

ПРОБЛЕМА КРИТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ

*Ихлов Борис Лазаревич*, - канд. физ-мат. наук

Пермский государственный национальный исследовательский университет,  
Пермь [boris.ichlov@gmail.com](mailto:boris.ichlov@gmail.com)

**Аннотация.** В статье автор подчеркивает, что конвенционализм, клановость в науке недопустимы. Принято считать, что в том случае, если плотность Вселенной больше критической, то расширение Вселенной должно остановиться и смениться сжатием. Физический смысл утверждения сомнителен: при расширении Вселенной скорость, согласно закону Хаббла, только возрастает, с другой стороны, останавливающее действие гравитации спадает с расстоянием.

**Ключевые слова:** плотность Вселенной, расширение, сжатие, критические значения

THE PROBLEM OF CRITICAL DENSITY

*Boris Lazarevich Ikhlov*, PhD. physical mat. sciences'

Perm State National Research University, Perm

In the article, the author emphasizes that conventionalism and cronyism are unacceptable in science. It is generally believed that if the density of the Universe is greater than the critical one, then the expansion of the Universe should stop and be replaced by compression. The physical meaning of the statement is doubtful: with the expansion of the Universe, the speed, according to Hubble's law, only increases, on the other hand, the stopping effect of gravity decreases with distance.

**Keywords:** density of the Universe, expansion, contraction, critical values

Эволюцию вселенной связывают с критической плотностью: если плотность Вселенной выше критической, то это закрытая модель, ее будущее – коллапс. Если плотность ниже критической – то это открытая модель, ее будущее – тепловая смерть.

Плотность Вселенной складывается из плотности вакуума, плотности обычного вещества и плотности излучения. По одной из версий плотность темной энергии и есть плотность вакуума. Она определяется через космологическую постоянную:

$$\rho_V = \Lambda / (8\pi G); c = 1, \quad \rho_V \approx \rho_c \approx 0,6 \cdot 10^{-29} \text{ г/см}^3, \quad \text{через планковскую массу}$$
$$\rho_V \approx 2 \cdot 10^{-123} M_{Pl}.$$

Согласно фридмановской теории, тяготение создается не только плотностью среды, но и ее давлением в комбинации  $3p + \rho$ . Вакуум вызывает анти-гравитацию потому, что его эффективная гравитирующая энергия,  $\rho_G = \rho_V + 3p_V = -2\rho_V$ , отрицательна при положительной плотности.

Соответственно, гравитирующая плотность равна сумме плотностей вакууме, скрытой массы, барионного вещества и излучения:

$$\rho_G = -2\rho_V + \rho_D + \rho_B + \rho_R = C_V + C_D / r^3 + C_B / r^3 + C_R / r^4$$

### **Термодинамика**

Обычно то, что космологический вакуум имеет отрицательную плотность, равную его давлению, объясняют из термодинамики. Количество энергии, заключённое объеме  $V$  с вакуумом -  $\rho V$ , где  $\rho$  — плотность. Увеличение объёма  $dV$  приводит к возрастанию его внутренней энергии, а это означает выполнение отрицательной работы. Так как работа, выполняемая изменением объёма  $dV$ , равняется  $p dV$ , где  $p$  — давление, то  $p$  отрицательно и  $p = -\rho$ .

Однако такое вольное обращение с термодинамикой недопустимо. Дело в том, что при расширении газа в пустоту газ работы не совершает, его температура не меняется.

Работа совершается при адиабатическом расширении, можно считать, что, поскольку Вселенная не получает тепло извне и никуда его не отдает, процесс ее расширения адиабатический. Роль внутренней энергии выполняет энергия гравитации. Однако рассматривать Вселенную как термодинамическую систему нельзя, кроме того, наличие гравитации нарушает 2-й закон термодинамики. Это доказано как на классическом, так и на квантовом уровне.

При наличии гравитации в термодинамических системах классическая термодинамика не работает. Однако Хокинг смело ее применяет к черным дырам. Это ошибочно – но в физике властвует конвенционализм.

На простом примере газа (в твердом теле или в фотонном газе сложнее, но суть та же) можно увидеть следующее: чтобы работала модель термодинамики, нужны многочисленные упругие столкновения между атомами, то есть, нужно усреднение. Это усреднение и дает возможность введения такого интенсивного параметра (в точке), как температура. Во Вселенной число столкновений между галактиками на много порядков меньше, чем в обычном газе, звезды сталкиваются чаще, но все равно редко, причем все соударения явно неупругие. Для Вселенной нельзя ввести статистический ансамбль. С другой стороны, во Вселенной нет термостата, соответственно, нет понятия равновесия. Поэтому температура в точке для Вселенной – бессмыслица.

В вакууме во многих случаях нарушена энергодоминантность (напр., в эффекте Казимира для некоторых объемов), В рамках расширенной неравновесной термодинамики показано, что в таких системах (если они термодинамические) тоже нарушается 2-й закон термодинамики.

Таким образом, модель термодинамики для Вселенной не работает.

Казалось бы, газ составляет основную массу вещества во Вселенной. Можно ли газ и излучение рассматривать как термодинамическую систему? Нет, оказывается, что температура газа и температура реликтового излучения – разные. За миллиарды лет не установилось равновесие! И потому не установилось, что столкновения между атомами газа во Вселенной крайне редки, средняя плотность Вселенной ничтожно мала, нет статистического ансамбля.

Но Горбунов с академиком Рубаковым, тем не менее, рисуют выделенную во Вселенной площадку, которую бомбардируют электроны и позитроны.

В книге Д. С. Горбунова и В. А. Рубакова «Введение в теорию ранней вселенной» (М.: URSS-ЛКИ, 2008) – авторы ошибочно применяют ко Вселенной термодинамический подход. То же делает и Чернин.

Читаем статью А. Д. Чернина «Физический вакуум космическая антигравитация», ГАИШ МГУ - Обс. Туорла, ун-т Турку, Финляндия: «При адиабатическом сжатии или расширении однородного шара связь между изменением плотности и давлением описывается уравнением

$$d\rho = -3(\rho + p)d\ln a$$

для любой компоненты среды, если между компонентами нет обмена энергией. Как легко проверить, это соотношение вытекает из термодинамического тождества  $dE = TdS - pdV$  ( $E$  – полная внутренняя энергия с энергией покоя), если  $dS = 0$ .

Из этого уравнения, пишет Чернин, легко найти, как плотности вещества и излучения изменяются со временем при изменении его радиуса в ходе расширения или сжатия шара.

Вероятно,  $a$  – это радиус шара, Чернин не указывает. Он также не указывает, из чего состоит шар – то ли это идеальный газ, для которого выполняется уравнение Клапейрона-Менделеева (даже не Ван-дер-Ваальса), то ли это твердое тело с совершенно другим уравнением состояния, соотношение  $pdV = -dE$  при учете внутреннего теплового движения частиц кристалла НЕ выполняется.

Вообще для твердого тела зависимость тензора давления и внутренней энергии от объема – знакопеременная функция, см., напр., «Введение в молекулярную физику и термодинамику»

[https://scask.ru/k\\_book\\_m\\_ph.php?id=31](https://scask.ru/k_book_m_ph.php?id=31)

Горбунов с Рубаковым выписывают ТО ЖЕ САМОЕ, что и Чернин, уравнение, причем указывают, что  $a$  – это масштабный фактор (формулы 3.11 и 3.13, стр. 63, 64). Авторы пишут, что эти формулы получены из равенства нулю дивергенции тензора энергии-импульса, т.е. без всякого термодинамического уравнения состояния – следовательно, заведомо неверно.

Уравнение Чернина получено из известного соотношения для идеального газа:

$$dS = d(C_v \ln T + R \ln V); V = (4/3) \times 3,14 a^3$$

с учетом сомножителя, в который входит масса газового шара.

И вот этот термодинамический подход, к тому же классический, они применяют к анализу уравнений Фридмана, откуда получают зависимость постоянной Хаббла  $H$  и плотности от времени для разных эпох с разными уравнениями состояния.

Горбунов и Рубаков рассматривают равновесие во Вселенной, пользуются функцией распределения Больцмана, хуже, рассматривают химический потенциал, и то, и другое, и третье – некорректно.

### **Критерии эволюции Вселенной**

В космологии эволюция материи во Вселенной диктуется геометрией, возможны всего три варианта: знак трехмерной скалярной кривизны (свертки трехмерного тензора Риччи) определяет эволюции Вселенной: при положительном знаке реализуется пространство постоянной положительной кривизны, при отрицательном знаке – пространство постоянной отрицательной кривизны и при равенстве нулю – плоское евклидово пространство.

Но дело в том, что кривизна может появиться исключительно после возникновения частиц, частицы и формируют кривизну, она не дается заранее, независимо, извне, с ростом числа частиц кривизна увеличивается. Однако в уравнении Фридмана расширение Вселенной не определяется из материи, масштабный фактор навязывается «извне».

Кроме того, эволюция вселенной определяется также тем, больше, меньше или равна критической космологической постоянной, то есть, плотность вакуума. Но критерии критической плотности и критической лямбда не отстоят друг от друга, лямбда связана с плотностью вакуума. Возникает противоречие, т.к. плотность вакуума сама входит в другой критерий, определяющий знак кривизны пространства.

Кроме того, если темная энергия есть энергия вакуума, то эти 70-75% массы Вселенной – отрицательны, следовательно, плотность Вселенной не близка к нулю, а существенно меньше нуля.

Во-вторых, полагается, что и ранняя Вселенная (сразу после инфляции) была плоской – что явно неверно, т.к. плотность вещества была явно выше критической.

В-третьих, в стадии лямбда-доминирования превалирует плотность вакуума, эта плотность отрицательна, следовательно, и кривизна отрицательна. Однако последние астрономические данные показывают, что кривизна Вселенной больше нуля.

За период инфляции, в эпоху бариогенеза масса вещества во Вселенной увеличивается с  $10^{-5}$  г до  $10^{56}$  г, кривизна резко возрастает. Поскольку в декартовых координатах кривизна и постоянная Хаббла связаны, то их уравнения, их связывающего получается, что при большой кривизне оказывается большой и постоянная Хаббла. При снижении плотности вещества во Вселенной кривизна падает и постоянная Хаббла резко уменьшается.

Казалось бы, здесь уравнения Фридмана адекватны. Однако кривизна пространства не может быть постоянной, в уравнении Эйнштейна она определяется наличной материей, ее плотностью, которая изменяется со временем. Поэтому уравнение Фридмана делят по времени на четыре части: инфляционную, стадию радиационного доминирования, пылевую и стадию лямбда-доминирования.

В последней стадии полагается, что суммарная плотность во Вселенной близка к критической, из чего делаются выводы о дальнейшей эволюции Вселенной. Но при расширении Вселенной плотность неизбежно станет меньше критической, т.е. выводы об эволюции Вселенной должны измениться на противоположные.

Принято считать, что в том случае, если плотность Вселенной больше критической, то расширение Вселенной должно остановиться и смениться

сжатием. Физический смысл утверждения сомнителен: при расширении Вселенной скорость, согласно закону Хаббла, только возрастает, с другой стороны, останавливающее действие гравитации спадает с расстоянием.

В настоящее время, как показывают измерения, плотность Вселенной с большой точностью близка к критической.

Но, следовательно, скажем, 3-4 млрд. лет назад, что легко получить, используя закон Хаббла, плотность Вселенной была выше критической, то есть, Вселенная была закрыта и должен был реализоваться сценарий сжатия Вселенной.

С другой стороны, измерения показывают, что кривизна положительна, и плотность Вселенной чуть выше критической. Должно наступить сжатие. Но легко получить, что через пару миллиардов лет плотность Вселенной будет ниже критической, следовательно, Вселенная будет открыта, и должен реализоваться сценарий бесконечного расширения Вселенной.

То есть, уравнения Фридмана в отношении эволюции Вселенной выдают явно неверный результат.

2) В уравнении Фридмана входит уравнение неразрывности, используется модель идеальной жидкости, но это полная чепуха, т.к. вакуум не является динамической системой, он никуда не течет и ниоткуда не вытекает, для вакуума нет ни теоремы Остроградского, ни уравнения Навье-Стокса, вакуум – не идеальная жидкость.

3) Критическая плотность определяется путем уравнивания КЛАССИЧЕСКОЙ гравитационной энергии и энергии антигравитации (кинетической энергии по закону Хаббла). Эта классика затем и засовывается в анализ уравнений Фридмана.

При этом нет никаких препятствий, чтобы просто уравнивать силу гравитации и силу антигравитации, как это делает Чернин. Стоит продолжить его выкладки.

Связь критической плотности и постоянной Хаббла  $H = (8 \times 3,14 \times G\rho/3)^{1/2}$  выводится из классического равенства кинетической энергии галактики и потенциальной энергии гравитации:

$$v^2 = 2 GM/R = 8 \times 3,14 \times G\rho R^2/3 = H^2 R^2$$

В таком случае сила гравитационного отталкивания в 8 раз отличается от гравитационного притяжения:

$$F = 8GMm/R^2$$

Но в ОТО нет классического закона сохранения энергии, поэтому нет никаких ограничений, чтобы для определения состояния с не увеличивающейся скоростью использовать условие равновесия отталкивающей силы и силы ускоряющей. Тогда исчезает множитель 8, ускорение, придаваемое антигравитацией, запишется в виде

$$a = GM/R^2$$

То есть, антигравитация становится тождественной гравитации, закон Глинера – закону Ньютона, масса – классическому вакууму. При этом критическая плотность увеличивается в 8 раз.

В любом случае критическая плотность вычислена неверно, из представления о постоянстве положительной гравитирующей плотности.

То есть, понятие критической плотности теряет смысл.

4) Если применить методику расчета критической плотности к взаимодействию двух гравитирующих тел (версия антигравитации Глинера), то в линейном случае она работает. Напр., туманность Андромеды приближается с постоянной скоростью, что соответствует расчету по версии Глинера.

Но туманность Андромеды слегка вращается вокруг Млечного пути, и расчет показывает, что в таком случае туманность Андромеды не будет сближаться с Млечным путем, что противоречит наблюдениям.

Больше того, попытка определить теоретически равновесный радиус, как это делал Чернин (3 Мпс), немедленно приводит к противоречиям.

Дело в том, что ускорение Хаббла можно записать двояко: как  $H^2 r$  и как  $H\dot{r}$ , что дает существенно разные дифференциальные уравнения. Но в обоих случаях в уравнениях движения  $r$  – искомая функция от времени, в то время как в уравнении Хаббла она уже определена как экспоненциальная, поэтому вблизи равновесия ( $r$  ни большой, ни маленький) она не определена.

Корректнее представить уравнение движения таким образом, что сила Хаббла является результирующей при сложении силы гравитации с реальной силой отталкивания.

### Причины и следствия

Я общался на данную тему с некоторыми российскими специалистами в теории гравитации, докторами наук, они не смогли ответить на вопрос о критической плотности. Писал американскому физика Ли Смолину – нет ответа.

Почему вопрос о критической плотности не осознается научным сообществом? Да потому, что, повторю, в мире господствует американский принцип конвенционализма. Это нелогичный, глупейший принцип. Если один ученый ошибся, а с ним согласилось сотня ученых, то эту ошибку будут считать истиной.

Напр., повторяют и повторяют ошибку Хокинга, что термодинамика выделяет стрелу времени.

Нелепая ошибка Де Бройля, что давление газа – только на стенках сосуда, а внутри газа отсутствует, пропечатана в «Эйнштейновском сборнике». И все это повторяют, как попугаи, в т.ч. Толмен, откуда выводят, что формула релятивистской температуры Эйнштейна якобы не противоречит противоположной формуле Отта, хотя на самом деле оба ошиблись.

Все, как попугаи, твердят, что астрономические данные по плотности вакуума отличаются от теоретических (по КТП) на 120 порядков. На самом деле Зельдович и Вайнберг ошиблись, использовали неверную перенормировку. Но все с 70-х годов повторяют их ошибку.

Почему так? Потому, что плюралистическая версия «есть разные мнения, разные точки зрения» - неверна, эта версия входит в инструментарий манипулирования массовым сознанием. Одному мнению противостоит не другое мнение, а жесткая клановая идеология, которая штампует массовое сознание. Конвенционализм – это часть общепринятой примитивной религии постпозитивизма.

«... современная физика лежит в родах. Она рождает диалектический материализм. Роды болезненные. Кроме живого и жизнеспособного существа, они дают неизбежно некоторые мертвые продукты...» (Ленин, «Материализм и эмпириокритицизм», Политиздат, 1986, С. 335).