металлических обкладок будут увлекаться диэлектриком в движение. Перемещение электронов относительно неподвижного эфира соответствует, по нашему мнению, условиям формирования магнитного поля.

Рассмотрим теперь второй случай. При вращении обкладок конденсатора вместе с диском из диэлектрика, избыточные электроны обкладок (связанные с наличием электрической емкости) совершают относительно эфира движение вместе с обкладками, что приводит к формированию магнитного поля.

И, наконец, в третьем случае вращается только одна обкладка конденсатора. Так как диск диэлектрика неподвижен, то неподвижны и заряды на его поверхности. Заряды на поверхности вращающейся металлической обкладки, будучи связанными с зарядами на поверхности диэлектрика общим электрическим полем, остаются неподвижными, т.е. обкладка движется относительно своих электронов. Обкладка без свободных электронов имеет суммарный положительный заряд, поэтому ее движение должно вызывать магнитное поле, равное по напряженности полю электронов с тем же по модулю суммарным электрическим зарядом, но движущихся в противоположном направлении.

Следовательно, поведение системы соответствует нашим ожиданиям. Сам А. А. Эйхенвальд так прокомментировал результаты своих опытов: «Так как электромагнитные явления представляют собой единственную известную в настоящее время связь материи с эфиром, то естественным является вопрос, не сопровождается ли движение материи в электромагнитном поле движением самого эфира. Вопрос этот ... решается в отрицательном смысле на основании наших опытов с диэлектриками, движущимися в электрическом поле ... Все вместе взятое позволяет сделать следующее заключение: то, что мы называем в настоящее время мировым эфиром и что принижает собой все материальные тела, мы должны считать неподвижным даже внутри самой материи,

находящейся в движении» [160, с. 10-11].

Действительно, в соответствие с нашими представлениями эфир (буллоновая среда) неподвижен относительно центра Земли. Это связано с тем, что Земля увлекает буллоновую среду в поступательное движение и не увлекает во вращательное. Кроме того, буллоновая среда не увлекается макротелами в движение, оставаясь неподвижной относительно центра Земли. Таким образом, рассматривая взаимодействия движущихся зарядов в земных условиях, мы должны задавать их движения (скорости) относительно центра Земли.

В ходе экспериментов не была выявлена зависимость формируемого магнитного поля от вращения Земли вокруг собственной оси. По-видимому, это обусловлено чрезвычайной слабостью данного эффекта (окружная скорость Земли весьма мала). По той же причине влияние собственного вращения Земли не было выявлено и в опыте Майкельсона-Морли. Дальнейшие, более точные опыты должны показать существование этой зависимости.

11.7 Выводы по главе 11

1. При движении тел в буллоновой среде на их поверхности образуется пограничный слой, в котором имеется градиент скорости течения буллоновой среды. Толщина пограничного слоя увеличивается по мере роста размера объекта. Для космических тел эта толщина может составлять несколько километров.

2. Поскольку свет передается через буллоновую среду, наличие пограничного слоя вокруг Земли нарушает однородность оптической среды. В результате имеет место аберация света от космических объектов в пограничном буллоновом слое Земли.

3. Опыт Физо показывает, что, в отличие от Земли, малые тела не увлекают буллоновую среду либо при их движении пограничный слой имеет нерегистрируемо малую толщину.

4. Малые значения скорости эфирного ветра, полученные в опыте Майкельсона-Морли и экспериментах Миллера, обусловлены существованием пограничного буллонового слоя вокруг Земли,

а также проведением измерений на малых высотах от поверхности Земли, где эфирного ветра практически нет.

5. Гравитационное поле массивных космических тел оказывает заметное влияние на электромагнитные волны. Траектория луча, движущегося со скоростью света в относительно слабом поле тяготения, имеет вид гиперболы. Искривление луча в поле тяготения определяет не скорость поступательного движения луча, а скорость связанного с ним колебательного движения, что обуславливает вдвое больший угол отклонения луча.

Часть IV

Введение в гравитонную КОСМОЛОГИЮ

12 Рождение движения

12.1 Образование вихрей в конденсирующейся среде

При взаимодействии материи в обычных условиях движение материи неуклонно уменьшается, что, как мы уже предположили ранее, приводит к возникновению гравитации и сближению материальных структур. Реализация закона движения-положения материи на заключительной стадии (после замедления расширения Вселенной, остановки и последующего сжатия) реализуется в виде плотной гравитонной среды (из различных материальных структур с преобладанием единичных гравитонов, малых механических скоплений гравитонов и гломеронов), конденсирующейся под действием гравитации 1-го типа.

Неизбежным следствием конденсации гравитонной среды неизбежно будет сопровождаться образованием перепада давления на разных расстояниях относительно центра сжатия. Эти перепады обуславливают возникновение в среде течений, в большинстве случаев вихревые. Аналогом таких вихрей являются воздушные вихри различного размера, возникающие в атмосфере Земли (например, вихри диаметром несколько сантиметров, характерные для аэродромов, смерчи диаметром несколько метров и др.).

Поскольку среда в рассматриваемой области очень плотная, то форма возникающего вихря соответствует составной модели Рэнкина, согласно которой центральная часть вихря вращается как твердое тело, в периферические области имеют скорость вращения, убывающую пропорционально расстоянию от центра. Рассмотрим центральную часть, которую представим в виде вращающегося шара (ось вращения соответствует оси вихря).

12.2 Увеличение суммы модулей импульсов сжимающегося вихря

Основным показателем движения во Вселенной является сумма модулей импульсов. В качестве механизма увеличения движения рассмотрим случай, когда вращающийся шар со временем сжимается, вследствие чего происходит увеличение суммы модулей импульсов образующей его материи. Сумма модулей импульсов однородного шара, вращающегося как твердое тело, определится следующим образом:

$$Q = \int_0^r 2\pi x \cdot 2\sqrt{r^2 - x^2} v \rho \frac{x}{r} dx = \frac{\pi^2}{4} v \rho r^3, \quad (12.1)$$

где r — радиус шара, ρ — его плотность, v — окружная скорость на радиусе r .

Суммарный момент количества движения этого шара:

$$L = \int_0^r 2\pi x \cdot 2\sqrt{r^2 - x^2} v \rho \frac{x}{r} x dx = \frac{8\pi}{15} v \rho r^4. \quad (12.2)$$

Поскольку суммарный момент количества движения вращающегося шара не изменяется при его сжатии (в силу закона сохранения момента импульса), имеем:

$$\left. \begin{aligned} v_r &= \frac{15}{8\pi} \frac{L}{\rho_r r^4} \\ v_R &= \frac{15}{8\pi} \frac{L}{\rho_R R^4} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{v_r}{v_R} = \frac{R}{r}, \quad (12.3)$$

где r и R — меньший и больший радиус сжимающегося шара, ρ_r , ρ_R и ρ_r , ρ_R — плотности и окружные скорости, соответствующие более и менее сжатым состояниям шара.

В результате изменение суммы модулей импульсов:

$$\frac{Q_r}{Q_R} = \frac{R}{r}, \quad (12.4)$$

где Q_r , Q_R — суммы модулей импульсов, соответствующие более и менее сжатым состояниям шара.

Увеличение суммы модулей импульсов вследствие сжатия шара:

$$\Delta Q = \frac{\pi^2}{4} v_r \rho_r r^3 \left(1 - \frac{r}{R}\right). \quad (12.5)$$

В процессе сжатия шара на него действует окружающая среда (из частиц которой шар образован). Предположим, что взаимодействие частиц среды с поверхностью шара — неупругое и что сжатие происходит равномерно со скоростью частиц окружающей среды V_p , а текущий радиус составляет $x = R - V_p \cdot t$. Тогда уменьшение суммы модулей импульсов частиц среды, действующих на шар:

$$\begin{aligned} \Delta Q' &= \int_0^T m_p V_p \frac{n}{6} V_p \cdot 4\pi (R - V_p \cdot t)^2 dt = \\ &= \frac{2\pi}{9} \rho_{[p]} V_p (R^3 - r^3), \end{aligned} \quad (12.6)$$

где $\rho_{[p]}$ — плотность окружающей среды.

Рассмотрим выражение $\Delta Q/\Delta Q'$, характеризующее отношение прироста суммы модулей импульсов (вследствие сжатия шара) к уменьшению суммы модулей импульсов у частиц окружающей среды, теряющих импульс при воздействии на поверхность шара:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta Q'} = \frac{\frac{\pi^2}{4} v_r \rho_r r^3 \left(1 - \frac{r}{R}\right)}{\frac{2\pi}{9} \rho_{[p]} V_p (R^3 - r^3)}. \quad (12.7)$$

Принимая, что $\rho_r r^3 \approx \rho_{[p]} R^3$, имеем:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta Q'} = \frac{9\pi}{8} \frac{R}{r} \frac{v_R}{V_p} \frac{1 - r/R}{1 - r^3/R^3}. \quad (12.8)$$

Обязательным условием продолжения сжатия вращающегося шара является превосходство силы, действующей со стороны окружающей среды, над центробежной силой вращающегося шара.

Суммарная сила давления окружающей среды на поверхность шара с радиусом r :

$$F' = 4\pi r^2 \cdot m_p V_p \cdot \frac{n}{6} \cdot V_p = \frac{2\pi}{3} V_p^2 \rho_{[p]} \cdot r^2. \quad (12.9)$$

Суммарная центробежная сила вращающегося шара с радиусом r :

$$\begin{aligned} F &= \int_0^r 2\pi x \cdot 2\sqrt{r^2 - x^2} \cdot \rho_R \frac{R^3}{r^3} \cdot \frac{(v_R \cdot R/r \cdot x/r)^2}{x} dx = \\ &= \frac{3\pi}{16} \frac{M \cdot v_R^2 R^2}{r^3}, \end{aligned} \quad (12.10)$$

где M — масса шара.

Из условия $F' > F$ получаем ограничение для степени сжатия шара:

$$\frac{r}{R} > \sqrt[5]{\frac{3\pi}{8} \cdot \frac{\rho_R v_R^2}{\rho_{[p]} V_p^2}}. \quad (12.11)$$

Если принять, что плотность шара в начальный момент сжатия примерно равна плотности окружающей среды, т.е. $\rho_R \approx \rho_{[p]}$, то выражение (12.11) можно упростить:

$$\frac{r}{R} > \sqrt[5]{\frac{3\pi}{8} \cdot \frac{v_R^2}{V_p^2}}. \quad (12.12)$$

При достижении указанной степени сжатия шара происходит его разрушение — взрыв. Множество таких взрывов (параллельных или нарастающих по масштабу последовательных), происходящих в продолжение ограниченного интервала времени в малой области конденсирующейся материи, соответствует Большому Взрыву.

На рис. 12.1 показана зависимость $\frac{\Delta Q}{\Delta Q'}$ от $\frac{r}{R}$ и $\frac{v_R}{V_p}$, полученная в результате подстановки (12.12) в (12.8). Величина $\frac{\Delta Q}{\Delta Q'}$ не может превышать значения на графике. Как можно видеть, на графике имеется область, где $\frac{\Delta Q}{\Delta Q'} > 1$, т.е. происходит рождение движения.

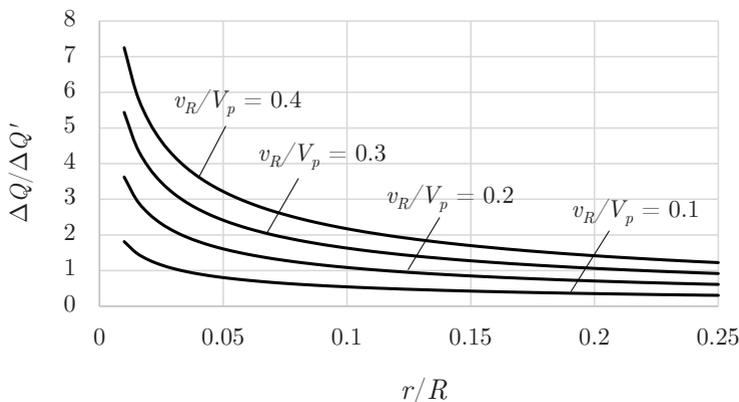


Рис. 12.1. Зависимость $\frac{\Delta Q}{\Delta Q'}$ от $\frac{r}{R}$ и $\frac{v_R}{V_p}$

12.3 Увеличение суммарной энергии сжимающегося вихря

Продолжим рассмотрение сжимающегося вихря. Теперь оценим увеличение его суммарной энергии вращательного движения.

Энергия вращательного движения однородного шара с радиусом r :

$$W = \int_0^r 2\pi x \cdot 2\sqrt{r^2 - x^2} \cdot \rho_r \cdot \frac{v^2 x^2}{2 r^2} \cdot dx = \frac{4}{15} \pi \rho r^3 v^2. \quad (12.13)$$

Увеличение энергии вращательного движения вследствие сжатия (учитывая, что $\rho_r r^3 = \rho_R R^3$ и $v_r/v_R = R/r$ (12.3)):

$$\Delta W = \frac{4\pi}{15} \rho_R R^3 v_R^2 \left(\frac{R^2}{r^2} - 1 \right). \quad (12.14)$$

Потери энергии среды, оказывающей давление на сжимающийся шар, определятся аналогично (12.6) (с домножением на $V_p/2$):

$$\Delta W' = \frac{\pi}{9} \rho_{[p]} V_p^2 (R^3 - r^3). \quad (12.15)$$

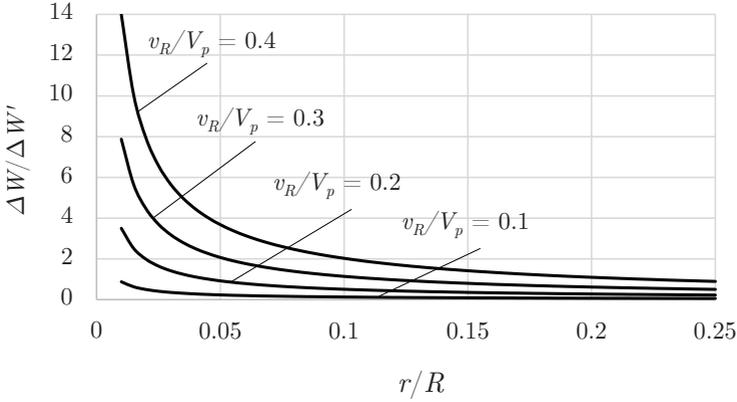


Рис. 12.2. Зависимость $\frac{\Delta W}{\Delta W'}$ от $\frac{r}{R}$ и $\frac{v_R}{V_p}$

Определим отношение $\Delta W/\Delta W'$ (принимаяем $T \approx (R - r)/V_p$ и $\rho_R \approx \rho_{[p]}$):

$$\frac{\Delta W}{\Delta W'} = \frac{12 R^2 v_R^2}{5 r^2 V_p^2} \frac{1 - r^2/R^2}{1 - r^3/R^3}. \quad (12.16)$$

На рис. 12.2 показана зависимость $\frac{\Delta W}{\Delta W'}$ от $\frac{r}{R}$ и $\frac{v_R}{V_p}$, полученная в результате подстановки (12.12) в (12.16). Величина $\frac{\Delta W}{\Delta W'}$ не может превышать значения на графике. Как можно видеть, на графике имеется область, где $\frac{\Delta W}{\Delta W'} > 1$, т.е. происходит увеличение энергии.

12.4 Выводы по главе 12

1. Существование закона движения-положения материи требует наличия механизма рождения движения. Вероятным является сценарий существования Вселенной в виде последовательности расширения и последующего сжатия, сопровождающихся потерей движения, а затем взрывного расширения (в Большом взрыве), при котором рождается движение.

2. Простой моделью рождения движения является сжатие вихревой области материальной среды (из структур различного уровня сложности), при котором происходит ускорение вращения этой области.

3. Расчеты показывают, что при определенных, практически выполнимых условиях, возможно увеличение суммы модулей импульсов и суммарной энергии материи сжимающегося вихря. Указанные условия реализуются при максимальном сжатии Вселенной перед Большим взрывом.

13 Масштабирование Вселенной

13.1 Оценка средней скорости частиц гравитонной среды

Для исследования процессов во Вселенной первостепенное значение имеет оценка средней скорости частиц гравитонной среды. Для этого рассмотрим эффект уменьшения энергии двойной системы (с компонентами с массами M_1 и M_2) вследствие сопротивления материальной (гравитонной) среды).

Сила сопротивления гравитонной среды движению 1-го компонента (4.6):

$$\overline{F_{r1}} = \frac{2}{3} (1 + K) \rho_{[g]} V_{[g]} A_1 \overline{v_1}, \quad (13.1)$$

где $A_1 = M_1 \pi R_0^2 / m_0$.

Согласно (Д 5.7):

$$\overline{v_1} = \frac{M_2}{M_2 + M_1} \sqrt{\frac{GM_2}{a_1}} \frac{2\pi a_1}{L_1}, \quad (13.2)$$

где L_1 , a_1 — периметр и большая полуось абсолютной орбиты 1-го компонента.

Работа силы сопротивления гравитонной среды по торможению 1-го компонента:

$$\begin{aligned} W_1 &= \overline{F_{r1}} L_1 = \\ &= \frac{4\pi a}{3} (1 + K) \rho_{[g]} V_{[g]} \frac{\pi R_0^2}{m_0} \frac{M_1 M_2^2}{(M_1 + M_2)^2} \sqrt{\frac{G(M_1 + M_2)}{a}}. \end{aligned} \quad (13.3)$$

Работа сил сопротивления гравитонной среды по торможению обоих компонентов ($K \rightarrow 0$):

$$\begin{aligned} W &= W_1 + W_2 = \overline{F_{r1}}L_1 + \overline{F_{r2}}L_2 = \\ &= \frac{4\pi a}{3} \rho_m \overline{V_{[g]}} \frac{\pi R_0^2}{m_0} \frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2} \sqrt{\frac{G(M_1 + M_2)}{a}}. \end{aligned} \quad (13.4)$$

Уменьшение энергии двойной системы может быть выражено через скорость изменения ее периода \dot{P}_b (Д 4.7):

$$\Delta E = -\frac{GM_1 M_2}{3a} \dot{P}_b. \quad (13.5)$$

Работа силы сопротивления гравитонной среды не может быть больше уменьшения энергии двойной системы:

$$\frac{4\pi a}{3} \rho_{[g]} \overline{V_{[g]}} \frac{\pi R_0^2}{m_0} \frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2} \sqrt{\frac{G(M_1 + M_2)}{a}} \leq -\frac{GM_1 M_2}{3a} \dot{P}_b. \quad (13.6)$$

Заменим гравитационную постоянную G (из закона всемирного тяготения Ньютона) на гравитационную постоянную гравитации 2-го типа $G' = \frac{\pi R_0^4}{6m_0^2} \rho_m \overline{V_{[g]}^2} \gg G$:

$$-\frac{4\pi a^2}{\dot{P}_b} \frac{\rho_{[g]} \overline{V_{[g]}}}{M_1 + M_2} \frac{\pi R_0^2}{m_0} \sqrt{\frac{G(M_1 + M_2)}{a}} \leq G \ll \frac{\pi R_0^4}{6m_0^2} \rho_{[g]} \overline{V_{[g]}^2}. \quad (13.7)$$

Поскольку $a = \sqrt[3]{\frac{1}{4\pi^2} G P_b^2 (M_1 + M_2)}$, $\overline{V_{[g]}}^{-2} = \frac{8}{3\pi} \overline{V_{[g]}^2}$, то после преобразований получаем:

$$\overline{V_{[g]}} \gg -128/3 \cdot G \cdot R_0 \rho_0 \cdot P_b / \dot{P}_b. \quad (13.8)$$

Оценим величину $R_0 \rho_0$. В соответствии с (4.16):

$$A = S_b \left[1 - \exp \left(-\frac{\rho_b R_b}{\rho_0 R_0} \right) \right]. \quad (13.9)$$

Поскольку

$$\lim_{A/S_b \rightarrow 0} \ln(1 - A/S_b) = -A/S_b, \quad (13.10)$$

получаем:

$$R_0 \rho_0 \approx \frac{R \rho S_b}{A}, \quad (13.11)$$

где A — площадь материи космического тела «на просвет» гравитацией; $S_b \gg A$, ρ , R — площадь сечения, плотность и радиус космического тела.

Исследования показали отсутствие гравитационной тени Луны с точностью 4.0×10^{-13} [113]. Тогда, принимая во внимание, что радиус Луны $R = 1.72 \times 10^6$ м, плотность $\rho = 3445$ кг/м³, а также $A/S_b < 4.0 \times 10^{-13}$, получим:

$$R_0 \rho_0 > 1.5 \times 10^{22} \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2}. \quad (13.12)$$

Условные непрозрачные частицы, через которые определяется сила гравитации 2-го типа, имеют существенно большую величину показателя $R_0 \rho_0$, чем непрозрачные частицы обычных тел (именно поэтому гравитация 2-го типа намного сильнее). В результате справедливо будет записать:

$$R_0 \rho_0 \gg 1.5 \times 10^{22} \frac{\text{КГ}}{\text{М}^2}. \quad (13.13)$$

Для двойной системы, которую образует пульсар PSR B1534+12, нам известно, что $P_b = 36352$ с; $\dot{P}_b = -0.137 \times 10^{-12}$. Тогда:

$$\overline{V}_{[g]} \gg 1.13 \times 10^{31} \frac{\text{М}}{\text{С}}. \quad (13.14)$$

Действительное значение скорости частиц гравитонной среды пока определить невозможно. Можно предположить, что она существенно больше 10^{40} м/с.

13.2 Мета вселенная и вселенные

Очевидно, что ничего меньшего, чем пустота, не может быть, т.е., иначе говоря, пустота не может иметь конца. Кроме того, нет оснований полагать, что наша часть мироздания является исключительной по своим свойствам. Следовательно, поскольку материя имеется в нашей части мироздания, то она имеется повсеместно, ее количество бесконечно и она относительно равномерно распределена в Мета вселенной (так мы назовем общность более высокого уровня по сравнению со Вселенной).

Мета вселенная представляет собой бесконечную пустоту, заполненную гравитонами, причем расстояния между гравитонами в среднем намного больше, чем собственные размеры гравитонов.

Распределение движущейся материи в пространстве не может быть равномерным. Даже если в какой-то момент времени Мета вселенная в некоторой области является абсолютно однородной и равномерно заполненной гравитонами, то через сколь угодно малый интервал времени произойдет нарушение этой однородности и образуются локальные флуктуации свойств Мета вселенной.

Некоторые из этих флуктуаций могут послужить началом устойчивых тенденций, нарушающих однородность Мета вселенной. В частности, может происходить образование устойчивых областей неоднородности. Такие устойчивые области неоднородности могут быть сформированы наиболее простыми частицами (гравитонами и гломеронами). Можно предположить, что на определенном этапе эволюции некоторой области Мета вселенной основную часть материальной среды составляла гравитонная среда, образованная именно такими простыми частицами.

Итак, пусть имелась квазиоднородная гравитонная среда, в которой сформировалась флуктуация давления. Минимальный радиус зоны флуктуации, при котором она становится устойчивой, может быть определен аналогично (5.21) и (5.23). В случае флуктуации давления за счет плотности гравитонной среды минималь-

ный радиус устойчивой зоны флуктуации:

$$R_{\min} = \frac{8\lambda}{1 - \overline{K^2}}. \quad (13.15)$$

Поскольку до образования сложных материальных структур частицы абсолютно неупругие, то $\overline{K^2} = \frac{1}{3}$.

Тогда:

$$R_{\min} = 12\lambda. \quad (13.16)$$

Флуктуация гравитонной среды может сформировать огромную по величине зону со свойствами, существенно отличающимися от средних свойств гравитонной среды в Мета вселенной. Подобные масштабные неоднородности (зоны анизотропии свойств), эволюция которых определяется в основном внутренними процессами, мы назовем вселенными.

Существование материи в движении означает, что материя не может быть распределена в пространстве равномерно. С другой стороны, невозможна также глобальная неоднородность гравитонной среды; невозможно, чтобы вся Мета вселенная ограничивалась только нашей Вселенной, двумя или даже счетным числом вселенных; невозможно, чтобы в одной области Мета вселенной материя была, а в других ее не было. Подобно тому, как, по признанию астрофизиков, изотропна Мета галактика (часть космоса, доступная нашему наблюдению), так же существует уровень, на котором изотропна Мета вселенная. Можно предположить, что это уровень, соответствующий масштабу расстояний, много больших среднего расстояния между вселенными, которое, в свою очередь, много больше собственных размеров вселенных.

При любом взаимодействии материи (столкновении гравитонов) имеет место потеря энергии. Поскольку Мета вселенная существует вечно, то тот факт, что в ней не наступила «тепловая смерть» вследствие полной потери энергии (движения), свидетельствует о том, что в Мета вселенной существует какой-то механизм

рождения энергии (движения). Поскольку при расширении Вселенной энергия (движение) теряется, а также энергия (движение) должна теряться при ее последующем сжатии, то логично предположить, что энергия (движение) рождается в Большом взрыве. Аналогично, рождение энергии (движение) происходит в больших взрывах других вселенных. Вселенные постоянно находятся в состоянии расширения или сжатия, между которыми происходят большие взрывы. Все время, за исключением больших взрывов, имеет место потеря энергии (движения) при взаимодействиях частиц гравитонной среды друг с другом и со сложными материальными структурами, образующимися по мере эволюции вселенных. В больших взрывах энергия рождается, а также происходит увеличение движения — суммы модулей импульсов материальных частиц, составляющих вселенные. Вселенные как бы генерируют в больших взрывах энергию (движение), поддерживая не только свою устойчивость (обеспечиваемую на основе сил гравитации, зависящих от давления гравитонной среды, а значит, скоростей ее частиц), но и средний уровень скоростей частиц всей гравитонной среды, в частности, и тех, которые находятся между вселенными. Это становится возможным благодаря обменным процессам между вселенными и окружающей их квазиоднородной гравитонной средой.

Рассмотрим структуру Мета вселенной. Основную часть пространства Мета вселенной заполняет квазиоднородная материальная (гравитонная) среда (рис. 13.1), не имеющая значительных локальных неоднородностей. Местами встречаются случайным образом расположенные крупномасштабные зоны анизотропии свойств материальной среды — вселенные, где плотность среды и скорость ее частиц существенно превосходят средние для среды. Центральные области вселенных имеют еще более высокую плотность среды, образуя ядра вселенных.

Рассмотрим вопрос об устойчивости вселенной. После большого взрыва происходит расширение вселенной. Это расширение тормозится силой гравитационного взаимодействия материи вселенной и силой сопротивления материальной среды (главным образом

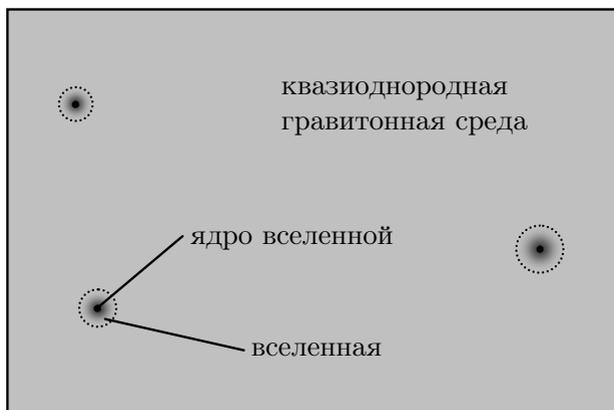


Рис. 13.1. Структура Мета вселенной

гравитонной среды, поскольку буллоновая среда принимает участие в расширении). Природа сил сопротивления делает остановку расширения неизбежной даже без учета сил гравитации.

Остановка расширения, однако, не означает, что за ней обязательно последует новое сжатие. Вопрос возможного распада вселенной требует специального рассмотрения. Если на этапе максимального расширения вселенной в ней сохранятся сложные материальные структуры, то сжатие неизбежно. Это обусловлено высокой интенсивностью гравитационного взаимодействия крупных (и сложных) материальных структур по сравнению с гравитонами и их малыми механическими скоплениями, образующими гравитонную среду, заполняющую Мета вселенную.

Рассмотрим случай, когда на заключительном этапе расширения вселенной ее частицы не отличаются от частиц гравитонной среды Мета вселенной. В этом случае вселенная представляет собой область флуктуации плотности гравитонной среды и скорости ее частиц. Рассмотрим критический с точки зрения распада вселенной случай, когда флуктуация плотности среды $\Delta\rho_m \ll \rho_m$, а флуктуация скорости частиц $\Delta V_{[g]} \ll V_{[g]}$.

В соответствии с (5.15; 5.19; 5.20):

$$F_{1\Sigma} = \frac{\Gamma A_{[g]}^2 M^2}{R^3} \frac{3\lambda}{m_{[g]}^2} \frac{1}{2}; \quad \lambda = \frac{m_{[g]}}{4\sqrt{2}A_{[g]}\rho_m}; \quad (13.17)$$

$$P = \frac{(1+K)}{6} \rho_m V_{[g]}^2; \quad \Gamma = (1+K)(1-K^2) \frac{\rho_m V_{[g]}^2}{6\pi}.$$

Откуда:

$$F_{1\Sigma} = \frac{(1+K)(1-K^2)}{9\sqrt{2}} \frac{\pi R^3 A_{[g]}}{m_{[g]}} \rho_m^2 V_{[g]}^2. \quad (13.18)$$

Дополнительная сила гравитационного притяжения во вселенной:

$$\Delta F_{1\Sigma} \approx \frac{2(1+K)(1-K^2)}{9\sqrt{2}} \frac{\pi R^3 A_{[g]}}{m_{[g]}} \rho_m V_{[g]} (\Delta \rho_m V_{[g]} + \rho_m \Delta V_{[g]}). \quad (13.19)$$

Дополнительная сила внутреннего давления во вселенной, в соответствии с (5.17):

$$\Delta F_{2\Sigma} = \frac{4}{3} \pi R^2 \Delta P \approx \frac{4}{3} \pi R^2 \frac{(1+K)}{6} \left(2\rho_m V_{[g]} \Delta V_{[g]} + \Delta \rho_m V_{[g]}^2 \right), \quad (13.20)$$

где $\Delta P = P' - P$ — флуктуация давления гравитонной среды во вселенной (по сравнению с гравитонной средой Метавселенной).

После преобразований получим:

$$R = \frac{8\lambda}{1-K^2} \left(1 + \frac{\rho_m \Delta V_{[g]}}{\rho_m \Delta V_{[g]} + \Delta \rho_m V_{[g]}} \right). \quad (13.21)$$

Если в момент остановки расширения радиус вселенной $R > R_{\min} = \frac{8\lambda}{1-K^2}$, то вселенная будет сжиматься. Удовлетворение этого условия зависит от знака изменения скорости частиц гравитонной среды: если скорости частиц увеличились, то $R > R_{\min}$,

если уменьшились — результат зависит от значения этого уменьшения по сравнению с увеличением плотности (изменение плотности всегда положительное). В реальности ситуация с отрицательным изменением скорости частиц у флуктуации, которая до этого расширялась, непредставима.

На основании изложенных выше соображений можно заключить, что, *однажды образовавшись, вселенные неограниченно долго сохраняют свою устойчивость (целостность), т.е. все вселенные являются замкнутыми.*

Следует отметить, что приведенный выше вывод справедлив только для вселенной, не подвергающейся внешнему воздействию. Распад вселенных возможен, в частности, в результате тесного сближения двух вселенных. Однако, принимая во внимание, что расстояния между вселенными много больше их собственных размеров, а также малую величину скоростей их поступательного движения (обусловленного, как и вращение вселенных вокруг собственной оси несимметричностью большого взрыва), распад вселенных чрезвычайно маловероятен.

Может сложиться впечатление, что, поскольку вселенные разрушаются крайне редко, то их количество должно постоянно расти, пока они не заполнят все пространство, касаясь друг друга, объединяясь и т.д. Однако это не так. Средняя длина свободного пробега частиц гравитонной среды определяется ее плотностью. По мере образования вселенных плотность среды между ними постепенно уменьшается, т.к. уже образовавшиеся вселенные играют роль центров, на которых «конденсируется» гравитонная среда. Вследствие падения плотности среды вероятность образования новых вселенных резко падает, сравниваясь с вероятностью распада уже сформировавшихся вселенных.

Определенный интерес представляет вопрос о массе вселенной. После формирования вселенной (в области флуктуации плотности гравитонной среды Мета вселенной) из окружающих областей происходит приток материи («конденсация» гравитонной среды), вследствие чего вселенная увеличивает свою массу. Во время больших взрывов вселенная, напротив, отдает часть своей массы в

окружающую гравитонную среду. Таким образом, во-первых, обеспечивается сохранение некоторого среднего значения массы вселенной (которое, вероятно, все же больше, чем первоначальное, соответствующее сжимающейся области флуктуации плотности гравитонной среды), во-вторых, осуществляются обменные процессы между вселенными и окружающей гравитонной средой Метавселенной, в которой поддерживается некоторый средний уровень плотности энергии.

13.3 Уточнение модели Вселенной

Существенные изменения во Вселенной происходят в масштабе времени, соизмеримом с периодом столкновения частиц гравитонной среды. Это связано с тем, что столкновения частиц гравитонной среды приводят к уменьшению ее давления, а значит, и к уменьшению гравитационной постоянной. Гравитация лежит в основе большинства взаимодействий, поэтому изменение гравитационной постоянной влечет за собой изменение материальных структур и характера их взаимодействия.

Если рассматривать изменение гравитационной постоянной в пределах малого интервала времени, то допустимо принять период столкновений частиц гравитонной среды $T = \text{const}$; постоянной можно считать также плотность гравитонной среды. В этом случае имеет место экспоненциальная зависимость гравитационной постоянной от времени:

$$G(t) = G(t - \Delta t) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\Delta t/T} = G(t - \Delta t) \cdot e^{-\ln 2 \cdot \Delta t/T}, \quad (13.22)$$

где $G(t)$ — значение гравитационной постоянной в момент времени t ; $G(t - \Delta t)$ — значение гравитационной постоянной в момент времени $(t - \Delta t)$, где Δt — малый по сравнению с T интервал времени; $1/2$ — постоянная, отражающая уменьшение давления гравитонной среды после столкновения за время T половины частиц гравитонной среды со сложными материальными структурами (предполагается, что частицы между собой сталкиваются редко, а при столкновениях с телами полностью теряют свою энергию).

Выражение (13.22) может быть записано как линейная функция времени:

$$G(t) = G(t - \Delta t) (1 - \ln 2 \cdot \Delta t / T). \quad (13.23)$$

Уменьшение гравитационной постоянной должно вызывать определенные астрофизические и геофизические последствия, в частности, некоторое расширение Земли и планет. Известная оценка возможных эффектов такого рода показывает, что уменьшение гравитационной постоянной составляет порядка 10^{-12} в год (с достоверностью 95% — $\dot{G}/G = [0.6 \pm 4.2] \times 10^{-12}$ 1/год [161]). Тогда:

$$T > 1.65 \cdot 10^{11} \text{ лет.} \quad (13.24)$$

Оценим радиус Вселенной. Пусть средняя скорость частиц гравитонной среды $\overline{V}_{[g]} \gg 1.13 \cdot 10^{31}$ м/с, средний период столкновений частиц гравитонной среды $T > 1.65 \cdot 10^{11}$ лет. Радиус Вселенной, рассматриваемой как область флуктуации плотности гравитонной среды Мета Вселенной, $R_u > 12 \lambda$.

При этом необходимо иметь в виду, что Вселенная сейчас находится в сжатом состоянии по сравнению с моментом образования области флуктуации, а при сжатии λ убывает быстрее, чем R_u (при условии однородности плотности Вселенной $\lambda \propto R_u^3$), поэтому в настоящий момент времени $R_u \gg 12\lambda$. Итак,

$$R_u \gg 12 \overline{V}_{[g]} T = 5.9 \times 10^{49} \text{ м.} \quad (13.25)$$

Под радиусом вселенной мы понимаем не радиус области, заполненной сложными материальными структурами (элементарными частицами, атомами, космической пылью и космическими телами), а радиус области повышенной плотности гравитонной среды Мета Вселенной, который несоизмеримо больше первого. Упрощенно модель вселенной была дана на рис. 13.1. Сложные гравитонные структуры присутствуют только в центральной, наиболее плотной области вселенной. В пределах этой области происходит

Большой взрыв, разбегание галактик; даже в положении максимального расширения вселенной сложные структуры не выходят за пределы этой области.

Логичной представляется версия, в соответствии с которой наблюдаемое нами разбегание галактик является расширением не Вселенной, но ее малой области — Аггломерации, вследствие не Большого взрыва, а местного взрыва. Подобно тому, как Галактика (Млечный путь) есть некоторая флуктуация в Метагалактике, Солнце — флуктуация в Галактике и т.д., так и наша Аггломерация представляет собой зону флуктуации свойств в большей зоне — во Вселенной.

Баланс потери и рождения энергии обеспечивается на уровне Вселенной, которая пульсирует с несравнимо большим периодом, чем Аггломерация.

Описанная выше модель представляется весьма вероятной, если считать полученную нами невообразимо высокую оценку радиуса Вселенной достоверной. Действительно, если радиус доступной для исследования области космоса составляет не более 10^{25} м, а предполагаемый радиус Вселенной много больше 10^{50} м, то логично предположить существование промежуточного уровня организации материи.

Более того, образование внутри Вселенной локальных флуктуаций свойств неизбежно, поскольку средняя длина свободного пробега частиц внутри Вселенной существенно меньше, чем в пространстве между вселенными, а значит, и масштаб флуктуаций будет существенно меньше.

По мнению автора, масштаб флуктуаций системы (в данном случае минимальное количество материи материальной среды, необходимое для образования устойчивой флуктуации) убывает быстрее, чем масштаб системы (области, заполненной этой средой со свойствами, определяющими указанный масштаб флуктуаций). Аналогичная тенденция наблюдается в иерархии космических объектов.

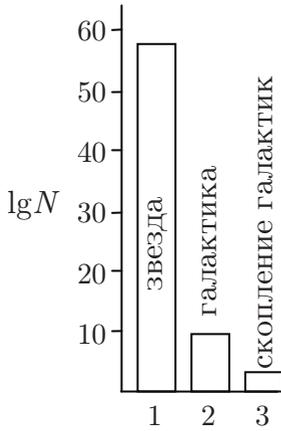


Рис. 13.2. Число компонентов в скоплении i -го уровня

На рис. 13.2 показана зависимость числа N компонентов скопления от уровня космического объекта в иерархии (1-й уровень — звезда (компонентами являются молекулы и атомы), 2-ой уровень — галактика (компонентами являются звезды), 3-й уровень — скопление галактик). Таким образом, в пределах Вселенной может образоваться множество аггломераций. Модель вселенной можно представить в следующем виде: после Большого взрыва во Вселенной образуются независимые плотные образования — аггломерации, которые приобретают собственные пульсации. Взрывы аггломераций в зависимости от величины аггломераций могут быть дис-

сипативными (на базе диссипативного поля отталкивания) или подобными Большому взрыву, если аггломерация очень велика. Впрочем, последний вариант кажется маловероятным.

Возможно, что число уровней иерархии Мета Вселенной выше аггломерации даже не два (Вселенная и Мета Вселенная), а более. Впрочем, сам принцип устройства мироздания от этого не меняется.

13.4 Выводы по главе 13

1. Наблюдаемое постоянство орбитальных периодов компонентов двойных нейтронных звезд, а также отсутствие гравитационной тени при взаимодействиях известных космических объектов позволяют оценить нижнюю границу скорости частиц гравитонной среды, составляющую не менее 10^{31} м/с.

2. Материальная система наибольшего масштаба — Мета Вселенная, образована из вселенных, между которыми имеется раз-

реженная гравитонная среда. Одной из этих вселенных является наша Вселенная. Каждая из вселенных, вероятно, является энергетически независимой, т.е. для нее соблюдается закон движения-положения материи.

3. Внутри вселенных образуются области более высокой плотности, которые реализуют цикл расширения-сжатия, причем расширение инициируется взрывом, вероятно диссипативном, происходящем при сильном сжатии материальных структур, вызывающем из них бурную диссипацию компонентов и взрывное расширение. Рождения движения при этом не происходит.

14 Вселенная и аггломерации

14.1 Аггломерация

В соответствии с современными представлениями обозримая часть космоса в настоящее время расширяется. Это расширение представляет собой разбегание галактик, описываемом законом Хаббла. Напомним, каким образом этот закон был получен.

В 1929 году американский астроном Э. Хаббл сообщил о совершенном открытии. Открытие заключалось в том, что линии спектров всех галактик (за исключением ближайших) смещены в красную сторону, причем, чем меньше видимая звездная величина, тем в среднем больше смещение. Последнее обстоятельство свидетельствует о том, что красное смещение больше для более удаленных галактик. Дальнейшие исследования Хаббла позволили сформулировать следующую зависимость:

$$c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = H r, \quad (14.1)$$

где c — скорость света в вакууме; H — постоянная Хаббла; r — расстояние до галактики; λ — длина электромагнитных волн (цвет галактики).

Данная зависимость может быть записана и иначе. Подставляя значение r из (14.1) в известное равенство

$$m = M + 5 \lg r - 5, \quad (14.2)$$

получим:

$$m = M + 5 \lg \left(c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \right) - 5 - 5 \lg H, \quad (14.3)$$

где m , M — видимая и абсолютная звездные величины галактики.

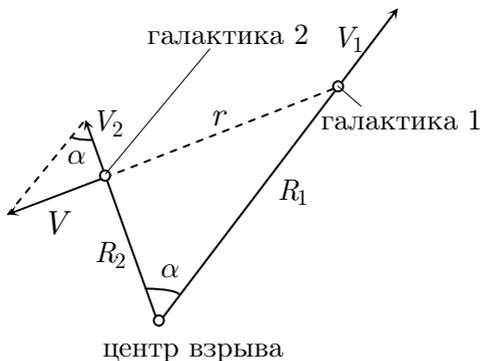


Рис. 14.1. Скорость разбегания галактик

Исходя из того, что в настоящее время галактики разбегаются в направлении от некоторого центра взрыва, то, чем дальше от центра взрыва находится галактика, тем прямо пропорционально больше ее абсолютная скорость (дальше успела отлететь благодаря большей скорости). Тогда (см. рис. 14.1):

$$V_2 = V_1 \frac{R_2}{R_1}. \quad (14.4)$$

Данное равенство справедливо, если за время, прошедшее после этого взрыва, $V_1 = \text{const}$, $V_2 = \text{const}$, т.е. расширение еще не успело затормозиться под действием силы гравитации.

Относительная скорость V определится следующим образом:

$$V = r \frac{V_1}{R_1} = \frac{r}{T}, \quad (14.5)$$

где T — интервал времени после взрыва.

Сравним выражения (14.5) и (14.1):

$$r = T V = \frac{c}{H} \frac{\Delta \lambda}{\lambda}. \quad (14.6)$$

Полученное равенство может быть истолковано на основе эффекта Доплера, в соответствии с которым (для $\Delta \lambda \ll \lambda$):

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{V}{c}, \quad (14.7)$$

т.е. относительное увеличение длины волны равно отношению скорости удаления (источника от приемника) к скорости распространения волны. Тогда можно сформулировать закон Хаббла:

$$V = Hr, \quad (14.8)$$

т.е. скорость удаления (от нас) галактики прямо пропорциональна расстоянию до нее.

Как следует из сопоставления выражений (14.5) и (14.8):

$$H = \frac{1}{T}. \quad (14.9)$$

В соответствии с результатами независимых оценок скорости разбегания галактик, $H \approx 70$ км/(с · Мпк); $T \approx 15 \cdot 10^9$ лет [162].

Итак, в настоящее время имеет место разбегание галактик в направлении от некоторого центра (взрыва). В соответствии с общепринятой космологической моделью вопрос об остановке разбегания галактик решается в зависимости от средней плотности материи в Метагалактике. Если плотность мала, то разбегание галактик будет постепенно замедляться, но никогда не остановится. Если плотность достаточно велика, то силы гравитации рано или поздно остановят разбегание галактик и начнется их сближение. Таким образом, существует некоторая критическая плотность, делающая разбегание галактик обратимым.

Логичной представляется версия, в соответствии с которой наблюдаемое нами разбегание галактик является расширением не Вселенной, но ее малой области — Аггломерации, вследствие не Большого взрыва, а местного взрыва. Подобно тому, как Галактика (Млечный путь) есть некоторая флуктуация в Метагалактике, Солнце — флуктуация в Галактике и т.д., так и наша Аггломерация представляет собой зону флуктуации свойств в большей зоне — во Вселенной. При этом баланс потери и рождения движения обеспечивается на уровне Вселенной, которая пульсирует с несравнимо бóльшим периодом, чем Аггломерация.

Указанная критическая плотность, делающая разбегание галактик обратимым, может быть определена следующим образом. Скорость ухода (2-я космическая) для материи Аггломерации:

$$V = \sqrt{\frac{2GM}{R}}, \quad (14.10)$$

где G — гравитационная постоянная для нашей Аггломерации, имеющей массу M .

Учитывая, что масса Аггломерации M , скорость V расширения соответственно равны

$$M = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho_{cr}; \quad V = HR, \quad (14.11; 14.12)$$

получаем

$$\rho_{cr} = \frac{3H^2}{8\pi G}. \quad (14.13)$$

Также как в случае с расширением Вселенной, при расширении Аггломерации действует сила сопротивления материальной среды. Как известно, сила гравитации убывает обратно пропорционально квадрату расстояния между взаимодействующими объектами, а скорость расширения под действием сил сопротивления убывает экспоненциально. Поскольку убывание экспоненциальной функции при неограниченном значении аргумента обеспечивает сколь угодно малые значения, то, как бы малы не были силы гравитации, их достаточно для того, чтобы обеспечить новое сжатие.

Итак, распад Аггломерации вследствие взрыва практически невозможен. Единственным случаем, когда Аггломерация может распасться, по мнению автора, является сверхмощный взрыв Аггломерации, в результате которого она расширяется настолько, что на динамику ее разбегающихся компонентов оказывает влияние соседняя (или соседние) аггломерация. Впрочем, учитывая огромные расстояния между аггломерациями по сравнению с их собственными размерами, такой вариант крайне маловероятен.

Выше мы высказали предположение о диссипативном характере взрывов аггломераций. Это предположение может быть аргументировано. В соответствии с гравитонной физикой, в основе рождения энергии лежит эффект рычага. Для реализации эффекта рычага материя должна находиться в простейшем состоянии: в виде гравитонной среды и механических скоплений гравитонов.

В соответствии с экспериментальными данными, полученными в физике элементарных частиц, продолжительность устойчивого существования протона превосходит 2×10^{29} лет [163]. Продолжительность устойчивого существования электрона не может быть пока оценена, но она не меньше, чем у протона.

Для того чтобы произошел взрыв, сопровождающийся рождением энергии, период пульсации Вселенной должен быть больше времени «жизни» элементарных частиц, благодаря чему возможной становится реализация эффекта рычага. Казалось бы, в процессе сжатия больших масс под действием сил гравитации возможно разрушение (смятие) элементарных частиц и переводение их в механические скопления гравитонов, однако такого рода смятие невозможно без формирования диссипативных эффектов чрезвычайно большой интенсивности. Возникновение при сильном сжатии элементарных частиц наведенной диссипации из буллонов, гранулонов и пр. компонентов элементарных частиц неизбежно приводит к диссипативному взрыву. Только в том случае, когда частицы уже самопроизвольно распались, а значит, диссипативные эффекты слабы, возможно такое сжатие, которое приведет к формированию сверхмассивных механических скоплений гравитонов и рождению в результате действия эффекта рычага во взрыве энергии. Последний случай относится не к Аггломерации, а ко Вселенной. Вселенная пульсирует с несоизмеримо большим периодом и поэтому условие распада элементарных частиц в ней обеспечивается.

Таким образом, взрывы Аггломерации не обеспечивают рождения энергии — это диссипативные взрывы.

Следует отметить, что диссипативные взрывы аггломераций, входящих в состав Вселенной, играют свою важную роль в эволю-

ции Вселенной. Благодаря диссипативным взрывам, в частности, происходит «старение», разрушение буллонов и гранулонов, истощаются их внутренние диссипативные резервы; буллоны и гранулоны теряют свои компоненты, что в конечном итоге приводит к постепенной утрате ими устойчивости.

Поговорим теперь о том, что представляет собой диссипативный взрыв Аггломерации. Сжатие сложных материальных структур (в виде элементарных частиц), образующих Аггломерацию, на заключительной стадии приводит к сосредоточению огромных масс в пределах весьма малого объема. Дальнейшее сжатие материи приводит к тому, что гранулоны и буллоны, составляющие элементарные частицы, начинают сближаться, что на определенном этапе приводит к формированию бурной наведенной диссипации вначале из гранулонов, а затем и из буллонов (из гранулонов диссипируют буллоны, а из буллонов — гломероны). Бурная наведенная диссипация — процесс неуправляемый, имеющий взрывной характер. Таким образом, сильное сжатие материи, более сложной, чем буллоны, неизбежно приводит к диссипативному взрыву. Следствием диссипативного взрыва Аггломерации является ее расширение.

Итак, пока материя, образующая Аггломерацию, не перейдет в простейшее состояние, до тех пор Аггломерация будет пульсировать. При этом расширение обусловлено диссипативным взрывом, а сжатие — силой гравитационного взаимодействия материи Аггломерации. Кроме того, определенную роль в замедлении расширения играет сопротивление материальной среды Вселенной (гравитонной среды).

14.2 Большой и диссипативный взрывы

В предыдущем параграфе мы высказали предположение, в соответствии с которым наблюдаемое разбегание галактик есть результат местного взрыва, имеющего диссипативный характер. Неизбежным следствием этой модели является существование более крупной по сравнению с Аггломерацией (в которую входят

разбегающиеся галактики) совокупности, которая пульсирует с периодом, много большим периода Аггломерации. Такой совокупностью является Вселенная. Вселенная — энергетически независимая область Метавселенной. Формирование Вселенной произошло за счет конденсации квазигомогенной гравитонной среды Мета-вселенной в зоне локальной положительной флуктуации ее плотности. Дальнейшее существование Вселенной представляет собой повторяющиеся пульсации. Расширение Вселенной совершается вследствие взрыва, происходящего в состоянии ее максимального сжатия. Этот взрыв сопровождается рождением энергии, что следует из энергетической независимости Вселенной. Сжатие Вселенной имеет гравитационный механизм (при участии сил сопротивления).

Диссипативный характер взрыва Аггломерации однозначно свидетельствует о том, что рождение (синтез) диссипативно упругих материальных структур (буллонов и гранулонов) происходит не во взрыве Аггломерации, но во взрыве Вселенной, т.е. в Большом взрыве. Диссипативные эффекты присущи буллонам и гранулонам, при взаимодействии которых невозможно рождение энергии. Следовательно, как до диссипативного взрыва Аггломерации, так и после него буллоны и, возможно, гранулоны сохраняются. Заметим, однако, что частичный распад этих структур в диссипативных взрывах все же происходит, что имеет принципиальное значение в эволюции Вселенной.

Большой взрыв Вселенной представляет собой рождение энергии в результате действия эффекта рычага. Эффект рычага реализуем только в том случае, когда взаимодействующая материя находится в виде простейших структур, а именно, в виде гравитонов и их механических скоплений. Следовательно, во время Большого взрыва материя находится в простейшем состоянии.

Непосредственно после Большого взрыва материальная среда имеет очень высокую плотность и давление (плотность энергии). В этих условиях происходит рождение (синтез) простейших материальных структур (буллонов и гранулонов).

Расширение Вселенной после Большого взрыва сопровождается образованием в ней сверхбольших (по массе) локальных флуктуаций плотности, из которых впоследствии формируются устойчивые совокупности — аггломерации. Аггломерации имеют поступательное движение в направлении от центра Большого взрыва. Они образованы материальными структурами, обладающими гравитационно-диссипативной упругостью. Вследствие этого сильное гравитационное сжатие аггломерации приводит к ее диссипативному взрыву. Таким образом, аггломерации находятся в состоянии гравитационно-диссипативного равновесия. Первые диссипативные взрывы аггломераций произошли спустя относительно малый промежуток времени после Большого взрыва. В дальнейшем, поскольку аггломерации различаются по величине, а значит, имеют различные периоды пульсаций, диссипативные взрывы аггломераций никак не синхронизированы.

Итак, после Большого взрыва складывается следующая картина: из гравитонов и их механических скоплений складывались более сложные материальные структуры (буллоны и гранулоны), которые объединились в аггломерации. Последние, пульсируя, разбегаются в направлении от центра Большого взрыва.

Одной из аггломераций, а именно, Аггломерации, принадлежим и мы. После диссипативного взрыва Аггломерации происходит формирование из буллонов и гранулонов более сложных материальных структур: пульсирующих частиц (вероятно, гранулонов или динамических скоплений гранулонов), а затем и элементарных частиц. Возможно, что образованию барионов (протонов, нейтронов) предшествовало образование кварков. Позднее, в условиях сохраняющейся высокой плотности энергии и материи, элементарные частицы объединяются в атомы и молекулы. Далее начинается процесс многоуровневой конденсации материи: в Аггломерации образуются локальные флуктуации, из которых впоследствии формируются скопления галактик; в этих крупных областях с более высокой плотностью, по мере их сжатия, происходит образование более мелких по масштабу флуктуаций (флуктуаций «среднего» уровня), из которых впоследствии формируются галактики;

в этих «средних» областях более высокой плотности появляются еще более мелкие флуктуации, из которых образуются звезды и планеты. В качестве промежуточного уровня в некоторых областях образуются скопления звезд. Образование звезд, скоплений звезд, галактик, скоплений галактик из космической пылегазовой материи происходит параллельно.

По мнению автора, наблюдаемое астрономами разбегание галактик есть процесс расширения нашей Аггломерации после ее диссипативного взрыва. На поздних этапах эволюции Аггломерации, когда в ходе термоядерных реакций в звездах весь водород превращается в гелий, а гелий — в углерод (дальнейшие этапы термоядерного синтеза относительно кратковременны), звезды остывают, сжимаются и становятся, в зависимости от своей массы M , белыми карликами ($M < 1.2 M_{\odot}$, по другим оценкам $M < 1.44 M_{\odot}$), нейтронными звездами ($M \sim (1.2 \div 3) M_{\odot}$) или черными дырами ($M > 3 M_{\odot}$). Что касается белых карликов, то, хотя они очень долговечны, однако, по мнению автора, их ждет неизбежное превращение в нейтронные звезды. Это связано с тем, что, как будет в дальнейшем доказано, даже в отсутствие энергообмена с окружающей средой в изолированных системах происходит необратимая потеря энергии, связанная с сопротивлением материальной среды. В нейтронных звездах, по современным представлениям, сохраняются элементарные частицы. В черных дырах элементарные частицы, по-видимому, не сохраняются. С позиции гравитонной физики можно однозначно утверждать лишь сохранение в черных дырах буллонов; с определенной долей вероятности — сохранение гранулонов. Это может быть аргументировано тем, что наибольшая сила диссипативного отталкивания имеет место именно между буллонами; меньшая, но также достаточно большая — между гранулонами.

Итак, на этапе сжатия Аггломерации в ней практически не остается материи, более сложной, чем элементарные частицы. Дальнейшее сжатие материи Аггломерации приводит к практически полному разрушению элементарных частиц: вся материя Аггломерации находится в виде буллонов и гранулонов (гравитонная

среда, обеспечивающая гравитационное взаимодействие материи аггломерации, принадлежит не Аггломерации, а Вселенной).

В новых диссипативных взрывах из буллонов и гранулонов вновь рождаются элементарные частицы, однако с каждым разом их становится все меньше, поскольку в результате многократных диссипативных взрывов Аггломерации в ней постепенно происходит разрушение гранулонов и буллонов. Это также приводит к уменьшению в ней диссипативных сил. Пульсации Аггломерации затухают, пока вся она не сконденсируется в скопление, подобное сверхгигантской черной дыре, но с минимальным содержанием (в периферийных областях) буллонов. Практически это скопление представляет собой сверхгигантское динамическое скопление гломеронов, т.е. один большой буллон.

Действие сил гравитации между аггломерациями, а также силы сопротивления гравитонной среды рано или поздно останавливают разбегание аггломераций; начинается их сближение — движение в направлении центра Вселенной. Встреча аггломераций в центре Вселенной, где к этому времени плотность гравитонной среды достигает чрезвычайно высоких значений, сопровождается реализацией эффекта рычага и приводит к рождению энергии и новому Большому взрыву. После чего цикл трансформаций Вселенной повторяется.

14.3 Динамика Аггломерации

Принимая во внимание факт, что Аггломерация состоит главным образом из буллоновой среды, динамика Аггломерации определяется буллоновой средой.

Динамика буллоновой среды, как целого, определяется действием гравитационных и диссипативных сил. Взрыв Аггломерации имеет диссипативный характер и происходит вследствие формирования наведенной диссипации гломеронов из буллонов при тесном сближении буллонов в сжатом состоянии среды, предшествующем этому взрыву. Наведенная диссипация имеет бурный, неконсервативный характер. Сила диссипативного отталкивания

на этом этапе эволюции Аггломерации несоизмеримо больше силы гравитационного притяжения.

По мере расширения Аггломерации диссипация перестает быть бурной. Одновременно увеличивается «прозрачность» буллоновой среды для диссипативного поля (т.е. для гломеронов). Первый эффект способствует снижению сил отталкивания, второй — их увеличению. В результате сила диссипативного отталкивания представляет собой сложную функцию, убывающую с расстоянием.

Расширение Аггломерации, очевидно, сопровождается ослаблением гравитационных сил («заслонение» от гравитации очень мало и его можно не учитывать). Однако гравитационные силы убывают медленнее, чем диссипативные.

Расширение Аггломерации (точнее, буллоновой среды в виде некоторого шарового облака) происходит ускоренно до тех пор, пока силы диссипативного отталкивания в Аггломерации больше суммы сил гравитации и сил сопротивления.

Дальнейшее расширение Аггломерации (буллоновой среды) происходит с отрицательным ускорением. При этом диссипативные силы отталкивания слабее гравитационных сил притяжения. Крупные объекты, входящие в состав звезд, образующих, в свою очередь, галактики, получили в диссипативном взрыве меньшие скорости, чем буллоны. Под действием буллоновой среды, расширяющейся с большей скоростью, галактики разбегаются с положительным ускорением.

Буллоновая среда представляет собой систему с пульсационным равновесием. Равенство диссипативных и гравитационных сил достигается при неконсервативном состоянии диссипативного поля, складывающегося в период перехода диссипации гломеронов (из буллонов) из бурного в квазистационарное состояние. Этот период соответствует этапу, непосредственно следующему за исчезновением эффекта наведения, т.е. в этот период сжатие очень велико, а радиус Аггломерации мал, несоизмеримо меньше, чем в настоящее время.

Пульсационный характер равновесия буллоновой среды следует из пульсаций Аггломерации. Если бы равенство диссипативных

и гравитационных сил достигалось при квазистационарной диссипации, пульсации буллоновой среды (Аггломерации) были бы затухающими, и в результате буллоновая среда перешла бы в состояние стационарного равновесия.

По-видимому, в настоящее время в Аггломерации в целом доминируют гравитационные силы. На малых расстояниях, однако, гравитационные силы незаметны на фоне диссипативных. Расширение буллоновой среды происходит замедленно: инерция расширения гасится гравитацией и сопротивлением гравитонной среды. Разбегание галактик при этом происходит ускоренно, поскольку его скорость меньше скорости расширения буллоновой среды.

14.4 Закон движения-положения материи

Мы уже несколько раз обращались к рассмотрению закона движения-положения материи, являющегося одним из основных законов мироздания. Напомним его: *движение и взаимное положение материи связаны между собой таким образом, что изменение одного из них приводит к такому изменению другого, которое создает условия для обратного изменения первого*. Закон движения-положения материи связывает воедино базовые категории бытия: материю, ее движение и положение. Этих категорий достаточно, чтобы абсолютно, т.е. полно описать мироздание. С другой стороны, закон движения-положения материи является констатацией обратимости всех изменений, претерпеваемый материей: обратимы как изменения ее взаимного положения, так и движения. Других изменений не существует.

Доказательством обратимости изменений является существование мира в том виде, в котором он существует: представимость требует признания потери энергии при любых взаимодействиях материи, но при этом «тепловая смерть» не наступает. Следовательно, изменения, в частности, изменения движения материи, обратимы.

Рассуждения о том, могут ли в принципе качественные изменения быть необратимыми, лишены смысла, поскольку обратимость качественных изменений в мироздании является следствием его первичных качеств (протяженности материи и пустоты; инертности, телесной непроницаемости и движения материи).

Обратимость изменений движения и взаимного положения материи реализуется не в масштабе бесконечной Мета вселенной, а в масштабе ограниченных ее областей — вселенных. В частности, обратимы качественные изменения и в нашей Вселенной. За время $t \gg T$, где T — средний период пульсации Вселенной, ее средняя плотность $\bar{\rho}$ (определяющая взаимное положение материи) и средняя скорость ее материи \bar{V} (определяющая движение материи) остаются постоянными:

$$\frac{1}{t} \int_{t_0}^{t_0+t} \rho(\tau) d\tau = \bar{\rho} = \text{const}; \quad (14.14)$$

$$\frac{1}{t} \int_{t_0}^{t_0+t} V(\tau) d\tau = \bar{V} = \text{const}; \quad (14.15)$$

а также:

$$\frac{1}{t} \int_{t_0}^{t_0+t} (\rho(\tau) - \bar{\rho})^n d\tau = \overline{(\Delta\rho)^n} = \text{const}; \quad (14.16)$$

$$\frac{1}{t} \int_{t_0}^{t_0+t} (V(\tau) - \bar{V})^n d\tau = \overline{(\Delta V)^n} = \text{const}; \quad (14.17)$$

где t_0 — произвольный момент начала отсчета интервала времени t ; $n = 2, 3, \dots$ — показатель степени.

Выражая закон движения-положения материи формулами (14.14 – 14.17), мы применили известный метод моментов для проверки статистических гипотез. В данном случае наша гипотеза заключается в обратимости изменений Вселенной. Условие обратимости мы задали через начальные моменты 1-го порядка (14.14 –

14.15) и центральные моменты (2-го и более высоких порядков) (14.16 – 14.17) $(\overline{\Delta\rho})^n$, $(\overline{\Delta V})^n$.

Следует отметить, что условие обратимости изменений на основе метода моментов может быть задано и иначе. Например, таким образом:

$$\frac{1}{t} \int_{t_0}^{t_0+t} (\rho(\tau))^n d\tau = \overline{\rho^n} = \text{const}; \quad (14.18)$$

$$\frac{1}{t} \int_{t_0}^{t_0+t} (V(\tau))^n d\tau = \overline{V^n} = \text{const}; \quad (14.19)$$

где $n = 2, 3 \dots$; $\overline{\rho^n}$, $\overline{V^n}$ — начальные моменты n -го порядка.

Возможны и другие формулировки закона движения-положения материи.

Использование нами методов статистики наглядно показывает, что закон движения-положения материи является статистическим. Этот закон не соблюдается в каждый момент времени в масштабе любой системы (как, например, закон сохранения импульса). Его действие проявляется за период времени, много больший среднего периода пульсации Вселенной в масштабе Вселенной.

14.5 Преимущественная система отсчета

Современная физика утверждает равноправие всех инерциальных систем. По нашему мнению, это утверждение неверно. Следует принимать во внимание существование во Вселенной гравитонной среды, а в Аггломерации — буллоновой среды. Представляется целесообразным при определении преимущественной системы отсчета исходить из масштаба системы, которой соответствуют исследуемые процессы или явления. Так, рассматривая реализацию закона движения-положения материи, следует принимать в качестве преимущественной систему, покоящуюся относительно центра взрыва и последующей конденсации Вселенной.

При рассмотрении процессов разбегания и последующего сближения галактик внутри Аггломерации, а также при исследованиях процессов в буллоновой среде следует в качестве преимущественной выбирать систему, покоящуюся относительно центра Аггломерации и, соответственно, движущуюся с изменяющейся скоростью относительно центра Вселенной. Возникающие вследствие неравномерности движения Аггломерации ускорения весьма малы и большую часть времени эволюции Аггломерации не вносят заметного влияния в протекание физических процессов. Исключение в этом отношении представляет только период больших ускорений, соответствующий сближению аггломераций в центре Вселенной до и после Большого взрыва.

Может возникнуть резонный вопрос о наличии ускорений при движении Вселенной относительно Метавселенной. При этом в качестве системы отсчета Метавселенной следует принимать такую, в которой суммарная энергия всех вселенных минимальна, или в которой число вселенных, движущихся в трех взаимно перпендикулярных направлениях, равно. Принимая во внимание, что вселенные практически не взаимодействуют между собой, их движение близко к идеально равномерному и не сопровождается ускорениями.

В том случае, когда предметом наших исследований являются процессы, протекающие на Земле, в подавляющем большинстве случаев наилучшей преимущественной системой отсчета из всех инерциальных является система, покоящаяся относительно центра Земли. Следует иметь в виду, что вращение несовместимо с инерциальной системой отсчета. Как нам известно, планета Земля одновременно участвует во многих движениях: Земля вращается вокруг собственной оси и вокруг общего с Луной центра масс, обращается вокруг Солнца, вместе с Солнцем обращается вокруг центра нашей Галактики, вместе с Галактикой участвует в расширении Аггломерации (разбегании галактик), вместе с Аггломерацией совершает движение относительно центра Вселенной, вместе со Вселенной движется в Метавселенной.

Основная часть этих движений — поступательные, а, следовательно, они не вызывают проявлений инертности материи. Вращательные движения, из которых наибольшую угловую скорость имеет вращение Земли вокруг собственной оси, напротив, вызывают проявления инертности. Широко известным устройством, демонстрирующим проявление инертности масс, вызванного вращением Земли, является маятник Фуко.

Маятник Фуко представляет собой маятник, который может колебаться в любой вертикальной плоскости, проходящей через точку его подвеса. Было замечено, что при колебаниях маятника Фуко плоскость его колебаний в системе отсчета, закрепленной к поверхности Земли, медленно поворачивается в направлении, противоположном вращению Земли, со скоростью ω , определяемой по следующей формуле:

$$\omega = \Omega \sin \alpha, \quad (14.20)$$

где Ω — угловая скорость вращения Земли относительно удаленных звезд (фактически, относительно любой инерциальной системы отсчета); α — географическая широта, на которой установлен маятник Фуко.

В частности, на полюсе плоскость колебаний маятника Фуко поворачивается против направления вращения Земли с угловой скоростью, равной угловой скорости Земли, т.е. плоскость колебаний маятника неподвижна относительно удаленных звезд. На экваторе угол между осью вращения Земли и осью колебаний маятника равен 90° . Вследствие этого в системе отсчета вращающейся Земли плоскость колебаний маятника неподвижна.

14.6 Ускоренное разбегание галактик

Одной из ключевых задач астрономии является определение расстояний между космическими объектами, ключевую роль в котором играет постоянная Хаббла. В настоящее время существует два основных способа определения постоянной Хаббла.

Первый способ, позволяющий определить значение постоянной Хаббла для не очень сильно удаленных галактик, основан на вычислении расстояний до галактик по светимости наблюдающихся в них цефеид — звезд, обладающие переменной светимостью. Цефеиды (названные так по δ Цефее — одной из первой открытых звезд такого типа) — пульсирующие звезды, периодически сжимающиеся и расширяющиеся. При сжатии их температура повышается, что приводит к увеличению светимости; при расширении температура снижается и светимость уменьшается. Период цефеиды определяется ее массой. Масса определяет также светимость цефеиды. Зная период пульсации цефеиды, можно определить ее абсолютную звездную величину. Далее, зная видимую и абсолютную звездные величины цефеиды, можно определить расстояние до нее по известной формуле:

$$\lg r = \frac{M - m}{5} - 1, \quad (14.21)$$

где r — расстояние до цефеиды (в пс); M — абсолютная звездная величина; m — видимая звездная величина (определяется тем, с какой яркостью мы наблюдаем цефеиду с Земли).

Зная расстояние до некоторой галактики по входящей в ее состав цефеиде (цефеиды весьма распространенные объекты) и величину ее красного смещения, можно определить постоянную Хаббла:

$$H = \frac{c}{r} \frac{\Delta\lambda}{\lambda}, \quad (14.22)$$

где H — постоянная Хаббла; c — скорость света; $\Delta\lambda$ — изменение длины волны λ вследствие красного смещения.

Как известно, постоянная Хаббла определяет период времени T после начала разбегания галактик. Если разбегание происходило с постоянной скоростью (что не соответствует действительности), то

$$T = \frac{1}{H}. \quad (14.23)$$

Расчеты по данному способу, проведенные на основе данных космического телескопа «Хаббл» [162], дают оценку постоянной Хаббла 74.03 ± 1.42 (км/с)/Мпк.

Второй способ оценки постоянной Хаббла основан на исследовании ослабления гамма-излучения сверхновых типа Ia (соответствующих взрывам белых карликов) вследствие взаимодействия с реликтовым излучением.

Сверхновые звезды — объекты, претерпевающие в силу нарушения внутреннего равновесия взрыв и чрезвычайно увеличивающие вследствие этого свою светимость. Абсолютная звездная величина M сверхновой звезды, имеющей до взрыва абсолютную звездную величину $M = +6 \div +8$, достигает в течение нескольких дней значений $M = -12 \div -18$, увеличиваясь в десятки и сотни миллионов раз. В максимуме блеска сверхновая звезда может быть соизмерима по светимости с целой галактикой. Сверхновые звезды получили свое название благодаря огромным, «сверх» энергиям, которые выделяются при их взрыве. Энергию взрыва можно оценить в $10^{42} \div 10^{44}$ Дж. Такую энергию Солнце излучает за миллиарды лет. Обычные новые звезды имеют в максимуме блеска светимость в сотни и тысячи раз меньше. Напомним, что термин «новая» вошел в употребление постольку, поскольку наблюдатели обнаруживали новую звезду. В действительности фотографии, полученные до обнаружения новой звезды, всегда показывали на ее месте слабую звезду. Таким образом, речь идет не об образовании новой звезды, а о вспышке (взрыве) уже существовавшей.

В ходе исследований было обнаружено, что светимость сверхновой звезды (характеризуемая абсолютной звездной величиной M) имеет некоторый предел, слабо зависящий от массы взрывающейся звезды. Благодаря этому, зная видимую звездную величину и предполагая некоторое значение абсолютной звездной величины, можно определять расстояние до сверхновых звезд. С другой стороны, если работать с большим массивом данных о сверхновых звездах, то можно характеризовать расстояния до звезд значениями их красных смещений (в соответствии с эффектом Доплера). В качестве исходной для анализа применяется зависимость значения красного смещения $\Delta\lambda/\lambda$ от видимой звездной величины m (напомним, что чем больше видимая звездная величина, тем меньше светимость звезды).

Расчеты по данному способу, проведенные на основе данных космической обсерватории «Планк» [164], дают оценку постоянной Хаббла 67.4 ± 0.5 (км/с)/Мпк.

Еще один (менее исследованный) способ оценки постоянной Хаббла основан на космографическом анализе сильного линзирования с временной задержкой для квазара с двойным изображением. Исследования квазара SDSS 1206+4332 [165] позволяют оценить постоянную Хаббла $72.5^{+2.1}_{-2.3}$ (км/с)/Мпк.

Объяснением возникающего противоречия между расчетными значениями постоянной Хаббла является ускоренное разбегание галактик. В этом случае постоянная Хаббла раньше (6-7 млрд. лет назад) была меньше, чем в настоящее время. При этом расчеты по первому способу соответствуют постоянной Хаббла в недалеком прошлом (поскольку исследуются ближайшие галактики), а расчеты по второму и третьему способу — более отдаленному прошлому (поскольку изучаются более удаленные космические объекты — сверхновые и квазары).

Ускоренный характер разбегания галактик в настоящее время пытаются объяснить с помощью введенного А. Эйнштейном члена, определяющего силу отталкивания между массами, прямо пропорциональную расстоянию между ними. Эйнштейн ввел член стремясь получить решение, дающее статическую Вселенную (в терминах нашей теории речь шла об обозримой части космоса, а не о Вселенной). При этом никакого физического обоснования предполагаемой силы отталкивания он не дал. Не существует этого физического обоснование и в настоящее время.

Гравитонная физика, в отличие от всех прочих физических теорий, дает чрезвычайно простое объяснение ускоренному характеру разбегания галактик (точнее, расширения системы, включающей обозримую часть космоса, которая в гравитонной физике получила название Аггломерации). Взрыв Аггломерации имеет диссипативный механизм и происходит вследствие превосходства силы диссипативного отталкивания над силой гравитационного притяжения. С момента взрыва разность этих сил уменьшается, поскольку сила гравитации убывает с расстоянием медленнее, чем

сила диссипативного отталкивания. Однако в продолжение некоторого (по-видимому, весьма небольшого) интервала времени, эта разность остается положительной. В результате расширение Аггломерации в этот период времени происходит с ускорением, убывающим с течением времени.

Можно предположить, что основную часть массы Аггломерации составляет буллоновая среда. Она же определяет действующее в Аггломерации диссипативное отталкивание, вызвавшее ее взрыв. По мнению автора, скорость расширения буллоновой среды в настоящее время выше скорости разбегания галактик. В этом случае разбегание галактик является ускоренным вне зависимости от знака ускорения расширения буллоновой среды. Выдвигая предположение о том, что скорость расширения буллоновой среды выше скорости разбегания галактик мы исходили из того, что более мелкие частицы (частицы буллоновой среды) должны были получить во взрыве большие скорости, чем более крупные структуры (например, диффузная и пылегазовая материя, из которой формировались звезды).

Расширение буллоновой среды перестало быть ускоренным, когда сила диссипативного отталкивания буллонов стала равной сумме силы их гравитационного притяжения и силы сопротивления гравитонной среды. Это, по-видимому, произошло через малый промежуток времени после диссипативного взрыва Аггломерации. Что касается разбегания галактик, то оно станет замедляться, когда ускоряющее действие буллоновой среды станет меньше тормозящего действия сопротивления гравитонной среды.

Одним из выводов, которые современная астрофизика делает из ускоренного разбегания галактик является предположение о «темной энергии», в виде которой находится основная часть всей материи. На долю «темной энергии», согласно существующим представлениям, приходится около 73% всей материи [166]. Остальная материя находится преимущественно в виде «темной материи» (около 23 %). На обычное вещество приходится лишь 4.5 % материи. При этом суммарная плотность материи полагается равной (с точностью порядка 1 %) критической (14.13): $\rho_{cr} =$

$$= 9.3 \cdot 10^{-27} \text{ кг/м}^3 .$$

В рамках гравитонной физики «темную энергию» можно отождествить с буллоновой средой, формирующей основную часть массы Аггломерации. В этом случае плотность буллоновой среды составляет $\rho_{[B]} \approx 6.8 \cdot 10^{-27} \text{ кг/м}^3$.

14.7 Выводы по главе 14

1. Возможным вариантом является версия, согласно которой наблюдаемое разбегание галактик является не следствием Большого взрыва, а результатом локального диссипативного взрыва существенно меньшей области космоса — Аггломерации, которая не является энергетически независимой.

2. Вещество Аггломерации представляет собой достаточно сложно организованную материю, в которой реализуется диссипативное отталкивание. После некоторого числа диссипативных взрывов (циклов сжатия-расширения Аггломерации) сложные материальные структуры распадаются и далее Аггломерация становится статичной. Когда все аггломерации во Вселенной теряют возможность претерпевать диссипативные взрывы, далее, в ходе дальнейшей потери движения они принимают участие в конденсации материи и последующем Большом взрыве.

3. Выбор преимущественной системы отсчета связан с процессом, который предполагается описывать в данной системе отсчета. Энергетически обратимый процесс изменений движения материи целесообразно описывать в системе отсчета, покоящейся относительно центра Вселенной; процессы, происходящие в рамках Аггломерации, — в системе отсчета, покоящейся относительно центра Аггломерации; процессы, ограниченные нашей Солнечной системой — в системе отсчета, покоящейся относительно центра Солнца; процессы, происходящие на Земле, — в систем отсчета, покоящейся относительно центра Земли и т.д.

Заключение

В заключение кратко представим обобщенную картину мироздания.

Итак, мир материален. Элементарным кирпичиком материи является гравитон — чрезвычайно малая неделимая, абсолютно твердая и абсолютно жесткая частица, обладающая максимально возможной плотностью. Все частицы, тела состоят из гравитонов, образующих сложные многоуровневые соединения.

При взаимодействии материи, представляющем собой на первичном, низшем уровне столкновение абсолютно неупругих гравитонов, не имеющих внутренней энергии, перманентно происходит потеря энергии. Обратимость изменений мироздания описывается не законом сохранения энергии, который, очевидно, нарушается во взаимодействиях материи, а законом движения-положения материи. Закон движения-положения материи связывает движение материи и ее взаимное положение таким образом, что изменение одного (движения или положения) приводит к такому изменению другого, которое создает условия для обратного изменения первого. Закон движения-положения материи — статистический, и выполняется лишь в среднем за огромные промежутки времени в масштабе Вселенной.

По мнению автора, Вселенная не является наибольшей материальной системой, а представляет собой лишь малую область Метавселенной. Метавселенная безгранична и бесконечна. Она заполнена материальными структурами различной сложности, образующими в совокупности материальную среду. В материальной среде вследствие положительных флуктуаций плотности в пределах некоторых ограниченных областей могут возникать самопроизвольно сжимающиеся уплотнения — вселенные. Это происходит при условии, что радиус подобной области больше некоторого значения. В основе самопроизвольного сжатия образующихся

уплотнений лежит потеря энергии материальной среды при взаимодействиях образующих ее частиц и структур. При образовании в некоторой области положительной флуктуации плотности среды проявляются две противоположные тенденции: с одной стороны, увеличение давления внутри области, связанное с указанным повышением плотности, требует ее расширения; с другой стороны, при большей плотности среды увеличиваются потери энергии частиц во взаимодействиях, снижающие давление в этой области, что способствует ее сжатию. При радиусе области положительной флуктуации плотности среды больше некоторой минимальной величины вторая тенденция оказывается сильнее, и область начинает сжиматься. Такие области уплотнения материальной среды являются вселенными, одна из которых — наша Вселенная.

Между материальными структурами нет притяжения. Кажущееся притяжение материальных структур является результатом давления на них окружающей среды, вызванного потерей ее энергии при взаимодействии с ними. Существует три основных случая гравитационного взаимодействия. Первый случай — это столкновение частиц квазиоднородной материальной среды между собой, приводящее к потере энергии и их сближению. Такого рода механизм лежит в основе образования Вселенной. Закон гравитации в этом случае имеет вид, отличный от закона всемирного тяготения И. Ньютона. Второй случай — это взаимодействие относительно крупных материальных структур, помещенных в среду из более мелких структур (гравитонную среду). И, наконец, третий случай гравитации представляет собой эффект потери энергии гравитонной среды вследствие взаимодействия тел с буллоновой средой.

Сжатие Вселенной не продолжается вечно. При определенной степени сжатия возможным становится рождение энергии и увеличение суммы модулей импульсов материи. Рождение энергии в состоянии наибольшего сжатия Вселенной приводит к ее взрыву и расширению. Это расширение постепенно тормозится силами гравитации, пока не сменится новым сжатием. Пульсации Вселенной представляют собой реализацию закона движения-положения материи.

Простейшей после гравитона материальной структурой является крупное механическое скопление гравитонов, в котором гравитоны непосредственно касаются друг друга. Такая структура, которую мы назвали гломероном, удерживается в устойчивом состоянии внешним давлением гравитонной среды. Гломероны могут гравитационно взаимодействовать между собой, вследствие чего они образуют устойчивые динамические скопления — буллоны. Вследствие действия иррегулярных сил гравитации внутри буллона, из него перманентно выбрасываются (диссипируют) гломероны. (Нечто подобное происходит в звездных скоплениях, из которых под действием иррегулярных сил гравитации выбрасываются звезды). Следствием диссипации является возникновение силы диссипативного отталкивания от буллона. Буллоны образуют среду, заполняющую Вселенную. Между буллонами действуют силы гравитационного притяжения и диссипативного отталкивания. На малых расстояниях буллоны гравитационно практически не взаимодействуют, и действующие между ними силы являются силами диссипативного отталкивания. Эти силы очень велики и поэтому буллоновая среда обладает высокой упругостью, подобной упругости сверхсжатого газа, и в ней возможны поперечные волны. В буллоновой среде имеются сгустки — гранулоны, представляющие собой динамические скопления буллонов.

Одной из форм устойчивого существования материальных структур является пульсирующее шаровое динамическое скопление. При пульсации частиц в буллоновой среде в ней возникают силы, стремящиеся притягивать частицы, пульсирующие в противофазе, и отталкивать частицы, пульсирующие в фазе. Устойчивым и стационарным состоянием системы пульсирующих частиц в буллоновой среде является их разделение на две равные по численности группы, пульсирующих в противофазе по отношению друг к другу, при приближенно равномерном распределении частиц из обеих групп в пространстве. По мнению автора, пульсирующие частицы, вероятно, являются носителями электрического заряда и как составная часть входят в элементарные частицы. Нельзя, впрочем, исключать и того варианта, что свойствами пульсирую-

щей частицы обладают сами элементарные частицы. Иначе говоря, элементарные частицы, обладающие электрическим зарядом, совершают пульсации.

Силы, возникающие при взаимодействии пульсирующих частиц — это электромагнитные силы. В случае взаимодействия неподвижных частиц это электростатические силы; при наличии движения заряженных частиц сила взаимодействия получает зависимость от величины и направления скоростей движения частиц, которая может быть учтена введением, наряду с электростатической, магнитной составляющей электромагнитной силы взаимодействия заряженных частиц.

Буллоновая среда имеет достаточно высокую плотность и высокую упругость, вследствие чего оказывает значительное сопротивление движущимся в ней телам. Однако, в случае равномерного движения, торможение, вызванное сопротивлением среды, весьма мало. Это обусловлено тем, что все частицы (и возмущения), поступательно движущиеся в буллоновой среде, вследствие взаимодействия с ней совершают колебания, в результате которых происходит увеличение их кинетической энергии и компенсация потерь энергии от сопротивления. Указанный приток энергии происходит из буллоновой среды вследствие неконсервативного характера силы ее упругости, имеющей в своей основе диссипативные силы отталкивания.

Кроме гравитационного и электромагнитного взаимодействий, на которых мы остановились выше, в природе имеются также ядерное сильное и слабое взаимодействия. В основе слабых взаимодействий, по мнению автора, лежит диссипативное поле отталкивания. Это подтверждается универсальностью слабых взаимодействий, уступающих в этом отношении только гравитационным, проявлением слабых сил на уровне ниже элементарных частиц и действием слабых сил, направленным на распад структур, означаящим, что они являются силами отталкивания. Все эти качества присущи диссипативным силам. Исходя из этого слабые силы можно отождествить с диссипативными. Ядерные сильные взаимодействия, возможно, имеют механизм, основанный на гравита-

ционных эффектах, возникающих при диссипации гранулонов из тяжелых частиц (барионов). Задача объединения всех известных полей в рамках единой теории поставлена уже давно, однако до настоящего времени эта задача не находила удовлетворительного решения. В рамках гравитонной физики физические поля обретают диалектическое единство, хотя многие частные вопросы их практической реализации еще требуют глубокого исследования.

Литература

1. Грибков А.А. Эмпирико-метафизическая общая теория систем: монография. М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2024. 360 с.
2. Губанов Н.И., Губанов Н.Н., Третьяков Н.Г. Критерии некоторых аспектов научного знания // Педагогика. Психология. Философия. 2016, №1 (01), с. 25-35.
3. Кун Т. Структура научных революций. М.: Прогресс, 1977. 151 с.
4. Поппер К. Логика научного исследования. М.: Республика, 2005. 447 с.
5. Тит Лукреций Кар. О природе вещей. Том II. Статьи, комментарии, фрагменты Эпикура и Эмпедокла / под ред. Ф.А. Петровского. М.: «Издательство Академии Наук СССР», 1947. 699 с.
6. Гассенди П. Сочинения в двух томах. Том 1. М.: «Мысль», 1966. 431 с.
7. Декарт Р. Сочинения в 2 т., т. 1. М.: «Мысль», 1989. 654 с.
8. Кант И. Критика чистого разума. М.: «Наука», 1999. 655 с.
9. Гегель. Сочинения, т. V. Наука логики. М.: «Соцэкгиз», 1937. 716 с.
10. Аристотель. Сочинения в четырех томах. М.: «Мысль», 1976-1983.
11. Локк Дж. Сочинения в трех томах. М.: «Мысль», 1985.
12. Фрагменты ранних греческих философов, ч. 1. От этических теокосмогоний до возникновения атомистики. М.: «Наука», 1989. 576 с.
13. Бэкон Ф. Собрание сочинений в 2-х томах. М.: «Мысль», 1977-1978.
14. Rayleigh. The Principle of Similitude // Nature. 1915, No 2368, vol. 95, p. 66-67.
15. Гегель. Сочинения, т. VII. Философия права. М.: «Соцэкгиз», 1934. 380 с.
16. Ньютон И. Математические начала натуральной философии. М.: «Наука», 1989. 689 с.

17. Павлов И.П. Об уме вообще // Природа. 1999, №8, с. 87-92.
18. Богданов А. А. Тектология: Всеобщая организационная наука. В 2-х книгах. М.: «Экономика», 1989.
19. Борель Э. Вероятность и достоверность. М.: «Наука», 1969. 112 с.
20. Витгенштейн Л. Философские работы. Часть 1. М.: «Гнозис», 1994. 612 с.
21. Ильичев Н.М. К вопросу о достоверности знания // Вестник ТГУ, 1996, вып. 2. С. 18-23.
22. Шлик М. О фундаменте познания / Аналитическая философия. Избранные тексты. Сост., вступ. ст. и коммент. А.Ф. Грязнова. М.: «Изд-во МГУ», 1993. 181 с. С. 33-56.
23. Пассмор Дж. Сто лет философии. М.: «Прогресс-Традиция», 1998. 496 с.
24. Нариньяни А.С. Инженерия знаний и НЕ-факторы: краткий обзор-08 // Вопросы искусственного интеллекта. 2008, №1, с. 61-77.
25. Яремко Н.Н. Понятие корректности в математике и его реализация в процессе формирования математической деятельности обучающихся // Известия Пензенского педагогического университета им. В.Г. Белинского. Физико-математические науки. 2010, № 18(22), с. 244-249.
26. Сергеев А.Г., Латышев М.В., Терегеря В.В. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебное пособие. М.: «Логос», 2003. 536 с.
27. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактионов Б.И. Метрология, стандартизация и сертификация. М.: «Высшая школа», 2006. 800 с.
28. Селезнев Ю.А. Основы элементарной физики. М.: «Наука», 1974. 544 с.
29. Гегель Г.В.Ф. Работы разных лет в двух томах. Том 2. М.: «Мысль», 1971. 630 с.
30. Эфендиев Ф.М., Дашдамирова Ч.Ф. Развитие понятия материи в физической картине мира // Humanitarian Balkan Research. 2019, Vol 3, No 4(6), pp. 34-38.
31. Сироткин О.С., Сироткин Р.О. К вопросу о современной трактовке смысла понятия «энергия» и ее свойств // Проблемы энергетики. 2022, том 24, №1, с. 186-202.

32. Демокрит в его фрагментах и свидетельствах древности / Под редакцией Г.К. Баммеля. М.: «ОГИЗ», 1935. 383 с.
33. Тит Лукреций Кар. О природе вещей / под ред. Ф.А. Петровского. М.: «Издательство Академии Наук СССР», 1946-1947.
34. Готт В.С., Недзельский Ф.В. Диалектика прерывности и непрерывности в физическом мире. М.: «Мысль», 1975. 208 с.
35. Фейнман Р. Развитие пространственно-временной трактовки квантовой электродинамики // Успехи физических наук. 1967, том 91, вып. 1, с. 29-48.
36. Ньютон И. Оптика или трактат об отражениях, преломлениях, изгибаниях и цветах света. М.-Л.: «Госиздат», 1927. 376 с.
37. Лейбниц Г.В. Сочинения в четырех томах: Т. I. М.: «Мысль», 1982. 636 с.
38. Гольбах П.А. Избранные произведения в двух томах. Том 1. М.: «Соцэкгиз», 1963. 715 с.
39. Эйнштейн А. Сочинения в четырех томах. М.: «Наука», 1965-1967.
40. Глинка Н.Л. Общая химия. Л.: «Химия», 1985. 704 с.
41. Энгельс Ф. Диалектика природы. М.: «Госполитиздат», 1941. 338 с.
42. Стадник В.П. Отрицание отрицания как закон функционирования / В сб. науч. тр. «Диалектическое отрицание как закономерность связи, движения и развития». Свердловск: Изд. УрГУ, 1984, 152 с. С. 44-51.
43. Дойл А.К. Собрание сочинений в восьми томах. Том 4. М.: «Правда», 1966. 593 с.
44. Ludwig von Bertalanffy. General System Theory. Foundations, Development, Applications. George Braziller Inc., New York, 1969. 289 p.
45. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. М.: «Наука», 1974. 280 с.
46. LeSage G. L. Lucrece Newtonien. Nouveaux Memoires de l'Academie Royale des Sciences. Belle Lett. (Berlin), 1782, p. 404-427.
47. Le Sage, Georges-Louis. The Le Sage Theory of Gravitation / Translated by C. G. Abbot. The Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution for the year ending. 1898, pp. 139-160.

48. Ломоносов М.В. Избранные философские произведения / Под общей редакцией и с предисловием Г.С. Васецкого. «Государственное издательство политической литературы», 1950. 759 с.
49. Nicolas Fatio de Duillier. De la Cause de la Pesanteur / Karl Bopp. Drei Untersuchungen zur Geschichte der Mathematik, Schriften der Straßburger Wissenschaftlichen Gesellschaft in Heidelberg 10: 19-66, Berlin & Leipzig, 1929.
50. Leahy A. H. On the pulsation of spheres in an elastic medium // Transactions of the Cambridge Philosophical Society. 1889, Vol XIV, pp. 45-62.
51. Ацюковский В.А. Начала эфиродинамического естествознания Книга 2. Ч.1.Методология эфиродинамики и свойства эфира; Ч.2. Эфиродинамические основы строения вещества. М.: «Петит», 2009. 396 с.
52. Ацюковский В.А. Начала эфиродинамического естествознания Книга 4. Эфиродинамические основы электромагнитных и оптических явлений. М.: «Петит», 2010. 320 с.
53. Poicare H. Les limites de la loi de Newton. Bulletin Astronomique. 1953, vol. 17, pp. 121-269.
54. Бауэр Э.С. Теоретическая биология. М.-Л., Изд. ВИЭМ, 1935. 151 с.
55. Pross A., Pascal R. The origin of life: what we know, what we can know and what we will never know // Open Biology. 2013, Vol. 3, Issue 3, 120190.
56. Pascal R., Pross A., Sutherland J.D. Towards an evolutionary theory of the origin of life based on kinetics and thermodynamics // Open Biology. 2013, Vol. 3, Issue 11, 30156.
57. Климонтович Ю.Л., Критерии относительной степени упорядоченности открытых систем // УФН. 1996, том 166, №11, с. 1231-1243.
58. Мартыненко А.П. Вакуум в современной квантовой теории // Соросовский образовательный журнал. 2001, том 7, №5, с. 86-91.
59. Хлебосолов Е.И. Теория экологической ниши: история и современное состояние // Русский орнитологический журнал. 2002, том 11, №203, с. 1019-1037.

60. Виноградова Н.Л. Взаимодействие индивида и общества: диалогический аспект // Вестник Оренбургского государственного университета. 2005, №10-1, с. 31-37.
61. Хлебович В.В. Особь как квант жизни // Русский орнитологический журнал. 2015, том 24, №1188, с. 3265-3273.
62. Петров И. Ф. Социальная среда и информация // Тенденции развития науки и образования. 2021, № 75-5, с. 121-124.
63. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. М.: «Мир», 1973. 280 с.
64. Андрианова Е.Г., Мельников С.В., Раев В.К. Диссипация и энтропия в физических и информационных системах // Фундаментальные исследования. 2015, №8 (часть 2), с. 233-238.
65. Криволапова Ю.К. Естественные основания морали в свете современных научных исследований // Манускрипт. 2017, №7(81), с. 95-101.
66. Вариационные принципы механики / Сборник статей классиков науки под ред. Л.С. Полак. М.: «Физматгиз», 1959. 932 с. С. 23-30.
67. Leibniz G.W. *Mathematische Schriften*. Band III / Hrsg. von C. I. Gerhardt. Halle, H.W. Schmidt, 1856.
68. Хомяков В. Н. Принцип наименьшего действия в аналитической механике и экономике. Часть 1 // Вестник Тульского филиала Финуниверситета. 2018, № 1, с. 289-295.
69. Терехович В.Э. Обобщение экстремальных принципов физики // Альманах современной науки и образования. 2012, №11, с. 184-192.
70. Левич А.П. Почему выполняются экстремальные принципы для энтропии и времени? // Пространство и время: физическое, психологическое, мифологическое. М.: КЦ «Акрополь», 2004. С. 87-94.
71. Тахтаджян А.Л. Тектология: история и проблемы // Системные исследования. Ежегодник 1971. М.: «Наука», 1972. С. 200-277.
72. Байтанаев О.А. К определению закона максимума в экологии // Наука и мир. 2017, № 9-2(49), с. 12-15.
73. Александрян Р.А., Мирзаханян Э.А. Общая топология. М.: «Высшая школа», 1979. 336 с.
74. Клеймёнова Е.Б., Назаренко Г.И., Яшина Л.П., Пающик С.А. Проблема трансляции знаний в здравоохранении: инструменты для

- ее решения в области безопасности пациентов // Вестник РАМН. 2018, №73(2), с. 105-114.
75. Жилкин А.Г., Бисикало Д.В. Формирование аккреционных дисков в тесных двойных системах с магнитным полем // *Астрономический журнал*. 2010, т. 87, № 12, с. 1155-1169.
76. Thomas J.K., Charles P.A, Buckley D.A.H, Kotze M.M., Lasota J., Potter S.B., Steiner J.F., Paice J.A. Large optical modulations during 2018 outburst of MAXI J1820 + 070 reveal evolution of warped accretion disc through X-ray state change // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2022, Vol. 509, Issue 1, pp. 1062-1074.
77. Дэвис П. Пространство и время в современной картине Вселенной. М.: «Мир», 1979. 288 с.
78. Агемян Т.А. Звезды. Галактики. Метагалактика. М., «Наука», 1982. 416 с.
79. LeSage G. L. Lucrece Newtonien / *Nouveaux Memoires de l'Academie Royale des Sciences. Belle Lett. (Berlin)*, 1782, p. 404.
80. Le Sage, Georges-Louis. *The Le Sage Theory of Gravitation / Translated by C. G. Abbot. The Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution for the year ending. 1898*, pp. 139-160.
81. Роузвер Н.Г. Перигелий Меркурия: от Леверье до Эйнштейна. М., «Мир», 1985. 246 с.
82. Thomson W. On the ultramundane corpuscles of le Sage // *Philosophical Magazine*. 1873, Ser. 4, Vol XLV, pp. 321-332.
83. Холопов, П.Н. Звездные скопления. Издательство: М.: «Наука», 1981. 480 с.
84. Бройль Л., де. Исследования по теории квантов / Бройль Л., де. *Избранные научные труды. Т. 1*. М.: Логос, 2010. С. 253-324.
85. Засов А.В., Постнов К.А. *Общая астрофизика*. Фрязино, 2006. 496 с.
86. Kafle P.R., Sharma S., Lewis G.F., Bland-Hawthorn J. On the shoulders of giants: properties of the stellar halo and the Milky Way mass distribution // *The Astrophysical Journal*. 2014, Vol 794, Number 1, pp. 59-75.
87. Tully R. B., Fisher J. R. A new method of determining distances to galaxies // *Astronomy and Astrophysics*. 1977, vol. 54, no. 3, pp. 661-673.

88. Weisberg J. M., Taylor J. H. Relativistic Binary Pulsar B1913+16: Thirty Years of Observations and Analysis // Binary Radio Pulsars, ASP Conference Series, Aspen, 11-17 January 2004. 2005, Vol 328, pp. 25-31.
89. Burgay M., D'Amico N., Possenti A., Manchester R. N., Lyne A. G., Joshi B. C., McLaughlin M. A., Kramer M., Sarkissian J. M., Camilo F., Kalogera V., Kim C. and Lorimer D. R. An increased estimate of the merger rate of double neutron stars from observations of a highly relativistic system // Nature. 2003, Vol 426, pp. 531-533.
90. Stairs I. H., Thorsett S. E., Taylor J. H., Wolszczan A. Studies of the relativistic binary pulsar PSR B1534+12: I. Timing analysis // The Astrophysical Journal. 2002, Vol 581, pp. 501-508.
91. Jacoby B. A., Cameron P. B., Jenet F. A., Anderson S. B., Murty R. N., and Kulkarni S. R. Measurement of Orbital Decay in the Double Neutron Star Binary PSR B2127+11C // The Astrophysical Journal. 2006, Vol 644, pp. L113-L116.
92. Janssen G. H., Stappers B. W., Kramer M., Nice D. J., Jessner A., Cognard I., and Purver M. B. Multi-telescope timing of PSR J1518+4904 // Astronomy & Astrophysics. 2008, Vol 490, pp. 753-761.
93. Mignani R. P., Corongiu A., Pallanca C., Ferraro F. R. Infrared observations of the candidate double neutron star system PSR J1811-1736 // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2013, Vol 430, Issue 2, pp. 1008-1017.
94. Lyne A. G., Camilo F., Manchester R. N., Bell J. F., Kaspi V. M., D'Amico N., McKay N. P. F., Crawford F., Morris D. J., Sheppard D. C., Stairs I. H. The Parkes Multibeam Pulsar Survey: PSR J1811-1736 — a pulsar in a highly eccentric binary system // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2000, Vol 312, pp. 698-702.
95. Corongiu A., Kramer M., Stappers B. W., Lyne A. G., Jessner A., Possenti A., D'Amico N. and Löhmer O. The binary pulsar PSR J1811-1736: evidence of a low amplitude supernova kick // Astronomy & Astrophysics. 2007, Vol 462, pp. 703-709.
96. Martinez J. G., Stovall K., Freire P. C. C., Deneva J.S., Jenet F. A., McLaughlin M. A., Bagchi M., Bates S. D., Ridolfi A. Pulsar J0453+1559: A Double Neutron Star System with a Large Mass

- Asymmetry // *The Astrophysical Journal*. 2015, Vol 812, Number 2, pp. 143-150.
97. Ferdman R. D., Stairs I. H., Kramer M., Janssen G. H., Bassa C. G., Stappers B. W., Demorest P. B., Cognard I., Desvignes G., Theureau G., Burgay M., Lyne A. G., Manchester R. N., and Possenti A. PSR J1756-2251: a pulsar with a low-mass neutron star companion // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2014, Vol 443, Issue 3, pp. 2183-2196.
 98. Van Leeuwen J., Kasian L., Stairs I. H., Lorimer D. R., Camilo F., Chatterjee S., Cognard I., Desvignes G., Freire P. C. C., Janssen G. H., Kramer M., Lyne A. G., Nice D. J., Ransom S. M., Stappers B. W., and Weisberg J. M. The Binary Companion of Young, Relativistic Pulsar J1906+0746 // *The Astrophysical Journal*. 2015, Vol 798, Number 2, pp. 118-132.
 99. Champion D. J., Lorimer D. R., McLaughlin M. A., Cordes J. M., Arzoumanian Z., Weisberg J. M. and Taylor J. H. PSR J1829+2456: a relativistic binary pulsar // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2004, Vol 350, Issue 4, pp. L61-L65.
 100. Champion D. J., Lorimer D. R., McLaughlin M. A., Xilouris K. M., Arzoumanian Z., Freire P. C. C., Lommen A. N., Cordes J. M. and Camilo F. Arecibo timing and single-pulse observations of 17 pulsars // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2005, Vol 363, Issue 3, pp. 929-936.
 101. Swiggam J. K., Rosen R., McLaughlin M. A., Lorimer D. R., Heatherly S., Lynch R., Scoles S., Hockett T., Filik E., Marlow J. A., Barlow B. N., Weaver M. et al. PSR J1930-1852: A Pulsar in the widest known orbit around another neutron star // *The Astrophysical Journal*. 2015, Vol 805, Number 2, pp. 156-162.
 102. Verbiest J. P. W., Bhat N. D. R. and Bailes M. PSR J1141-6545: a powerful laboratory of GR and tensor-scalar theories of gravity // *The Twelfth Marcel Grossmann Meeting*. 2012, pp. 1571-1573.
 103. Bailes M., Ord S. M., Knight H. S., and Hotan A. W. Self-Consistency of Relativistic Observables with General Relativity in the White Dwarf-Neutron Star Binary PSR J1141-6545 // *The Astrophysical Journal*. 2003, Vol 595, Number 1, pp. L49-L52.

104. Davies M. B., Ritter H. and King A. Formation of the binary pulsars J1141-6545 and B2303+46 // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2002, Vol 335, Issue 2, pp. 369-376.
105. Thorsett S. E., Arzoumanian Z., McKinnon M. M., Taylor J. H. The Masses of Two Binary Neutron Star Systems // *Astrophysical Journal*, Part 2 — Letters. 1993, Vol. 405, No. 1, pp. L29-L32.
106. Thorsett S. E. and Chakrabarty D. Neutron Star Mass Measurements. I. Radio Pulsars // *The Astrophysical Journal*. 1999, Vol 512, Number 1, pp. 288-299.
107. Splaver E. M., Nice D. J., Arzoumanian Z., Camilo F., Lyne A. G. and Stairs I. H. Probing the Masses of the PSR J0621+1002 Binary System Through Relativistic Apsidal Motion // *The Astrophysical Journal*. 2002, Vol 581, Number 1, pp. 509-518.
108. Freire P. C. C., Bassa C. G., Wex N., Stairs I. H., Champion D. J., Ransom S. M., Lazarus P., Kaspi V. M., Hessels J. W. T., Kramer M., Cordes J. M., Verbiest J. P. W., Podsiadlowski P., Nice D. J., Deneva J. S., Lorimer D. R., Stappers B. W., McLaughlin M. A., and Camilo F. On the nature and evolution of the unique binary pulsar J1903+0327 // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2011, Vol 412, Issue 4, pp. 2763-2780.
109. Khargharia J., Stocke J. T., Froning C. S. PSR J1903+0327: A Unique Milli-Second Pulsar with a Main-Sequence Companion Star // *The Astrophysical Journal*. 2011, Vol 744, Number 2, pp. 183-189.
110. Brown K. *Reflections on Relativity*. Lulu Enterprises Incorporated, 2016, 727 p.
111. Gerber P. Die räumliche und zeitliche Ausbreitung der Gravitation // *Zeitschrift für Mathematik und Physik*. 1898, 43, S. 93-104.
112. M. Ransom, V. M. Kaspi, R. Ramachandran, P. Demorest, D. C. Backer, E. D. Pfahl, F. D. Ghigo, D. L. Kaplan. Green bank telescope measurement of the systemic velocity of the double pulsar binary J0737-3039 and implications for its formations // *The Astrophysical Journal*. 2004, Vol 609, Number 2, pp. L71-L74.
113. Williams J. G., Turyshev S. G., Boggs D. H. Lunar Laser Ranging Tests Of The Equivalence Principle With The Earth And Moon // *International Journal of Modern Physics D*. 2009, Vol 18, No. 07, pp. 1129-1175.

114. Michelson A. A., Morley E. Influence of Motion of the Medium on the velocity of Light. // *American Journal of Science*. 1886, Ser. 3, vol. 31, pp. 377-386.
115. Herrmann S., Senger A., Kovalchuk E., Muller H., and Peters A. Test of the isotropy of the speed of light using a continuously rotating optical resonator // *Physical Review Letters*. 2005, vol. 95, 15, 150401.
116. Miller D. C. Ether-drift experiments at Mount-Wilson Solar observatory // *Physical Review*. 1922, Vol. 19, pp. 407-408.
117. Miller D. C. Ether drift experiment at Mount-Wilson // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1925, Vol. 11(6), pp. 306-314.
118. Miller D. C. Significance of the ether drift experiments of 1925 at Mount-Wilson // *Science*. 1926, Vol 63, Issue 1635, pp. 433-443.
119. Miller D. C. Ether drift experiment at Mount-Wilson // *Science*. 1925, Vol. LXI, No. 1590, pp. 617-621.
120. Miller D. C. Ether-drift experiment at Mount-Wilson // *Nature*. 1925, Vol. 116, No. 2906, pp. 49-50.
121. Laplace P. *Mécanique céleste* Vol. I-IV. Boston, Charles C. Little and James Brown Publishers, 1829-1839.
122. Van Flandern T. The Speed of Gravity — What the Experiments Say / *Physics Letters A*. 1998, 250 (1-3), pp. 1-11.
123. Löhmer O., Kramer M., Driebe T., Jessner A., Mitra D., Lyne A.G. The parallax, mass and age of the PSR J2145-0750 binary system // *Astronomy & Astrophysics*. 2004, Vol. 426, Num. 2, pp. 631-640.
124. Fonseca, E., Pennucci, T. T., Ellis, J. A., Stairs, I. H., Nice, D. J., Ransom, S. M., Demorest, P. B., Arzoumanian, Z., Crowter, K., Dolch, T., Ferdman, R. D., Gonzalez, M. E., Jones, G., Jones, M. L., Lam, M. T., Levin, L., McLaughlin, M. A., Stovall, K., Swiggum, J. K., & Zhu, W. The NANOGRAV Nine-Year Data Set: Mass and Geometric Measurements of Binary Millisecond Pulsars // *Astrophysical Journal*. 2016, Vol. 832, No. 2, 167.
125. Lange Ch., Camilo F., Wex N., Kramer M., Backer D.C., Lyne A.G., Doroshenko O. Precision timing measurements of PSR J1012+5307 // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2001, Vol 326, Issue 1, pp. 274-282.
126. Sanchez D. Mata, Istrate A. G., van Kerkwijk M. H., Breton R. P., Kaplan D. L. PSR J1012+5307: a millisecond pulsar with an extremely

- low-mass white dwarf companion // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2020, Vol 494, Issue 3, pp. 4031–4042.
127. Ding H., Deller A.T., Freire P., Kaplan D.L., Lazio T.J.W., Shannon R. and Stappers B. Very Long Baseline Astrometry of PSR J1012+5307 and its Implications on Alternative Theories of Gravity // *The Astrophysical Journal*. 2020, Vol 896, Num 1, p. 85.
 128. Freire P.C.C., Wex N., Esposito-Farese G., Verbiest J.P.W., Bailes M., Jacoby B.A., Kramer M., Stairs I.H., Antoniadis J., Janssen G.H. The relativistic pulsar–white dwarf binary PSR J1738+0333 – II. The most stringent test of scalar–tensor gravity // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2012, Vol 423, Issue 4, pp. 3328–3343.
 129. Dziewonski A. M., Anderson D. L. Preliminary reference Earth model // *Physics of the Earth and Planetary Interiors*. 1981, Vol 25, Issue 4, pp. 297–356.
 130. Haensel P. Equation of state of dense matter and maximum mass of neutron stars // *Final Stages of Stellar Evolution*. EAS Publications Series. 2003, Vol 7, p. 249.
 131. Allen C. W. *Astrophysical quantities*. University of London, The Athlone Press, 1973. 311 p.
 132. Pikovsky A., Rosenblum M., Kurths J. *Synchronization. A universal concept in nonlinear sciences*. Cambridge University Press, 2001. 411 p.
 133. Kuramoto Y. *Chemical Oscillations, Waves, and Turbulence*. Springer, Berlin, 1984. 161 p.
 134. Дубовой Э. И. По следам невидимок. М.: «Знание», 1985. 192 с.
 135. Михеев С. П., Смирнов А. Ю. Резонансное усиление осцилляций в веществе и спектроскопия солнечных нейтрино // *Ядерная физика*. 1985, т. 42, №6, с. 1441–1448.
 136. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». Издательство ГосУНЦ «Колледж», 1999. 560 с.
 137. Наугольных К.А., Островский Л. А. *Нелинейные волновые процессы в акустике*. М.: «Наука», 1990. 237 с.
 138. Dicke R. H. The Effect of Collisions upon the Doppler Width of Spectral Lines // *Physical Review*. 1953, Vol. 89, Iss. 2, pp. 472–473.

139. Bjerknæs C.A. Foreløbige Meddelelser om de Kræfter, der opstaa, naar kugleformige Legemer, idet de uanføre Dilatationsog Kontraktions-Svingninger, bevæge sig i et inkompressibelt Fluidum. Videnskabs-selskabet i Christiania aar 1875, s. 387-400.
140. Тимирязев А. К. Введение в теоретическую физику. М., «ГТТИ», 1933, 440 с.
141. Guthrie F. On Approach Caused by Vibration // Proceedings of the Royal Society of London. 1870-1871, Vol. 19, pp. 35-41.
142. Burton C. V. A Modified Theory of Gravitation // Philosophical Magazine. 1909, Series 6, Vol 17, pp. 71-113.
143. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя / пер. с немецкого Вольперт Г.А. Москва, «Наука», 1974. 711 с.
144. Франкфурт У. И., Френк А. М. Оптика движущихся тел. М., «Наука», 1972. 212 с.
145. Физо И. О гипотезах относительно светового эфира и об одном эксперименте, который, по-видимому, показывает, что движение тел меняет скорость, с которой свет распространяется внутри этих тел // Голин Г. М., Филонович С. Р. Классики физической науки с древних времен до нач. XX века. М., «Высшая школа», 1989. С. 430-439.
146. Lorentz H. A. De l'influence du mouvement de la terre sur les phénomènes lumineuses. Archives Néerlandaises. 1887, 21, pp. 103-176.
147. Эйнштейн, Альберт. Сочинения в четырех томах. М.: «Наука», 1965-1967.
148. Morley E. W., Miller D. C. Report of an experiment to detect the FitzGerald-Lorentz effect // Philosophical Magazine. 1905, Series 6, Vol 9 (Issue 53), pp. 680-686.
149. Morley E. W., Miller D. C. Report of an Experiment to Detect the Fitzgerald-Lorentz Effect // Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. 1905, Vol. 41, No. 12, pp. 321-327.
150. Conference on the Michelson-Morley Experiment Held at Mount Wilson, February, 1927 // Astrophysical Journal. 1928, Vol. 68, Num. 5, pp. 341-402.
151. Michelson A. A., Rease F. G., Pirson F. Repetition of the Michelson-Morley experiment // Journal of the Optical Society of America. 1929, Vol. 18, Issue 3, pp. 181-181.

152. Michelson A. A., Rease F. G., Pirson F. Repetition of the Michelson-Morley experiment // *Nature*. 1929, Vol. 123, No 3090, p. 88.
153. Вавилов С. И. Экспериментальные основания теории относительности. Собрание сочинений, т.4. М.: «Издательство АН СССР», 1956. 471 с.
154. Scott D., Smoot G. Cosmic background radiation mini-review // *The Review of Particle Physics*, S. Eidelman et al., *Physics Letters B*592, 1 (2004). arXiv preprint astro-ph/0406567
155. Michelson A.A., Gale H. G. The effect of the Earth's rotation on the velocity of light. Part I // *Astrophysical Journal*. 1925, Vol. 61, No 5, p. 137-139.
156. Michelson A.A., Gale H. G. The effect of the Earth's rotation on the velocity of light. Part II // *Astrophysical Journal*. 1925, Vol. 61, p. 140-145.
157. Малыкин Г. Б. Эффект Саньяка. Корректные и некорректные объяснения // *Успехи физических наук*. 2000, том 170, №12, с. 1325–1349.
158. Нарликар Дж. Неистовая Вселенная. М.: «Мир», 1985. 256 с.
159. Мандельштам Л. И. Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике. М., «Наука», 1972. 440 с.
160. Эйхенвальд А.А. Избранные работы. М.: «Государственное издательство технико-теоретической литературы», 1956. 268 с.
161. Изменение гравитационной постоянной со временем (Новости физики в сети Internet) // *Успехи физических наук*. 1996, т. 166, №8, с. 918; Thorsett S.E. The Gravitational Constant, the Chandrasekhar Limit, and Neutron Star Masses. 1996, The American Physical Society.
162. Riess A.G., Casertano S., Yuan W., Macri L.M., Scolnic D. Large Magellanic Cloud Cepheid Standards Provide a 1% Foundation for the Determination of the Hubble Constant and Stronger Evidence for Physics beyond Λ CDM // *The Astrophysical Journal*. 2019, Vol 876, Num 1, pp. 85-97.
163. Ahmed S. et al. (SNO Collaboration) Constraints on Nucleon Decay via Invisible Modes from the Sudbury Neutrino Observatory // *Physical Review Letters*. 2004, vol. 92, iss. 10, p. 102004.
164. Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters // *Astronomy & Astrophysics*. 2020, Vol 641, Num A6, pp. 1-67.

165. Birrer S., Treu T., Rusu C. E., Bonvin V., Fassnacht C. D., Chan J. H. H., Agnello A., Shajib A. J., Chen G. C.-F., Auger M., Courbin F., Hilbert S., Sluse D., Suyu S. H., Wong K. C., Marshall P., Lemaux B. C., Meylan G. H0LiCOW — IX. Cosmographic analysis of the doubly imaged quasar SDSS 1206+4332 and a new measurement of the Hubble constant // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 2019, Vol 484, Issue 4, pp. 4726–4753.
166. Jarosik N., Bennett C.L., Dunkley J., Gold B., Greason M.R., Halpern M., Hill R.S., Hinshaw G., Kogut A., Komatsu E., Larson D., Limon M., Meyer S.S., Nolte M.R., Odegard N., Page L., Smith K.M., Spergel D.N., Tucker G.S., Weiland J.L., Wollack E., Wright E.L. Seven-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Sky Maps, Systematic Errors, and Basic Results // *The Astrophysical Journal Supplement Series*. 2011, Vol 192, Number 2, 14 (15pp).

Научное издание

Грибков Андрей Армович

ГРАВИТОННАЯ ФИЗИКА:
ЭВОЛЮЦИЯ ПРОСТЕЙШИХ МАТЕРИАЛЬНЫХ СТРУКТУР

Монография

Чебоксары, 2026 г.

Компьютерная верстка *А. А. Грибков*

Дизайн обложки *Т. В. Яковлева*

Подписано в печать 19.02.2026 г.

Дата выхода издания в свет 19.03.2026 г.

Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура SFR М. Усл. печ. л. 21,1575. Заказ К-24. Тираж 500 экз.

Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс»

428000, Чебоксары, Гражданская, 75

info@interactive-plus.ru

www.interactive-plus.ru

Отпечатано в ООО «Типография «Новое Время»

428034, Чебоксары, Мичмана Павлова, 50/1

<http://newtime1.ru>