Уважаемая редакция УФН!
30.07.2008 я направил вам свою заметку “Эйнштейн, космологическая постоянная и силы тяготения”, а 02.10.2008 получил от вас отказ в публикации с приложением двух (анонимных) отрицательных отзывов. Будучи разочарованным не столько отказом в публикации, сколько качеством этих отзывов, направляю вам ответные замечания. Для удобства чтения я привожу (выделенные синим шрифтом) фрагменты из отзывов рецензентов, за которыми следуют мои ответы.

Кроме того, еще раз привожу список своих публикаций по данной тематике на моем сайте:

Книга:

1. “Парадоксы, логика и физическая природа времени”
http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/Origin.pdf

Статьи:

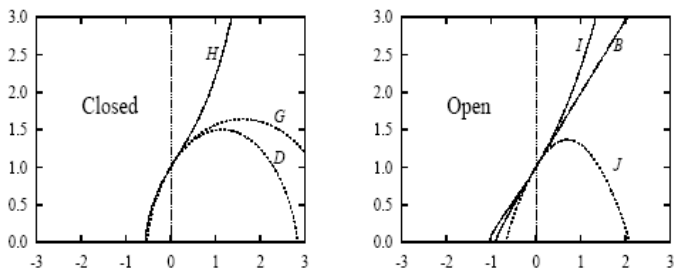
2. “Эйнштейн, космологическая постоянная и силы тяготения”
http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/rus_grav_forces.pdf
3. “Коллапс обычный и необычный”
http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/Collapse.pdf
4. “О проблеме пониженной светимости сверхновых”
http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/Svetimost.pdf
5. “О реальности выделенной системы отсчета”
http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/Selected_frame_rus.pdf
6. “Космология: новый подход”
http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/New_approach.pdf

М.Х. Шульман

Ответ на отзыв 1

P1: Решение вида t ∝ R (или R ∝ t) действительно возможно, оно допускается стандартными уравнениями космологии и давно известно: это асимптотика инерциального разлета в модели гиперболического расширения.

МХШ: Прежде всего, хотелось бы уточнить терминологию. Ниже я привожу короткий фрагмент из статьи [Palash B. Pal “Determination of cosmological parameters”, arXiv:hep-ph/9906447 v1 22 Jun 1999], описывающий возможные типы эволюции Вселенной (перевод мой – МХШ).



Используем термины “открытая (open)” и “замкнутая (closed)” в соответствии с тем, является ли кривизна отрицательной или положительной. Назовем вселенную эллиптической, если она в будущем переходит от фазы расширения к фазе сжатия, и гиперболической, если она расширяется вечно. В случае Ω_Λ=0 открытые вселенные с необходимостью являются гиперболическими, а замкнутые – эллиптическими. Но при ненулевом значении Ω_Λ мы можем встретиться с открытой гиперболической, открытой эллиптической, замкнутой гиперболической или замкнутой эллиптической вселенными.

Насколько можно понять, г-н рецензент имеет в виду *гиперболическую открытую* Вселенную, а именно: частное решение при Ω_Λ=0 – случай исчезающе малой плотности (плотность много меньше критической; например, для кривой B на правой диаграмме Ω_m=0.1). В этом случае dR/dt приблизительно равно произведению современного значения постоянной Хаббла на современное же значение радиуса кривизны Вселенной, т.е. константе, следовательно, параметр R действительно оказывается пропорциональным возрасту Вселенной (см. [Зельдович, Новиков “Строение и эволюция Вселенной” М., Наука, 1975, с. 35]).

Нисколько не оспаривая известности такого приближенного решения в традиционной космологии, хочу заметить, что:

- в предлагаемой мной модели пропорциональность между возрастом Вселенной и ее размером является не асимптотической, а абсолютно точной по определению,
- кривизна в моей модели является положительной, т.е. речь идет о *замкнутой* (а не открытой), хотя и гиперболической, Вселенной,
- радикальным отличием моей модели является *не зависящее от возраста* Вселенной строгое *равенство текущей плотности ее критическому значению* (как бы это ни казалось парадоксальным, данный факт вытекает из решения уравнений Эйнштейна-Фридмана при сделанных мною предпосылках)[1].

P1: К сожалению, инерциальное решение вряд ли реализуется в природе: присутствие темной энергии изменяет асимптотику гиперболического разлета с инерциального линейного закона на экспоненциальный.

МХШ: А вот здесь, как мне кажется, уважаемый рецензент допускает логическую ошибку. Он использует понятие темной энергии, которое вынуждена привлекать для согласия с опытом *стандартная космология с ненулевым Λ-членом* (и которое, замечу я, ведет к непреодолимым проблемам с энергией вакуума). Как можно именно таким образом опровергнуть предлагаемую мной модель, которая не использует Λ-члена (что я считаю ее большим преимуществом), и в которой за счет энергии гравитационного давления материи объясняются все эмпирические данные (т.е. проблемы энергии вакуума просто не существует)?

P1: Для оценки статьи существенно, впрочем, не столько это, сколько другое досадное обстоятельство. Дело в том, что в предельном случае инерциального разлета тяготением материи можно полностью пренебречь, и потому решение t ∝

[1] К моему сожалению, это утверждение ошибочно и основано на досадной старой описке, обнаруженной мной только в июле 2009 г. В действительности в моей модели *текущая средняя* плотность равна *удвоенному* критическому значению. Это не влияет на все остальные выводы теории, но расходится с имеющимися на сегодня наблюдательными данными. Я надеюсь, что такое расхождение получит свое объяснение в будущем. – М.Х.Ш.

R никак не зависит от свойств материи. Но тогда нужно признать, что такое решение не требует предположения об отрицательном давлении материи и не нуждается в отождествлении отрицательного давления материи с ее тяготением. Отсюда видна конкретная ошибка работы: предлагаемое решение не является «результатом», который вытекал бы из принятой автором гипотезы.

МХШ: Здесь рецензент опять-таки исходит из стандартной космологической модели. В предлагаемой же мной модели тяготением материи пренебречь нельзя, поэтому *в ее рамках* неверно утверждать, что “решение $t \propto R$ никак не зависит от свойств материи” (например, от ее давления). Следующая фраза о *необоснованности* предположения об отрицательном давлении материи и отождествления отрицательного давления материи с ее тяготением представляется вообще мало связанной с двумя предшествующими.

Как принято думать, критика любой научной парадигмы может основываться только на критике ее исходных положений и/или на несоответствии ее предсказаний опытным фактам. Можно ли, например, критиковать ОТО на том основании, что она не вытекает из теории Ньютона? Или, скажем, критиковать православие с позиций язычества либо ислама? Или идеализм с позиций материализма? Что же касается соответствия опытным фактам, то предлагаемая мной модель, во-первых, устраняет целый ряд космологических парадоксов и, во-вторых, вполне удовлетворительно объясняет эмпирические данные (например, пониженную яркость вспышек сверхновых Ia) без привлечения Λ-члена, величину которого стандартная космология вынуждена просто подбирать.

Ответ на отзыв 2

P2: Из дальнейшего текста рукописи ясно, что автор совершенно не понимает смысла формул, которые имеются в работах Эйнштейна, Чернина и других, цитируемых им работах.

Автор утверждает на стр. 2 рукописи, что без всякого Λ-члена наличие взаимного притяжения внутри выделенного объема во Вселенной с веществом ведет к тому, что материя "стремится сжаться" и это означает наличие отрицательного давления, а Эйнштейн этот факт просмотрел: "… материя, вопреки невероятному заблуждению Эйнштейна, явным и несомненным образом демонстрирует отрицательное давление…" и, что в отличие от Эйнштейна это известно "каждому школьнику".

Если бы автор написал формулы космологической модели Эйнштейна, и смог бы их проинтерпретировать (что есть во всех учебниках по космологии), то он бы увидел, что в модели Эйнштейна есть тяготение пылевой материи скомпенсированное антитяготением, создаваемым отрицательным давлением темной энергии (или Λ-члена).

Равенство тяготения и антитяготения обеспечивает стационарность модели. Отрицательное давление никак не проявляется гидродинамически, ибо нет никаких градиентов давления, которые только и создают гидродинамические силы. Таким образом, утверждение, что Эйнштейн впал в невероятное заблуждение, которое понятно каждому школьнику, является нонсенсом.

МХШ: Если бы рецензент прочитал работу А. Эйнштейна “Сущность теории относительности”, из которой я в своем тексте приводил цитату, он бы убедился в собственной неправоте. Вот эта цитата:

> “Вещество состоит из электрически заряженных частиц. В рамках теории Максвелла они не могут быть поняты как свободные от особенностей электромагнитные поля. Чтобы не противоречить фактам, в выражение для энергии необходимо ввести дополнительные члены, не содержащиеся в теории Максвелла, которые обеспечили бы устойчивость электрически заряженных частиц, несмотря на взаимное отталкивание составляющих их одноименно заряженных частей. Именно в связи с этим Пуанкаре предположил, что внутри этих частиц имеется давление, которое и компенсирует электростатическое отталкивание. Нельзя, однако, определенно утверждать, что это давление исчезает вне частиц. Мы придем к согласию с этими представлениями, если в нашем феноменологическом рассмотрении добавим член, описывающий давление. Это давление, однако, не следует смешивать с гидродинамическим давлением, поскольку оно служит лишь энергетическим выражением динамических связей внутри вещества.”

Эйнштейн здесь совершенно *ясно* говорит о том, что “эффективное” давление, связанное с постоянной Λ, должно быть *отрицательным* и *компенсировать* “взаимное отталкивание частей”, т.е. способствовать их взаимному *притяжению*. Для не желающих слушать приходится артикулировать максимально отчетливо: ЭЙНШТЕЙН ГОВОРИТ О ТОМ, ЧТО ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ, ОБУСЛОВЛЕННОЕ Λ-ЧЛЕНОМ, СПОСОБСТВУЕТ ПРИТЯЖЕНИЮ, А НЕ ОТТАЛКИВАНИЮ ЧАСТИЦ. Именно этому противоречат высказывания г.г. рецензента, Чернина и других космологов. Именно об этом я пишу в своей заметке. Поэтому ни о какой антигравитации речи вести НЕЛЬЗЯ.

P2: Из формул ОТО явно следует, что отрицательное давление создает антитяготение, и если автор говорит, что с его точки зрения это "является абсолютным заблуждением", он должен показать это на формулах.

МХШ: Из формул ОТО стандартной космологии в действительности следует вот что (см. формулу (4) статьи Varun Sahni, Alexei Starobinsky “The Case for a Positive Cosmological Λ-term”, arXiv:astro-ph/9904398v2 19 Apr 2000):

$$\frac{\ddot{a}}{a} = -\frac{4\pi G}{3}(\rho + 3P/c^2) + \frac{\Lambda c^2}{3}.$$

Если положить давление *P* равным нулю, то положительный Λ-член действительно мог бы дать эффект смены *замедленного* расширения (с отрицательным ускорением) на *ускоренное* расширение Вселенной. Вопрос состоит “лишь” в том, каким же это образом возникает подобная “антигравитация”, если физически положительный Λ-член (суррогат отрицательного давления) должен приводить к сжатию, т.е. к взаимному притяжению материи, а вовсе не к ее разлету (см. предшествующую цитату Эйнштейна). Это – тяжелый парадокс для стандартной космологии, который почему-то остается незамеченным, он-то и побудил меня откликнуться на статью Чернина.

P2: Другие утверждения автора так же свидетельствуют о непонимании им данного вопроса. Так в разделе 4 он утверждает, что закон сохранения энергии не выполняется в космологии. Между тем законы сохранения энергии и импульса автоматически следуют из ОТО (тождества Бианки), на которой основана

космология. Если автор утверждает противное, он должен показать на формулах, что Эйнштейн, и все, все другие ошибаются.

МХШ: Не являясь сторонником аргументации типа “сам дурак!”, в данном случае все же вынужден заподозрить непонимание существа дела со стороны г-на рецензента. Поэтому приходится начать от печки.

1) Я НЕ УТВЕРЖДАЮ, что закон сохранения энергии не выполняется в космологии. Я утверждаю, что он МОЖЕТ не выполняться в одних космологических моделях и выполняться в других. Чтобы пояснить это, приведу две аналогии. Лобачевский, Гаусс и Больяи показали, что аксиома Евклида о параллельных может выполняться в одной геометрии и не выполняться в других. Аналогично этому, после долгих дискуссий в теории множеств Коэном было доказано, что континуум-гипотеза является независимой, т.е. множество мощности, промежуточной между мощностью счетного множества и мощностью континуума, существует в одной версии теории множеств, но не существует в другой.

2) Даже законы сохранения в классической механике НЕ ВЫТЕКАЮТ ТОЛЬКО из свойств 3-мерного евклидова континуума. К геометрии обязательно необходимо добавить существенное ФИЗИЧЕСКОЕ утверждение. Чтобы в классической механике выполнялся закон сохранения энергии (т.е. была выполнена предпосылка теоремы Нетер – положение об однородности времени), необходимо, чтобы функция Лагранжа НЕ ЗАВИСЕЛА явно от времени. Например, для свободной частицы масса этой частицы должна быть независимой от времени (т.е. постоянной). В моей модели масса всех частиц линейно (хотя и чрезвычайно слабо в настоящую космологическую эпоху) растет со временем, поэтому, строго говоря, и классическая механика таких частиц не будет “лагранжевой”. Замена “законов сохранения” на “законы изменения”, тем не менее, не “убивает” физику и *позволяет* решать ее уравнения в модифицированном варианте, что и доказывает возможность существования разных механик.

3) Переходя к ОТО, сделаю следующие замечания. Знаменитый старый анекдот армянского радио кончается фразой: “стыдно доктору медицинских наук не знать, откуда ноги растут”. Странно слышать от рецензента УФН, что “законы сохранения энергии и импульса *автоматически* следуют из ОТО (тождества Бианки)”. Как я уже писал, ФИЗИКА ДОБАВЛЯЕТСЯ К ГЕОМЕТРИИ, НАКЛАДЫВАЕТСЯ НА НЕЕ. Уравнения Эйнштейна – это приравнивание чисто ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО объекта (тензора $R_{ik}–½g_{ik}R$) к чисто ФИЗИЧЕСКОМУ объекту, тензору энергии-импульса материи.

Тождества Бианки, насколько я понимаю, имеют отношение только к геометрии. Они зависят только от компонент метрического тензора g_{ik} и отражают тот (геометрический) факт, что не все компоненты тензора Риччи R_{ik} независимы между собой: в любой системе координат его 10 компонент должны удовлетворять четырем тождествам, выводимым из тождеств Бианки. Эти последние возникают при циклировании абсолютных производных тензора кривизны по индексу дифференцирования и первым двум его собственным индексам (см. [Коренев Г.В. “Тензорное исчисление”. Изд. МФТИ, 2000], [Рашевский П.К., “Риманова геометрия и тензорный анализ”, Едиториал УРСС, М., 2002]).

ФИЗИКА же, как отмечалось, в уравнениях Эйнштейна задается тензором энергии-импульса. Его можно в некоторых случаях положить равным нулю, в других – отличным от нуля (например, заданным независимо от геометрии). Уже в этом случае практически с самого создания ОТО не прекращаются дискуссии о выполнимости в ОТО законов сохранения (Эйнштейн – Гильберт – Шредингер и

многие другие). Так, В.А.Фок [Фок В.А. “Теория пространства, времени и тяготения”, Гостехтеориздат, М., 1955, § 88 “Общие замечания о законах сохранения”] писал:

> Гравитационная энергия играет в теории тяготения совершенно особую роль, отличную от роли всех других видов энергии. Она не входит явным образом в тензор энергии, а учитывается косвенным образом, через посредство потенциалов тяготения. ... Выделить гравитационную энергию в виде добавочных членов в тензоре энергии можно только искусственно, фиксировав координатную систему и видоизменив постановку задачи, а именно рассматривая поле тяготения как бы вложенным в пространство-время с фиксированными свойствами (как это делалось в теории Ньютона). Соответствующие гравитационной энергии добавочные члены в тензоре энергии не будут обладать свойством ковариантности (т. е. не будут тензором). В зависимости от выбора координатной системы значения этих добавочных членов в данной точке пространства-времени могут оказаться равными или неравными нулю (чего не может быть с тензором). Поэтому гравитационную энергию нельзя локализовать.

Далее Фок указывает:

> Чтобы избавиться от действия гравитационного поля, можно только отойти подальше от масс, его производящих. Это можно сделать для изолированной системы масс. Порождаемое такой системой гравитационное поле можно рассматривать, как местную неоднородность в бесконечном евклидовом пространстве (или в галилеевом пространстве-времени). При таком рассмотрении можно … составить десять интегралов уравнений Эйнштейна, соответствующих десяти классическим интегралам уравнений механики. Четыре из них — интегралы энергии и количества движения — будут составлять четырехмерный вектор в галилеевом пространстве-времени, в которое погружена система масс с ее гравитационным полем. Шесть остальных интегралов будут составлять в том же пространстве-времени антисимметричный тензор; это будут интегралы момента количества движения и интегралы движения центра инерции системы.
>
> Важно отметить, что существование десяти интегралов движения связано с изотропностью галилеева пространства-времени, в которое погружена система, а значит и с евклидовостью пространства на бесконечности. Отказ от требований изотропности и евклидовости на бесконечности влечет за собой нарушение всех или некоторых из законов сохранения, выражаемых десятью интегралами движения. С физической точки зрения это совершенно естественно, поскольку изотропность и евклидовость на бесконечности служат выражением изолированности системы, а выполнения законов сохранения можно ожидать только тогда, когда система изолирована.

Таким образом, если требование евклидовости на бесконечности (т.е. условие изолированности системы) не выполнено, то и говорить о существовании интегралов движения, строго говоря, не приходится. Но о какой изолированности может идти речь в космологической модели, где ВСЯ замкнутая на себя Вселенная рассматривается как однородная среда со средней плотностью ρ?

Наконец, я уж и не говорю об аргументации академика А.А. Логунова и его сотрудников [Логунов А.А., Лоскутов Ю.М., Мествиришвили М.А., “Релятивистская теория гравитации и ее следствия”, УФН, том 155, вып.3, июль1988], где критика выполнимости законов сохранения в ОТО заставляет если не согласиться с этой критикой, то, по крайней мере, сильно задуматься.

В частности, там указывается, что Д. Гильберт в 1917 г. писал: “Я утверждаю... что для общей теории относительности, т. е. в случае общей инвариантности гамильтоновой функции, уравнений энергии, которые... соответствуют уравнениям энергии в ортогонально-инвариантных теориях (имеется в виду теория поля в пространстве Минковского), вообще не существует. Я даже мог бы отметить это обстоятельство как характерную черту общей теории относительности”.

Подводя итог, никак не могу согласиться с мнением г-на рецензента №2, что “законы сохранения энергии и импульса автоматически следуют из ОТО”! Вдобавок не могу не заметить, что тон рецензента очень напомнил мне тон В.И. Ленина в книге “Материализм и эмпириокритицизм”, где последний расправлялся со своими оппонентами-идеалистами. Как показала история, подобный тон, унижая прежде всего его автора, вовсе не гарантирует его правоты.

М.Х.Шульман