

Введение

Глава 1 От логических атомов к математическим константам

Глава 2 От математических констант к основным физическим уравнениям

Глава 3 От основных уравнений к обобщенным законам

Глава 3

От основных уравнений к обобщенным законам

- 3.1. Понятие физической величины. Эмпирические данные по вариациям ФФП
- 3.2. Критика гипотезы вариаций постоянных
- 3.3. Тонкая и сверхтонкая подстройка Вселенной
- 3.4. Антропный принцип
- 3.5. Другие подходы
- 3.6. О методологии исследования
- 3.7. Гипотетическая формула для постоянной G
- 3.8. Правило $c-\hbar$

- 3.9. Большие числа Дирака
 - 3.10. Общие суждения об экстремальности физических величин
 - 3.11. Энтропия и постоянная Больцмана
 - 3.12. Экстремальные температуры
 - 3.13. Границы физической реальности
 - 3.14. Обобщенные физические законы
- Литература

3.1. Понятие физической величины. Эмпирические данные по вариациям ФФП

Построение основных компонентов формальной системы **AGECA** из логических постулатов и математических аксиом **AG**, функциональных уравнений **E**, физических кодов **C** и системы измерения физических величин **A** осуществлено в первых двух главах. Пользуясь принципами построения, методами и математическим аппаратом системы **AGECA**, образующей формальную основу, ядро теории ЛМФ, можно перейти к более глубокому рассмотрению некоторых намеченных ранее в общих чертах проблем физической теории, представляющих самостоятельный интерес. Почти все эти проблемы имеют прямое отношение к особым точкам универсума физических величин – физическим постоянным. Постоянны ли постоянные во времени (и пространстве) или же сама постановка вопроса о вариациях ФП некорректна и бесперспективна? Каковы имеющиеся на этот счет эмпирические данные? Существуют ли сменяющие один другой либо параллельные нашему миру с другими наборами постоянных или наша Вселенная столь же безальтернативна как Вселенная платоновского демиурга? Подобные вопросы частично научного, но больше метафизического плана неминуемо возникают при анализе общих характеристик ФП и связанных с ними законов. Но какими бы интригующими они ни казались, здесь они на втором плане. Это побочный, хотя неизбежный продукт рассмотрения более важных в контексте данной работы проблем, встающих при дополнении, развертывании и верификации ядра теории ЛМФ.

Физические постоянные многолики, многофункциональны, далеко не в последнюю, если не в первую очередь это экстремальные величины, вехи, которыми природа очертила границы физической реальности. Подробное обсуждение допустимых границ изменения и применимости различных физических величин призвано завершить обсуждение всех фрагментов универсума физических чисел.

Начатое со второй главы развертывание системы **AGECA** продолжим поиском закономерности, смутно просматриваемой и намеченной вчерне при составлении **A-системы**. Попытаемся первым делом уточнить краеугольное для физики понятие физической величины. Любой физический объект или система как предмет научного исследования описывается при математическом рассмотрении одним, несколькими или многими системно взаимосвязанными параметрами, образующими в совокупности понятие физической величины. Поскольку каждый такой параметр в изначальной своей сущности есть математическое число с определенной онтологией, содержательным смыслом, проще говоря есть физическое число, мы определяем *физическую величину как систему комплексных, в частности действительных переменных и/или постоянных физических чисел*. Отсюда первоначальное определение физики как науки о физических величинах конкретизируется определением ее как *науки о системах физических чисел*. Такая система может состоять из одного-единственного, нескольких или многих (например тензоры электромагнитного и гравитационного полей или *S*-матрица рассеяния) элементов. Случай одного переменного или постоянного элемента исключительно важен и встречается очень часто, таковы в частности все отдельно взятые фундаментальные величины, фигурирующие в **кодах C**. Векторы, тензоры и т.п. появляются с введением новых переменных, когда описание физического объекта переводится в область принципиально наблюдаемых и измеримых вторичных величин. При этом деление на скаляры, псевдоскаляры, векторы, псевдовекторы, тензоры и т.п. непосредственно зависит от исходных характеристик первичных

фундаментальных величин, “расщепляемых”, проецируемых во вторичные. Система физических чисел с единственной переменной, например $n \cdot \hbar/2$, это вообще говоря построенный по определенному закону числовой ряд, ограниченный снизу и сверху условиями конкретной задачи и общими условиями, налагаемыми на данную величину. С этой точки зрения частная, но исключительно важная разновидность физической величины – постоянная может быть представлена двояко: как множество физических чисел, все элементы которого равны друг другу, и как выделенная, особая точка упорядоченного множества физических чисел, образующих в своем единстве данную физическую величину. При всей условности такого разделения “индивидуальным” кодовым постоянным c , G , G_F очевидно более созвучно первое понимание, а квантам типа $\hbar/2$, $k/2$, e , e_{m0} и постоянным значениям переменных m_j , λ_j – второе. Что касается α_{xj} , то и здесь можно говорить лишь о множествах дискретных значений. Дискретность особенно заметна со вступлением, если двигаться со стороны больших значений, в область субатомных длин или логарифмической зависимости. Во всех трех уравнениях C_1 – C_3 для α_{xj} присутствуют две константы c и \hbar ; им принадлежит особая, заслуживающая отдельного рассмотрения роль в построении функций α_{xj} .

Понимается ли ФФП как множество одинаковых элементов или как выделенная точка континуума, равно важно знать, идет ли речь о неизменных в строгом смысле слова числах или же о квазипостоянных величинах, медленно эволюционирующих во времени и быть может зависящих от положения и направления в пространстве. Подробнейший анализ [Аракелян 2007; см. также обзоры Dyson; Davies; Шляхтер; Ohanian; Eichendorf, Reinhardt] имеющегося эмпирического материала, подводит к однозначному выводу о неизменности всех, включая α и G , физических постоянных на протяжении всего цикла существования Вселенной. А появляющиеся время от времени “сенсационные” сообщения о якобы обнаруженной малой вариации, в частности постоянной α , при более тщательном анализе данных оказываются ложными и рано или поздно опровергаются. Конечно один-единственный *надежно установленный факт* вариации какой-либо из ФФП заставил бы многое пересмотреть в основаниях физической теории, но судя по всему за семь десятилетий такой факт не обнаружен.

3.2. Критика гипотезы вариаций постоянных

Анализ эмпирического материала, подкрепленный ниже соображениями чисто теоретического характера, дает основания полагать, что факт вариации истинно фундаментальной физической величины не обнаружится никогда. Прибегая к игре слов, скажем, что постоянный поиск непостоянства ФФП обречен на постоянную неудачу; попытки обнаружить вариацию той или иной постоянной всегда проваливаются. Впрочем на этот счет у стойких вариационистов (назовем их так) есть безотказное оправдание, перед которым бессильно любое прецизионное измерение. Каждую новую неудачу с вариацией ФФП можно объяснить недостаточной точностью данного измерения, отодвигая тем самым верхнюю границу допустимых изменений в сторону еще меньших, недоступных пока для эмпирической проверки значений. Чем-то это напоминает образ мыслей и деятельность средневекового алхимика, не добившегося несмотря на перманентные *эврика* и *вот-вот* реальных результатов и поседевшего в непрестанных поисках философского камня. Алхимика, сохраняющего веру в конечный успех, даже если он придет не к нему самому, а к вооруженным его знаниями и опытом ученикам, последователям и продолжателям, принявшим от него как эстафету светлую надежду и твердую веру в достижимость поставленной цели, осуществление которой сразу окупит все моральные и материальные издержки тысячелетнего невезения. Конечно, без творческого горения, без прометеява огня прогресс едва ли возможен и говорят, что алхимия, отказавшись от мистики и отбросив приставку *ал*, послужила основой вполне благопристойной, результативной и малоинтересной для любителя острых интеллектуальных ощущений химической науки. В этом смысле гипотеза о вариациях постоянных (ГВП) тоже не бесплодна, хотя бы потому что в центре внимания оказались интригующие вопросы, которым раньше не уделялось достаточного внимания. Для нас всё же важнее обсуждение в теоретической плос-

кости самой концепции ГВП, при этом некоторые приводимые ниже аргументы направлены против отдельных сторон, другие – против концепции в целом.

Лежащий в истоках ГВП исходный тезис Дирака о недопустимости больших чисел, противоречит реалиям физической теории. Говоря о теории Эддингтона, Дирак заявляет: “Большие числа – отношение электрических и гравитационных сил, действующих между электроном и протоном, порядка 10^{39} , и отношение массы Вселенной к массе протона, порядка 10^{78} , – столь огромны, что заставляют задуматься о каком-то совсем ином объяснении” [Dirac 1937], таковым и является предложенная тогда же гипотеза вариаций. Исходную точку рассуждения, достаточно четко выраженную в приведенном отрывке, можно при несколько вольном толковании понимать следующим образом. В основных уравнениях и формулах физики нет безразмерных множителей, сильно отличающихся по порядку от единицы, или в нашей терминологии (см. [конец гл. 2](#)) все безразмерные константы физической теории расположены в центральной либо в смежных с ней областях числового универсума. Мы знаем, что ФМК и основные вторичные математические константы действительно находятся в узком числовом интервале. Но мы знаем также, что по отношению к ФФП это совершенно неверно: многие десятки, если не сотни порядков – таков разброс фундаментальных физических чисел в континууме. Могут возразить, что в тех уравнениях, которые имелись в виду (классические механика и электродинамика, СТО и ОТО, квантовая механика и заложенная Дираком КЭД), нет ни одного большого физического числа. Но ведь в этих уравнениях вообще нет никаких безразмерных констант за исключением математических и разве что постоянной α в уравнениях КЭД, в частности Зоммерфельда–Дирака. Если уж идти до конца, то на основе такого базиса теоретических данных следует полагать, что других безразмерных констант в физической теории нет совсем, и потому нечего вообще заводить разговор о больших числах. С другой стороны в известных тогда физических уравнениях фигурируют такие ФФП как c , \hbar , G , e , численные размерные значения которых не дают никакой возможности определить их принадлежность к той или иной области числового континуума. Чтобы это можно было сделать, нужен какой-то принцип приведения этих величин к их истинным безразмерным значениям, если же такого принципа нет, вопрос остается открытым, а утверждение об отсутствии больших или обратных им малых чисел в физической теории звучит голословно и, добавим с позиций сегодняшнего дня, не соответствует истинному положению вещей. К тому же один пример в приведенном отрывке способен скорее вызвать недоумение чем способствовать укреплению веры в возможность вариаций. Действительно, каким еще числом, если не большим, должно выражаться отношение массы Вселенной к массе протона? Обе величины считаются сегодня постоянными, закон сохранения массы относится к числу фундаментальных законов природы, а кто поверит во Вселенную, когда-то легкую как протон? Словом, исходный пункт рассуждения ГВП это песочный замок, который рассыпается при первом же столкновении с данными физической теории.

Но сила теории всё-таки не столько в мотивах, побуждающих к определенным допущениям и построениям, сколько в правильности и обоснованности последних. В конце концов результат в физике важнее предшествовавших ему метафизических рассуждений, которые почти всегда можно обновить и приспособить к новым данным. Посмотрим поэтому, насколько хороша идея вариаций сама по себе, безотносительно к породившим ее предпосылкам. Надо сказать, что любая относящаяся к природе и достаточно продвинутая концепция, модель и т.п. имеет дело как с переменными так и с постоянными величинами; будучи представлена в форме математизированной теории, она с необходимостью содержит одну или несколько числовых констант, степень универсальности которых зависит от универсальности самой концепции. Даже в гераклитовой крайности “всё изменяется” можно выделить неизменные элементы: это постоянство самого процесса изменения и постоянство первичной субстанции – огня. Если бы можно было представить эту концепцию в виде уравнения или системы уравнений, описывающих процесс горения вечного огня, там неизбежно фигурировала бы по крайней мере одна “постоянная Гераклита”, характеризующая например какие-то субстанции-

альные свойства огня. В общем случае закон природы может быть условно записан в виде закона сохранения

$$Y = BF(A, X) + A_0 \quad (3.2.1)$$

где Y, X множество переменных, B, A, A_0 – постоянных, а F законы связи между ними. Если окажется, что какая-то постоянная a из множества A зависит допустим от времени, это будет просто значить, что a величина переменная. В любом случае измениться может только баланс между постоянными и переменными величинами, числовая конкретика системы уравнений, но не общая форма. Фактически концепция вариаций неспособна дискредитировать идею физической константы как таковой, в лучшем случае она может перевести какую-то физическую величину из разряда постоянных в разряд переменных величин. Конечно здесь могут сказать, что ГВП на большее никогда и не претендовала. И в первоначальной версии Дирака и в дальнейших ее модификациях и во всех основанных на идее ГВП моделях и теориях предполагается зависимость от времени лишь некоторых, а не всех постоянных. Это действительно так, но обращает на себя внимание то, что почти всегда одна из варьируемых величин – G . Повышенный интерес именно к этой константе объясняется двумя причинами. Во-первых точность, с которой на сегодня установлена неизменность G , на четыре порядков ниже $\Delta\alpha/\alpha$ и на шесть порядков ниже $\Delta\alpha_s/\alpha_s$, а значит на столько же порядков выше возможность всевозможных спекуляций на излюбленную тему зависимости от времени. Одно дело, когда физическая величина за миллиарды лет если и изменилась, то не больше чем на миллионную долю процента, – столь малое изменение кажется не очень-то правдоподобным. Другое дело, когда речь идет о десятых долях процента, – тогда рано складывать оружие, можно еще побороться. Во-вторых многие большие числа включая первоначальное $e^2/Gm_em_p \sim 10^{39}$ образованы с участием G и потому с самого начала считалось, что “гравитационная «постоянная» со временем должна уменьшаться пропорционально t^{-1} ” [Dirac]. И хотя указанные выше предпосылки, послужившие основанием для ГВП, оказались заведомо ложными, новые поколения вариационистов (правда значительно ослабив зависимость G от t) свято чтут старую добрую традицию непременно включать G в проскрипционный список варьируемых величин, благо сильное отставание точности соответствующего эмпирического тестирования сравнительно с некоторыми другими величинами весьма способствует этому. Нам представляется, что гравитация это равноправный член небольшого семейства фундаментальных сил природы и нет мало-мальски серьезных оснований полагать, что число, характеризующее интенсивность гравитационных взаимодействий, в каком-то смысле ущербно по отношению к сильному и электромагнитному взаимодействиям. Поэтому если в случае сильного взаимодействия достигнут невыгодный для сторонников ГВП уровень точности $\Delta\alpha_s/\alpha_s \sim 10^{-10}$, надо установить такую же верхнюю границу для допустимых вариаций остальных фундаментальных взаимодействий включая гравитационное.

Остается рассмотреть аргументы общего характера, связанные с основными положениями теории ЛМФ, хотя в принципе они могут быть выдвинуты и независимо. Коренное отличие ФМК от ФФП – в онтологическом статусе последних как фундаментальных чисел природы, имеющих вполне определенное содержание, называемое обычно физическим смыслом. Что касается формальных отличий, то главное здесь в первичности ФМК, из которых строится числовой континуум, включая представленные в безразмерном виде физические постоянные. В этом отношении нет разницы между физическими числами и производными от ФМК величинами, поэтому ФФП можно формально приписать статус вторичных математических констант, таких как постоянная Хинчина или комбинация $\sqrt{e\pi}$. На естественно возникающий вопрос, может или не может в принципе меняться численное значение двуединой физико-математической константы, мыслим такой ответ. С формальной точки зрения ФФП не отличается от вторичной математической константы и если бы вся ее сущность сводилась к этому, ни о каких изменениях не могло быть и речи. Но для ФФП как природного числа, выражающего определенные реалии вечно меняющегося внешнего мира, исключать возможность

изменений нельзя. Примем поэтому нереальность доказательства логической невозможности вариаций ФФП и зададимся неожиданным на первый взгляд вопросом, что следует понимать под их вариациями. Первоначальное предположение Дирака о существовании двух метрик и тезис о недопустимости больших чисел в физической теории оказались ошибочными. Но тогда понимание вариаций как изменений *во времени* (все рассуждения о физической величине t симметричны относительно ее релятивистского “партнера” l , который значительно реже фигурирует в построениях вариационистов) с современной точки зрения полнейшая бессмыслица. В физическом мире нет ничего первичнее, важнее ФФП, которые наряду с некоторыми физическими величинами определяют тот исходный “материал”, *субстрат*, из которого строится фундаментальная теория как определенный способ отображения природы. В отличие от ФФП время из-за его релятивистской неинвариантности к категории основных физических величин не относится, поэтому выражение “изменение ФФП во времени” лишено онтологического смысла. Ведь не от хорошей жизни, а с целью привести ГВП в соответствие с теорией относительности было сделано допущение о существовании двух метрик пространства, однако оно не подтвердилось. В принципе проще было бы вернуться к концепции абсолютного времени и пространства, но видимо всерьез в нее уже никто не верил.

Значит ли всё это, что оригинальная некогда идея превратилась в грубую самопародию, а поредевшая кучка вариационистов, время от времени оглушающая публику очередной ложной сенсацией, ищет сегодня нечто, чему нет, оказывается, даже правильного названия? Справедливости ради надо сказать, что это не совсем так. Трудность, связанную с относительностью, неинвариантностью физической величины по имени время, можно обойти, если обратиться к такой фундаментальной величине как энтропия. Принимая обусловленность хода времени от энтропии как факт современной теории, о чем будет сказано чуть позже, можно думать о вариациях ФФП в связи с законом изменения энтропии. Звучит менее интригующе чем “вариация во времени”, зато корректнее. Но здесь на пути идеи вариаций вырастает новый, еще более высокий барьер. Закон возрастания энтропии, он же код C_4 – одно из четырех основных физических уравнений теории ЛМФ. Наряду с переменными S_j и Ω_j сюда входит постоянная Больцмана k как одна из первичных констант физической теории. Мы знаем, что вхождение физических констант в уравнения физики это необходимый элемент построения теории; в самом общем случае физическое уравнение есть не что иное как форма аналитической связи между постоянными и переменными величинами. Постоянные основных физических уравнений суть абсолютные константы физической теории, “пуповина”, соединяющая числовую математику с фундаментальной физикой. Теоретический статус ФФП, входящих в физические коды C , такой же как у постоянной Больцмана k и ясно, что говорить об их вариациях в каком бы то ни было смысле просто нелепо. Все возможные изменения физических величин уже закодированы с использованием констант в системе уравнений C и в ней вариация этих констант логически невозможна. Так обстоит дело с точки зрения теории ЛМФ, в частности системы физических кодов C . Входящие в эти коды константы должны быть признаны вневременными, внепространственными, внеэнтропийными, внесистемными (в смысле выбора системы отсчета) первичными элементами физической теории.

Подводя итог, можно утверждать, что за три четверти столетия существования ГВП не обнаружено ни одного убедительного эмпирического факта изменения любой из ФФП за всё время существования Вселенной и сегодня не видно ни одного серьезного теоретического аргумента в пользу идеи вариаций. Что касается ГВП, во всяком случае той ее части, которая относится к постоянным основным физическим кодам, ей, нам кажется, уготовано место в музее физической мифологии – рядом с такими примечательными экспонатами как абсолютные время и пространство; законы сохранения, сформулированные для инерциальных систем отсчета, определяемых как системы, в которых выполняются законы сохранения; магнитная и электрическая “постоянные”; непрерывные континуумы физических величин; зависящая от времени масса... Неудача с вариациями ФФП возвращает в поисках иных решений к исходной

точке дираковской концепции – “близости больших чисел из различных явлений природы”, которая “указывает на наличие внутренних связей между этими явлениями и может служить маяком, указывающим путь развития науки” [Зельдович, Новиков, 123]. Доля преувеличения в оценке значимости больших чисел здесь вероятно есть и свет от такого маяка не такой яркий, но с другой стороны нерешенность научной проблемы после долгих исканий это хороший стимул для новых поисков, выдвижения свежих идей и гипотез. В общей постановке вопрос касается значений не только больших чисел, а всего набора фундаментальных чисел природы, который, мы увидим, есть неперенное условие существования наблюдаемого мира, живых организмов и разумных существ. Двигаясь в этом направлении, можно шаг за шагом приблизиться к раскрытию тайны больших чисел, и окажется, что она состоит в отсутствии всякой тайны.

3.3. Тонкая и сверхтонкая подстройка Вселенной

Вселенная, космос по выражению Платона – “прекраснейшая из возникших вещей”. В античной космогонии, если смотреть на нее глазами нашего современника, Вселенная как правило возникает из состояния первоначального хаоса и существует как единый, созданный по особому замыслу организм, воплощающий идею “самого прекрасного”. Она обычно конечна в пространстве и времени, математически соответствует (пифагорейцы, Платон, “сакральная геометрия”, анализ данных полученных с помощью зонда WMAP [Chand *et al.*; Srikanand *et al.*]) высшим идеалам геометрического совершенства и арифметической числовой гармонии. В самых общих чертах при качественном рассмотрении античная картина мира почти неотличима от принятой в современной космологии. По мнению большинства исследователей наблюдаемая Вселенная действительно возникла в результате Большого взрыва из особого начального состояния – сингулярности, относительно которой многое пока неясно. Вселенная конечна во времени и в пространстве, притом не очень велика – порядка десяти миллиардов световых лет. В геометрической структуре, в установленных с высокой точностью однородности и изотропности (космологический постулат), в числовых соотношениях между фундаментальными параметрами Вселенной воплощен определенный математический сценарий ее развития. Разумеется, античные учения о космосе и современные космологические модели это всё же два разных уровня познания мира и даже такое их сравнение содержит немалую долю неопределенности, обусловленную к примеру изменением содержания унаследованных от прошлого понятий. Тем не менее, как это ни парадоксально на первый взгляд, космология наших дней по своему духу, идейной направленности, концепции первоначала значительно ближе к античной чем допустим, к космологической парадигме девятнадцатого столетия. Один из главных итогов развития физики можно видеть в том, что решение принципиальных для всего научного познания вопросов, касающихся происхождения, эволюции, структуры и состава Вселенной, уже не прерогатива спекулятивного мышления, как это было в недалеком прошлом, а конкретно поставленная естественнонаучная проблема, решаемая ее средствами. Повторяя в чем-то умозрительные построения древних, но используя тонкие математические методы и опираясь на быстро накапливаемый материал лабораторных тестов и астрофизических наблюдений, современная теория стремится к количественному описанию Вселенной, в котором возрастающую роль играют числовые соотношения между физическими величинами. Анализ влияния численных значений физических величин на физическое состояние Вселенной позволил выявить замечательную связь, называемую тонкой подстройкой Вселенной, см. например [Девис].

Помня сказанное выше относительно неизменности постоянных, поставим ставший уже традиционным вопрос: как выглядел бы мир, если бы постоянные имели какое-то другое значение? Убежденность в том, что с изменением α и других констант “мир выглядел бы невообразимо иначе” [Вихман, 64], существовала и раньше, но только детальный анализ ситуации внес недостающую ясность, позволил достичь строгости выводов и привел к постановке мировоззренческих вопросов, выдвижению экстравагантных гипотез. Опуская технические детали, приведем несколько примеров, которые помогут лучше уяснить суть дела.

Допустим, масса протона всего на 0,1% больше чем на самом деле. Разность масс нейтрона и протона тогда уже меньше массы электрона, а значит единственный канал распада нейтрона на протон, электрон и антинейтрино запрещен законом сохранения энергии – нейтрон становится стабильной частицей, что в свою очередь должно радикально повлиять на относительное содержание нуклонных компонентов во Вселенной. Если же увеличить массу протона еще на 0,1%, то свободный протон будет нестабильным относительно распада на нейтрон, позитрон и нейтрино, а существование атомов окажется вообще невозможным, см. [Девис, 83]. Следовательно тонкая подстройка трех основных компонентов ядерного и атомного вещества есть необходимое условие его существования в действительном виде. Второй пример относится уже к космическим объектам. Через физические постоянные выражаются, выяснилось – см. [Rees, Ostriker], не только характеристики микрообъектов, но и типичные параметры звезд и галактик. Так, для типичной звезды выполняется [Carter 1968] неравенство между константой связи гравитационного взаимодействия (для протонов) и константами α и m_e/m_p равносильное

$$G > \alpha^{11} (m_e/m_p)^4 (e/m_p)^2 \quad (3.3.1)$$

Подставляя в (3.3.1) численные значения постоянных, получим:

$$\alpha_G(m_p) = 5,9 \cdot 10^{-39} > 2 \cdot 10^{-39} \quad (3.3.1')$$

Учитывая малость $\alpha_G(m_p)$, можно говорить об удивительной ее подстроенности под значения других констант, благодаря которой только и возможно существование обычных звезд, среди них нашего Солнца; небольшое изменение гравитационной постоянной, отношения между массами электрона и протона и особенно константы α ($\alpha_G(m_p) > \alpha^{18}$) привело бы к тому, что все звезды оказались бы или красными карликами или голубыми гигантами. Аналогичное заключение делается для типичных галактик, см. [Silk]. В свете подобных фактов правомерно говорить, что “наши основные физические закономерности, так же как и численные значения физических постоянных, являются не только достаточными, но и необходимыми для существования основных состояний” [Розенталь, 239], то есть ядер, атомов, звезд и галактик. Другими словами, даже небольшие изменения значений постоянных приведут не просто к количественным изменениям в окружающем нас мире, а к качественно другой его картине, не содержащей основных состояний. Характерно, что чем детальнее и точнее количественная оценка физического явления, чем меньше неопределенности в выявляемой зависимости различных форм материи от значений постоянных, тем уже допустимые интервалы этих значений. Можно полагать, что и самое незначительное изменение постоянных сопровождалось бы катастрофическими последствиями и мир изменился бы до полной неузнаваемости. За подтверждением обратимся к идее *сверхтонкой подстройки* Вселенной, дополняющей тонкую подстройку идеями, касательно Вселенной в целом и основанной на исключительной чувствительности некоторых числовых “совпадений” к значениям ФФП.

Критическая плотность $\rho_{кр}$, “разделяющая открытую, вечнорасширяющуюся и закрытую, предполагающую в дальнейшем сжатие, модели” [Лонгейр, 202], определяется по формуле

$$\rho_{кр} = 3H^2/8\pi G \quad (3.3.2)$$

справедливой и при классическом и при ультрарелятивистском рассмотрении. Существующие оценки критической плотности довольно разноречивы и обычно полагают, что $\rho_{кр}$ не выше 10^{-30} г/см³ (в А-системе $\rho_{крА} \sim 10^{-23}$), средняя же плотность Вселенной в современную эпоху, согласно наблюдениям, см. например [Пиблс], порядка $0,1\rho_{кр}$. Но если принять во внимание и скрытую массу галактик и их скоплений, связанную как считают с ненулевой массой нейтрино – см. например обзор [Шандарин и др.], – то реальная плотность на один-два порядка больше измеренной, следовательно

$$0,1\rho_{кр} < \bar{\rho} < 10\rho_{кр} \quad (3.3.3)$$

Отсюда относительное отклонение лежит в довольно узком интервале значений, между тем в планковскую эпоху, с которой обычно ведется отсчет времени, оно составляло $\sim 10^{-60}$. Даже

незначительное отклонение от этого значения в момент времени $t_p \sim 10^{-43}$ с привело бы к тому, что “Вселенная не дождала бы до современной эпохи, а коллапсировала бы несколько миллионов лет спустя после начала расширения” [Девис, 110]. Поразительная согласованность значений $\rho_{кр}$ и $\bar{\rho}$, называемая обычно проблемой плоскостности Вселенной и подробно рассмотренная в работах [Guth; Dicke, Peebles; Петросян], это один из примеров сверхтонкой подстройки. Другой пример связан с космологической постоянной (Λ -членом), характеризующей отталкивание, противостоящее гравитационному притяжению. Λ -член, представление о котором не раз менялось с начала века, связан с квантовыми флуктуациями вакуума понятием плотности энергии вакуума, см. [Dicke, Peebles; Coleman, De Luccia], является очень малой ($< 2 \cdot 10^{-58} \text{ см}^{-2}$, $< 10^{-68}$ в А-системе) или нулевой величиной и равен сумме слагаемых Λ_1 и Λ_2 , имеющих противоположные знаки и достаточно больших по модулю. Не вдаваясь в физический смысл Λ_1 и Λ_2 , заметим, что эти две физические величины компенсируют друг друга с колоссальной, а если $\Lambda_1 = 0$, то с абсолютной точностью. Так, в теории Великого объединения они компенсируются с относительной точностью порядка 10^{-100} . Отсутствие “случайной” согласованности Λ_1 и Λ_2 повлекло бы за собой радикальное изменение всей структуры Вселенной.

Подводя итог, можно сказать, что пифагорейская идея космоса как системы чисел выглядит в современной физике как проблема соотношения и согласования характеристик Вселенной со значениями фундаментальных физических величин. На многочисленных, частично приведенных выше примерах установлено, что наблюдаемая Вселенная, основные структурные элементы материи – ядра, атомы, звезды, галактики обязаны своим существованием строго определенному набору численных значений постоянных, “гармонии чисел”. С неизбежностью здесь встают коварные вопросы, сбивая с толку пылких поборников новых идей. Почему реализуется именно этот, а не какой-либо другой набор физических чисел? В чем его преимущества, если они вообще есть? Не излишнее ли дело вся эта возня с тонкой и сверхтонкой подстройкой? Ведь и так ясно, что с внешним миром, Вселенной, природой и т.п. (дело не в названии) должны быть жестко соотношены вполне определенные числа, – задолго до пифагорейцев это по-своему понимали еще вавилоняне и халдеи. Так стоит ли с глубокомысленным видом, напуская на себя ученую важность, ломиться в дом, двери которого открыты настежь? По большому счету вопрос в том, чтобы теоретически определить, то есть формально построить и обосновать, набор ФФП, но для такой большой проблемы маленькая проблема-спутник – как рыба-лоцман для акулы. Можно полагать, что на вопрос, привело бы допустим изменение массы протона хотя бы на малые доли процента к серьезным переменам во внешнем мире, большинство исследователей априорно склонны отвечать утвердительно. Но когда картина детализируется и им говорят, какие именно перемены и при каком изменении массы должны произойти, это может подтолкнуть некоторых заняться решением проблемы, суть которой в наличии определенной *системы* физических чисел. За рамками кардинального общего решения, которое несравненно сложнее остального, мыслимы по меньшей мере три подхода к этой ситуации. Можно во-первых просто отмахнуться от нее, заявив, что человек слишком ограничен и слаб, чтобы ставить подобные вопросы и тем более пытаться их решать, так что лучше всего принять это как факт и на большее не претендовать. Во-вторых можно попытаться объяснить имеющуюся числовую данность случайностью; в-третьих увидеть во всем этом некий смысл, конечную цель, *энтелехию* на языке Аристотеля. Первый подход слишком прагматичен, второй апеллирует к статистике, третий склоняет к телеологии. Поскольку прагматичность в данном и во многих других случаях скучна и непродуктивна, остановимся хотя бы коротко на двух остальных не вполне традиционных для современного познания подходах.

3.4. Антропный принцип

Начнем с принципа, называемого антропным. Доступное изложение этого принципа можно найти в работе, небольшая выдержка из которой послужит хорошим введением в

проблему: “Единственная (кроме библейской) систематическая попытка объяснить своеобразие физического мира развилась на основе радикального отхода от традиционной схемы научного мышления. Названная *антропным принципом*, эта идея призвана связать основные особенности мира с существованием человека в качестве наблюдателя. У истоков этого принципа стоял такой великий физик, как Больцман, а в последние годы к антропному принципу вновь обратился ряд выдающихся ученых, в том числе Брандон Картер, Роберт Дикке, Фримен Дайсон, Стивен Хокинг, Мартин Рис и Джон Уилер. Некоторые из них утверждают, что существование человека можно рассматривать как биологический селективный эффект, позволяющий объяснить численные значения фундаментальных физических постоянных, не поддающиеся никакому другому объяснению” [Девис, 11]. Численные значения ФФП, по-другому необъяснимые, связываются с бесспорным фактом существования человека как наблюдателя – такова суть антропного принципа. Сама идея неразрывной связи и зависимости Вселенной от человека не нова и всегда имела стойких приверженцев и в западной и в восточной философии. Характерен следующий отрывок из известного диалога [Эйнштейн, 162]:

Эйнштейн. Существуют две различные концепции относительно природы Вселенной:

- 1) мир как единое целое, зависящее от человека;
- 2) мир как реальность, не зависящая от человеческого разума.

Тагор. Когда наша Вселенная находится в гармонии с вечным человеком, мы постигаем ее как истину и ощущаем ее как прекрасное.

Эйнштейн. Но это – чисто человеческая концепция Вселенной.

Тагор. Другой концепции не может быть. Этот мир – мир человека. Научные представления о нем – представления ученого. Поэтому мир отдельно от нас не существует.

Это не совсем то, что утверждается в антропном принципе, в любой причем его модификации, но родство идей, близость позиций просматривается достаточно явственно: и там и здесь независимое от человека существование Вселенной подвергается сомнению, а то и вовсе отрицается. Если обратиться к истории науки, можно обнаружить, что современное физическое познание со времен отцов-основателей Галилея и Ньютона пыталось изгнать субъективность из своих рассуждений, стремилось всячески отгородиться от того, что принято называть человеческим фактором. Но сдавая понемногу позиции, оно в лице сторонников антропного принципа наконец впало в антропоцентрическую ересь, и не лучшего образца. Действительно, в теориях классического образца наблюдатель – сторонний зритель происходящих событий, его роль ограничивается простой фиксацией, измерением физических характеристик изучаемого объекта в заранее выбранной системе отсчета. В квантовой теории роль наблюдателя существенно повышается и измеряемый объект – микросистему не удастся уже рассматривать безотносительно к наблюдателю. В антропном же принципе наличие уже не безликого, абстрактного наблюдателя, а высокоорганизованного разумного биологического существа служит отправным пунктом всей схемы объяснения особенностей физического мира. Разумная жизнь появилась не сразу, а лишь на определенном этапе эволюции Вселенной, которому предшествовала цепочка таких событий как образование ядер и атомов из первичного “бульона” элементарных частиц, нуклеосинтез, фрагментация материи в звезды, галактики, солнечные системы с планетами. Только после завершения всех этих физических процессов могли возникнуть условия, необходимые для того чтобы мир стал обитаемым. Но можно начинать и с другого конца: взяв за исходное бесспорный биологический факт существования человека, попытаться вывести из него физическую Вселенную. Это похоже на то, как по правильному ответу хотят найти решение задачи. Можно говорить об исторических, философских, гносеологических, религиозных и прочих корнях этого подхода, но обусловлен он видимо не столько уровнем наших знаний, сколько факторами психологического свойства, спецификой человеческого мировосприятия.

В этом смысле идея конечно не нова, подобные вопросы обсуждались задолго до появления антропного принципа. Интересный анализ ситуации, который ретроспективно можно считать

чем-то вроде пролога к данной теме, находим в вышедшей в 1899 г. и некогда широко известной книге Эрнста Геккеля “Мировые загадки”. Рассуждая о конфликте между разумом и догмой, Геккель полагает, что “отсталая философия черпает свою главную опору в *антропизме*, или антропоморфизме (очеловечивании). Под этим словом, – говорит он далее, – я разумею тот мощный и обширный комплекс ошибочных представлений, который противопоставляет человеческий организм всей остальной природе, изображает его предустановленной целью органического творения, богоподобным существом, принципиально отличным от природы. При ближайшем ознакомлении с этим влиятельным кругом представлений оказывается, что он складывается, собственно, из трех различных догм, которые мы различаем под названием *антропоцентрического*, *антропоморфического* и *антрополатрического заблуждения*” [Геккель, 76]. Поскольку речь идет о трех исторически сложившихся догмах, на которых в значительной мере фактически основывается и современная доктрина антропного принципа в любой упаковке, нелишне познакомиться с ними поближе.

“I. – В основе *антропоцентрической догмы* лежит представление, что человек есть центр, предопределенная конечная цель всей земной жизни или, расширяя это понятие, всего мироздания. Так как это заблуждение в высокой степени льстит человеческому эгоизму, а кроме того, находится в тесном родстве с мифами о сотворении мира трех *средиземных религий* – *моисеева*, *христианского* и *магометанского вероучения*, то оно и донныне господствует над большей частью цивилизованного мира.

II. – Равным образом и *антропоморфическая догма* связана с мифами о сотворении мира, встречающимися не только в трех упомянутых вероучениях, но и во многих других. Она уподобляет сотворение и управление мира богом художественному творчеству искусного техника или «инженера-механика» и правлению мудрого главы государства...

III. – *Антрополатрическая догма* вытекает сама собой из такого сопоставления человеческой и божеской душевной деятельности; она ведет к *обоожествлению* человеческого организма, к «антропистической мании величия» [там же, 77].

Не станем оспаривать право Геккеля на антирелигиозную настроенность, на неприятие доктрины пифагорейства и платонизма. Здесь очевидно сказываются особенности мышления, характерного для ученого-естествоиспытателя конца XIX–начала XX вв., рационалиста, последователя Дарвина, к тому же твердо убежденного в том, что тезис “Мироздание (вселенная, космос) вечно, бесконечно и безгранично” не является еще одной догмой, а относится к разряду благопристойных “доказанных космологических основных начал” [там же, 78]. Выделим для дальнейшего лишь квинтэссенцию сказанного относительно трех догм антропизма. Это а) представление о человеке как конечной цели земной жизни и всего мироздания; б) миф о сотворении мира; в) “антропистическая мания величия”. Если первую и последнюю догмы объединить в тезис под условным названием *Я есмь*, а миф о сотворении мира заменить на принятую многими, хоть и не всеми современными исследователями концепцию Большого взрыва, получим тот “культурный слой” научно-философской почвы, на котором только и могли прорасти семена антропизма нашего времени.

В полушутливой форме, см. [Carr, Rees; Dicke], антропный принцип утверждает примерно следующее: мы живем в этом мире просто потому что мы в нем живем – в отличной от нашей Вселенной жизнь просто невозможна и некому задавать дурацкие вопросы. Такой подход возможен лишь благодаря установленной зависимости известной нам формы жизни от строения окружающего мира, с огромной точностью подстроенного под вполне определенный набор численных значений ФФП. Напомним, что при другом наборе из-за невозможности образования устойчивых соединений из частиц – основных состояний или из-за быстрого коллапса Вселенной человек появиться не сможет. В различных исследованиях анализ условий, необходимых для существования разумной жизни, доведен до уровня конкретных числовых расчетов. В качестве таких условий берется существование галактик [Carr, Rees], существование химических элементов тяжелее водорода, прежде всего углерода, связанное с образованием сверхновых, разбрасывающих в окружающее пространство необходимые для

жизни элементы [Dicke], существование ядерных резонансов легких химических элементов в очень узком интервале значений [Hoyle] и т.п. В этих и других работах, где человек и Вселенная фактически неотделимы, удается иногда получать разумные объяснения некоторым совпадениям между большими числами Дирака, увязать эпоху появления человека со значениями физических постоянных, что достигается теми же методами, что и в случае тонкой и сверхтонкой подстройки.

Принято различать слабый, сильный, а в последнее время и конечный (final) антропные принципы. По *слабому* принципу сам факт существования наблюдателя накладывает определенные ограничения на объект наблюдения, условия его существования. В более строгой, хотя и менее емкой формулировке [Barrow, Tipler] слабый антропный принцип гласит: наблюдаемые значения всех физических и космологических величин не равновероятны, однако все эти значения ограничены требованием существования такого места, где углеродная форма жизни может эволюционировать, а также требованием существования Вселенной достаточно старой, чтобы это могло случиться. Согласно *сильному* принципу “Вселенная должна быть такой, чтобы в ней на определенной стадии эволюции мог существовать наблюдатель” [Девис, 144], см. также [Carter 1974]. Интересно, что сильный антропный принцип положен в основу своеобразного комплексного исследования – рефлексивного управления, находящегося на стыке многих наук: психологии, философии, математики, социологии, этики и др. [Лефевр]; библиография по антропному принципу, включающая почти две сотни названий, список интернет-сайтов и т.п., приводится в [Bostrom]. Вселенная без наблюдателя по мнению сторонников сильного принципа совершенно бессмысленна и потому из всех возможных сценариев эволюции Вселенной реализуется именно тот, который гарантирует появление жизни. *Конечный* принцип, см. [Barrow, Tipler], можно понимать примерно так: в ходе эволюции Вселенной неизбежно наступает фаза интеллектуального обмена и обработки информации, и раз появившись, эта фаза уже никогда не исчезнет. Конечный принцип некоторые оценивают как “совершенно нелепый”, если же говорить о сильном антропном принципе, то несмотря на его максимализм многие отдают ему предпочтение перед слабым. Антропный принцип во всех его разновидностях подвергается критике со стороны физиков и особенно философов науки за спекулятивность, метафизичность, отказ от научной рациональности, разрыв причинно-следственной зависимости, непроверяемость и т.д. Однако проблема больших чисел остается, а подстройка Вселенной и наблюдателя под численные значения постоянных сомнений не вызывает; в позитивном плане речь может идти о каких-то других объяснениях.

3.5. Другие подходы

Легче всего сослаться в духе телеологии, на божий промысел, провидение, сотворившее мир так, чтобы позже он оказался населенным разумными существами, в частности теми, кто будет неустанно воздавать хвалу великой мудрости Творца. Среди них изредка попадаются ученые мужи, в том числе физики, пытающиеся пением хвалебных гимнов преодолеть свое смятение перед малопонятным. Так, астрофизик Х. Росс представляет себе тонкую подстройку не иначе как результат деятельности Высшего существа, возможности которого по крайней мере в сто триллионов раз превышают человеческие [Ross]. Еще бы, ведь только сверхъестественный разум способен задумывать и осуществлять свои замыслы с потрясающей воображение точностью! Интересно проследить за характерной схемой рассуждений в виде цепочки посылок (П) и заключений (З), начинающейся с физических постоянных и завершающейся доказательством существования бога. Эта схема изложена в критически оценивающей подобные спекуляции работе [Drange] и дана здесь с небольшими сокращениями.

- (П1) Наблюдаемая в нашей Вселенной комбинация физических постоянных является единственно возможной для поддержания жизни
- (П2) Возможны другие комбинации физических постоянных

- (31) Следовательно требуется объяснить, почему имеет место именно эта, а не другая комбинация физических постоянных
- (П4) Наилучшее объяснение в том, что наша Вселенная со своей особой комбинацией физических постоянных создана из ничего всемогущим, всеведущим, вселюбящим, вечным существом и оно так “подстроило” физические константы, чтобы это привело к эволюции наделенных ощущениями органических систем
- (П5) Но описанное в (П4) существо это то, что люди понимают под словом “Бог”
- (32) Следовательно [из (П4) и (П5)] имеется хорошее подтверждение существования Бога

В комментариях такая с позволения сказать аргументация едва ли нуждается. Мало кого из современных естествоиспытателей могут удовлетворить подобные толкования тонкой и сверхтонкой подстройки – см. например [Stenger; Leslie], – имеющие хождение преимущественно в околонучных кругах и среди теистов.

Если исходить из уникальности Вселенной, существующей в единственном экземпляре, то отвергая изложенные выше концепции и не имея последовательной теории, способной ответить на поставленные вопросы, можно предположить, что Вселенная включая наблюдателя – не более чем игра случая, удачно брошенная для нас “кость”. По счастливой случайности в момент Большого взрыва начальные условия – физические законы, параметры и согласованный набор постоянных оказались в точности такими, какие нужны для дальнейшего появления человека. Считая, что возможны другие или даже произвольные начальные условия, можно рассуждать о настоящем статистическом чуде, которому живая материя обязана своим существованием. Альтернативой подобным представлениям служит гипотеза множественности Вселенных (ГМВ), см. [Everett; Хокинг; Картер; Carr, Rees]. ГМВ предполагает существование наряду с нашей целого ансамбля других Вселенных, каждая со своими законами и набором постоянных. Тогда мы находимся не в одном из возможных миров, чудесным образом приспособленным для нашего в нем проживания, а в одном из одновременно существующих миров, среди которых обитаем только наш. Возможность сообщения с другими Вселенными более чем проблематична, а каких-либо данных в пользу этой гипотезы нет.

В концепции Уилера [Misner, Thorne, Wheeler] возникающая из сингулярности Вселенная достигает максимального объема, затем сжимаясь возвращается в сингулярное состояние, из которого возрождается уже в обновленном виде – с новыми физическими законами и набором постоянных. В бесконечной последовательности чередующихся таким образом Вселенных каждая из них включая нашу занимает свое скромное место например по закону статистического распределения. В обеих концепциях – параллельной множественности и последовательной цикличности – удастся справиться во всяком случае на качественном уровне с неудобствами, порожденными идеей случайной Вселенной, но за право на наше существование предлагается слишком высокая цена – потенциально бесконечное множество населенных миров. Эти концепции метафизичны, непроверяемы ничуть не меньше чем антропный принцип. В теории раздувающейся Вселенной [Guth; Linde; Albrecht, Steinhardt] делается попытка существенно ослабить антропный принцип, перевести некоторые случайные совпадения в разряд теоретически выводимых из начального состояния. Есть несколько вариантов этой гипотезы, самая общая черта всех вариантов – стремительный экспоненциальный рост радиуса Вселенной ($a(t) \sim e^{H_0 t}$) на самых ранних этапах ее эволюции; в этом и состоит главное отличие сценария модели раздувающейся Вселенной от расширяющейся, см. [Линде; Гут, Стейнхардт]. В рамках этой теории удастся получить более или менее полные ответы на некоторые вопросы, составляющие фактический базис антропного принципа, среди них сверхтонкая подстройка вселенной под критическую плотность $\rho_{кр}$, проблемы однородности и изотропности Вселенной на больших расстояниях, образования галактик, барионной асимметрии. Не удастся однако решить проблему энергии вакуума или Λ -члена, не найдено решение и ключевой не только для космологии проблемы сингулярности [Линде].

Несмотря на препоны современная космология, опираясь на достижения всей физики, успешно теснит метафизику и натурфилософию там, где их позиции еще не так давно казались особенно прочными. Сейчас космология не только умеет давать по крайней мере приближенную количественную оценку важнейших физических параметров Вселенной, но и рисует достаточно правдоподобную (не всеми признаваемую) картину ее прошлого вплоть до малых долей секунды после предполагаемого Большого взрыва. Картину предстоит еще дописать, возможно кое-что радикально пересмотреть – осталось немало больших и огромное количество мелких нерешенных вопросов, но в общих чертах и для достаточно большого интервала времени (точнее изменения энтропии) сценарий эволюции Вселенной в первом приближении готов. Серьезные трудности возникают при описании Вселенной в промежутке времени от планковского t_p до малых долей секунды, особенно в интервале $10^{-43} - 10^{-30}$ с. Несколько конкурирующих моделей, почти совпадающих после времени 10^{-30} с, но сильно отличающихся в указанном интервале, претендуют на адекватное описание этой стадии. Что же касается промежутка времени, предшествовавшего планковскому и близко отстоящего от сингулярности, картина здесь уже совсем неясна. Между тем если уж говорить о начальных условиях, то именно в области $t < 10^{-43}$ с следует искать механизм, действие которого предопределило всё последующее развитие. Строгой теории предпланковского пространства и времени нет; отсюда между прочим следует, что метафизика, которая всегда находит пристанище – и это в порядке вещей – на границах физического познания, не изгнана полностью из космологии, а лишь отодвинута к планковским величинам. Напомним однако, что эта признанная многими граница не бесспорна хотя бы потому, что экстраполяция физических принципов, пространственно-временных представлений, хорошо зарекомендовавших себя в доступной сегодня опытному измерению области, на 15 по меньшей мере порядков связана с риском и может оказаться ошибочной. Собственно говоря, на расстояниях $10^{-18} - 10^{-19}$ см кончается сегодня подкрепляемая прямыми экспериментальными наблюдениями физика и начинается допускающая только косвенные подтверждения “чистая” теория, причем достижения гораздо больших энергий частиц в ускорителях, позволяющих проникать на меньшие расстояния, в обозримом будущем не предвидится. Еще более рискованна теоретическая экспансия от конечно малых расстояний к точке “истинной” сингулярности, получаемой обычно как решение основанных на ОТО нестационарных однородных изотропных моделей и означающей бесконечную плотность материи и бесконечную кривизну пространства.

В любом случае перед научным познанием встает масса захватывающих и трудноразрешимых вопросов фундаментальной значимости. Существует ли истинная сингулярность как состояние материи с бесконечно большими и малыми физическими характеристиками или разумнее предположить, что существует нечто в пространственно-временном отношении малое по сравнению с l_p и t_p , но всё же конечное? Квантованно ли пространство и время и если да, где проходит граница применимости этих важнейших для нашего мировосприятия понятий, за которой лишены всякого смысла понятия “до” и “раньше”? Что вывело из гипотетического первичного состояния Вселенную, расширившуюся либо раздувшуюся до нынешних размеров? Насколько правомерны рассуждения о так называемых начальных, граничных условиях, в решающей степени повлиявших на дальнейший ход событий? Почему среди бесконечного множества сценариев эволюции Вселенной осуществился тот, который осуществился, и связано ли это со случайной флуктуацией, реализацией одной из статистических возможностей, или такое развитие необходимо по принципам высшей гармонии? Как соотносятся и влияют друг на друга начальные параметры Вселенной, физические законы и набор фундаментальных постоянных? Возникает ли имеющийся набор ФФП на одном из этапов зарождения Вселенной с появлением характеризующих ими физических объектов и отношений между объектами или же это потенциально заданные, первичные элементы высшей гармонии, воплощаемые в материальных объектах? Случайны ли совпадения между дираковскими числами или они отражают какие-то универсальные принципы математического совершенства и целесообразности и каковы тогда эти принципы? Наш перечень вопросов, имеющий ориентировочный характер и не претендующий ни на полноту ни на строгость

формулировок, призван лишь показать всю сложность и многоплановость проблематики, неизбежно возникающей в современной космологии на границах физического познания. Если раньше физическая теория могла не утруждать себя обсуждением вопросов подобного рода, считая их спекулятивными или даже пустыми и предоставив это бремя философии, то сейчас они оказались на переднем крае физической науки и их уже нельзя игнорировать; другое дело, что в истоках всякой фундаментальной естественнонаучной концепции лежит философская позиция, не всегда четко выраженная, но придающая определенную направленность научному исследованию. С бóльшим или меньшим охватом, в разных теоретических срезам, с той или иной степенью убедительности и строгости ставятся и намечаются пути решения таких проблем в фундаментальной теории Эддингтона и сторонников его общего подхода, в теориях расширенной супергравитации, суперструн и Великого объединения, в моделях расширяющейся и экспоненциально раздувающейся Вселенной, в дираковской концепции вариаций постоянных и основанных на ГВП теориях, в слабом, сильном и конечном антропном принципах, в концепциях множественности и циклического чередования Вселенных... Все они образуют широкую и неоднородную панораму отличающихся по значимости и в других отношениях и местами конкурирующих между собой, а местами пересекающихся и дополняющих друг друга подходов. Если что-то характерно для всего этого конгломерата теоретических идей и построений, это пожалуй так называемые *начальные условия*, то есть условия, имеющие место на границах физической реальности. Верные своему определению физики как науки о физических величинах и определению физической величины как системы физических чисел, мы полагаем, что исследование начальных условий сводится в основном к исследованию экстремальных значений фундаментальных физических величин, рассматриваемых как система взаимосвязанных физических чисел. Именно в этом ключе, как приложение, продолжение и развитие изложенных в главе 2 основ физической математики ведется рассмотрение в настоящей главе.

3.6. О методологии исследования

Беглый обзор разноречивых и разнородных вопросов от антропного принципа до проблемы сингулярности, предваряющий рассмотрение интересующих нас вещей, требует разъяснений методологического характера, полезных и для дальнейшего. Все обсуждаемые концепции возникли там, где физическая теория не сумела отыскать требуемое решение. Можно полагать, что читатель, привыкший видеть в физической теории строгую последовательность вытекающих из постулатов и следующих одно за другим построений и выводов, сопровождаемых столь же однозначным решением задач и соотношением с экспериментом, испытывает сейчас чувство неудовлетворенности из-за значительного числа порой несовместимых допущений, которые выглядят весьма произвольными, а потому спорными и необязательными. По мере продвижения к концу количество допущений заметно возрастает и в настоящей работе. Думается, что определенные издержки при изложении новой концепции с далеко еще не раскрытым до конца потенциалом практически неизбежны. В любом случае у критически настроенного читателя есть основания для сомнений, так что хотя бы для большей ясности требуются некоторые разъяснения и уточнения методологического характера в дополнение к сделанным ранее.

Поднимаясь вверх по дереву, мы добрались до ветвей фундаментальной физики, которые тоньше и слабее математического ствола; число допустимых вариантов – секвенций возросло и соответственно уменьшилась степень безальтернативности отдельных построений. Другими словами, система **AGECA** как формальное ядро теории ЛМФ менее доступна опровержениям чем какие бы то ни было решаемые на ее основе конкретные вопросы и задачи. В то же время именно возможность постановки и решения важнейших вопросов оснований физики способна не только наполнить богатым содержанием формальную схему, но и испытать ее предсказательную силу, обеспечить ей эмпирическую защиту, теоретико-экспериментальное обоснование и оправдание.

История физики убеждает, что многие утонченные теории, не имеющие однако достаточного количества эмпирических коррелятов либо неспособные предсказать числовые результаты *experimentum crucis*, не говоря уж о теориях, вступающих в явное противоречие с эмпирией, быстро, хотя обычно не бесследно исчезают с научной арены. Вера в безграничные возможности науки, согревавшая некогда душу естествоиспытателя и подвигавшая его на научные свершения, со временем превратилась в умах некоторых авторов позитивистского толка в сверхооптимистическую убежденность в нескончаемом научном познании и сверхпессимистическую оценку возможности получить достоверное знание. К этому добавляют тезис, что научное высказывание не может быть не только истинным, но и ложным: "...науке не дано полностью обрести ни истины, ни ложности... научные высказывания могут только приобретать степени вероятности, недостижимым верхним и нижним пределами которых служат истина и ложь" [Reichenbach, 186]. В континуально бесконечном и открытом – с исключенными по Рейхенбаху концами – интервале вероятность по определению может принимать любое значение между нулем и единицей. При всей утешительности мысли о том, что нуль, означающий в данном случае научную несостоятельность, так же недостижим как сулящая триумф единица, любой исследователь старается подобраться как можно ближе к желанной единице в надежде заработать хорошую оценку степени "достоверности", "надежности", "общезначимости" своей теории. Времена классической физики, когда весь научный и околонуучный мир восторгался творением Ньютона и его последователей, возможно действительно прошли, но даже при допущении абсолютной недостижимости полюсов истинности вопрос хотя бы *степени надежности* научной теории актуален до сих пор. Он важен прежде всего для самой науки, но его разработкой занимается преимущественно философия, методология науки, интерес к которой за последние десятилетия заметно снизился. Философствующий ученый вроде Пуанкаре, Эйнштейна, Вейля, Дирака, Гейзенберга и других выдающихся исследователей недалекого прошлого, "глубоко копающий" основания своей науки, ныне большая редкость. К тому же большинство современных физиков-теоретиков любого ранга и калибра не относятся серьезно к работам по методологии, поскольку во многих укоренился скепсис или даже неприятие исследований подобного рода. На первый взгляд не вполне естественно, что выявлением и анализом требований, которым должна удовлетворять научная теория, рассмотрением условий признания теории и т.п. занимаются те, кто сам никогда теорий не создавал. Можно понять раздражение ученого, восклицающего в сердцах: "Если вы всё так хорошо понимаете, почему сами этим не займетесь?!" С другой стороны есть ведь писатели, есть читатели, а есть и критики, безразличные читателям и нередко сильно раздражающие писателей. И никто не требует, чтобы критики занялись еще и сочинительством. Говорить о том, какой должна быть научная теория, конечно куда проще, чем эту теорию создавать, а еще проще рассуждать об условиях признания теории. Но в любом случае нельзя отказывать методологии в праве на самостоятельное существование только потому, что многим она кажется малопродуктивной и даже бесполезной.

После этих слов в защиту методологии (в чем она возможно и не нуждается) постараемся бросить взгляд на физическую теорию с точки зрения методологии. Точнее, с позиций уже существующей концепции обратимся к условиям признания или непризнания теории. Есть множество разных и порой противоречащих друг другу точек зрения на эту проблему; свой выбор мы остановили на довольно популярной и часто цитируемой концепции, в которой налицо последовательная постановка узловых вопросов. *Демаркация, верификация* и особенно *фальсификация* – таковы судя по всему основные понятия концепции Карла Поппера. Лучше послушать самого автора чем давать его в пересказе. Начнем с демаркации: "Проблему нахождения критерия, который дал бы нам в руки средство для выявления различия между эмпирическими науками, с одной стороны, и математикой, логикой, а также «метафизическими» системами, с другой, я называю *проблемой демаркации*" [Поппер, 30]. Кое-кто предпочел бы говорить о различии между эмпирической наукой и чистой теорией или скажем между экспериментальной наукой с одной стороны, дедуктивными и спекулятивными системами с другой, но здесь это не важно. Дело ведь не в терминах, даже если научными Поппер считает

только эмпирические системы: "...я, конечно, признаю некоторую систему эмпирической, или научной, только в том случае, если имеется возможность ее опытной *проверки*" [там же, 38]. С этим трудно согласиться логикам и математикам, которые сочтут такую позицию в лучшем случае недостаточно продуманной. Впрочем это скорее увлеченность автора жестким отграничением эмпирического знания от неэмпирического. А для выявления критериев демаркации надо сперва указать на возможные способы испытания теории на прочность. "Можно, как представляется, выделить четыре различных пути, по которым происходит проверка теории. Во-первых, это логическое сравнение полученных следствий друг с другом, при помощи которого проверяется внутренняя непротиворечивость системы. Во-вторых, это исследование логической формы теории с целью определить, имеет ли она характер эмпирической, или научной, теории или, к примеру, является тавтологичной. В-третьих, это сравнение данной теории с другими теориями, главным образом, с целью определить, внесет ли новая теория вклад в научный прогресс в том случае, если она выживет после ее различных проверок. И наконец, в-четвертых, это проверка теории при помощи эмпирического использования выводимых из нее следствий" [там же, 29]. Словом, необходима проверка теории на непротиворечивость, нетавтологичность, новизну и эмпирическую проверяемость, но кто этого не знает и с этим не согласен? Жаль, что нет здесь таких критериев как простота и изящество теории, но указаны едва ли более важные непротиворечивость и нетавтологичность, хотя маловероятно, что кто-то станет всерьез предлагать теорию, не отвечающую столь тривиальным условиям. Пожалуй только последний из указанных Поппером "путей проверки теории" заслуживает серьезного рассмотрения: "Цель проверок последнего типа заключается в том, чтобы выяснить, насколько новые следствия рассматриваемой теории, то есть всё, что является новым в ее содержании, удовлетворяют требованиям практики, независимо от того, исходят ли эти требования из чисто научных экспериментов или практических, технических применений. Процедура проверки при этом является дедуктивной. Из данной теории с помощью других, ранее принятых высказываний выводятся некоторые сингулярные высказывания, которые можно назвать «предсказаниями» («predictions»), в частности предсказания, которые легко проверяемы или непосредственно применимы. Из них выбираются высказывания, невыводимые из до сих пор принятой теории, и особенно противоречащие ей. Затем мы пытаемся вывести некоторое решение относительно этих (и других) выводимых высказываний путем сравнения их с результатами практических применений и экспериментов. Если такое решение положительно, то есть если сингулярные следствия оказываются приемлемыми, или *верифицированными*, то теория может считаться в настоящее время выдержавшей проверку и у нас нет оснований отказываться от нее. Но если вынесенное решение отрицательное или, иначе говоря, если следствия оказались *фальсифицированными*, то фальсификация их фальсифицирует и саму теорию, из которых они были логически выведены.

Следует подчеркнуть, – продолжает Поппер, – что положительное решение может поддерживать теорию лишь временно, поскольку последующие возможные отрицательные решения всегда могут опровергнуть ее. В той мере, в какой теория выдержала детальные и строгие проверки и она не преодолена другой теорией в ходе научного прогресса, можно сказать, что наша теория «доказала свою устойчивость» или, другими словами, что она «подкреплена» («corroborated») прошлым опытом" [там же, 29–30]. Высказанная в последнем абзаце идея о нескончаемости серии сменяющих одна другую теорий совсем не обязательно верна. Никому не дано знать, вечен ли процесс смены научных теорий высокого по крайней мере ранга или же в какой-то момент этот процесс как полагают некоторые прекратится и всякое научное исследование будет вестись исключительно в режиме практических приложений и решения всевозможных задач на базе существующих теорий. В любом случае это вопрос схоластический и едва ли стоит его декларировать в работе по методологии, претендующей помимо прочего на аккуратность формулировок. Впрочем главное здесь то, что непосредственно относится к проверке теории на пригодность. В нашем понимании ФТ как теории физических величин новая теория, если забыть обо всём остальном и рассматривать ее лишь в плане верификации и фальсификации, может реально предложить следующее:

какие-то новые величины, в частности константы; наделение “старых” величин новыми свойствами; численные значения новых и уточненные значения старых величин. “Поймать” предсказанную теорией новую величину, например обсуждаемую ниже космологическую константу $N_U \sim 10^{125}$, далеко не просто, особенно если речь идет об областях физической реальности, недоступных пока прямому эмпирическому изучению. С большими сложностями может быть связана и проверка следствий теории второго типа, например установление справедливости новой формулы или уравнения или испытание какой-то величины на абсолютную сохраняемость. Наиболее реальная возможность, открывающая прямую дорогу к попперовской верификации или фальсификации теории, связана с измерением численных значений физических величин. В теории ЛМФ это прежде всего константа Ферми, также время жизни и АММ мюона и в какой-то степени постоянная тонкой структуры. Добавим, что выводимые в теории “сингулярные высказывания” не следует понимать в узком смысле как результат чистой дедукции из приведенного к соответствующему виду формализма физической теории, как нечто вроде выводимых в логико-дедуктивных системах теорем. Это еще и результат решения той или иной задачи, поставленной в рамках данной теории и решаемой исключительно ее средствами. Что касается измерения величин, то здесь всё просто – на словах, поскольку на деле процесс проверки может растянуться на многие годы или даже десятилетия. Допустим какая-то величина B , известная с погрешностью ΔB , предсказывается в новой теории с существенно меньшей погрешностью $\Delta B' \ll \Delta B$. Экспериментальное подтверждение числового интервала $B \pm \Delta B'$ может считаться серьезным аргументом в пользу теории, приводящей к такому значению. Если же новое, более прецизионное измерение окажется несовместимым со значением $B \pm \Delta B'$, это может существенно подорвать репутацию теории. Верифицируемость и фальсифицируемость это как две стороны одной медали, причем вторая сторона оказывается всё же важнее, поскольку высказанные автором и частично приведенные выше “соображения приводят к убеждению в том, что не *верифицируемость*, а *фальсифицируемость* системы следует рассматривать в качестве критерия демаркации. Это означает, что мы не должны требовать возможности выделить некоторую научную систему раз и навсегда в положительном смысле, но обязаны потребовать, чтобы она имела такую логическую форму, которая позволяла бы посредством эмпирических проверок выделить ее в отрицательном смысле: *эмпирическая система должна допускать опровержения опытом*” [там же, 38]. Нетрудно понять, что фальсифицируемость, поднятая на высоту критерия демаркации, тесно соприкасается с другими понятиями, в частности *степени точности при измерении* [там же, 115] и *решающего* (crucial, decisive) *эксперимента*, прежде всего *решающего фальсифицируемого эксперимента*, подробное обсуждение которого можно найти в книге [Popper]. Это не лишённая интереса тема, но в общих чертах и так всё достаточно ясно и незачем углубляться в попперовскую методологию. Может показаться, что кроме разве терминологии она вообще не содержит в себе ничего принципиально нового. В каком-то смысле это действительно так: в конце концов кто не знает, что новая теория должна быть непротиворечивой, нетавтологичной, быть в чем-то лучше своей предшественницы и главное быть открытой для подтверждений и для опровержений? Во всяком случае ничего для себя в конструктивном плане полезного мы здесь не находим. Если вообще смысл методологических построений видеть в интеллектуальной игре или в том чтобы разводиться псевдоакадемическую заумь там, где и так всё достаточно ясно, практическая польза таких построений окажется под большим сомнением. Но и в этом деле важны кроме общих положений тонкости, выявляемые лишь детальным анализом разных аспектов проблемы. Нередко нужен взгляд со стороны, полезно иметь под рукой по возможности полный и подробный перечень требований, которым должна удовлетворять выдвигаемая научная теория или концепция. При доброжелательном отношении методология это необходимая рефлексия над научным знанием и общая инструкция его построения и дорожная карта, путеводитель по научному лабиринту. Тем самым ее существование можно считать вполне оправданным.

Вернемся в свете сказанного к нашим задачам. Сознвая всю важность постановки и решения вопросов, относящихся к исконно физическим, насколько возможно подобное

разделение, мы отдаем себе отчет во всех трудностях перехода от формализованной, частично аксиоматизированной схемы к ее приложениям. Немало допущений сделано и при построении системы **AGECA**, но здесь они больше напоминают заранее задуманные конструкции здания, возводимого в соответствии с общим архитектурным замыслом, либо просто строительные леса, оказывающиеся ненужными по завершении постройки. С переходом к непосредственным приложениям формальной системы строгий вывод, дедукция, жесткая подчиненность общему проекту всё больше уступает место индуктивному допущению, прямой апелляции к результатам включая эмпирические, полученным в недрах существующей физики. Но все эти допущения, а тем более построения отнюдь не так произвольны как может показаться на первый взгляд: всё в той или иной мере регламентировано универсальным и не допускающим исключений формальным кодексом **AGECA**. Насколько жестким селектором допустимых решений может служить формальная система, мы убедились на примере константы Ферми G_{FA} , чисто экспоненциальный характер которой обозначился вполне определенно и речь могла идти лишь о некоторых ее интерпретациях, да и то в условиях почти однозначного выбора. Следует конечно отличать допущения от интерпретаций, а сами допущения различать по степени значимости. Так, законы изменения, сохранения и квантования это подсказанная реалиями физической теории **интерпретация кодов C_1-C_4** , а многое из нижеизложенного – интерпретация кодов, но включающая в себя момент допущения, с верификацией, относящейся к системе **AGECA** в целом или же затрагивающей лишь отдельные ее стороны.

Всякий сложный многоплановый текст или достаточно самостоятельная его часть имеет собственную динамику развития, внутреннюю логику изложения, которую автор не вправе игнорировать. Приведенное в начале главы общее определение исходного понятия физической величины и необходимость его обсуждения ввели нас в круг неодинаковых по характеру и природе, но тесно связанных по сути вопросов. Если разделить этот *круг* на следующие одно за другом не столько в хронологическом, сколько в логическом порядке части, получим двенадцать несимметричных, неравных *сегментов*.

- 1 Общее определение физической величины как системы постоянных и/или переменных чисел
- 2 ФФП – выделенные точки универсума физических чисел, требующие особого внимания
- 3 Большие числа Дирака как “мутанты”, выпадающие из ряда *нормальных* физических и математических констант
- 4 ГВП как попытка объяснения предполагаемых мутаций констант их вариациями во времени
- 5 Серия построенных на основе ГВП теорий, ни одна из которых не оказалась успешной
- 6 Антропный принцип – стремление ввести *человеческий фактор* в качестве необходимого условия (или даже цели) существования Вселенной
- 7 Гипотеза множественности Вселенных, или попытка объяснить физическую действительность включая “феномен человека” статистическим чудом
- 8 Другие модели объяснения существующей Вселенной как одного из возможных миров
- 9 Модели расширяющейся и раздувающейся Вселенной, призванные ответить на вопрос, *как всё начиналось*
- 10 Начальные условия как первичный набор величин и связей между ними, предопределивший последующее развитие
- 11 Экстремальные значения ФФП как физические числа, определяющие от и до физической реальности
- 12 Обобщение физических законов сохранения, изменения и квантования посредством экстремальных значений ФФП

Числами Дирака мы вскоре займемся, краткое обсуждение остальных восьми вопросов из первых девяти показало их причастность к проблеме начальных условий. Главное же внимание будет уделено двум последним вопросам, ключевым для настоящей главы и для понимания многих затрагиваемых в ней тем.

3.7. Гипотетическая формула для постоянной G

Начнем с решения вопроса, связь которого с проблемой экстремальности отнюдь не очевидна. Попытаемся выяснить, насколько реально получение истинного выражения для гравитационной постоянной G , тем более что из пяти исходных фундаментальных постоянных c , \hbar , k , G_F , G системы \mathbf{C} это последняя величина, еще не вычисленная методами теории ЛМФ. Знание математической формулы для G важно для более точного вычисления целого ряда космологических квантово-гравитационно-релятивистских ($\hbar G c$) величин, в частности по формуле

$$m_j = \sqrt{\frac{\alpha_{xj} \hbar c}{G}} \quad (3.7.1)$$

выражающей значения фундаментальных масс в зависимости от выделенных значений функций α_{xj} . Все предпринимавшиеся ранее попытки теоретического определения гравитационной постоянной приводили к громоздким выражениям, см. [Eddington; Eagles; Станюкович, 15], и оказались безуспешными как и в случае остальных физических постоянных. Эта проблема согласно вышеизложенному может быть решена только в рамках системы AGECA, но и здесь далеко не всё так просто; предлагаемое нами решение сугубо предположительно. Напомним сперва, что в теории ЛМФ выявляются все необходимые *кирпичики*, общие каноны и законные способы построения истинных математических выражений ФФП, но правильность того или иного построения, вообще говоря, не обеспечивается автоматически. Помимо формально-математической есть и содержательная сторона дела, включающая момент угадывания, который весьма прост и фактически однозначен в одних случаях и достаточно сложен и гипотетичен в других. Физическая постоянная – “многоликая” природная реалья и формально-теоретический конструкт в единой “упаковке”, где математическая форма сопряжена с физическим содержанием, предполагающим учет теоретического статуса и ранга постоянной, ее соотношенность с различными параметрами. В современной теории квантово-релятивистской гравитации высший ранг фундаментальной постоянной, характеризующей интенсивность гравитационного взаимодействия, принадлежит не столько ньютоновской постоянной G сколько постоянной Ньютона–Эйнштейна $\chi = 8\pi G/c^4$ или обратному ей выражению для силы

$$F_p = c^4/8\pi G \quad (3.7.2)$$

Сила примечательна и тем, что формула размерностей c^4/G для нее получается во всех содержащих c и G системах измерения независимо от выбора остальных основных размерностей. А чем выше теоретический статус, тем проще как правило форма – это, можно сказать, чрезвычайно общий подтверждаемый историей эвристический принцип (назовем ли мы его принципом простоты, экономией мышления, алгеброй гармонии или как-то иначе) физики, да и всей фундаментальной науки. Следуя ему естественно считать, что проще найти выражение для силы F_{pA} , а уж затем $G_A = c_A^4/8\pi F_{pA}$. Но сперва краткое отступление о некоторых особенностях рассматриваемых величин.

Гравитационная постоянная G , впервые введенная в науку Ньютоном и измерявшаяся еще во второй половине XVIII века [Кавендиш], считается старейшей после скорости света в вакууме фундаментальной физической константой. Гравитация присутствует всегда и всюду, вся наша деятельность протекает в гравитационном поле Земли, конкретное значение которого, если вдуматься, во многом определяет облик жителей нашей планеты. Вместе с тем G едва ли не самая неуловимая для физической лаборатории постоянная и за два с лишним

столетия точность ее эмпирического определения возросла ненамного. Между тем дело идет, повторим, о старейшей константе физической теории, ведь именно с появления величины G в теории тяготения Ньютона начинается история великих физических чисел. Более двух веков длится и измерение гравитационной постоянной, уступая здесь первенство лишь скорости света. И вот первая по “теоретическому возрасту” и вторая по продолжительности эмпирического исследования постоянная оказалась фактически на последнем месте по точности измерения в списке более или менее известных ФП.

С появлением согласованного значения

$$G(2006) = 6,674\,28(67) \cdot 10^{-8} \text{ см}^3 \text{ г}^{-1} \text{ с}^{-2} \quad (1,0 \cdot 10^{-4})$$

ситуация изменилась ненамного, а нам здесь нужен более точный и в то же время более надежный эмпирический ориентир. Анализ имеющихся экспериментальных данных, см. сводные таблицы в работах [Kleinevoß; Карагиоз, Измайлов; Raicu], а также [Flowers, Petley], с применением традиционного для метрологии метода наименьших квадратов приводит в [Аракелян 2007] к легко запоминающемуся значению

$$G(2006) = 6,674\,00(10) \text{ см}^3 \text{ г}^{-1} \text{ с}^{-2} \quad (1,5 \cdot 10^{-5}) \quad (3.7.3)$$

которое почти в семь раз точнее $G(2006)$. Хотя относительная погрешность уровня 10^{-5} на три и более порядков меньше чем у других ФФП, новое значение, можно думать, годится в качестве не очень грубого ориентира для теоретического определения G .

Используя значение $G(2006)$ и формулу (3.7.2), получим

$$F_p = 4,815\,670(72) \cdot 10^{47} \text{ дин} \quad (1,5 \cdot 10^{-5})$$

Это сила, превышающая на 20 порядков силу притяжения между Солнцем и Землей. А если представить себе два (точечных) тела с массами равными массе Вселенной ($\sim 10^{57}$ г), находящиеся на расстоянии порядка радиуса Вселенной ($\sim 10^{29}$ см), то сила гравитационного взаимодействия между ними по порядку будет как раз равна F_p :

$$F_p = \frac{Gm_U^2}{R_U^2} \sim 10^{47} \text{ дин} \quad (3.7.4)$$

– не связано ли это с физическим смыслом фундаментальной силы? Если далее по известной формуле Энергия = Сила \times Расстояние соотнести с силой F_p и расстоянием R_U энергию $E = F_p R_U$, то по порядку она окажется равной полной энергии Вселенной $E = m_U c^2$. Ясно, что это не случайные числовые совпадения, а соотношения, бросающие свет на хорошо известную из всех современных теорий гравитации, но почему-то не удостоенную должным вниманием ФФП. Важно и то, что фундаментальная сила с массой, длиной или энергией непосредственно не связана, а определяется через ФФП c и G , а также через ФМК 2 и π . Если исходить из равенства выражений (3.7.2) и (3.7.4) для константы F_p , придем к поразительному выводу, что отношение двух фундаментальных параметров Вселенной может быть вычислено с той же точностью, с которой определена гравитационная постоянная:

$$\frac{m_U}{R_U} = \frac{c^2}{\sqrt{8\pi G}} = 2,686\,181(40) \cdot 10^{27} \text{ г/см} \quad (3.7.5)$$

или в **A**-системе

$$\frac{m_{UA}}{R_{UA}} = 1,230\,554(19) \cdot 10^{47} \quad (3.7.6)$$

Необходимый этап определения истинного значения размерной физической постоянной это избавление от размерности, то есть перевод по общей формуле (2.12.5) размерного числа в **A**-систему и последующее исследование полученной с некоторой точностью безразмерной величины. Используя эмпирические значения (3.7.3) и (3.7.4), имеем

$$G_A = 3,043\,9809(12) \cdot 10^{-44} \quad 0,39 \text{ ppm} \quad (3.7.7)$$

$$F_{PA} = 4,609\,5327(18) \cdot 10^{50} \quad 0,39 \text{ ppm} \quad (3.7.8)$$

Получены сверхмалое и сверхбольшое по нашей классификации числа, из которых “чистой” – без множителей перед ψ -функцией – экспонентой является предположительно второе:

$$F_{PA} = F_{PA} = e^{116,657\,3814(39)} \quad (3.7.9)$$

Учитывая тензорную природу ($J_G = 2\hbar$) гравитационного поля с десятью ($n_G = 10$) независимыми параметрами, экстремальный характер и инвариантность величины F_{PA} относительно различных систем размерностей вроде $c\hbar G$ и cqG , исходим из функциональной зависимости $F_{PA} = F_{PA}(J_{GA}, n_G, e_{\min A}, J_{\min A})$, конкретная форма которой может быть такой:

$$F_{PA}^2 = \psi \left(\frac{J_{GA}/2J_{\min A} + \omega/n_G}{q_{\min A}} - J_{\min A} \right) \quad (3.7.10)$$

Подставляя соответствующие А-значения, придем к окончательному выражению

$$F_{PA} = e^{\frac{1}{2} \left(\frac{3\sqrt{\omega}(2 + \omega/10)}{\pi\alpha} - \frac{\pi^2\alpha^2}{2\omega} \right)} \quad (3.7.11)$$

позволяющему в случае его правильности вычислять число F_{PA} с погрешностью, ограниченной лишь точностью определения константы α . Используя А-значение элементарного и минимального зарядов и число $N_G = 20$ компонентов кривизны риманова пространства (число независимых компонентов метрического тензора или тензора Римана–Кристоффеля), можно записать формулу и в более компактном виде:

$$F_{PA} = \exp \left(\frac{1 + \omega/N_G}{e_{A\min}} - \frac{e_A^2}{4} \right) \quad (3.7.11')$$

Вычисление гравитационной постоянной по формуле (3.7.2) уже тривиально:

$$G_A = \frac{1}{8\pi\alpha^4} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{3\sqrt{\omega}(2 + \omega/10)}{\pi\alpha} - \frac{\pi^2\alpha^2}{2\omega} \right)} \quad (3.7.12)$$

Отсюда путем обратного перевода в систему СГС получим

$$G^{\text{теор}} = 6,673\,8997(37) \cdot 10^{-8} \text{ см}^3 \text{ г}^{-1} \text{ с}^{-2} \quad 0,55 \text{ ppm} \quad (3.7.13)$$

что неплохо ($\delta = -1,0$) согласуется с (3.7.3). Не следует однако обольщаться согласием с эмпирическим результатом – не столько из-за недостаточной достоверности последнего, сколько по соображениям более принципиального характера. Надежность любой *построенной* формулы как правило заметно ниже, мы знаем, надежности формулы *выведенной* или *однозначно полученной* в рамках данной теоретической системы. В этом смысле ни формула (3.7.10) ни любое другое построенное выше или ниже выражение не может соперничать с результатом $G_{FA} \cong \exp(-48)$. В любом случае несмотря на большую чем например в случае уравнения для константы α^{-1} неопределенность некоторых моментов, формула (3.7.8) отвечает в целом и стандартам теории ЛМФ и толкованию физического смысла константы F_{PA} . Поэтому она имеет право на существование в качестве пусть далеко не бесспорного кандидата на роль истинного выражения для фундаментальной силы, а следовательно и для гравитационной постоянной.

3.8. Правило $c-\hbar$

Формулу (3.7.12) можно записать в более компактном виде

$$G_A = \frac{c_A^4}{8\pi} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{3(2 + 0,1\omega)}{\sqrt{\hbar_A}} - \frac{\hbar_A}{2} \right)} \quad (3.8.1)$$

содержащем \hbar -значения постоянных c и \hbar наряду с экспонентой и другими математическими константами. Для зависящей от константы \hbar степени экспоненты введем обозначение

$$\eta = \frac{1}{2} \left(\frac{3(2 + 0,1\omega)}{\sqrt{\hbar_A}} - \frac{\hbar_A}{2} \right) \approx 116,6574 \quad (3.8.2)$$

оно упрощает запись величин, содержащих гравитационную постоянную. Постоянные c и \hbar очевидно наиболее часто встречающиеся в настоящей работе физические величины. Это объясняется тем, что произведение $\hbar c$ фигурирует в трех из четырех физических кодов \mathbf{C} , и тем, что исходными соотношениями \mathbf{A} -системы определяются равенства

$$c_A = \alpha^{-1}, \quad m_{eA} = 1/\hbar_A c_A^2, \quad G_{FA} \cong e^{-48}$$

Можно поэтому, придавая переменным p и q в выражении

$$B_A = B_0 c_A^p \hbar_A^q \quad (3.8.3)$$

определенные целые и полужелые значения, получить немалое количество безразмерных ФФП, например

$$\alpha(e), \alpha(e_{m0}), e_A, e_{m0A}, m_{eA}, \lambda_{CeA}, \tau_{CeA}, 2\mu_{BA}, r_{eA}$$

Формулу (3.8.3), где B_A выражение для физической постоянной в \mathbf{A} -системе, а B_0 комбинация ФМК, назовем c - \hbar -правилом и постараемся выяснить границы применимости этого правила. Оно заведомо неприменимо в случае экспоненциальных формул для константы Ферми и гравитационной постоянной, содержащих к тому же числа 48 и 10, которые не относятся к категории основных или вторичных математических констант. Однако при указанном выше понимании степени $n_{B,F} = 48$ как общего количества фундаментальных фермионов со спином $J = \hbar/2$ и бозонов со спином $J = \hbar$ физическая константа 48 может считаться определенным значением целочисленной функции от \hbar :

$$n_{B,F} = f(n \cdot \hbar), \quad n = 1/2, 1$$

Аналогично при понимании 10 в формуле (3.8.1) как числа независимых параметров *тензорного* гравитационного поля, для которого $J = 2\hbar$, это число может считаться значением функции от математической константы 2 и от \hbar . Других безразмерных физических констант помимо 48 и 10 во всех перечисленных формулах не видно и правило (3.8.2) можно обобщить следующим образом:

$$B = F(\text{ФМК}, c_A, \hbar_A) \quad (3.8.4)$$

Обобщенное c - \hbar -правило условимся понимать как утверждение о существовании обширного класса выделенных физических чисел, которые в абсолютной записи могут быть представлены с помощью (не считая математических констант) лишь двух физических величин c_A и \hbar_A . Речь идет о "естественном", компактном, достаточно простом представлении, поскольку сложное, содержащее замысловатые комбинации или операции над ФМК выражение возможно всегда; другое дело, что в некоторых случаях могут возникнуть проблемы с определением естественности, простоты формулы. Надо также подчеркнуть, что имеется в виду исключительно *физическое*, то есть посредством не только ФМК, но *обязательно* и ФФП, представление, поскольку согласно теории ЛМФ все ФФП в конечном счете тем или иным способом выражаются посредством ФМК. По сути дело сводится к утверждению о необходимости и достаточности двух независимых ФФП для представления всех величин указанного класса в виде простых соотношений. Но насколько обширен этот класс? Есть ли какие-то ограничения или обобщенное c - \hbar -правило универсально? В последнем случае оно могло бы служить средством распознавания истинной ФФП и имело бы большое эвристическое значение для теоретического определения малоисследованных физических констант.

Соблазн считать (3.8.4) универсальной формой функциональной зависимости для всех ФФП велик. Попытки выразить известные физические постоянные с помощью постоянной тонкой структуры α предпринимались не раз; еще чаще высказывалась идея возможности или даже необходимости сведения всех ФФП к одной-двум “истинно фундаментальным, независимым” физическим константам. Из этого ничего не вышло, а сейчас мы со всей определенностью можем сказать, что обобщенное c - \hbar -правило не универсально – достаточно посмотреть на A -выражения для постоянной Больцмана. Вместе с тем многое говорит о том, что класс физических чисел, подпадающих под c - \hbar -правило, весьма обширен. К нему относятся приведенные ниже в таблице значения фундаментальных физических величин в различных выделенных точках интервала их существования. Точная фиксация этих точек на основе эмпирических и теоретических данных порой очень проблематична, что можно видеть на характерном примере планковской константы α_G , как вскоре окончательно убедимся, одной из центральных точек всего универсума физических чисел.

Принадлежность постоянной $\alpha_G = \alpha_G(c, \hbar, G(c, \hbar), m_j)$ из уравнения C_2 к искомому классу сомнений не вызывает, однако из-за неопределенности переменной m_j однозначное определение выделенной, центральной планковской точки здесь очень непросто, поскольку есть несколько альтернативных возможностей. Знаменитые планковские соотношения обычно получаются исключительно анализом размерностей, а значит приравниванием безразмерного множителя единице, что приводит к значению

$$\alpha_G = 1 \quad (3.8.5)$$

Вспомним хотя бы обсуждавшуюся в предыдущем разделе ФП $\chi = 8\pi G/c^4$, входящую в основные уравнения практически всех современных теорий гравитации и одинаковую в системах измерения $c\hbar G$ и ceG , то есть инвариантную относительно замены основной размерности \hbar на другие. Стоящую перед физической постоянной G математическую константу 8π можно понимать как искомый безразмерный множитель для всех планковских величин, который анализом размерностей в принципе не выявляется, требуя как всегда обращения к конкретике физической теории. При таком понимании множителя 8π истинно равенство

$$\alpha_G(\chi) = 8\pi \quad (3.8.6)$$

Если же $\alpha_G(m_p)$ толковать как особую, уникальную точку, в которой имеет место формальное тождество фундаментальных параметров физической теории – комптоновских и гравитационных величин, в частности комптоновской длины λ_p и гравитационного радиуса (радиуса Шварцшильда, или радиуса черной дыры) l_p , или $\hbar/m_p c = 2Gm_p/c^2$, отсюда

$$\alpha_G(\lambda_p \equiv l_p) = 1/2 \quad (3.8.7)$$

Нельзя исключать на данном этапе и другие толкования планковских величин, но в любом варианте $\alpha_G = \alpha_p$ не сильно отличается по порядку от 1 и служит чем-то вроде центральной точки отсчета, своеобразным центром симметрии для всего множества числовых значений α_{xj} . И в качестве таковой через постоянные c_A, \hbar_A она непосредственно не выражается ($p = q = 0$). Отмечая сам факт существования подобной точки, примем значение $\alpha_p = 1/2$, позже оно получит свое независимое подтверждение.

Вполне надежно, мы знаем, тождество $\alpha_c(e) \equiv \alpha \equiv 1/c_A$, к которому с немалой долей уверенности можно добавить симметричное равенство

$$\alpha_m(e_{m0}) = \alpha^{-1} = c_A$$

К числу менее достоверных теоретических и эмпирических данных относятся обычные оценки космологических параметров: $m_U \geq 10^{56}$ г для массы и $R_U = 2Gm_U/c^2 > 10^{28}$ см для гравитационного радиуса Вселенной, хотя отношение этих двух величин предположительно может быть вычислено (см. 3.7.6) с точностью порядка 0,1 ppm. С этим соотносится еще более

ненадежная оценка $m_\gamma \leq \hbar/R_U c \approx 10^{-66}$ г для гипотетической ненулевой массы фотона, а также гравитона. Используя коды C_1 – C_3 , фактически основную причину введения c - \hbar -правила, и сокращение (3.8.2), можно представить в соответствующей форме такие фундаментальные величины как заряд, масса, комптоновская длина, не говоря уж о получаемых из них вторичных физических величинах. Имеем:

$$e_{jA} = \sqrt{\alpha_j \hbar_A c_A} \quad (3.8.8)$$

$$m_{jA} = \sqrt{8\pi\alpha_{Gj} \frac{\hbar_A}{c_A} \cdot \frac{e^{\eta/2}}{c_A}} \quad (3.8.9)$$

$$\lambda_{jA} = \sqrt{\frac{\hbar_A c_A}{8\pi\alpha_{Gj}}} \cdot e^{-\eta/2} \quad (3.8.10)$$

$$\tau_{jA} = \sqrt{\frac{\hbar_A}{8\pi\alpha_{Gj} c_A}} \cdot e^{-\eta/2} \quad (3.8.11)$$

$$l_{GjA} = \sqrt{\frac{\alpha_{Gj}}{2\pi} \hbar_A c_A} \cdot e^{-\eta/2} \quad (3.8.12)$$

$$t_{GjA} = \sqrt{\frac{\alpha_{Gj}}{2\pi} \cdot \frac{\hbar_A}{c_A}} \cdot e^{-\eta/2} \quad (3.8.13)$$

$$m_{jWA} = \sqrt{\alpha_{jW} \frac{\hbar_A^3}{c_A}} \cdot e^{24} \quad (3.8.14)$$

$$\lambda_{jWA} = \frac{e^{-24}}{\sqrt{\alpha_{jW} \hbar_A c_A}} \quad (3.8.15)$$

Подстановка в эти формулы выделенных значений функций α дает ряд выражаемых через c_A и \hbar_A важных величин, каждая из которых имеет вполне определенный физический смысл. Словом, собрав воедино всё получаемое посредством кодов C , соотношений A -системы, известных из теории соотношений между физическими постоянными, а также допущений касательно построения F_{PA} , имеем список констант, расположенных по возрастанию (модулей) их численных значений; приведены также A -выражения и соответствующие им десятичные значения.

Таблица 3.8
Обобщенное c - \hbar -правило в применении к некоторым ФФП

Константа	c - \hbar -формула	A -выражение	Десятичное значение
G_A	$\frac{c_A^4}{8\pi} e^{-\eta}$	$\frac{1}{8\pi\alpha^4} e^{-\eta}$	$3,043\ 9809(12) \cdot 10^{-44}$
$\tau_{PA} = t_{GPA}$	$\frac{1}{c_A^2} \sqrt{\frac{2G_A \hbar_A}{c_A}}$	$\frac{\alpha}{2} \sqrt{\frac{\pi\alpha}{2\omega}} e^{-\eta/2}$	$2,993\ 072\ 59(60) \cdot 10^{-29}$
λ_{mA}	$\frac{\sqrt{G_A \hbar_A}}{c_A^2}$	$\frac{\alpha}{2} \sqrt{\frac{\pi}{2\omega}} e^{-\eta/2}$	$2,477\ 533\ 80(49) \cdot 10^{-28}$

$\tilde{\lambda}_{\text{pA}} = l_{\text{GPA}}$	$\frac{1}{c_A} \sqrt{\frac{2G_A \hbar_A}{c_A}}$	$\frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi\alpha}{\omega}} e^{-\eta/2}$	$4,101\,586\,93(81) \cdot 10^{-27}$
l_{GmA}	$\frac{2\sqrt{G_A \hbar_A}}{c_A}$	$\sqrt{\frac{\pi}{2\omega}} e^{-\eta/2}$	$6,790\,2264(13) \cdot 10^{-26}$
G_{FA}	$e^{-f(n \cdot \hbar)}$	$e^{-48,000\,015(16)}$	$1,425143(23) \cdot 10^{-21}$
σ_{eA}	$\frac{8\pi}{3} \hbar_A^4$	$\frac{8\pi^9 \alpha^8}{3\omega^4}$	$2,14221\,1549(58) \cdot 10^{-12}$
r_{eA}	\hbar_A^2	$\frac{\pi^4 \alpha^4}{\omega^2}$	$5,05675\,4571(68) \cdot 10^{-7}$
μ_{BA}	$\frac{\hbar_A^{5/2} c_A}{2}$	$\frac{\pi^5 \alpha^4}{2\omega^{5/2}}$	$9,23941\,596(13) \cdot 10^{-7}$
$\tilde{\lambda}_{\text{eA}}$	$\hbar_A^2 c_A$	$\frac{\pi^4 \alpha^3}{\omega^2}$	$6,92957\,4149(70) \cdot 10^{-5}$
h_A	$2\pi \hbar_A$	$\frac{2\pi^3 \alpha^2}{\omega}$	$4,46802\,7179(30) \cdot 10^{-3}$
$R_{\infty A} \hbar_A c_A$	$\frac{1}{4\pi \hbar_A c_A^2}$	$\frac{\omega}{4\pi^3}$	$5,95915\,74057 \dots \cdot 10^{-3}$
α	$1/c_A$	α	$7,29735\,2568(25) \cdot 10^{-3}$
a_{0A}	$\hbar_A^2 c_A^2$	$\frac{\pi^4 \alpha^2}{\omega^2}$	$9,49601\,1169(64) \cdot 10^{-3}$
e_A	$\sqrt{\hbar_A}$	$\frac{\pi\alpha}{\sqrt{\omega}}$	$0,02666\,66197\,96(90)$
E_{0A}	$\frac{1}{2\hbar_A c_A^2}$	$\frac{\omega}{2\pi^2}$	$0,03744\,24902\,54907 \dots$
h_A/m_{eA}	$2\pi \hbar_A^2 c_A^2$	$\frac{2\pi^5 \alpha^2}{\omega^2}$	$0,05966\,519786(40)$
$R_{\infty A}$	$\frac{1}{4\pi \hbar_A^2 c_A^3}$	$\frac{\omega^2}{4\pi^5 \alpha}$	$0,06115\,250456(21)$
m_{eA}	$\frac{1}{\hbar_A c_A^2}$	$\frac{\omega}{\pi^2}$	$0,07488\,49805\,09814 \dots$
e_{pA}	$\sqrt{\frac{\hbar_A c_A}{2}}$	$\pi \sqrt{\frac{\alpha}{2\omega}}$	$0,22073\,454536(37)$
e_A/m_{eA}	$\hbar_A^{3/2} c_A^2$	$\frac{\pi^3 \alpha}{\omega^{3/2}}$	$0,35610\,10448(12)$
α_{GA}	$1/2$	$1/2$	$0,5$
e_{m0A}	$c_A \sqrt{\hbar_A}$	$\pi/\sqrt{\omega}$	$3,65428\,68866 \dots$
R_{fA}	2π	2π	$6,28318\,53071 \dots$

$R_{\infty A} c_A$	$\frac{1}{4\pi\hbar_A^2 c_A^2}$	$\frac{w^2}{4\pi^5 \alpha^2}$	8,38009 4560(56)
$2e_A/h_A$	$\frac{1}{\pi\sqrt{\hbar_A}}$	$\frac{\sqrt{w}}{\pi^2 \alpha}$	11,93664 1712(40)
c_{1A}	$16\pi^2 \hbar_A c_A$	$\frac{16\pi^4 \alpha}{w}$	15,38828 9087(52)
$h_A c_A / e_A$	$2\pi c_A \sqrt{\hbar_A}$	$2\pi^2 / \sqrt{w}$	22,96056 16741...
α^{-1}	c_A	α^{-1}	137,035 999 11(46)
$m_{cA} c_A^2$	$\frac{1}{\hbar_A}$	$\frac{w}{\pi^2 \alpha^2}$	1406,254 9434(94)
m_{pA}	$\sqrt{\frac{\hbar_A c_A}{2G_A}}$	$2\pi\alpha^2 \sqrt{\frac{\pi\alpha}{w}} e^{n/2}$	$1,265 171 34(24) \cdot 10^{21}$
m_{mA}	$c_A \sqrt{\hbar_A / G_A}$	$2\pi\alpha^2 \sqrt{\frac{2\pi}{w}} e^{n/2}$	$2,094 506 34(40) \cdot 10^{22}$
F_{pA}	$\frac{c_A^4}{8\pi G_A}$	e^n	$4,609 5327(18) \cdot 10^{50}$

В этом внушительном списке представлены числа всех выделенных ранее классов: центральные, средние, промежуточные, малые и большие, очень малые и очень большие, сверхмалые и сверхбольшие. Чтобы еще полнее выявить систему особых точек и однозначно определить все значения нужен более обширный и главное более точный базис эмпирических данных, относящихся прежде всего к фундаментальным массам. В любом случае можно утверждать, что в **A**-системе весьма значительная часть занимающих огромный числом интервал известных физических величин может быть выражена с помощью констант c и \hbar .

3.9. Большие числа Дирака

Не все значимые физические числа подпадают под обобщенное c - \hbar -правило, но и не все подпадающие под это правило выделенные числа включены в наш список. Мы в основном ограничились величинами, которые обычно рассматриваются как самостоятельные, имеющие определенный физический смысл константы. Все они кроме констант связи α_j имеют ненулевую в системе СГС размерность. Разумеется c - \hbar -величины нетрудно отыскать и среди других безразмерных констант, в частности больших чисел Дирака. Особое внимание, уделяемое здесь третьему сегменту круга из 12 взаимосвязанных вопросов, вызвано не в последнюю очередь ажиотажем по поводу интерпретации безразмерных физических чисел как функций времени. Печально, что для многих неспециалистов имя Дирака ассоциируется скорее с большими числами и вариациями постоянных чем с квантовой теорией поля, хотя для научного познания КЭД несравненно важнее не подтвердившейся несмотря на все старания энтузиастов ГВП. Впрочем есть и другая сторона медали. БЧ подобно брошенным в воду и образовавшим идущие от них круги камешкам повысили интерес к проблемам космологии, в частности происхождения и эволюции Вселенной, стимулировали появление новых научных гипотез. Низведенный развитием науки до уровня заурядного обитателя ничем не примечательной, находящейся на окраине одной из десяти миллиардов галактик планеты, человек, точнее некоторые ученые и неученые антропоцентристы снова стали ощущать себя едва ли центром мироздания, хотя и в новом смысле. Не огорчительное *пылинка в космосе*, а торжествующее

шекспировское *венец природы*, притом почти буквально, – таков оптимистический итог спекулятивных построений, навеянных гипотезой больших чисел.

В ней можно выделить три важных момента. Во-первых сам факт существования доброго десятка безразмерных физических величин “немыслимого” вида $\sim 10^{41}$. Во-вторых близость численных значений этих величин, которые однако ни в одном случае (см. формулы ниже) не совпадают. В-третьих необходимость достаточно убедительного объяснения первых двух моментов с точки зрения малости обычных констант. Суть высказанной Дираком гипотезы (более подробно и с указанием многих источников см. [раздел 6.9](#) монографии [[Аракелян 2007](#)]) в том, что большие числа не должны содержаться в физических законах, их появление обусловлено зависимостью некоторых констант от времени, так что наблюдаемые сейчас значения связаны лишь с нынешним возрастом Вселенной. Первоначальная гипотеза Дирака о вариациях (эволюции во времени) постоянных:

$$G \sim t^{-1}, \quad N_E = m_U/m_n \sim t^2 \quad (m_U - \text{масса Вселенной})$$

и все последующие ее варианты и модификации [[Teller; Jordan; Brans, Dicke; Dicke; Станюкович; Hayakawa; Gamov; Carter 1968; Bekenstein; Dirac 1974; 1979](#)], см. также гл. 18 в [[Rees et al.](#)] и [[Davies; Misner et al.; Morgenstern](#)], не нашли каких-либо подтверждений. “Ни одно из самых тщательных рассмотрений не дало никаких бесспорных свидетельств изменений фундаментальных постоянных” – таков, как известно, вынужденно признаваемый всеми итог семидесятилетних исследований. Словом, с вариациями ничего не выходит, а проблема больших физических чисел остается. Идея изначальной малости по сравнению с $(10^{41})^{1/4} \approx 10^{10}$ фундаментальных физических постоянных как предпосылка гипотезы Дирака очевидно имеет некоторые основания в математике, где все важнейшие константы расположены в центральной $\psi(-2 < x < 2)$ и прилегающих областях числового континуума. Это, мы знаем из гл. 2, относится не только к фундаментальным константам $2, e, \pi, i (i^4 = 1), \omega, W(1), \gamma$, но и к вторичным математическим константам. Конечно, из малых констант нетрудно составлять хотя бы посредством функции ψ большие числа, но всё дело в том, что ни одно из них независимой константой считаться не может.

Все большие безразмерные физические величины и большие математические числа строятся из малых “кирпичиков” – математических констант. Но наряду с формальным сходством объективно имеются и глубокие содержательные, онтологические различия между теми и другими. Физическое число это достаточно сложный объект, статус которого определяется не только построенностью из исходных элементов, но и способом построения, ролью в теории, физическим смыслом. Большое физическое число $1/G_{FA} \cong \psi(48) \approx 7,0 \cdot 10^{20}$ по рангу не ниже малой постоянной $e_A = \pi\alpha/\sqrt{\omega} \approx 0,03$. Между тем повсеместно фигурирующая в формулах физики лептонов и кварков величина $1/G_F^2$ именно в Λ -системе равна $G_{FA}^{-2} \cong \psi(96) \approx 4,9 \cdot 10^{41}$, то есть является одним из “магических” чисел типа 10^{41} . Более того, в отличие от так сильно интересовавших Эддингтона, Дирака, Вейля, Фейнмана и других безразмерных отношений

$$N_E = \frac{m_U}{m_p}, \quad \frac{e^2}{Gm_e^2}, \quad \frac{e^2}{Gm_e m_p}$$

константа G_F выполняет в физической теории огромную по важности и пользе работу. G_{FA} несомненно великое число природы и к тому же член фундаментального семейства величин, к которому относятся суперконстанта

$$N_U \cong \psi(96 \cdot 3) \approx (4,92 \cdot 10^{41})^3$$

близкое знакомство с которой нам еще предстоит, ее гомологи

$$N_U^2, \quad N_U^3, \quad \psi(N_U), \quad \alpha(N_U)$$

энтропийная подпоследовательность

$$\Omega_{96 \cdot n} \approx (4,92 \cdot 10^{41})^n, \text{ где } n = 1, 2, \dots, N_U/48$$

Поэтому если уж говорить о *магических, мистических, фантастических, таинственных, невысказанных* и т.п. числах, то естественной единицей отсчета является не малопонятное 10^{41} или же $(10^{41})^{1/4}$, а фундаментальное $\psi(96)$ или $\psi(48)$, $\psi(24)$. Следовательно общая форма больших физических чисел дираковского типа такова:

$$D_j = B_j \cdot \psi(24n), \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

где множитель B_j равен или очень близок 1 для основных связанных с $G_{\text{ФА}}, N_U, \Omega_j$ членов семейства и *порядка* единицы – для остальных. Считая 24 характерным представителем средних по нашей классификации чисел, можно считать $\psi(24n)$ характерными представителями больших, а $\psi[\psi(24)]$ сверхбольших чисел, начинающихся, напомним, с $\psi(96) = \psi(24 \cdot 4) \approx \psi[\psi(4,5)]$. Таким образом, число $24n$ ($n = 1, 2, \dots, 48$) при однократном использовании оператора ψ преобразуется в большое, а при двукратном в сверхбольшое, и наоборот, применение обратного ψ оператора α преобразует сверхбольшое число в большое, а повторное применение – в характеристическое среднее. Заметим, что самыми большими из известных нам сверхбольших чисел будут $\psi(\psi(N_U))$ и его гомологи.

Мы видим, что простой перевод дираковских чисел $D_n \approx 10^{41n}$ в экспоненциальную запись, то есть перевод со случайного по большому счету языка на фундаментальный язык ψ -функции вносит определенную ясность в проблему больших чисел. Речь идет уже о близости чисел типа $B \cdot e^{48n}$, причем из предыдущего рассмотрения ясно видно (см. табл. 3.8), что большую часть значимых больших чисел трудно даже в плохом приближении считать числами семейства D_n . Теория ЛМФ не делает разницы между безразмерными комбинациями вроде e^2/Gm_e^2 и А-значениями физических постоянных, поскольку и те и другие в конечном счете построены посредством математических констант. В огромном интервале между $\sim \psi(24) \approx 2,6 \cdot 10^{10}$ и $\sim N_U^3 \cong \psi(288 \cdot 3) \approx 2,15 \cdot 10^{375}$ можно манипулируя величинами найти, если постараться, числа на любой вкус. Оттого восторги по поводу близости дираковских чисел кажутся сильно преувеличенными, ведь это лишь небольшой фрагмент общей числовой картины физического мира, выхваченный из контекста и выделенный исторически, если вдуматься, нехваткой информации и определенным стечением обстоятельств. Что касается невозможности больших чисел в физических уравнениях и законах, то здесь мы имеем дело с явным заблуждением, источник которого – аналогия (без учета специфики физических величин) с математикой, где нет значимых больших чисел, – указан выше. Экспоненциально-логарифмическая форма С из 2.2 это универсальный способ представления любого, мнимого или действительного, положительного или отрицательного, малого или большого, числа и если по поводу последних возникают кое-какие сложности и сомнения, то больше от непривычки, за неимением подобных величин в известных физических уравнениях. Другое дело, что фундаментальная последовательность $\psi(48n)$ вместе с такими фундаментальными постоянными как $c_A, \hbar_A, k_A, m_{eA}$ образует числовой каркас физического мира, где есть немало величин, значения которых близки в частности к дираковским $\psi(96), \psi(192)$.

Приведем напоследок некоторые из этих величин с их А-выражениями и с указанием значений в системах записи $B_0 \cdot 10^{41n}$ и $B_0 \cdot \psi(48n)$. При этом традиционно относимые к дираковским числа типа

$$\frac{t_H}{r_e/c}, \quad \frac{\rho(r_e)}{\rho_C}, \quad \frac{m_U}{m_N}$$

не приводятся, поскольку они содержат космологические параметры известные с погрешностью, исключающей надежную числовую идентификацию подобных величин.

$$\frac{e^2}{Gm_e^2} = 8\pi \hbar_A^3 F_{\chi_A} = 8\pi \left(\frac{\pi^2 \alpha^2}{\omega} \right)^3 e^n \approx 4,1658 \cdot 10^{42} \approx (2,9\psi(48))^2$$

$$\frac{m_m}{m_p} = \frac{\sqrt{8\pi\hbar_A}}{m_{pA}c_A} e^{n/2} = \frac{2\pi\alpha^2}{m_{pA}} \sqrt{\frac{2\pi}{\omega}} e^{n/2} \approx 1,5232 \cdot 10^{20} \approx 0,22\psi(48)$$

$$\frac{\hbar c}{Gm_e m_p} = \frac{8\pi\hbar_A^2}{m_{pA}c_A} F_{\chi A} = \frac{8\pi^5\alpha^5}{\omega^2 m_{pA}} e^n \approx 3,1090 \cdot 10^{41} \approx (0,79\psi(48))^2$$

$$\frac{r_e}{\lambda_p} = \hbar_A^2 c_A \sqrt{\frac{c_A}{2G_A \hbar_A}} = \frac{2\pi^3\alpha^3}{\omega} \sqrt{\frac{\pi\alpha}{\omega}} e^{n/2} \approx 1,233 \cdot 10^{20} \approx 0,18\psi(48)$$

$$\frac{F_\chi}{Gm_e^2/r_e^2} = 8\pi\hbar_A^6 e^{2n} = \frac{8\pi^{13}\alpha^{12}}{\omega^6} e^{2n} \approx 6,9050 \cdot 10^{83} \approx (1,3\psi(48))^4$$

$$\frac{r_e^2}{r_{p1}^2} = \frac{\hbar_A^3 c_A^3}{2G} = \frac{4\omega}{\pi\alpha} \left(\frac{\pi^2\alpha^2}{\omega} \right)^4 e^n \approx 1,5200 \cdot 10^{40} \approx (0,18\psi(48))^2$$

$$\frac{m_{p1}^2}{m_e m_p} = \frac{\hbar_A c_A}{2G_A m_{eA} m_{pA}} = \frac{4\pi\alpha}{m_{pA}} \left(\frac{\pi^2\alpha^2}{\omega} \right)^2 e^\gamma \approx 1,555 \cdot 10^{41} \approx (0,56\psi(48))^2$$

Нетрудно видеть, что добрая половина из приведенных здесь чисел Дирака может быть отнесена к категории c - \hbar -величин; исключение составляют лишь те отношения, которые содержат теоретически пока окончательно не вычисленные массы вроде массы протона m_p . Это и не удивительно, поскольку особая роль констант c и \hbar в физической теории зафиксирована уже в [уравнениях C₁–C₃](#) и подкреплена [исходными соотношениями A-системы](#).

Резюмируя можно сказать, что настоящая близость, если не совпадение, численных значений больших физических чисел относится не к традиционным дираковским числам, а к последовательности $\psi(48n)$ для фундаментальных физических величин G_{FA} , Ω_{96n} , N_U и их гомологов. Сами же числа Дирака хоть и аппроксимируются наилучшим образом именно этой последовательностью, но разброс значений по обе стороны от $\psi(48n)$ для них слишком велик, чтобы видеть здесь нечто большее чем подбор соответствующих чисел среди множества имеющихся.

3.10. Общие суждения об экстремальности физических величин

Теперь, когда с той или иной степенью полноты и ясности рассмотрены девять из двенадцати предложенных в [3.6](#) пунктов, можно приступить к рассмотрению последних трех вопросов, основных в этой главе. “От и до” физической реальности, начальные условия и действующие при этом законы – таково в двух словах содержание оставшихся разделов. Понимая физический мир как систему взаимосвязанных (законами) величин, естественно пытаться очертить границы и понять динамику его развития с помощью минимальных и максимальных значений ФВ. Это непосредственно связано с идеей атомарности, дискретности, квантованности окружающего мира, точнее его теоретического отображения в виде физических величин. С открытием атомарности электромагнитного заряда, кванта действия, минимальной массы заряженных частиц, с успехами квантового подхода к рассмотрению физических явлений стала представляться очевидной дискретность всех физических величин – включая самые “неподатливые” в этом отношении пространство, точнее длину, и время, хотя идея их атомарности считается одной из первых когда-либо высказанных естественнонаучных гипотез. Истоки этой идеи четко прослеживаются в атомизме Левкиппа, Демокрита, затем Эпикура, а возвращение к концепции дискретности пространства произошло в середине XIX в. [[Риман](#)]. Сегодня это не самый важный аспект интересующей нас темы, однако он не только исторически первичен и относительно хорошо разработан, но и достаточно нагляден,

поэтому подготовленный предыдущим рассмотрением конкретный анализ проблемы экстремальности в физике удобно начать с него.

В современной физике атом пространства, называемый фундаментальной длиной и связанный с фундаментальным временем – “хрононом” соотношением $l_f = ct_f$, обычно понимается как “гипотетическая универсальная постоянная размерности длины, определяющая пределы применимости фундаментальных физических представлений – теории относительности, квантовой теории, принципа причинности” [Киржниц]. Вместе с тем фундаментальная длина и хронон суть неделимые атомы длины и времени, предельные значения этих величин, по ту сторону которых неприменимы сами понятия пространства и времени, так что говорить о какой-то части, скажем половине, l_f или t_f бессмысленно. Проблема дискретности пространства и времени интенсивно обсуждалась на протяжении многих десятилетий, см. [Вяльцев], понятие фундаментальной длины использовалось Гейзенбергом при составлении “фундаментального полевого уравнения” его единой спинорной нелинейной теории материи [Гейзенберг, 45], в различных теориях квантованного пространства и времени, в многочисленных попытках преодолеть путем “обрезания” расходимостей теории поля, при решении проблемы сингулярности и т.п., см. [Гинзбург, 85]. Фундаментальную длину выражают как правило через ФФП, применяя анализ размерностей. Идея жила, но фавориты менялись: эксперимент отвергал одно за другим все значения, в том числе фундаментальную длину Гейзенберга $\sqrt{G_F/\hbar c} \approx 0,67 \cdot 10^{-16}$ см, проникая в область меньших длин и отодвигая верхнюю границу l_f к значению $< 10^{-19}$ см. Поэтому “величины, связанные с электромагнитным, сильным и, скорее всего, слабым взаимодействиями, уже не могут претендовать на роль фундаментальной длины. Весьма вероятно, что фундаментальной длиной физики окажется гравитационная длина” [Киржниц], то есть планковская l_p . Это мнение разделяют многие, хотя не все. В каком-то смысле l_p действительно может считаться фундаментальной длиной как чрезвычайно важный предел промежуточного характера, “перевалочный пункт”, вернее точка на пути к малоисследованной области физических явлений. Начиная с нее классические представления о непрерывности пространства-времени видимо уже неприменимы, но отсюда еще не следует, что бессмысленно говорить о меньших длинах. Планковская длина занимает последнее по малости и потому выделенное место в иерархии убывающих по численному значению характерных длин четырех или пяти фундаментальных взаимодействий, но с другой стороны нетрудно указать на множество значимых, имеющих определенный физический смысл величин, которые меньше планковской l_p . Например гравитационный радиус электрона, определяемый по общей формуле $R = 2Gm/c^2$, которую легко получить анализом размерностей, с точностью до безразмерного множителя 2, уточняемого уже теорией гравитации. Так вот, $R_e \approx 1,4 \cdot 10^{-55}$ см, то есть на 22 порядка меньше l_p , а гравитационные радиусы адронов лежат в интервале $3,6 \cdot 10^{-53} - 3 \cdot 10^{-51}$ см, это тоже намного меньше планковской длины.

Возникает вопрос: если l_p фундаментальная (в смысле дальнейшей неделимости, минимальности) длина, как тогда быть с гравитационными радиусами элементарных частиц? И раз уж пытаются решить вопрос с помощью анализа размерностей, его возможности надо использовать до конца. Исходя из сказанного следует допустить существование иных пределов для длины и для времени. Поставим перед собой такую задачу: всё тем же анализом размерностей найти экстремальные значения основных в системе СГС величин размерности длины L , времени T и массы M , а следовательно для величин произвольной размерности. При этом предполагается во-первых, что материя дискретна во всех своих проявлениях и подобно кванту действия, элементарному заряду и т.д. существуют ненулевые $l_f = l_{\min}$ и $t_f = t_{\min}$; во-вторых, фундаментальная длина и хронон и остальные фундаментально значимые физические величины выражаются через ФФП; в-третьих, связь между постоянными выявляется анализом размерностей, сила которого в его независимости от физической теории, а слабость в том, что связь между первоначально заданными величинами устанавливается с точностью до числового множителя, далеко не всегда равного 1. К этим естественным допущениям,

фактически всегда используемым в получении l_{\min} и t_{\min} , добавим одну в конструктивном плане наиболее важную предпосылку: все кванты и не имеющие определенного названия их числовые партнеры-антиподы, словом все экстремальные значения фундаментальных физических величин образуют замкнутую систему формально и содержательно согласованных и взаимосвязанных фундаментальных параметров. Отсюда непосредственно следует, что если известны экстремальные значения одних величин, то через них должны выражаться значения остальных. Ставится следовательно задача выявить список экстремальных величин и установить аналитические связи между ними. С точки зрения теории ЛМФ задача сводится к нахождению выражаемых посредством ФМК системы физических чисел установленного типа.

Полный набор физических экстремумов должен относиться не только к фундаментальным – задаваемым посредством уравнений С, а также основных законов сохранения, изменения и квантования – но и к вторичным физическим величинам. А пока стоит более конкретная задача определения экстремальных значений длины и времени, которую проведем в два этапа: вначале грубая оценка с помощью лишь анализа размерностей, затем попытка найти более точное решение с использованием более тонких методов. Не трогая пока стоящее несколько особняком уравнение С₄, напомним, что задаваемый уравнениями С₁–С₃ исходный набор величин включает безразмерные константы связи α_{xj} , размерные постоянные c , \hbar , G , G_F , переменные e_j , m_j , λ_j . Учитывая характер поставленной задачи, в качестве постоянного значения переменной m_j возьмем массу Вселенной m_U , которая по приблизительным оценкам $\sim 10^{57}$ г. Анализ размерностей дает немалые возможности составлять из семи размерных величин комбинации размерности длины; говорить о других размерностях, в том числе времени, не умаляя общности рассуждений пока не будем. Каждая такая комбинация содержит от трех до семи величин, среди них есть любопытные соотношения, дающие значения l много меньшие планковской. Без дальнейших подробностей приведем для большей определенности два таких соотношения, содержащих одно три, другое четыре величины:

$$\frac{1}{m_U} \sqrt{\frac{G_F}{G}} \sim 10^{-78} \text{ см} \quad \text{длина для двух “джи” – постоянной Ферми и гравитационной постоянной}$$

$$\frac{\hbar^3 c}{m_U e^4} \sim 10^{-91} \text{ см} \quad \text{космологический аналог величины обратной постоянной Ридберга ($1/R_\infty \sim \hbar^3 c / m_e e^4$)}$$

Ограничимся случаем, когда число величин, образующих комбинацию с размерностью длины, минимально, то есть равно трем, а в качестве исходных экстремальных величин наряду с массой Вселенной m_U возьмем квант действия \hbar , максимальную скорость c , а также элементарный заряд e . Анализ размерностей приводит к выражениям

$$\lambda_U = \frac{\hbar}{m_U c} \sim 10^{-95} \text{ см} \quad (3.10.1)$$

$$l_U = \frac{e^2}{m_U c^2} \sim 10^{-97} \text{ см} \quad (3.10.2)$$

$$a_{U0} = \frac{\hbar^2}{m_U e^2} \sim 10^{-93} \text{ см} \quad (3.10.3)$$

связанным друг с другом константой α :

$$\lambda_U = l_U / \alpha = \alpha a_{U0} \quad (3.10.4)$$

Заменив в этих выражениях m_U на m_e , получим соответственно комптоновскую длину волны электрона λ_e , классический радиус электрона r_e и радиус первой бордовской орбиты атома

водорода a_0 . Следовательно при обратной замене в известных формулах для λ_e, l_e, a_0 массы электрона на массу Вселенной сразу получим выражения (3.10.1–3). Эти полученные исключительно анализом размерностей простые и почти очевидные с самого начала результаты еще раз свидетельствуют о полной невозможности считать планковское l_p фундаментальной в указанном смысле длиной. Более того, эти результаты дают первую, содержащую изрядную долю неопределенности оценку минимального значения длины: l_{\min} следует искать где-то вблизи точки $\sim 10^{-95}$ см или $\sim 10^{-89}$ в А-системе, что более чем на 60 порядков меньше планковской длины. Но ведь на столько же порядков планковская длина меньше предполагаемого значения максимальной длины $R_U \sim 10^{29}$ см, обычно не совсем удачно называемой радиусом Вселенной. Такое согласие нельзя считать случайным нумерологическим совпадением. Согласие здесь не только по численному значению, но прежде всего по содержанию, по физическому смыслу, по пониманию двух величин как физических экстремумов, а третьей как промежуточного значения между ними. Уточняется также, что фундаментальной длиной следует полагать комптоновскую длину Вселенной λ_U , а промежуточность планковской длины означает, что она среднее геометрическое экстремальных значений. Обозначив безразмерный множитель планковских величин через k_p , имеем:

$$l_p = \sqrt{l_{\min} \cdot l_{\max}}, \quad \sqrt{k_p \frac{G\hbar}{c^3}} = \sqrt{\frac{\hbar}{m_U c}} \cdot R_U \quad (3.10.5)$$

откуда

$$R_U = \frac{k_p G m_U}{c^2}$$

В теории гравитации множитель в выражении для гравитационного радиуса равен 2, поэтому окончательно $k_p = 2$. Это значит, что как и предполагалось в разделе 3.8 константа связи $\alpha_p = 1/2$, следовательно среди альтернативных определений планковских величин надо предпочесть то, в основу которого положено равенство (3.8.8) комптоновской длины и гравитационного радиуса. Что касается экстремальных величин, то l_{\min} и l_{\max} определяются как комптоновская длина и гравитационный радиус Вселенной соответственно. Последнее число надо понимать как предельное значение $2Gm_U/c^2$ переменной размерности длины, называемой радиусом Вселенной.

Следует подчеркнуть, что выделенность комптоновских, гравитационных и планковских величин фактически заложена в исходных физических уравнениях. В частности в C_2 содержатся все те величины, из которых составлены тройки $c\hbar m_j, cGm_j, c\hbar G$, причем первые две содержат переменную массу m_j , а последняя лишь кодовые константы. Само уравнение C_2 легко представимо в виде соотношения между комптоновскими и гравитационными величинами:

$$\alpha_{Gj} = \frac{Gm_j^2}{\hbar c} = \frac{1}{2} \frac{2Gm_j}{c^2} \cdot \frac{\hbar}{m_j c} = \frac{1}{2} \frac{l_{Gj}}{\lambda_{Cj}} \quad (3.10.6)$$

а с учетом равенства (3.8.8)

$$\frac{\alpha_{Gj}}{\alpha_p} = \frac{l_{Gj}}{\lambda_{Cj}} \quad (3.10.7)$$

Нетрудно догадаться, что данное соотношение справедливо не только для длины, но и для других размерностей:

$$\frac{\alpha_{Gj}}{\alpha_p} = \frac{B_{Gj}}{B_{Cj}} \quad (3.10.8)$$

Следовательно отношение комптоновских и гравитационных величин одинаковой размерности равно отношению исходной функции α_{Gj} к безразмерной планковской константе $\alpha_p = 1/2$. Можно сказать, что в очень простой и бесхитростной на первый взгляд формуле посредством функциональной переменной α_{Gj} , независимой переменной m_j и трех ФФП закодированы физические сущности трех важнейших типов. Особого внимания, заслуживает частный случай $m_j = m_U$.

В общем случае экстремальных величин, используя очевидные обозначения B_p, B_{\min}, B_{\max} , имеем

$$B_p = \sqrt{B_{\min} \cdot B_{\max}} \quad (3.10.9)$$

что дает простой способ определения одной экстремальной величины через другую. Например подставляя в формулу значения m_p и $m_{\max} = m_U$, получим для минимальной массы

$$m_{\min} = \frac{m_p^2}{m_{\max}} \sim 10^{-68} \text{ Г}$$

это на сорок порядков меньше массы электрона. В А-системе значения трех масс таковы:

$$m_{\min} \sim 10^{-42}, \quad m_p \approx 1,3 \cdot 10^{21}, \quad m_{\max} \sim 10^{83}$$

а одинаковое во всех системах отношение экстремальных масс выражается предварительно уже помянутым огромным числом

$$N_U \sim 10^{125} \quad (3.10.10)$$

Всестороннее рассмотрение числа N_U , одна из важнейших задач этой главы, требует дополнительных соображений относительно [кода С₄](#). Это и удобный повод детальнее ознакомиться с понятием энтропии и законом ее изменения, которым до сих пор уделялось меньше внимания чем остальным фундаментальным величинам и уравнениям системы ЛМФ.

3.11. Энтропия и постоянная Больцмана

Столкнувшись с некоторой умозрительностью относящихся к фундаментальной длине построений, основанных преимущественно на идее экстремальности и анализе размерностей, и испытывая серьезные трудности при определении точного значения фундаментального параметра Вселенной N_U , мы вынуждены обратиться к независимому источнику. Этим мы рассчитываем подтвердить, подкрепить сказанное новыми данными. Фактически единственный такой источник – уравнение C_4 для энтропии и величины Ω_j . Для лучшего понимания заложенного в C_4 потенциала сделаем небольшое отступление о понятии энтропии.

В общем виде тема постоянных и переменных величин затрагивалась при обсуждении законов сохранения и изменения в [главе 2](#). Что же касается конкретно параметров Вселенной, очевидно, что одни физические величины, например масса, полная энергия, действие, электромагнитный заряд, неизменны, другие – радиус, время жизни, температура, плотность, объем и т.п. – стремятся к своим экстремальным значениям. Среди всех этих меняющихся величин совершенно особое место занимает энтропия, “превращение” по-гречески, – основной источник изменений в физическом мире. Понятие энтропии широко используется в классических и квантовых теориях физики, в термодинамике, статистической механике, космологии, особенно в моделях горячей Вселенной и черных дыр. Применяется оно и в теории информации, кибернетике, общей теории систем, биологии, статистике, при исследовании языковых и социальных систем, в других областях знания. “Энтропия позволяет объяснить единство физических процессов”, – говорит автор работы, посвященной современному анализу различных аспектов энтропии. “Она является универсальной характеристикой всех физических процессов и служит фундаментальным объединяющим их началом. Не существует, по-видимому, другого, более фундаментального уравнения движения, чем уравнение для энтропии” [[Эндрю](#), 144]. Если иметь в виду [уравнение С₄](#), с этим нам нельзя не согласиться;

в любом случае значение энтропии для современной науки оценивается чрезвычайно высоко и на ее долю пришлось немало громких эпитетов и восторженных сравнений. Перефразируя известное высказывание Д. Гильберта о роли аксиоматического метода в науке, можно сказать, что под эгидой энтропии физика пытается осуществить свою руководящую роль в науке. И подобно тому как погоня за дедуктивной строгостью аксиоматики не дала желаемых результатов и столкнулась с принципиальными запретами типа теорем Гёделя, насильственная физикализация науки под знаменем энтропии и закона ее возрастания не всегда проходит гладко и не всегда допустима. Вообще при рассмотрении биологических, языковых, социальных и прочих достаточно сложных, не чисто физических структур корректное использование тех или иных физических величин, понятий, законов, принципов и методов исследования требует предельной осмотрительности во избежание искусственных, неадекватных построений. И всё же в соответствующем математическом обрамлении энтропия несомненно мощное орудие проникновения физических методов и идей в ранее недоступные для них сферы познания, в этом отношении она возможно превосходит все остальные физические величины. Помимо заложенной в ней потенции к преодолению межтеоретических, междисциплинарных барьеров энтропия примечательна тем, что не только в своих исконных владениях – термодинамике, где она впервые была введена Клаузиусом в 1865 году, и в статистической механике, где благодаря Больцману она занимает доминирующее положение, – но и за их пределами, особенно в теории информации и в космологии ранней Вселенной и черных дыр, энтропия играет ведущую или одну из ведущих партий среди физических величин.

Есть несколько внутренне связанных, но внешне несходных определений энтропии, которые свидетельствуют о многогранности этой достаточно сложной для осмысления величины, имеющей множество проявлений и допускающей различные формулировки и толкования в зависимости от теоретического контекста и угла зрения. Не приводя ставшие традиционными определения энтропии в термодинамике и статистической физике, см. например [Зоммерфельд; Рейф], заметим только, что в этих формулировках проявились коренные недостатки многих классических определений:

- а) в духе классической концепции непрерывности предполагается, что изменения физических величин могут быть бесконечно малыми
- б) отсутствует экстремальный параметр – ФФП, с которой должны соотноситься все остальные значения данной величины
- в) в сущности определяется не сама физическая величина, а ее изменение при бесконечно малом или конечном изменении состояния системы

Вместе с тем уже в термодинамике устанавливается связь между размерностями энтропии, энергии и температуры:

$$\dim S = E T^{-1} \quad (3.11.1)$$

Кстати эта формула размерностей показывает несостоятельность встречающегося в литературе отождествления температуры, реке энтропии, с энергией. Температура и энтропия *пропорциональны* энергии, не более того, а в табели о рангах физических величин энтропия занимает более высокое место чем энергия и температура. Как бы то ни было отождествление температуры, не говоря уж об энтропии, с энергией столь же недопустимо как массы с энергией.

То обстоятельство, что в статистической механике энтропия определяется на основе формулы Больцмана $S_j = k \ln \Omega_j$, взятой нами в качестве одного из четырех основных уравнений физической теории, дает удобный повод подробнее остановиться на одном из частных проявлений [уравнения С₄](#). Эту формулу привел к ее нынешнему виду Планк, великодушно присвоивший постоянной k имя Больцмана, хотя по справедливости ее надо бы называть постоянной Больцмана–Планка. Напомним с некоторыми уточнениями, что безразмерная величина $\Omega = \Omega(E, N, p, V, \dots)$ под знаком натурального логарифма это статистический вес, определяемый как число всех возможных квантовых микросостояний данной макросистемы,

характеризуемой фиксированными значениями макроскопических параметров системы вроде энергии E , количества частиц N , давления p , объема V и т.п. Другими словами, число

$$\Omega_j = e^{S_j/k}$$

это кратность вырождения данного микросостояния, или число допустимых микроскопических способов осуществления данного макросостояния. Формула Больцмана указывает на одинаковую размерность энтропии и постоянной k , а из сравнения с формулой размерности видно, что произведение k на T имеет размерность энергии и в этом отношении выражение kT стоит в одном ряду с mc^2 и $\hbar\nu$, а постоянная k – с постоянными c и \hbar . Постоянная Больцмана, одна из пяти кодовых постоянных теории ЛМФ, является фундаментальной константой природы и физической теории, в частности статистической физики, однако нередко ее теоретический статус неоправданно занижается; довольно часто постоянной k отводится более скромная по сравнению с \hbar и c роль, случается даже, что ее не включают в список ФФП и ставят рядом с постоянной Авогадро N_A и газовой постоянной R . Отличить первичную физическую величину от вторичной не всегда просто и не всегда возможно, но смешивать истинную физическую постоянную со вспомогательными величинами уже непростительно. Напрашивается аналогия со скоростью света c и ее физическими фантомами ε_0 и μ_0 под громкими и не отражающими существа дела названиями “электрическая постоянная” и “магнитная постоянная” или совсем нелепыми “диэлектрическая проницаемость вакуума” и “магнитная проницаемость вакуума”. Формально всё просто: переход от системы СГС к СИ, от ЛМТ к ЛМТІ-представлению физических величин, означающий добавление в электродинамике ампера как четвертой основной размерной единицы измерения, приводит к расщеплению истинной постоянной c на псевдоконстанты ε_0 и μ_0 , для которых $\sqrt{\varepsilon_0\mu_0} = 1/c$; подробнее об этом см. [Аракелян 1989, 12–13]. Аналогично в термодинамике вследствие добавления новой основной единицы измерения – моля постоянная Больцмана выражается в виде отношения

$$k = \frac{R}{N_A} \quad (3.11.2)$$

двух макроскопических величин – газовой постоянной с размерностью энтропия/моль и постоянной Авогадро с размерностью моль⁻¹. Моль есть “единица количества вещества, равная такому его количеству, в котором содержится столько же структурных элементов, сколько атомов содержится в 0,012 кг изотопа углерода ¹²С” [УФН, 321]. Количество структурных элементов в моле, равное $6,022\,1415(47) \cdot 10^{23}$, и есть постоянная (число) Авогадро N_A , фактически обусловленная выбором моля, который определяется совершенно независимо от постоянной Больцмана. А введение такой искусственно построенной величины как N_A неизбежно приводит к появлению еще одной макроскопической величины, связывающей ее с постоянной k . Эта так называемая газовая постоянная $R = 8,314\,472(15) \cdot 10^7$ эрг/(К·моль) с размерностью энтропия/моль обычно понимается как разность $c_p - c_v$ молярных теплоемкостей идеального газа при постоянном давлении и постоянном объеме или как “работа расширения 1 моля идеального газа под постоянным давлением при нагревании на 1 К” [Газовая постоянная]. Каждая из макроскопических величин N_A и R имеет определенный физический смысл, обе хорошо работают в физике и химии, облегчают проведение многих расчетов, опытных измерений, наконец связаны с постоянной k более простым и удобным соотношением чем ε_0 и μ_0 со скоростью света. Всё это заставляет относиться к ним, особенно к N_A , с большей признательностью чем к ε_0 , μ_0 , тем не менее представим себе на минуту, что мы идем на неудобства и полностью отказываемся от моля как единицы количества вещества. Отказ от моля повлечет за собой уход из физической теории постоянных N_A и R , но дело в том, что физическая теория этого даже не почувствует. Ни один физический принцип, ни одно уравнение, в том числе уравнения состояния идеальных и неидеальных газов, которые всегда можно записать с помощью постоянной k без двух других, не предполагают существования N_A и R и не нуждаются в них. Что касается константы k , она крайне необходима

физической теории прежде всего в силу зависимости всех изменяющихся величин от энтропии и квантованности самой энтропии по значению $k/2$.

3.12. Экстремальные температуры

Наглядным подтверждением действенности таких факторов как зависимость различных величин от энтропии и ее квантованность служит так называемая температура абсолютного нуля. Это закрепившееся за минимальной температурой название удачным считать нельзя. Дело в том, что минимальное значение величины и нуль это вообще говоря совершенно разные вещи. Минимальная температура есть сверхмалое по нашей терминологии физическое число, еще подлежащее определению наряду с другими экстремальными физическими величинами, и нуль здесь ни при чем. Можно конечно, как это часто делается, принять 0 за начало отсчета температурной шкалы, но это лишь техническая уловка, удобная во многих случаях, но при неправильном понимании способная ввести в заблуждение. Словом, в понимании абсолютного нуля температуры как *принятого* за 0 начала отсчета соответствующей физической величины нет ошибки, а вот понимание равенства $T_{\min} = 0$ в буквальном, абсолютном смысле совершенно неверно. Факт существования T_{\min} , обнаруженный еще в классической физике, это одно из многочисленных следствий закона изменения энтропии, который выступает здесь под именем второго начала термодинамики. Вместо общего “энтропия Вселенной возрастает” частная формулировка великого закона S_4 гласит, что энтропия любой замкнутой макросистемы сохраняется для обратимых и возрастает для необратимых процессов. Если связать понятия обратимости и необратимости процессов с математической вероятностью, это придаст энтропии характер статистической величины, понимаемой “как мера вероятности осуществления какого-либо макроскопического состояния” [Зубарев]. Будучи величиной связанной с вероятностью энтропия может и уменьшаться при переходе системы из более вероятного состояния в менее вероятное, но при этом относительная флуктуация тем меньше, чем больше число частиц в системе. Для достаточно большого количества частиц эволюция системы всегда идет в направлении от упорядоченности к хаосу, от неравновесного, менее вероятного к равновесному, более вероятному состоянию, от меньших значений статистического веса Ω к большим, словом развитие в замкнутых системах всегда ведет к состоянию с максимумом энтропии. Замкнутых и изолированных, инерциальных в абсолютном смысле слова систем, мы знаем, во Вселенной нет и быть не может. Строго говоря, лишь Вселенная в целом соответствует всем требованиям, которые так или иначе подразумеваются в разных формулировках второго начала термодинамики. Но нас сейчас интересует зависимость разных физических величин, в частности времени и длины, от энтропии. На качественном уровне компактное изложение темы “энтропия и время” таково: “Второе начало термодинамики подтверждает реальность изменения и вводит физическую величину (например, энтропию), наделяющую время *выделенным направлением*, или, если воспользоваться выражением Эддингтона, задающую «стрелу времени». Энтропия устанавливает различие между прошлым и будущим. Кроме того, термодинамика приводит к новой концепции времени как внутренней переменной, присущей системе. Такое понимание времени позволяет считать более «старым» (по сравнению с другим) то из двух состояний, которому соответствует большее значение энтропии. Интерпретация времени как внутреннего свойства физической системы выходит за рамки традиционного физического описания системы” [Пригожин, 218]. Отсюда можно сделать вывод, что в космическом масштабе время как упорядоченная последовательность событий существует и направлено от прошлого к будущему вследствие наличия физической величины – возрастающей энтропии. Это даже не “стрела”, а лишь тень, отбрасываемая “стрелой” энтропии, выпущенной из “арбалета” второго начала. А значит, еще раз прощай абсолютное время ньютоновской механики! Каждая новая встреча с экстремальной физической константой делает всё более призрачным, не первичным то, без чего представление о физической реальности кажется совершенно невозможным, без чего едва ли удастся упорядочить наши ощущения и мысли.

На примере времени t и температуры T можно уже сейчас проследить в общих чертах за теми ограничениями, которые накладывают экстремальные константы на характер и границы изменений физических величин.

а) Наличием физического экстремума c выделяется класс релятивистски инвариантных, а значит не сохраняющихся, изменяющихся величин включая время t . Этот хорошо известный из теории относительности результат в принципе при должном понимании может быть получен чисто формально анализом размерностей. Наличие физического экстремума k и формулы размерностей $[kT] = [E]$ расширяет класс изменяющихся величин включением в него в частности температуры T .

б) Произведение любых двух или более физических величин, имеющее размерность действия, не может быть меньше кванта действия \hbar или $\hbar/2$ – таков смысл всех соотношений неопределенностей Гейзенберга, математически констатирующих факт минимальности кванта действия. Ничего другого здесь по сути нет. Всё остальное, что написано по этому поводу, это выявление весьма хитроумных порой механизмов, приводящих к соотношениям для тех или иных пар или троек величин, либо анализ вытекающих отсюда следствий либо многозначительная чепуха типа “соотношения неопределенностей и свобода воли”, как бывает при появлении свежих научных идей. Если энтропийная природа “стрелы времени” выявлена сравнительно недавно, то построение термодинамической шкалы температуры с ее “абсолютным нулем” давно уже основывается на втором начале термодинамики и теперь мы видим, на каком могучем теоретическом фундаменте держится идея минимальной температуры.

Для конкретности можно опереться на соотношение неопределенностей Гейзенберга для энергии, выраженной через температуру, и времени:

$$k\Delta T \cdot \Delta t \geq \hbar \quad (3.12.1)$$

оно накладывает запрет на существование нулевой температуры ($\Delta T \neq 0$) и тем самым утверждает ее конечность. В общем случае под идеей конечности, как следует из предыдущего, подразумевается, что для любого физического объекта, если только он обладает данным свойством, то соответствующая этому свойству физическая величина не может выражаться сколь угодно малыми или большими числами, а ограничена снизу и сверху постоянными экстремальными значениями. В соответствии с разделом 3.11 минимальное значение температуры определится из соотношения

$$kT_{\min} \approx m_{\min} c^2 \quad (3.12.2)$$

с точностью до множителя порядка единицы:

$$T_{\min} = \frac{m_{\min} c^2}{k} \sim \frac{\hbar c}{R_U k} \sim 10^{-31} \text{ К} \quad (3.12.3)$$

что на двадцать с лишним порядков меньше самых низких экспериментально полученных температур. Для максимальной температуры имеем огромное значение

$$T_{\max} = \frac{m_U c^2}{k} \sim 10^{93} \text{ К} \quad (3.12.4)$$

Отношение температурных экстремумов, как и в других случаях, порядка числа N_U :

$$\frac{T_{\max}}{T_{\min}} \sim \frac{m_{\min}}{m_{\max}} \sim N_U \sim 10^{125}$$

Иначе и не могло быть, поскольку, T_{\min} и T_{\max} здесь определены через ранее найденные экстремальные значения для массы или длины.

Формула размерности $[T] = [E]/[S]$, которая перекидывает мостик между энтропией и ЛМТ-величинами, в плане теории ЛМФ означает связь энтропийного уравнения S_4 с

остальными тремя. Однако получение независимого способа определить число N_U требует обращения к формулам, устанавливающим минуя температуру связь энтропии с пространственно-временными величинами, прежде всего с длиной. Понимание длины и времени как внутренних свойств физической системы, зависящих от энтропии как первичной физической величины, в корне отличается (при всей сложности таких сопоставлений) не только от пространственно-временных представлений Левкиппа–Демокрита и Эпикура, Платона, Декарта, Канта и Ньютона, но и от традиционных или нетрадиционных представлений первой половины XX века и даже более поздних.

Зависимость пространственно-временных величин от энтропии хорошо известна для черной дыры. Полученная Хокингом формула

$$S = \frac{k}{4} \frac{A}{l_p^2} = \frac{k}{4} \frac{c^3}{G\hbar} A \quad (3.12.5)$$

строго выводится в релятивистской астрофизике, см. [Bekenstein; Шапиро, Тьюколски, 388], она устанавливает простую связь между энтропией S черной дыры, площадью ее горизонта A , постоянной Больцмана k и планковской длиной l_p . Если учесть, что квант энтропии равен $k/2$, формула запишется в виде

$$\frac{S_{\max}}{S_{\min}} \equiv \frac{S_{\max}}{k/2} = \frac{A_{\max}}{2G\hbar/c^3} \quad (3.12.6)$$

Множитель 2 перед постоянной G естественно толковать как очевидное свидетельство в пользу равенства $\alpha_G = 1/2$, которое и приводит к появлению этого множителя. Другими словами подтверждается ранее высказанная версия планковских величин как физических чисел, получаемых из равенства комптоновских и гравитационных величин, в частности комптоновской длины и гравитационного радиуса. Переменной для обеих длин является масса, и начиная с планковской длины, то есть точки пересечения $\lambda_c = l_G$, комптоновская длина с увеличением (уменьшением) m уменьшается (увеличивается) до l_{\min} (l_{\max}), а гравитационный радиус увеличивается (уменьшается) до l_{\max} (l_{\min}). Поскольку максимальная длина есть по определению предельное значение радиуса Вселенной, нетрудно по данной формуле получить оценку для последнего отношения. Горизонт A пропорционален квадрату радиуса черной дыры $R_G = 2Gm/c^2$ и в грубом приближении определяется формулой

$$A = 4\pi R^2 = 4\pi \left(\frac{2Gm}{c^2} \right)^2 \quad (3.12.7)$$

для площади трехмерной сферы. Однако более тонкий анализ, см. например [Шапиро, Тьюколски], приводит к меньшему, порядка не десяти ($4\pi \sim 12,6$), а единицы значению множителя. Если черная дыра – наша Вселенная, так что A_{\max} соответствует массе $m_U \sim 10^{57}$ г, имеем оценку

$$\frac{S_{\max}}{S_{\min}} = \frac{R_U^2}{2G\hbar/c^3} \sim 10^{125} \quad (3.12.8)$$

Отношение экстремальных значений физической величины, на этот раз энтропии, снова привело к колоссальному числу, которое по меньшей мере по порядку равно искомому N_U . Причем второе появление N_U , если конечно не иметь в виду тонкие внутренние связи, никак не связано с первым.

3.13. Границы физической реальности

Большая тема экстремальности физических величин, достаточно подробно обсуждавшаяся в предыдущих разделах, требует логического развития и завершения. Исходные положения уже давно обозначены, поэтому достаточно ограничиться их кратким перечнем на примере длины, хотя можно было взять любую другую физическую величину. Имеем:

- выделенность – на основе кодов – комптоновской и гравитационной длины
- их равенство в точке, называемой планковской длиной и определяющей значение функции $\alpha_p = 1/2$
- соотношение (3.10.9) для экстремумов различных физических величин

К этим трем тезисам естественно добавить четвертый, который условно сформулируем так:

- малое – в большом, большое – в малом

Напомним, что гравитационная длина прямо, а комптоновская обратно пропорциональна массе, поэтому чем дальше от точки пересечения, тем сильнее расхождение между двумя длинами и в целом между семействами величин $\hbar m_j$ и $c G m_j$. Так вот, согласно последнему тезису в граничных точках физического мира комптоновская и гравитационная длины взаимнообратимы, переходят одна в другую. А именно, комптоновская длина сверхмалой массы m_{\min} в точности равна гравитационному радиусу R_U Вселенной, а комптоновская длина λ_U Вселенной – гравитационному радиусу массы m_{\min} . Записав наши тезисы на языке математики, получим следующую систему из трех равенств.

$$\frac{\hbar}{m_p c} = \frac{2Gm_p}{c^2} \quad (3.13.1)$$

$$\frac{\hbar}{m_U c} = \frac{2Gm_{\min}}{c^2} \quad (3.13.2)$$

$$\frac{m_U}{m_{\min}} = N_U \quad (3.13.3)$$

Решим с учетом (3.13.1) эти соотношения как систему уравнений относительно неизвестных m_{\min} и m_U и получим формулы

$$m_U = \sqrt{\frac{\hbar c}{2G} N_U} = l_p \sqrt{N_U} \quad (3.13.4)$$

$$m_{\min} = \sqrt{\frac{\hbar c}{2G N_U}} = \frac{l_p}{\sqrt{N_U}} \quad (3.13.5)$$

Подставляя далее эти выражения для масс в уравнение C_2 , приходим к формулам

$$\alpha_{G\min} = \frac{1}{2N_U} \quad \alpha_{GU} = \frac{N_U}{2} \quad (3.13.6)$$

которые можно записать в виде

$$N_U = \frac{\alpha_p}{\alpha_{G\min}} \quad N_U = \frac{\alpha_{GU}}{\alpha_p} \quad (3.13.6')$$

Наше допущение привело к очень простому соотношению между константой N_U и значением исходной функции α_{GU} : константа N_U равна удвоенному значению исходной функции α_{Gj} в точке $m_j = m_U$. Это полностью совпадает с результатами, полученными в 3.10 несколько иначе. Подтвердилось также значение R_G^2 для горизонта A черной дыры. Получаемые на основе (3.13.4–5) и известных соотношений формулы и весьма приближенные (в пределах одного порядка – из-за неопределенности значения m_U) численные значения различных величин даны в таблице. При этом некоторые формулы записаны для удобства и наглядности в двух конфигурациях: посредством кодовых постоянных c , \hbar , G , k и через планковские величины.

Таблица 3.13
Экстремальные значения физических величин

Величина	Символ	Формула	Десятичные значения	
			А-система	СГС и др.
Исходная функция	α_{jmin}	$\frac{1}{2N_U} = \frac{\alpha_p}{N_U}$	$5 \cdot 10^{-126}$	$5 \cdot 10^{-126}$
	α_{jmax}	$\frac{N_U}{2} = \alpha_p N_U$	$5 \cdot 10^{124}$	$5 \cdot 10^{124}$
Энтропия	S_{min}	$k/2$	0,7	$7 \cdot 10^{-17}$ эрг/К
	S_{max}	$N_U \cdot k/2$	$7 \cdot 10^{124}$	$7 \cdot 10^{108}$ эрг/К
Действие	J_{min}	$\hbar/2$	$4 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-28}$ эрг·с
	J_{max}	$N_U \cdot \hbar/2$	$4 \cdot 10^{121}$	$5 \cdot 10^{97}$ эрг·с
Масса	m_{min}	$\sqrt{\frac{\hbar c}{2GN_U}} = \frac{m_p}{\sqrt{N_U}}$	$4 \cdot 10^{-42}$	$5 \cdot 10^{-68}$ г
	m_{max}	$\sqrt{\frac{\hbar c}{2G}} N_U = m_p \sqrt{N_U}$	$4 \cdot 10^{83}$	$5 \cdot 10^{57}$ г
Полная энергия	E_{min}	$\sqrt{\frac{\hbar c^5}{2GN_U}} = \frac{E_p}{\sqrt{N_U}}$	$8 \cdot 10^{-38}$	$4 \cdot 10^{-47}$ эрг
	E_{max}	$\sqrt{\frac{\hbar c^5}{2G}} N_U = E_p \sqrt{N_U}$	$8 \cdot 10^{87}$	$4 \cdot 10^{78}$ эрг
Температура	T_{min}	$\sqrt{\frac{\hbar c^5}{2Gk^2 N_U}} = \frac{T_p}{\sqrt{N_U}}$	$5 \cdot 10^{-38}$	$3 \cdot 10^{-31}$ К
	T_{max}	$\sqrt{\frac{\hbar c^5}{2Gk^2}} N_U = T_p \sqrt{N_U}$	$5 \cdot 10^{87}$	$3 \cdot 10^{94}$ К
Длина	λ_{Cmin} l_{Gmax}	$\sqrt{\frac{2G\hbar}{c^3 N_U}} = \frac{l_p}{\sqrt{N_U}}$	$1 \cdot 10^{-89}$	$7 \cdot 10^{-96}$ см
	λ_{Cmax} l_{Gmin}	$\sqrt{\frac{2G\hbar}{c^3}} N_U = l_p \sqrt{N_U}$	$1 \cdot 10^{36}$	$7 \cdot 10^{29}$ см
Время	τ_{Cmin} t_{Gmax}	$\sqrt{\frac{2G\hbar}{c^5 N_U}} = \frac{t_p}{\sqrt{N_U}}$	$1 \cdot 10^{-91}$	$2 \cdot 10^{-106}$ с
	τ_{Cmax} t_{Gmin}	$\sqrt{\frac{2G\hbar}{c^5}} N_U = t_p \sqrt{N_U}$	$1 \cdot 10^{34}$	$2 \cdot 10^{19}$ с
Критическая плотность	ρ_c	$\frac{3c^5}{16\pi G^2 \hbar N_U} = \frac{3\rho_p}{4\pi N_U}$	$4 \cdot 10^{-26}$	$3 \cdot 10^{-33}$ г·с ⁻³
Объем Вселенной	V_U	$\frac{4\pi R_U^3}{3} = \frac{4\pi l_p^3 N_U^{3/2}}{3}$	$9 \cdot 10^{108}$	$2 \cdot 10^{90}$ см ³
Число микросостояний	Ω_{min}	$e^{1/2}$	1,6	1,6
	Ω_{max}	e^{N_U}	$10^{0,43 \cdot 10^{125}}$	$10^{0,43 \cdot 10^{125}}$

Во всех приведенных в таблице формулах непременно фигурирует константа N_U в различных степенях. Промежуточный характер планкеев как средних геометрических между минимумами и максимумами физических величин приводит к особенно простой форме записи экстремумов. Введя обозначение $B_{j_{\text{ext}}}$, имеем формулу

$$B_{j_{\text{ext}}} = B_{j_p} N_U^n, \quad n = \pm 1/2, \pm 1, \pm 3/2, \pm 2, \pm 3 \quad (3.13.7)$$

Добавим, что проблема экстремальности тождественна проблеме самых больших и самых малых значений отдельно взятых физических величин. Это, мы знаем, постоянные или же предельные, но в обоих случаях пограничные точки области существования физических чисел, граница физического мира, числовой каркас Вселенной.

Рассмотрение не будет достаточно полным без обсуждения вопроса, может ли аксиоматически задаваемая в теории ЛМФ константа 0 считаться одной из экстремальных величин. Нулевые значения, например нулевой электрический или магнитный заряд или спин, отнюдь не противопоставлены физической величине в тех случаях, когда это не приводит к бесконечным значениям для других величин. На протяжении двух последних столетий в науке почти безраздельно торжествовала концепция непрерывных бесконечных континуумов, приучившая разум к идее беспредельности, безграничности физического мира, бесконечное пространство и время, бесконечно большие и малые значения физических величин, бесконечное многообразие и т.д. и т.п. Между тем физическая реальность, интервалы значений фундаментальных физических величин оказываются дискретными и конечными всюду, где удастся достичь определенности и ясности. Мы не знаем ни одного заслуживающего внимания естественно-научного факта, который доказывал бы обратное. Математический символ ∞ в физике строго говоря недопустим в отличие от числа 0, отражающего в частности полное отсутствие каких-то характеристик, например электрического заряда у данного физического объекта.

Применительно например к массе можно задать отнюдь не риторическим вопросом: если иметь нулевой спин или заряд частице не возбраняется, почему какие-то частицы, хотя бы фотон, гравитон или глюоны, не могут иметь нулевую массу? В физической теории нулевая масса приписывается в КХД переносчикам сильного взаимодействия глюонам, а теорема Голдстоуна из КТП утверждает необходимость существования безмассовых частиц – голдстоуновских бозонов при спонтанном нарушении некоторых *непрерывных* (никак не дискретных) симметрий, см. например [Индурайн; Ициксон, Зюбер, 11.2.2]. Но что касается переносчиков электромагнитного и гравитационного взаимодействий, то в пользу их ненулевой массы есть доводы, связанные с очень большим, но конечным радиусом действия этих взаимодействий. С учетом этого отметим в качестве методологического отступления, что в ситуациях, когда экспериментальный базис теоретических построений весьма скуден, а то и вовсе отсутствует, есть три достаточно эффективных способа частично преодолеть эмпирический “вакуум”. Это во-первых системная взаимообусловленность, во-вторых системная согласованность результатов, в-третьих возможность получить выводы по меньшей мере двумя независимыми способами. Наличие даже всех трех составляющих не может служить полной гарантией правильности полученных результатов, однако при нем шансы на успех значительно возрастают. Возвращаясь к вопросу об экстремальных массах и допуская существование безмассовых частиц с малым, порядка ядерных размеров, радиусом действия, можно попытаться прийти к разумному толкованию комптоновских и гравитационных экстремумов, в частности минимумов массы и длины и максимумов длины. При этом надо учесть фундаментальный характер электромагнитной и гравитационной сил и их агентов – фотона и гравитона, связь между массой и радиусом действия носителей фундаментального взаимодействий и некоторые другие обстоятельства. А именно, комптоновская длина сверхмалой массы m_{min} равна гравитационному радиусу R_U Вселенной, а комптоновская длина λ_U Вселенной – гравитационному радиусу массы m_{min} . Если же под этой массой скрывается фотон или гравитон, выходит, что максимальный радиус (кривизны), а также время и другие физические параметры Вселенной согласуются с радиусом действия и другими параметрами

электромагнитного или гравитационного взаимодействий. Можно поэтому полагать, что параметры Вселенной определяются характеристиками мельчайших частиц и наоборот: самое большое как бы заложено в самом малом, которое в свою очередь заложено в самом большом. Добавим, что среднее геометрическое между самым малым и самым большим это планкеон. В данном случае планковская масса есть среднее геометрическое между массой фотона или гравитона и массой Вселенной. В свете сказанного естественно полагать, что константа 0 означает не минимальное количество данной физической величины, а просто ее отсутствие. Вывод ясен: минимальные значения, “кванты” различных физических величин выражаются конечными, притом далеко не всегда (квант энтропии например) очень малыми числами.

Рассмотрение физических экстремумов привело в случаях длины и энтропии к одному и тому же гигантскому натуральному числу N_U , закодированному в исходном уравнении C_2 . Если проследить за ходом рассуждений, приводящих к числу N_U , общие схемы здесь таковы.

- 1 Физические коды C_1-C_3 и выбор исходных ФФП → анализ размерностей для получения размерности длины → применение к параметрам Вселенной → учет промежуточного значения планковской длины относительно экстремумов → выделенность комптоновской длины → N_U как отношение экстремальных значений длины
- 2 Формула для энтропии черной дыры → применение к параметрам Вселенной с учетом кванта энтропии → N_U как отношение экстремальных значений энтропии
- 3 Подстановка значения $m_j = m_U$ в уравнение C_2

Круг рассуждений, длинный, извилистый в первом, более короткий, прямой во втором и кратчайший в третьем случае, каждый раз завершается числом N_U как основной физико-математической величиной, определяющей *от и до* физической реальности. Полученная выше формула (3.13.7) ясно свидетельствует об универсальности этого числа, уверенно занявшего свое место среди ФФП. Обобщая ранее сделанные выводы, надо полагать, что через энтропию как фундаментальную изменяющуюся величину с фиксированными нижним $S_{\min} = k_A/2 = 1/2 \cdot \ln 2$ и верхним $S_{\max} = N_U \cdot k/2 = N_U/2 \cdot \ln 2$ пределами могут выражаться все изменяющиеся параметры Вселенной. Тогда в силу предельных переходов $S \rightarrow S_{\min}$ и $S \rightarrow S_{\max}$ имеем для экстремальных отношений типа B_{\max}/B_{\min} цепочку равенств

$$\lim \frac{l_{\max}}{l_{\min}} = \lim \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = \lim \frac{t_{\max}}{t_{\min}} = \lim \frac{\tau_{C_{\max}}}{\tau_{C_{\min}}} = \lim \frac{T_{\max}}{T_{\min}} = \lim \frac{V_{\max}^{1/3}}{V_{\min}^{1/3}} = \lim \frac{\rho_{\max}^{1/2}}{\rho_{\min}^{1/2}} =$$

$$\lim \ln \frac{\Omega_{\max}}{\Omega_{\min}} \dots = N_U \quad (3.13.8)$$

Для сохраняющихся фундаментальных величин отношения между экстремальными значениями очевидны:

$$\frac{J_{\max}}{J_{\min}} = \frac{m_{\max}}{m_{\min}} = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} = \dots = N_U \quad (3.13.9)$$

Вопрос о точном численном значении космической константы N_U остается открытым, из-за отсутствия сколько-нибудь надежных ориентиров. Но порядок величины константы N_U всё же известен и нетрудно убедиться, что это число типа $\exp(288 \pm \varepsilon)$, где ε скорее всего составляет десятые доли единицы, а возможно речь должна идти лишь о сотых долях. Как бы то ни было поскольку $288 = 24 \cdot 12$, есть все основания считать N_U одним из чисел семейства $\psi(24 \cdot n)$. Это числа необычайно красивые и удобные относительно таких вторичных в системе АГЕСА математических операций как умножение и деление, возведение в степень и извлечение корня, дифференцирование и интегрирование, поскольку во всех этих случаях действия над функцией $\psi(24n)$ максимально упрощены и сводятся к простейшим преобразованиям,

касающимся аргумента $24n$. Так, вследствие свойств экспоненты и особенностей самого числа 288 кратного 2 и 3 к данному семейству принадлежат и все числа типа N_U^n для всех физически возможных значений n . Тем самым константа N_U оказывается центральным членом указанного семейства чисел, к которому ранее были однозначно отнесены константа Ферми G_{FA} и частные значения исходной физической величины Ω . Отсюда N_U и содержательно и чисто формально приобщается ко всему комплексу физических проблем, касающихся суперсимметрии и ВО, количества фундаментальных фермионов и бозонов, которые упоминались в связи с *узловой* константой $G_{FA} \cong \psi(24 + 24)$.

3.14. Обобщенные физические законы

Перечень достоинств вселенской константы однако еще не исчерпан. Круг рассуждений, замкнувшийся на числе N_U как основной физико-математической величине, определяющей *от и до* физической реальности, возвращает нас к истокам системы **AGECA**, к основным физическим законам. Сейчас самое время вспомнить, что **корректная формулировка** фундаментальных физических законов сохранения и изменения возможна лишь для всей Вселенной: “Действие Вселенной сохраняется”, “Масса Вселенной сохраняется”, “Электрический заряд Вселенной сохраняется”, “Энтропия Вселенной возрастает” и т.п. Любая попытка заменить в подобных определениях Вселенную инерциальной системой отсчета или скажем замкнутой системой неизбежно ведет к противоречиям и не выдерживает серьезной критики. Рассмотрение границ физической реальности, выявляющее число N_U , дает редкую возможность высказать предположение, придающее качественной характеристике физических законов большую количественную определенность, позволяет перейти к обобщенным формам фундаментальных законов сохранения, изменения и квантования. Нельзя при этом упускать из виду умозрительность, видимо неизбежно сопутствующую всем рассуждениям о Вселенной как существующей в единственном экземпляре целостной физической системе.

Вначале всё же дадим формулировку закона, который с появлением числа N_U непосредственно не связан.

ОБОБЩЕННЫЙ ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ФФП

Численные значения ФФП неизменны

Уточним, что к категории ФФП должны быть в принципе отнесены все те физические константы, которые являются элементами единой системы взаимосвязанных природных чисел. Это прежде всего кодовые постоянные c, \hbar, k, G, G_F , ряд других важнейших величин вроде m_e, e, F_p, N_U , а также образованные из разных констант физически значимые включая параметры Вселенной комбинации, которым нет числа. В основе постулата неизменности численных значений ФФП лежит не столько отсутствие серьезных эмпирических данных, свидетельствующих об обратном, сколько понимание их как величин двуединой природы. С одной стороны это природные, физические величины, с другой – вполне определенные математические числа, строго фиксированные точки на числовой оси. Об этом было сказано более чем достаточно, пойдем поэтому дальше.

ОБОБЩЕННЫЙ ЗАКОН ОТНОШЕНИЯ ЭКСТРЕМУМОВ

Отношения экстремумов физических величин выражается через константу N_U формулами

$$\frac{B_{j\max}}{B_{j\min}} = N_U^n \quad (n = 1/3, 1/2, 2/3, 1, 3/2, 2, 5/2, 3) \quad (3.14.1)$$

$$\ln \frac{\Omega_{\max}}{\Omega_{\min}} = N_U \quad (3.14.2)$$

Это хорошо знакомые нам формулы (3.13.8) и выражение для Ω_{\min} , возведенные в ранг обобщенного физического закона. Основания для признания обеих формул приводились выше при рассмотрении числа N_U , а доводы в пользу принятия их в качестве обобщенного закона достаточно очевидны. Для широкого по крайней мере класса фундаментальных и вторичных, постоянных и переменных физических величин отношения экстремальных значений выражаются целыми или дробными степенями космического числа N_U .

ОБОБЩЕННЫЙ ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ, ИЗМЕНЕНИЯ И КВАНТОВАНИЯ

Для целочисленно квантуемых физических величин выполняется соотношение

$$B_j = n_j B_{\min}, \quad n_j = 1, 2, \dots, N_U \quad (3.14.3)$$

В свете имеющихся данных представляется очевидным, что в фундаментальных законах квантования действия и энтропии, как и в законе возрастания энтропии, верхний предел целочисленного ряда должен быть равен N_U . Тогда сохранение, изменение и квантование целочисленно квантуемых физических величин можно выразить в виде простой формулы, символизирующей внутреннее и формальное единство трех типов физических законов как разных сторон трехгранного универсального физического закона. Придавая определенные значения B_{\min} либо фиксируя постоянные значения $n_j = N_j$, получим соответствующие законы для действия, энтропии и т. д. Имеет место прямая соотнесенность N_U с законами сохранения, изменения и квантования физических величин; более того, именно через эту величину лучшим образом осознается взаимообусловленность всех трех типов физических законов, составляющих грани единого целого.

В связи с обобщенными законами встает острый вопрос, который относится сейчас к разряду неразрешимых научных проблем. При всем при том уйти от хотя бы краткого его обсуждения мы не вправе, тем более что здесь затрагиваются неизменно вызывающие большой интерес пространственно-временные свойства и характеристики. Вопрос в следующем. Физический мир судя по всем признакам дискретен в любых своих проявлениях; теоретическое отражение этого – квантованность физических величин. Но почему одни величины, например энтропия, действие, электрический заряд, квантованы по целочисленному закону, а относительно других величин, таких как масса, длина, время, нет никакой ясности? Строго говоря, конечность множества допустимых значений, например массы, другими словами дискретность спектра масс – всего лишь научная гипотеза. Весьма правдоподобная, сомнений практически не вызывающая, но всё-таки гипотеза, ни одним бесспорным эмпирическим фактом не подкреплённая. И мы не стали бы возвращаться к этой вскользь уже затронутой теме, если бы не некоторые соображения, внушенные содержанием последних разделов. Обобщенные законы не любят исключений, всякий такой закон, если только он не ошибочен, стремится распространить свое действие на максимально широкую область физической реальности. Почему, спрашивается, одна кодовая переменная – энтропия (или скажем действие), для которой отношение экстремальных значений выражается магическим числом N_U , квантована по целочисленному закону, а другая кодовая переменная – масса (или длина, время и т. д.) с точно таким же отношением экстремумов не должна подчиняться этому закону? В конце концов если отношение максимального значения к минимальному выражается целым числом (точнее числом N_U^n , где n для некоторых величин рациональная дробь), можно по крайней мере предположить, что целым числом выражается и отношение любого другого допустимого значения данной величины к минимальному. Ответа на это *почему* у нас нет, но попытаемся подойти к проблеме несколько иначе.

Существует ли какая-нибудь разделительная линия, содержательная или формальная, некий селективный принцип, позволяющий отличить целочисленно квантованную величину от неквантованной, если таковые имеются, или же квантованной по какому-то другому закону? Закон дробного квантования холловского сопротивления в целом понятен и объясним, но говорить об общем селективном принципе не приходится. Мы знаем, что некоторые величины

квантованы по тому или иному правилу, и ничего толком не знаем о других величинах, хоть и полагаем, что непрерывность физической величины – вещь невозможная. В сущности это всё, что нам доподлинно известно. Похоже на глухой тупик, из которого физическая наука не может выбраться уже сто лет без малого – с тех пор (преимущественно с 20-ых годов прошлого столетия), когда во весь голос заговорили о дискретности пространства-времени, о необходимости его квантования, о фундаментальной длине, о хрононе и т.п. Невеселая для естествоиспытателей тема, но прежде чем с ней распрощаться, еще раз посмотрим на [таблицу 3.13](#). В ней представлены и фавориты и изгои квантово-дискретного мира. В предпоследнем столбце даны десятичные A -значения физических экстремумов, то есть их истинные числовые значения в десятичной системе счисления, даны в грубом приближении, но нам здесь важен лишь порядок величин. С первого же взгляда на минимальные значения величин заметен колоссальный разрыв между фаворитами и изгоями. В самом деле, кванты энтропии и действия, к которым можно добавить все известные на сегодня и не представленные в таблице кванты других величин, выражаются числами близкими по порядку 1. По принятой нами в [2.19](#) классификации это центральные, средние и промежуточные числа, другими словами расположенные на числовой оси в достаточно близком соседстве с точками, соответствующими численным значениям ФМК и важнейших вторичных математических констант. Совсем другое дело остальные приведенные или не приведенные в таблице минимальные значения величин вроде массы, длины, температуры. По какому-то странному стечению обстоятельств все они выражаются очень малыми или сверхмалыми числами. Что это: случайность, прихоть природы или нечто большее?

Возможны по меньшей мере три взаимоисключающих предположения.

- а) Это ничего не значащая случайность
- б) Все квантованные по целочисленному или дробному закону физические величины выражаются числами центральной или близлежащих областей числового континуума
- в) Мир дискретен и все величины квантованы по одним и тем же законам, но многие минимумы физических величин численно слишком малы для их эмпирического обнаружения и обоснования

Четких критериев у нас нет, умозрительность этих предположений и сопутствующих им рассуждений очевидна. Всё основано на субъективных оценках, которые мы всё же постараемся представить в объективном свете. Предположение (а) интуитивно кажется наименее вероятным. Числовая пропасть между двумя группами величин в три и более десятков порядков слишком огромна, чтобы видеть здесь простую случайность. Возвращаться к этому больше не стоит, а на двух других вариантах остановимся подробнее. Вполне допустимо, что именно в центральной и прилегающей к ней областях числового множества находятся значения не только основных математических констант, но и квантов всех целочисленно и дробно квантуемых физических величин. Остальные величины квантованы по другим правилам либо образуют не подпадающее под общий закон множество дискретных значений. Это допущение фиксирует существующее сегодня положение вещей, его слабым местом можно считать явную дискриминацию по отношению ко многим физическим реалиям, в том числе таким важным как масса, комптоновские, гравитационные и планковские величины. Наконец с точки зрения обобщенных законов, в частности [\(3.14.1\)](#) и [\(3.14.3\)](#), предпочтительнее третий вариант. Если обобщенный закон отношения экстремумов универсален, насколько весомы основания полагать, что обобщенный закон сохранения, изменения и квантования действителен лишь для некоторых избранных физических величин? Считая, что достаточно веских оснований для этого нет, можно прийти к заключению, что все допустимые значения множества физических величин кратны соответствующим минимальным значениям. Исключение составляют такие квантованные по экспоненциальному закону величины как Ω . С малыми и сверхмалыми физическими числами, расположенными очень далеко за пределами доступной эмпирическому исследованию области, иметь дело крайне сложно. Отношение массы лег-

чайшей заряженной частицы – электрона к m_{\min} выражается колоссальным числом $\sim 10^{40}$, а отношение доступной исследованию длины к l_{\min} – совсем чудовищным $\sim 10^{80}$, так что очевиден огромный риск, связанный с экспансией теории в столь отдаленные от экспериментальных реалий области. Тем не менее доводя до логического завершения наш в высшей степени умозрительный анализ, сформулируем четвертый по счету и значительно менее достоверный и обоснованный чем остальные

ОБОБЩЕННЫЙ ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ, ИЗМЕНЕНИЯ И КВАНТОВАНИЯ II

Численные значения многих величин кратны их минимальным значениям:

$$B_j = n_j B_{\min}, \quad n_j = 1, 2, \dots, N_U \quad (3.14.4)$$

Отличие от одноименного закона (3.14.3) в том, что речь здесь идет не о нескольких целочисленно квантуемых величинах, а о значительно более широком классе физических величин. Такое обобщение предыдущего обобщенного закона связано с очень большим риском. Эта тема достаточно подробно освещена выше, поэтому нет надобности к ней возвращаться.

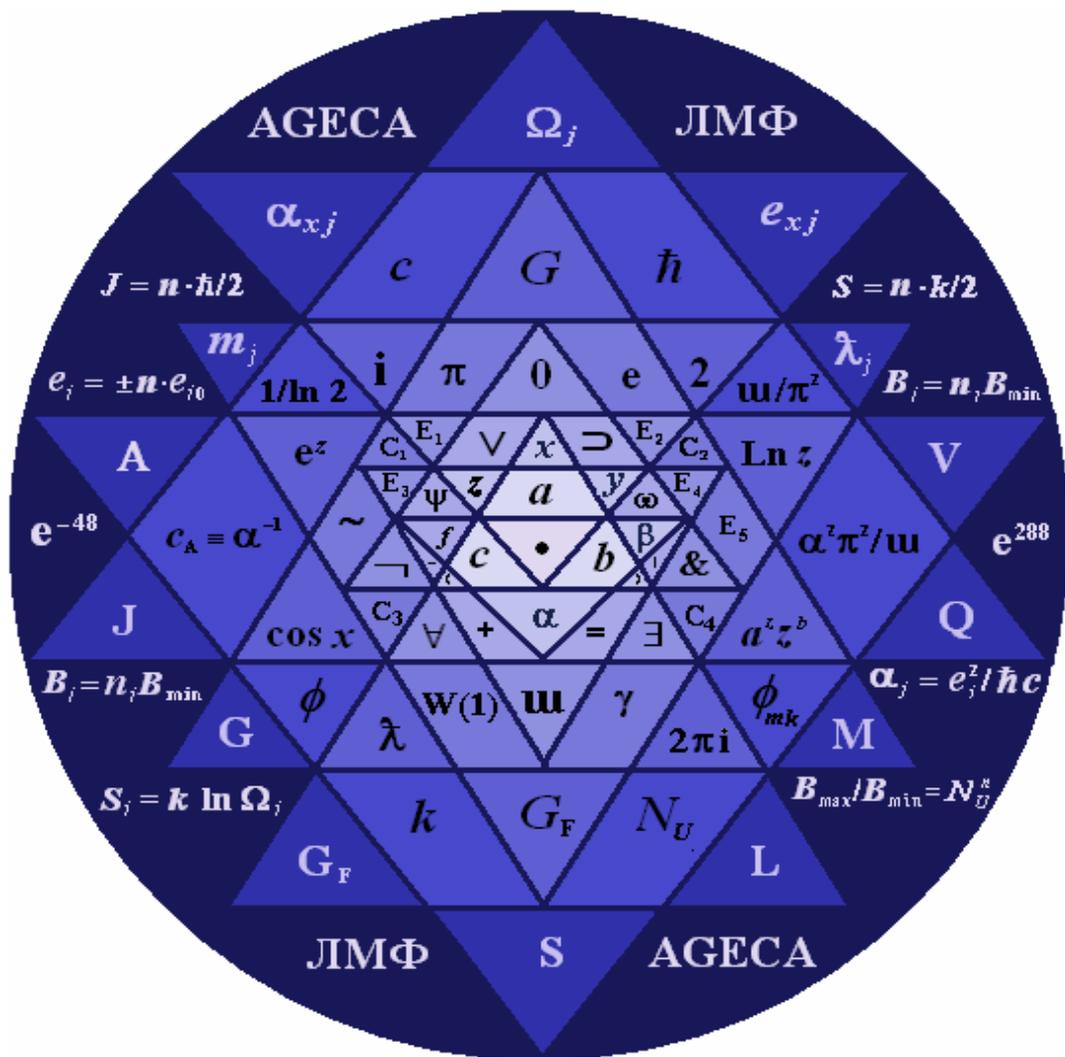
В завершение настоящей главы, главным героем которой наряду с энтропией, экстремумами различных величин и обобщенными законами оказалась константа N_U , остается высказать сожаление, что мы не знаем ее численного значения. Если бы удалось существенно повысить точность эмпирического значения N_U , возможно даже удалось бы вычислить ее точное математическое значение. Но для такого скачка надо например более точно вычислить массу Вселенной, а в ближайшем будущем рассчитывать на это едва ли приходится. Как бы то ни было, число N_U пожалуй в большей мере чем любое другое может считаться чем-то вроде магического числа природы, космоса, символизирующего его единство, математическую гармонию, соразмерность.

Литература

- Аракелян Г.Б. *Числа и величины в современной физике*. Ереван: Изд. АН, 1989
 – *Фундаментальная теория ЛМФ*. Ереван, 2007.
- Вихман Э. *Квантовая физика* (Берклеевский курс физики, т. IV). М.: Наука, 1977
- Вяльцев А.Н. *Дискретное пространство-время*. М.: Наука, 1965
- Газовая постоянная*. В кн.: Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энцикл., 1983, с. 103
- Гейзенберг В. *Введение в единую полевую теорию элементарных частиц*. М.: Мир, 1968
- Геккель Э. *Мировые загадки*. М.: ОГИЗ, 1935
- Гинзбург В.Л. *Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными?* В кн.: В.Л. Гинзбург. О физике и астрофизике. М.: Наука, 1985, с. 7–193
- Гут А.Г., Стейнхардт П.Дж. В мире науки, 1984, № 7, с. 56
- Давид Анахт. *Определения философии*. В кн.: Давид Анахт. Сочинения. М.: Мысль, 1980, с. 29–100
- Девис П. *Случайная Вселенная*. М.: Мир, 1985
- Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. *Физика и космология*. В кн.: Астрономия. Методология. Мировоззрение. М.: Наука, 1979, с. 121–136
- Зоммерфельд А. *Термодинамика и статистическая физика*. М.; Л.: ИЛ, 1955
- Зубарев Д.Н. *Энтропия*. В кн.: Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энцикл., 1983, с. 903–905
- Индурайн Ф. *Квантовая хромодинамика. Введение в теорию кварков и глюонов*. М.: Мир, 1986
- Ициксон К., Зюбер Ж.-Б. *Квантовая теория поля*, т. I. М.: Мир, 1984

- Кавендиш Г.** *Определение плотности Земли*. В кн.: Классики физической науки (с древнейших времен до начала XX века). М.: Высшая школа, 1989, с. 253–268
- Карагиоз О.В., Измайлов В.П.** *Таблица 2. Экспериментальные значения гравитационной постоянной*. Гравитационная постоянная G , 2001 <http://zeus.wdcb.ru/wdcb/sep/GravConst/table2.html>
- Картер Б.** *Совпадения больших чисел и антропологический принцип в космологии*. В кн.: Космология. Теория и наблюдения. М.: Мир, 1978, с. 369–379
- Киржниц Д.А.** *Фундаментальная длина*. В кн.: Физический энциклопедический словарь. М.: Сов. энцикл., 1983, с. 834
- Лефевр В.А.** *Рефлексия*. М.: Когито-Центр, 2003
- Линде А.Д.** УФН, 1984, т. 144, с. 177
- Лонгейр М.** *Астрофизика высоких энергий*. М.: Мир, 1984
- Петросян В.** *Модели Ламетра, космологическая постоянная и наблюдения*. В кн.: Космология. Теория и наблюдения. М.: Мир, 1978, с. 49
- Пиблс П.** *Физическая космология*. М.: Мир, 1975
- Поппер К.Р.** *Логика научного исследования*. М.: Республика, 1975
- Пригожин И.** *От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках*. М.: Наука, 1985
- Пуанкаре А.** *Ценность науки*. В кн.: А.Пуанкаре. О науке. М.: Наука, 1983, с. 5–152
- Рейф Ф.** *Статистическая физика* (Берклеевский курс физики, т. V). М.: Наука, 1977
- Риман Б.** *О гипотезах, лежащих в основании геометрии*. В кн.: Альберт Эйнштейн и теория гравитации. М.: Мир, 1979, с. 18–33
- Розенталь И.Л.** УФН, 1980, т. 131, с. 239
- Станюкович К.П.** *Гравитационное поле и элементарные частицы*. М.: Наука, 1965
УФН, 1979, т. 129, с. 290
- Хокинг С.** *Анизотропия Вселенной на больших временах*. В кн.: Космология. Теория и наблюдения. М.: Мир, 1978, с. 360
- Чёрч А.** *Введение в математическую логику*, т. I. М.: ИЛ, 1961
- Шандарин С.Ф., Дорошкевич А.Г., Зельдович Я.Б.** УФН, 1983, т. 139, с. 83
- Шапиро С., Тьюколски С.** *Черные дыры, белые карлики и нейтронные звезды*, ч. 2. М.: Мир, 1985
- Шляхтер А.И.** Препринт ЛИЯФ, № 260. Л., 1976
- Эйнштейн А.** *Эпilog. Сократовский диалог*. Там же, т. IV. М.: Наука, 1967, с. 156–166
- Эндрю К.** *Энтропия*. Физика за рубежом, сер. Б. М.: Мир, 1986, с. 144–160
- Albrecht A. and Steinhardt P.J.** Phys. Rev. Lett. **48**, 1220 (1982)
- Barrow J. and Tipler F.** *The Cosmological Anthropic Principle*. 1.2. *Anthropic Definitions*. Oxford: Oxford Univ. Press, 1988
- Bekenstein J.D.** Phys. Rev. **D7**, 2333 (1973)
- Bostrom N.** *Anthropic-Principle* <http://www.anthropic-principle.com/bibliography/bib.html>
- Brans C. and Dicke R.** Phys. Rev. **124**, 925 (1961)
- Carr B.J. and Rees M.J.** Nature **278**, 605 (1979)
- Carter B.** *Large Numbers in AstroPhysics and Cosmology*. Cambridge Preprint, Inst. of Theor. Astronomy, 1968
– In: *Confrontation of Cosmological Theories with Observation*. Dordrecht: Reidel, 1974
- Chand H., Srianand R., Petitjean P., and Aracil B.** *Probing the Cosmological Variation of the Fine-Structure Constant: Results Based on VLT-UVES Sample*. [arXiv:astro-ph/0401094](https://arxiv.org/abs/astro-ph/0401094), v.1, 8 Jan (2004)
- Coleman S. and De Luccia.** Phys. Rev. **D21**, 3305 (1980)
- Davies P.C.W.** Journ. of Phys. **A5**, 1296 (1972)
- Deaver B.S. Jr. and Fairbank W.M.** Phys. Rev. Lett. **7**, 43 (1961)
- Dicke R.H.** Nature **192**, 440 (1961)

- Dicke R.H.** and **Peebles P.J.E.** *The Big Bang Cosmology Enigmas and Nostrums*. In: General Relativity. Einstein Centenary Survey, eds. S.W.Hawking and W.Israel. Cambridge: Cambridge Univ. Press, p. 504–517 (1979)
- Dirac P.A.M.** *Nature* **139**, 323 (1937) (Русский перевод: *Космологические постоянные*. В кн.: Альберт Эйнштейн и теория гравитации. М.: Мир, 1979, с. 538)
 – *Proc. Roy. Soc.* **A338**, 439 (1974)
 – *Proc. Roy. Soc.* **A365**, 19 (1979)
- Drange T.M.** *The Fine-Tuning Argument*, 1998 http://www.infidels.org/library/modern/theodore_drange/tuning.html
- Dyson F.J.** *The Fundamental Constants and Their Time Variation*. In: Aspects of Quantum Theory, eds. A. Salam and E.P.Wigner. Cambridge: Camb. Univ. Press, p. 213–236 (1972)
- Eagles D.M.** *A Comparison of Results of Various Theories for Four Fundamental Constants of Physics*. *Intern. Journ. Theor. Phys.* **15**(4), 265–270 (1976)
- Eddington A.S.** *Fundamental Theory*. Cambridge: Camb. Univ. Press, 1946
- Eichendorf W.** and **Reinhardt M.** *Zs. Naturforsch.* **A32**, 532 (1977)
- Everett H.** *Rev. Mod. Phys.* **29**, 454 (1957)
- Flowers J.L.** and **Petley B.W.** *Progress in Our Knowledge of the Fundamental Constants of Physics*. *Rep. Prog. Phys.* **64**, 1191–1246 (2001) www.iop.org/EJ/article/0034-4885/64/10/201/r11001.pdf
- Gamov G.** *Phys. Rev. Lett.* **19**, 759 (1967)
- Guth A.** *Phys. Rev.* **D23**, 347 (1981)
- Hayakawa S.** *Atomism and Cosmology*. *Progr. Theor. Phys. Suppl.*, Yukawa 30th Anniversary Issue, v. 532 (1965)
- Hellings R. W.** et al. *Phys. Rev. Lett.* **51**, 1609 (1983)
- History of Pi*. Wikipedia, 2006 http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Pi
- Hoyle F.** *AstroPhys. Journ. Suppl.* **1**, 121 (1954)
- Jordan P.** *Schwerkraft und Weltall*. Braunschweig: Vieweg und Sohn, 1955
- Kleinevoß U.** *Bestimmung der Newtonischen Gravitationskonstanten G*, 2002
http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=964586754&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=964586754.pdf
- Leslie J.** *Cosmology and Theology*. Stanford Encyclopedia of Philosophy, 1998
<http://plato.stanford.edu/entries/cosmology-theology/>
- Linde A.D.** *Phys. Rev.* **B108**, 389 (1982)
- Misner C. W., Thorne K.S., and Wheeler J.A.** *Gravitation*, v.3. San Francisco: Freeman, 1973
- Morgenstern R.** *Nature* **232**, 109 (1971)
- Ohanian H.C.** *Found. of Phys.* **7**(5/6), 391 (1977)
- Popper K.R.** *Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge*. London: Routledge and Kegan Paul, 1963
- Raicu V.** *Marked Variability in Modern-Time Gravitational Data Indicates a Large Secular Increase in the Mass of Ponderable Bodies*, 2001 <http://arxiv.org/abs/physics/0110094>
- Rees M.J.** and **Ostriker J.P.** *Mon. Not. R.A.S.* **179**, 541 (1977)
- Rees M.J., Ruffini R., and Wheeler J.A.** *Black Holes, Gravitational Waves and Cosmology*. New York: Gordon and Breach, 1974
- Reichenbach H.** *Kausalität und Wahrscheinlichkeit*. *Erkenntnis*, 1930, Bd. 1, H. 2–4, S. 186
- Ross H.** *The Creator and the Cosmos: How the Greatest Scientific Discoveries of the Century Reveal God*. Colorado Springs: Navpress, 1995
- Silk J.** *Nature* **265**, 710 (1977)
- Srianand R., Chand H., Petitjean P., and Aracil B.** *Limits on the Time Variation of the Electromagnetic Fine-Structure Constant in the Low Energy Limit from Absorption Lines in the Spectra of Distant Quasars*. [arXiv:astro-ph/0402177](http://arxiv.org/abs/astro-ph/0402177), v.1, 8 Feb (2004)
- Stenger V.J.** *The Unconscious Quantum: MetaPhysics in Modern Physics and Cosmology*. Amherst, NY: Prometheus Books, 1995
- Teller E.** *Phys. Rev.* **73**, 801 (1948)



Символ теории ЛМФ:
шри янтра с вписанными в нее основными элементами теории



Книга



Глава 2

От математических констант к
основным физическим уравнениям

Гостевая



Ḥī āñēāī çà īīñāūāī ēā.

Ααῶī ḃ ḡ ī ḃεçī ḃḃāēūī īñḃūḡ ḡ çī ḃēī ī ḃḃḡ ḡ ḃḡḃūī ē çāī ḃ-ḃī ēḡī ē īī ḡḡ ḃḃḃḃḃḃ ḃḡ ḡḃḃḃḃ ḃḃḃ ḡḃḃḃḃḃ ḡḃ ḃḃḃ ḃ-ḃḃḃḃḃ, ḃḡḡḃḃḃḃ ḡḡī ē īḃ ḃīḃḃḃ ḃ ḃḃḃ ḡḡḃḃḃ-ḃī ḡḡī ē īī ḃḃḃḃḃ: hrantara@gmail.com □