

Большинство исследователей считает, что средняя плотность вещества во Вселенной значительно меньше критической. Если это так, то это свидетельствует в пользу модели III и сравнительно раннего цикла. При этом отсутствие больших нарушений однородности могло бы быть следствием именно того, что в ранних циклах нет сильного скучивания, а образовавшиеся на предыдущем цикле отдельные черные дыры (например, в ядрах галактик) успели испариться по Хокингу, или просто их мало и они имеют не очень большие массы.

ПРИМЕЧАНИЯ

Доктор Филипп Хандлер, Президент Национальной Академии наук США, активно выступал в защиту А.Д. Сахарова, за что неоднократно подвергался нападкам в советской прессе, скончался в декабре 1981 г. (Примеч. ред.)

² Здесь $\tilde{n} = \epsilon/\tilde{p}$ — число частиц продуктов распада в единице объема; $\tilde{p} \sim 0,3$ ГэВ $\sim 1,5 \cdot 10^{13}$ см⁻¹ — их средняя энергия или импульс; $\epsilon = 1/6\pi G r^2 \sim 2 \cdot 10^{-34}$ см⁻⁴ — плотность энергии в момент распада. Здесь и ниже при оценках принимаем время распада барионов $\tau \sim 10^{31}$ лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Строением эволюция Вселенной. — М.: Наука, 1975. — С. 699.
2. Сахаров А.Д.//Письма ЖЭТФ. 1967. Т. 5. С. 32.
3. Сахаров А.Д.//ЖЭТФ. 1980. Т. 79. С. 689.
4. Weinberg S.//Lectures on Particles and Fields/Eds. S. Deser, K. Ford. — New York, 1964.
5. Сахаров А.Д. Препринт ИПМ АН СССР № 7. — Москва, 1970.
6. Сахаров А.Д.//ЖЭТФ. 1979. Т. 76. С. 1179.
7. Weinberg S. Beyond the First Three Minutes//Phys. Scripta 1980. V. 21. P. 773.
8. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Релятивистская астрофизика. — М.: Наука, 1967. — С. 89.
9. Peters P.S., Mathews J.//Phys. Rev. 1963. V. 131. P. 435.

Статья поступила 4.05.82 г.

524.88

КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ С ИЗМЕНЕНИЕМ СИГНАТУРЫ МЕТРИКИ

АД. Сахаров

(Физический институт им. П.Н. Лебедева АН СССР)

(ЖЭТФ. 1984. Т. 87., вып. 2(8). С. 375 — 383)

Посвящается Мюсе

Высказана гипотеза о существовании состояний физического континуума, включающих области с различной сигнатурой метрики, и о возникновении наблюдаемой Вселенной и бесконечного числа других Вселенных в результате квантовых переходов с изменением сигнатурды

метрики. Лагранжиан в такой теории должен удовлетворять условиям неотрицательности в областях с четной сигнатурой. Сигнатура здесь — число временных координат. Индуцированный гравитационный лагранжиан в конформно-инвариантной теории типа Калуцы—Клейна, по-видимому, удовлетворяет этому требованию и приводит к эффективным уравнениям теории тяготения макропространства, совпадающим с уравнениями общей теории относительности. Высказано предположение о существовании в нашей Вселенной наряду с наблюдаемым (макроскопическим) временным измерением двух или другого четного числа компактифицированных временных измерений. Предположено, что образование евклидовой области в центре черной дыры и при космологическом сжатии Вселенной (если оно предопределено динамикой) является возможным исходом гравитационного коллапса.

1. Введение. Обычно предполагается, что сигнатура метрики пространственно-временного континуума является его неотъемлемым физическим свойством, т.е. в каждой пространственно-временной точке метрический тензор g_{ik} имеет одно главное значение, соответствующее по знаку времени, и три главных значения противоположного знака, соответствующие пространству. Здесь и ниже сигнатура — число временных координат. В теориях типа Калуцы—Клейна число временных координат по-прежнему обычно предполагается равным 1, компактифицированное фактор-пространство считается чисто пространственным. Исключение из теории переходов с изменением сигнатуры метрики эквивалентно неравенству нулю детерминанта $g_{ik}, g \neq 0$; компоненты метрического тензора при этом считаем непрерывными функциями координат.

В этой работе мы отказываемся от предположения об инвариантности сигнатурой метрики и рассматриваем состояния с различной сигнатурой. Во время переработки статьи я познакомился с работой А. Виленкина [1], в которой рассматривается рождение Вселенной Де-Ситтера из замкнутой "раздувающейся" Вселенной в результате квантового перехода с изменением сигнатуры сферы S_4 , т.е. из состояния с дефинитной метрикой, а также содержатся ссылки на более ранние публикации аналогичных идей.

Обозначения. Q — размерность пространственно-временного физического континуума. Считаем $Q > 4$, принимая теорию типа Калуцы—Клейна, σ — число временных координат в данной области пространственно-временного континуума (сигнатура). Знаки главных значений метрического тензора, соответствующих времени, условимся считать отрицательными, знаки пространственных направлений — положительными. В наблюдаемой Вселенной, по-видимому, $\sigma = 1$ (см., однако, ниже), т.е. знаки главных значений $(-, +, +, +)$. Области пространственно-временного континуума с $\sigma = 1$ условимся обозначать буквой U — от слова Universe. Чисто пространственные области $\sigma = 0$ обозначаем P — от имени древнегреческого философа Парменида, рассуждавшего о мире без движения (у Пушкина: "Движенья нет — сказал мудрец брадатый..."). В квантовой механике слово "состояние" употребляется в двояком смысле: 1) обычно как совокупность значений физических величин в данный момент времени; 2) но иногда как совокупность значений физических величин в пространстве и времени. В данной работе, следуя большинству авторов, слово "состояние" употребляется в первом смысле — как совокупность значений величин на гиперповерхности размерности $Q - 1$ (ко-

размерности 1). Для совокупности значений величин в пространстве размерности Q используется термин "траектория".

В этой работе некоторые следствия гипотезы, допускающей значения сигнатуры σ , не равные 1, обсуждаются в связи с так называемым "антропологическим принципом". В 50 — 70-х годах независимо несколькими авторами была высказана гипотеза, что наряду с наблюдаемой Вселенной существует бесконечное число "других" Вселенных, многие из них обладают существенно иными, чем "наша" Вселенная, характеристиками и свойствами; наша Вселенная и похожие на нее Вселенные характеризуются такими параметрами, что в них могли возникнуть структуры (атомы, молекулы, звезды и планетные системы и т.д.), обеспечивающие развитие жизни и разума. Эта гипотеза снимает многие вопросы типа — почему мир устроен именно так, а не иначе — с помощью предположения, что есть иначе устроенные миры, но их наблюдение недоступно, во всяком случае сейчас. Некоторые авторы считают антропологический принцип неплодотворным и даже не соответствующим научному методу. Я с этим не согласен. Замечу, в частности, что требование применимости фундаментальных законов природы в существенно иных, чем в нашей Вселенной, условиях может иметь эвристическое значение для нахождения этих законов. Еще в 1917 г. П. Эренфест [2] отметил, что число измерений наблюдаемого пространства, равное 3, возможно, объясняется тем, что при ином числе измерений изменяется показатель степени в законе Кулона и невозможно существование атомов; это, конечно, аргументация в духе антропологического принципа. Одна из известных мне ранних работ принадлежит Дикке [3]; Я.Б. Зельдович упоминает еще более раннюю работу Идлиса (1959 г.); см. также [4]. В 1980 г. Я.Б. Зельдович высказал гипотезу о множественности образования замкнутых Вселенных из первичного пустого мира Минковского в результате процесса "отпочкования" [5] (см. также [6]).

Данная работа лежит в круге идей антропологического принципа; так же как в [5], предполагается образование замкнутых Вселенных, но из иного первичного субстрата — пространства с дефинитной метрикой.

В работе высказывается предположение, что, возможно, и наша Вселенная имеет иную сигнатуру, чем обычно принимается, а именно, что в ней наряду с наблюдаемым макроскопическим времененным измерением существуют компактифицированные временные измерения. Эта гипотеза обсуждается в конце раздела 2.

2. Динамический принцип. Проблема интерпретации. Гипотеза о сигнатуре наблюдаемой Вселенной. Прояснению принципиальных вопросов, рассматриваемых в этом разделе, способствовало ознакомление во время работы над статьей с препринтом Хартля и Хокинга [7] по рекомендации А.Д. Линде.

Возможная интерпретация (не единственная) квантовой теории в применении ко Вселенной в целом — сравнение вероятностей различных состояний B_1, B_2, \dots , определяемых на некоторой выделенной гиперповерхности

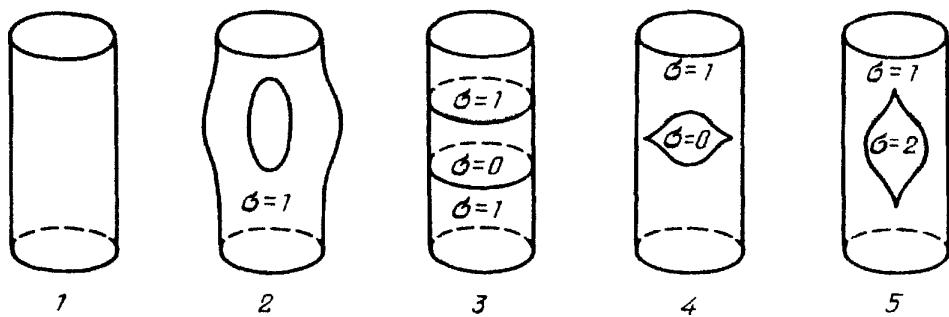


Рис. 1

B , при наличии измерения состояния A_0 на некоторой другой гиперповерхности A . Амплитуда вероятности состояний B_i определяется квантовой суперпозицией (функциональным интегрированием) амплитуд траекторий, "натянутых" на состояния B_i и A_0 , т.е. удовлетворяющих на B и A граничным условиям для Q — 1-мерного метрического тензора и полей материи.

Траектории считаем непрерывными, но предполагаем, что они могут обладать различной топологией и иметь различную сигнатурную структуру.

На рис. 1 в качестве наглядной иллюстрации изображены двумерные траектории, натянутые на два одномерных кольца A и B . Траектории 1 и 2 отличаются своей топологией, при этом разные одномерные сечения одной и той же траектории 2 имеют различную одномерную топологию (кольцо, два кольца, восьмерка). Траектории 3, 4, 5 отличаются от 1 и 2 сигнатурной структурой; при этом разные сечения имеют разную сигнатурную структуру. По-видимому, граница U -области с P -областью должна быть со стороны U -области пространственно-подобной, а граница с областью $\sigma = 2$ — времениподобной.

Различия в сигнатурной структуре траектории представляются столь же естественными, как различия в топологической структуре. Менее ясно, есть ли необходимость рассматривать состояния с $\sigma \neq 1$ при интерпретации теории, предполагая их реализацию при приготовлении состояния на гиперповерхности A и измерении на гиперповерхности B . По-видимому, это тоже необходимо.

Заметим, следуя [7], что временное расстояние между гиперповерхностями не задается и не имеет в квантовой теории строгого смысла. Однако для фиксированных состояний A_0 и B_i можно говорить о наиболее вероятном расстоянии по времени.

Функциональное интегрирование должно проводиться по полям материи (обозначенным φ) и компонентам метрического тензора и включать суммирование по дискретным характеристикам натянутых траекторий. Функциональный интеграл (в несколько условной записи, игнорирующей проблемы калибровки, связи и меры) имеет вид

$$\int \delta\varphi \delta g_{ik} \exp(-\int dx_0 \dots dx_{Q-1} \sqrt{gL}) \dots . \quad (1)$$

Здесь и всюду g — детерминант g_{ik} . Показатель экспоненты — выражение чисто мнимое при $g < 0$ ($\sigma = 1, 3, \dots$) и действительное при $g > 0$

$(\sigma = 0, 2, 4, \dots)$. По-видимому, это — необходимое следствие аналитической структуры теории с переменной сигнатурой.

Для сходимости интеграла в областях, где $g > 0$ (σ — четное), необходимо потребовать в них $L \geq 0$. Это нетривиальное ограничение, имеющее, возможно, эвристическое значение для построения теории. В частности, стандартное выражение для лагранжиана гравитационного поля Эйнштейна—Гильберта $L_g \sim R$, линейное по скаляру кривизны, не удовлетворяет этому требованию.

Теория с квадратичным (или более высокой четной степени) лагранжианом, определенном в четырехмерном пространстве-времени (т.е. без компактифицированных измерений), противоречит эксперименту, не воспроизводится даже закон тяготения Ньютона. Так, при $L_g \sim R^2$ сила гравитационного взаимодействия двух тел не зависит от расстояния между ними. Отмеченная трудность отсутствует в теориях типа Калуцы—Клейна, что является дополнительным аргументом в их пользу. В этих теориях предполагается, что на современной стадии развития Вселенной характерные размеры (радиусы) компактификации малы по сравнению с характерными размерами макропространства t, x_1, x_2, x_3 . Интегрируя лагранжиан гравитационного поля по координатам компактифицированного фактор-пространства, находим эффективный лагранжиан в данной точке макропространства; в первом приближении он содержит только постоянное слагаемое (космологическую постоянную) и слагаемое линейное по скаляру кривизны макропространства:

$$L_g = \Lambda + \frac{1}{16\pi G} R.$$

Мы не рассматриваем тут механизма, приводящего к компактификации. Заметим только, что радиусы компактификации, если они постоянны в макропространстве, должны определяться какими-либо размерными параметрами лагранжиана типа затравочных масс; теория не обладает при этом конформной инвариантностью, и, по-видимому, возникают трудности с недефинитностью лагранжиана и расходимости. (Может быть, при каких-то частных значениях параметров трудности отсутствуют.) Представляют интерес альтернативные варианты теории, в которых лагранжиан конформно-инвариантен, радиусы компактификации зависят от макроскопических координат, сохраняя, однако, постоянные отношения. При этом достаточно плавные изменения радиусов компактификации будут не наблюдаемы, поскольку все размерные характеристики эффективного лагранжиана определяются масштабом компактификации; в частности, теория Бранса—Дикке сводится к теории Эйнштейна, и выполняется принцип эквивалентности (ср. [8]). В качестве примера рассмотрим индуцированный (т.е. порожденный квантовыми флюктуациями полей материи, ср. [9]) гравитационный лагранжиан в пространстве $Q = 40$ с числом измерений, кратным 4; поля материи — безмассовые и удовлетворяющие конформно-инвариантным уравнениям. Из соображений размерности и конформной инвариантности следует предполагать, что индуцированный лагранжиан описывается выражением вида $L_g \sim I^4$, где I — квадратичный инвариант тензора Вейля (возможно, что более точное выражение включает и

другие инварианты); соответствующий коэффициент безразмерен и, как можно надеяться, для суперсимметричных теорий конечен. Обозначив через ρ радиус компактификации, имеем для эффективного лагранжиана макропространства (M — масштаб эффективных масс частиц m_i):

$$m_i \sim M \sim 1/\rho, \quad \Lambda \sim 1/\rho^4, \quad G \sim \rho^2.$$

До сих пор в нашем изложении в основном предполагалось (и предполагается далее, в частности в разд. 3), что сигнатура нашей Вселенной $\sigma = 1$. Однако представляет интерес рассмотреть варианты строения Вселенной (и их следствия для теории элементарных частиц!), в которых $\sigma > 1$. По всем временным координатам, кроме одной, при этом предполагаем компактификацию.

В нашей Вселенной действие траектории определяет фазу ее комплексной амплитуды. Поэтому в соответствии с (1) σ — нечетное число, а число компактифицированных координат — четное. Заметим, что знак детерминанта g под корнем в (1) не может быть изменен произвольно (например, в связи с недефинитностью лагранжиана некоторых частиц в пространствах с нечетной сигнатурой).

Важным принципиальным вопросом является соотношение обсуждаемой гипотезы с принципом причинности. Под принципом причинности в релятивистских динамических теориях (не учитывающих эффектов квантовой гравитации) понимается следующее утверждение (это одна из возможных формулировок): состояние в некоторой пространственной области максимально определено состоянием на пространственном сечении внешней огибающей обращенных в прошлое световых конусов с вершинами на границе области, либо световых конусов, обращенных в будущее, но не двух таких состояний сразу ("максимально определено" тут означает, что состояние за пределами огибающей не влияет на состояние в области). В квантовой гравитации принцип причинности в значительной степени обесценивается, так как метрика, а значит и огибающая световых конусов, различны для разных траекторий, суперпозиция амплитуд которых определяет состояние.

Особенность сигнатуры $\sigma > 1$, в отличие от обычно принимаемой сигнатуры $\sigma = 1$, заключается в том, что при этом уже в классической теории (и для отдельных траекторий в квантовой теории) нет двух различных направлений светового конуса, т.е. локально нет разделения прошлого от будущего. При $\sigma > 1$ световой конус делит пространство направлений лучей только на 2 области — пространственно-подобную и времениподобную, а не на 3 области, как в случае $\sigma = 1$. Топология направлений лучей светового конуса (топология пересечения конуса с единичной сферой S_{Q-1} в Q -пространстве) в случае $\sigma > 1$ — прямое произведение $S_{Q-\sigma-1} \otimes S_{\sigma-1}$ — это односвязное пространство, При $\sigma = 1$ сфера $S_{\sigma-1}$ вырождается в две точки, конус двусвязный, пересекает сферу S_{Q-1} по двум сферам S_{Q-2} , выделяя три области направлений — в будущее, в прошлое и пространственные направления.

Однако свойство глобальной упорядоченности гиперповерхностей размерности $Q - 1$ по макровремени при предположенной компактификации по всем временным координатам, кроме одной, сохраняется при любых значениях сигнатуры. Поэтому можно предполагать, что отсутствие локальной упорядоченности при $\sigma > 1$ не сказывается в макроскопических процессах с участием частиц с энергиями, много меньшими обратных радиусов временной компактификации (в соответствующих единицах). Если радиусы временной компактификации порядка или меньше планковской длины, то эффекты квантовой гравитации скажутся при таких же или меньших расстояниях.

3. $P - U$ -переход. Рассмотрим геометрию Q -пространства вблизи границы P -области ($\sigma = 0$) и U -области ($\sigma = 1$). Выберем координаты x_0, \dots, x_{Q-1} таким образом, что границе областей P и U соответствует значение $x_0 = a$. Предполагаем, что для классического решения вблизи границы областей

$$g_{00} = l/(x_0 - a). \quad (2)$$

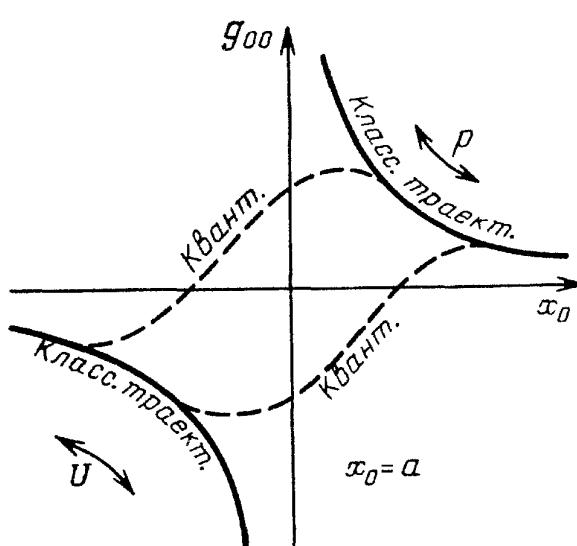


Рис. 2

$S_2 \otimes S_1$. Размерность K равна $Q - 1 - M$; по своей топологической структуре K — прямое произведение сфер разных размерностей и, возможно, замкнутых топологических пространств более общего типа (например, в двумерном случае сфер с p "ручками", $2 \leq p < \infty$).

Предполагается, что на ранней стадии эволюции Вселенной пространство K сжимается (компактифицируется), а M расширяется, образуя наблюдаемое макроскопическое пространство. K — фактор-пространство теории Калуцы—Клейна. В конформно-инвариантных вариантах теории, как я отметил выше, радиусы АГ-пространства формально переменны, возможно растут, но на современной стадии эволюции нашей Вселенной остаются много меньше характерных размеров макропространства, их плавные изменения могут быть устранены конформным преобразованием.

При $x_0 > a$ имеем область P , при $x_0 < a$ — область U . Величина l , вообще говоря, зависит от координат x_1, \dots, x_{Q-1} , не меняясь по порядку величины. Граница N областей P и U , по нашему предположению, — замкнутая несингулярная гиперповерхность размерности $Q - 1$. В случае нашей и похожих Вселенных N имеет топологическую структуру прямого произведения:

$$N = M \otimes K.$$

В случае нашей Вселенной размерность $M = 3$, это — или сфера S_3 , или тор $T_3 = S_1 \otimes S_1 \otimes S_1$, или

Решение (2) имеет разрыв непрерывности g_{00} . Квантовые траектории должны удовлетворять требованиям непрерывности динамических переменных, в их числе компонент метрического тензора. Качественный вид непрерывных траекторий $g_{00}(x_0)$ с изменением сигнатуры показан на рис. 2 штрихами. В области ширины порядка l непрерывная траектория не может удовлетворять классическим уравнениям, т.е. имеет место квантовый переход.

В каждой из областей P и U особенность (2) может быть устранена преобразованием координат.

$$\text{В области } P: x_0 - a = y^2/4l, \quad g_{00} \rightarrow g_{00}' = 1. \quad (3)$$

$$\text{В области } U: a - x_0 = t^2/4l, \quad g_{00} \rightarrow g_{00}' = -1.$$

Переменные y и t принимают как положительные, так и отрицательные значения. Классическое решение (2) для P -области в переменных y может быть расширено на положительные и отрицательные значения y , а классическое решение для U -области может быть расширено на положительные и отрицательные значения t . Квантовые переходы с изменением сигнатуры Вселенной (так же как топологии) с наибольшей вероятностью могут происходить при минимальных пространственных размерах Вселенной. Если описанная картина имеет отношение к нашей Вселенной, то при экстраполяции ее наблюдаемого состояния в далекое прошлое мы должны предполагать суперпозицию состояния Вселенной до момента максимальной плотности и состояния с дефинитной метрикой. Для пояснения этой ситуации можно воспользоваться аналогией с квантовомеханической задачей об одномерном движении волнового пакета в пространстве, разделенном потенциальным барьером. Пусть в момент времени $t_1 > 0$ состояние описывается волновым пакетом, причем групповая скорость $v_1 > 0$ (движение от барьера). Тогда для $t_2 < 0$ экстраполированное назад по времени решение уравнения Шрёдингера представляет собой суперпозицию двух когерентных состояний — волнового пакета справа от барьера и волнового пакета слева от барьера. Оба пакета при $t < 0$ движутся к барьеру и при $t = 0$ сливаются в один пакет, уходящий направо. Пакет справа от барьера является аналогом U -состояния, пакет слева — P -состояния. Аналогия не точна, так как в P -области нет времени.

Состояние Вселенной с минимальными пространственными размерами, возможно, является состоянием "ложного вакуума". В соответствии с описанной выше картиной решение может быть продолжено в будущее и прошлое (в окрестности "нулевой" точки, но после компактификации с расширением при удалении от этой точки по закону "цепной линии" $\text{ch}(t/t_0)$). Вакуумное состояние, в том числе состояние ложного вакуума, обладает минимальной энтропией. Поэтому энтропия возрастает при удалении от вакуумной точки в прошлое и будущее, т.е. имеет место "поворот стрелы времени". Мыслимы и другие варианты реализации поворота стрелы времени; см. [10].

В заключение этого раздела сделаем замечание, относящееся к черным дырам и космологическим коллапсам Вселенной. Возможно, U — P -переход

имеет место при гравитационном коллапсе и является его исходом (или одним из исходов, альтернативный исход — расширение в "другое" пространство, классическое решение этого типа известно для заряженной черной дыры). От компактификации отвлечемся. Предполагаем, что в центре черной дыры (для определенности — образовавшейся при симметричном гравитационном коллапсе и затем испарившейся по Хокингу) может существовать четырехмерная P -область, имеющая пространственно-подобную трехмерную замкнутую границу. P -область сферически-симметрична и вытянута вдоль пространственно-подобной оси T -области шварцшильдовского решения (которая в нашей терминологии является U -областью). Образование аналогичной P -области предполагаем возможным при космологическом коллапсе замкнутой Вселенной (если ее динамика предопределяет смену расширения сжатием), после одного или нескольких циклов расширения-сжатия. Конечно, внутри P -области опять возможны включения с другими сигнатурой.

4. Антропологический принцип и космологическая постоянная. Различные области Q -пространства могут отличаться друг от друга дискретными и непрерывными параметрами. В духе антропологического принципа считаем, что наблюдаемая Вселенная выделена совокупностью значений параметров, благоприятных для развития жизни и разума. В частности, возможно, сигнатура (равная 1 или другому нечетному числу) является одним из таких параметров.

Для Вселенной с данной сигнатурой в качестве следующего дискретного параметра мы должны рассмотреть размерность (число измерений) компактифицирующегося фактор-пространства K и размерность макропространства $M = Q - \sigma - K$, не обязательно равную 3. Эта возможность, следующая из гипотезы компактификации, — естественная реализация идеи [4] о возникновении Вселенных с различным числом пространственных измерений M ; по-видимому, остаются в силе и аргументы [2] о причине выделенности "нашего" случая $M = 3$.

Дискретными параметрами являются также топологические характеристики границы областей P и U . Дискретные параметры определяют эффективный лагранжиан макропространства.

Непрерывными параметрами являются начальные значения характеристик полей материи и начальных нарушений симметрии границ перехода. Эти параметры вместе с дискретными параметрами определяют эволюцию Вселенной.

Как известно, космологическая постоянная $\Lambda = 0$ или аномально мала, причем, что особенно удивительно, не во внутренне-симметричном состоянии "ложного" вакуума, а в состоянии "истинного" вакуума с нарушенными симметриями. Малость или равенство нулю Λ — это один из основных факторов, обеспечивающих длительность существования Вселенной, достаточную для развития жизни и разума. Поэтому естественно попытаться привлечь для разрешения проблемы космологической постоянной антропологический принцип.

Если малое значение космологической постоянной определяется "антропологическим отбором", то оно обусловлено дискретными параметрами. При этом Λ либо точно равна нулю в каком-то варианте, либо чрезвычайно мала.

В этом последнем случае следует предполагать, что число вариантов набора дискретных параметров достаточно велико, так что спектр значений Λ в окрестности точки $\Lambda = 0$ достаточно "плотный". Это, очевидно, требует большого значения размерности K компактифицированного пространства или (и) наличия в некоторых топологических сомножителях сложной топологической структуры (типа большого числа "ручек").

Заметим в заключение, что в пространстве P следует рассматривать бесконечное число U -включений (для всей совокупности траекторий или даже для одной траектории); при этом параметры бесконечного числа из них могут быть сколь угодно близкими к параметрам наблюдаемой Вселенной. Поэтому можно предполагать, что число похожих на нашу Вселенные, в которых возможны структуры, жизнь и разум, — бесконечно. Это не исключает того, что жизнь и разум возможны также в бесконечном числе существенно иных Вселенных, образующих конечное или бесконечное число классов "похожих" Вселенных, в том числе Вселенных с иной, чем наша, сигнатурой.

-2 -

Значительную часть общего времени
я не мог заниматься научной работой, в
особенности потому, что с 7 мая по 8 июня
был вынужден жить госпитализирован
в больницу им. Склифосовского, где подвергался
насильственному кормлению, нанесшему
сердечный удар моему здоровью и где
был лишен всего связей с внешним
миром, в том числе научной литерату-
рой.

С уважением

9 ноября 1984

2. Горбкин

А. Сахаров

5. Заключение. В работе высказана и обсуждается гипотеза о существовании траекторий физического пространственно-временного континуума с различными значениями сигнатуры метрики. По-видимому, в теории, допускающей траектории с четной сигнатурой, лагранжиан в областях с такой сигнатурой не может быть отрицательным. Это, вместе с требованием соот-

ветствия ОТО, существенно ограничивает допустимый класс теорий. Индуцированная нелинейная гравитация в теории типа Калуцы — Клейна с числом измерений, кратным 4, и полями материи с конформно-инвариантным лагранжианом, рассматривается в качестве примера, удовлетворяющего этим требованиям.

Предыстория наблюдаемой Вселенной, согласно гипотезе, является квантовой суперпозицией квазиклассической траектории с обращенной стрелой времени и траекторий с квантовыми переходами, включающих области с дефинитной метрикой, а также разнообразные области с обычной сигнатурой $\sigma = 1$ и с другими сигнтурами $\sigma = 2, 3, \dots$ и т.д. В работе предложено возможное объяснение аномальной малости космологической постоянной с использованием антропологического принципа. Это объяснение не зависит от гипотезы о переходах с изменением сигнтуры метрики.

В работе высказано предположение, что сигнтура наблюдаемой Вселенной в действительности не равна 1 и что в ней имеется четное число дополнительных компактифицированных временных измерений. Обсуждается возможность согласования этого предположения с принципом причинности.

Высказано предположение об образовании P -области при гравитационном коллапсе в качестве его исхода или одного из возможных исходов.

Я благодарю Д.А. Киржница и А.Д. Линде за очень полезное обсуждение, за помошь в ознакомлении с важными работами и при подборе ссылок на литературу. Я благодарю за помошь мою жену Е.Г. Боннэр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Vilenkin A.*// Phys. Rev. Ser. D. 1983. V. 27. P. 2848.
2. *Ehrenfest P.*// Proc. Amsterdam Acad. 1917. V. 20. P. 200.
3. *Dicke R.N.*// Nature, London. 1961. V. 192. P. 3440.
4. *Carr B., Rees M.J.*// Ibidem. 1979. V. 278. P. 3440.
Розенталь И.Л.//УФН. 1980. Т. 131. С. 239.
5. *Linde A.D.*// The Very Early Univers/Eds. G. Gibbons, S. Hawking, S. Siklos. — Cambridge: Univ. Press, 1983. — P. 205.
6. *Зельдович Я.Б.*//Письма Астрон.ж. 1981. Т. 7. С. 579.
7. *Фокин П.И.*// ДАН УССР. Сер. А. 1975. Т. 9. С. 831.
Brout R., Englert F., Gunzig E.// Ann. Phys., New York. 1978. V. 115. P. 78.
8. *Sato K., Kodatna H., Sasaki M., Maeda K.*// Phys. Lett. Ser B. 1982. V. 108. P. 103.
9. *Grishchuk L.P., Zeldovich Ya.B.*// Quantum Structure of Space and Time/Eds. M. Duff, C. Isham. — Cambridge: Univ. Press, 1982. — P. 409.
10. *Hartle J.B., Hawking S.W.*// Phys. Rev. Ser. D. 1983. V. 28. P. 2960.
11. *Сахаров А.Д.*//Письма ЖЭТФ. 1974. Т. 20. С. 189.
12. *Сахаров А.Д.*//ДАН СССР. 1967. Т. 177. С. 70.
13. *Сахаров А.Д.*//ЖЭТФ. 1982. Т. 93. С. 1233.