О ЛИНЕЙНОМ РАСШИРЕНИИ ВСЕЛЕННОЙ И ПРИРОДЕ ВРЕМЕНИ

М. Х. Шульман¹

Лаборатория-кафедры «Время как феномен расширяющейся Вселенной»

Представлена альтернативная космологическая модель, рассматривающая нашу Вселенную в качестве черной дыры в объемлющей 4-мерной гипервселенной. Процесс расширения нашей Вселенной объясняется непрерывным поглощением материи и энергии из внешней гипервселенной. Таким образом, наша Вселенная оказывается незамкнутой физической системой. Возраст Вселенной на всем протяжении ее эволюции соответствует текущему радиусу ее кривизны, то есть темп расширения оказывается по определению постоянным, ускоренное (или замедленное) расширение в этой модели невозможно. Предсказания модели не хуже (а зачастую лучше) стандартной космологической модели отвечают всем основным наблюдательным фактам.

Ключевые слова: Космология, черная дыра, расширение Вселенной, теория шаровой расширяющейся Вселенной (ТШРВ).

Введение

В 2011 году физики Перлмуттер, Шмидт и Рисс были удостоены Нобелевской премии «за открытие ускоренного расширения Вселенной посредством наблюдения дальних сверхновых». Из их наблюдений в действительности следовало, что существует некоторое отклонение зависимости светимости от красного смещения, которая предсказывалась простейшей космологической моделью Эйнштейна с нулевой космологической постоянной. Для объяснения этого отклонения лауреаты предложили ввести в модель отличную от нуля космологическую постоянную (значение которой они, что называется, «руками» подогнали к подходящему результату), ускоренное расширение Вселенной, загадочную темную энергию, и. п.

Автором и некоторыми другими исследователями предлагается интерпретация полученных данных, и сами данные вызывают большие сомнения. В частности, получило определенное распространение мнение, что скорость расширения Вселенной постоянна на всем протяжении ее эволюции. Также автором определена альтернативная космологическая модель, которая предсказывает именно линейное расширение Вселенной и позволяет количественно объяснить все основные наблюдаемые факты не хуже (а в ряде случаев – лучше), чем это делает «стандартная» космологическая модель. Из предлагаемой модели следует большое количество важных утверждений о неожиданных свойствах Вселенной, которые, однако, не противоречат эм-

¹ E-mail: shulman@dol.ru

пирическим наблюдениям. Например, глобальный возраст Вселенной оказывается эквивалентом ее текущего радиуса кривизны.

Хотя фундаментальные уравнения динамики Вселенной в предлагаемой модели в принципе совпадают с известными, однако выбор глобальных граничных условий радикально меняет законы эволюции. С точки зрения автора доклада, получены значимые изменения наших представлений о Вселенной. В частности, вся наша Вселенная оказывается черной дырой в 4-мерной гипервселенной, которая по отношению к нашей Вселенной оказывается белой дырой. Из гипервселенной в нашу Вселенную поступают энергия и масса, так что наша Вселенная не является физически замкнутой системой. Поэтому в ней не выполняются законы сохранения энергии и импульса, хотя в настоящую эпоху относительные отклонения от этих законов не превышают 10^{-10} в год.

Позиция автора – это альтернативная космология как таковая, из которой уже как следствие вытекает закон линейного расширения Вселенной². Сторонников представления о *линейном* расширении Вселенной сейчас насчитывается довольно много, вот некоторые из них:

- группа ученых под руководством профессора Субира Саркана из отделения физики Оксфордского университета выразила сомнение в стандартной космологической концепции. Используя значительно расширенный набор данных – каталог из 740 сверхновых типа Ia, более чем в 10 раз превышающий по размерам оригинальную выборку, – ученые выяснили, что сведения о расширении могут быть менее точными, чем считалось раньше. Данные соответствуют постоянному темпу расширения [8].

- группа профессора Ф. Мелиа (профессор физики, астрономии и прикладной математики Аризонского университета, научный редактор *The Astrophysical Journal* и ассоциированный редактор *The Astrophysical Journal Letters*). Он с сотрудниками проанализировал большое количество астрофизических наблюдательных данных, и все они свидетельствуют в пользу модели линейного расширения Вселенной ($R = cT$) [9, 10].

- профессора Бенуа-Леви и Шарден из Франции [11, 12].
- профессор Фэрли из Университета Саутхэмптона (Великобритания) [13].

Аргументы в пользу модели Вселенной как черной дыры

Впервые, насколько известно, к идее о том, что наша Вселенная может представлять собой черную дыру, пришли независимо авторы работ [14] и [15]. С тех пор эта идея так или иначе обсуждалась и в работе других исследователей, см., например, [16, 17].

Может ли наша Вселенная оказаться черной дырой? Правильный ответ звучит так: наша Вселенная *не может не быть* черной дырой в некотором

² См. публикации [1–7] и сайт автора: www.timeorigin21.narod.ru (раздел «Время и космология»).

внешнем Мире. Доказательство этого утверждения элементарно. Рассмотрим бесконечную Вселенную, обладающую *заданной* (средней) плотностью ρ и бесконечной массой. Выделим мысленную сферу достаточно малого радиуса R . Увеличивая радиус нашей виртуальной сферы, мы тем самым будем увеличивать ее массу M (а значит – и гравитационный радиус R_G) пропорционально *кубу* геометрического радиуса. Иными словами, геометрический радиус R пропорционален *кубическому корню из массы M* . Нелинейность этой зависимости означает, что начиная с некоторого критического значения (зависящего от плотности ρ) гравитационный радиус *обязательно* превысит геометрический размер сферы, то есть она *неизбежно* превратится в черную дыру, для которой *критическая* плотность $\rho_{cr} = 3/(8\pi R_G^2)$ совпадет с заданной плотностью ρ . Таким образом, вследствие неотвратимости коллапса, Вселенная не может быть бесконечной.

Рассмотрим теперь нашу Вселенную, средняя плотность которой порядка 10^{-29} г/см³. В табл. 1 представлены результаты расчета параметра (ρ/ρ_{cr}) близости объекта к состоянию гравитационного коллапса для различных астрофизических объектов.

Таблица 1

Отношение (ρ/ρ_{cr}) для различных астрофизических объектов

Объект	Масса M (кг)	Радиус R (м)	Гравитационный радиус R_G (м)	$(\rho/\rho_{cr}) = (R_G/R)^3$
Земля	$6 \cdot 10^{24}$	$6 \cdot 10^6$	10^{-2}	$\sim 10^{-26}$
Солнце	$2 \cdot 10^{30}$	$7 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^3$	$\sim 10^{-16}$
Млечный Путь	$3 \cdot 10^{42}$	$\sim 10^{19}$	$\sim 10^{15}$	$\sim 10^{-12}$
Вселенная	$\sim 10^{53}$	$\sim 10^{26}$	$\sim 10^{26}$	~ 1

Из этой таблицы следует, что Вселенная в целом действительно должна находиться в состоянии гравитационного коллапса.

Краткое описание альтернативной космологической модели

Сравнивая с поведением ЧД поведение нашей собственной Вселенной, мы, прежде всего, обращаем внимание на то, что она также расширяется. В 1993 году я пришел к концепции Вселенной в виде сферической 3-мерной оболочки 4-мерного *евклидова* шара. Увеличивающийся радиус шара я отождествил с возрастом Вселенной, придав ему простой и ясный смысл *параметрического времени*. Можно записать для такой Вселенной обычные уравнения Эйнштейна-Фридмана в виде

$$k (c/R)^2 + (\dot{R}/R)^2 + 2(\ddot{R}/R) = -8\pi GP/c^2; \quad (1)$$

$$k (c/R)^2 + (\dot{R}/R)^2 = 8\pi G\rho/3. \quad (2)$$

где R – радиус кривизны, G – постоянная в законе всемирного тяготения Ньютона, c – скорость света, ρ – плотность, P – давление, $k = 0, 1$ или -1 в

зависимости от знака кривизны. Здесь символы $\dot{R}$ и $\ddot{R}$ обозначают первую и вторую производную R по времени соответственно.

При решении этой системы уравнений космологи до сих пор исходили из следующих предположений. Во-первых, время полагалось *независимой* переменной, и на характер зависимости глобального радиуса кривизны R от времени заранее не накладывалось никаких ограничений. Во-вторых, полная масса (и энергия) во Вселенной полагалась постоянной, то есть не зависящей от времени. В-третьих, давление материи (не считая давления излучения) полагалось тождественно равным нулю (гипотеза «галактической пыли»). Последнее допущение заставило космологов ввести в эти уравнения ненулевое значение космологической постоянной Λ , чтобы добиться соответствия с данными наблюдений.

В предлагаемой нами модели избран другой путь. В отличие от вышеописанного подхода, мы в явном виде вводим *параметрическое* время, строго пропорциональное полной массе Вселенной. Как известно, для шварцшильдовской черной дыры ее масса пропорциональна (гравитационному) радиусу, поэтому в конечном счете для параметрического времени мы полагаем $t=R/c$. В нашей модели R – это радиус расширяющегося 4-мерного шара, и в каждый момент параметрического времени t наша пространственная Вселенная представляет собой замкнутую 3-мерную гиперсферическую однородную поверхность. Таким образом, при решении системы уравнений Эйнштейна–Фридмана мы непосредственно используем условия $\dot{R}=c$ и $\ddot{R}=0$. Параметр c здесь – это просто эмпирически найденный переводной коэффициент между интервалами длины на 3-мерной гиперповерхности и на нормали к ней. Ось времени всегда направлена вдоль нормали к гиперповерхности.

Далее, если исходить из представления о Вселенной как о черной дыре, в ней не может сохраняться полная энергия и масса. Вообще использование закона сохранения энергии для расширяющейся Вселенной не может не вызывать некоторого недоумения: глобальное *сохранение* энергии обусловлено выполнением условий теоремы Нётер об однородности времени, а в ранней Вселенной значения компонент метрического тензора, а следовательно, гравитационных сил и других факторов, определяющих физические законы, весьма сильно отличались от сегодняшних. Иными словами, время в расширяющейся Вселенной *не может быть однородным*.

Наконец, следуя идущей от Эйнштейна традиции, физики полагали равным нулю давление материи во Вселенной, что называется, не от «хорошей» жизни, а вовсе не из принципиальных соображений. Например, в своей классической монографии [17] Р. Толмен приводит решение задачи о распределении давления и плотности *внутри* материального шара, вовсе не полагая давление равным нулю, и оно действительно отлично от нуля. К сожалению, Эйнштейн, решая задачу для своей первоначальной модели статической Вселенной, увидел, что решения с положительным давлением не существует, а отрицательное давление он, по непонятным мне основаниям, не принял. Вместо отрицательного давления он ввел его *суррогат* – космологическую постоянную Λ , что на самом деле ничего не

изменило ни в математике, ни в физической сути, но надолго (вплоть до наших дней) запутало космологов.

Поэтому в нашей модели мы никак не ограничиваем заранее зависимость ни энергии, ни давления от времени. Они ищутся в процессе решения системы уравнений. Вместо закона *сохранения* энергии мы естественным образом получаем закон *изменения* энергии во времени для расширяющейся Вселенной. Как и следовало ожидать с учетом определения параметрического времени, этот закон оказывается линейным. Что касается давления, то оно оказывается существенно отрицательным, и это имеет глубокий физический смысл (как и для модели статической Вселенной Эйнштейна): отрицательное давление описывает не что иное, как эффект *взаимного тяготения* частиц материи, ту самую отрицательную энергию, которую обычно и приписывают гравитации.

Полученное при сделанных предположениях ($\dot{R}=c$, $\ddot{R}=0$) новое решение системы космологических уравнений Эйнштейна–Фридмана имеет вид зависимостей плотности материи ρ и давления P от радиуса кривизны, пропорционального параметрическому времени:

$$\rho = 3c^2 / (4\pi GR^2); \quad (3)$$

$$P = -c^4 / (4\pi GR^2). \quad (4)$$

Таким образом, уравнение состояния принимает типичный вид:

$$P = -\rho c^2 / 3. \quad (5)$$

Как и должно быть, полная масса Вселенной оказывается пропорциональной R . Следовательно, неожиданным образом оправдывается предсказание А.Н. Козырева о «трансформации времени в энергию». Что касается количественной меры несохранения энергии, то в настоящую эпоху ее относительная величина (за один год) имеет порядок 10^{-10} , что вряд ли позволяет обнаружить непосредственно этот эффект экспериментально в лаборатории, но может пролить дополнительный свет на явления, протекающие в звездах и галактиках. Действительно, для Солнца дополнительный прирост массы за год оказывается на несколько порядков больше, чем ее расход на излучение.

Таким образом, при нашем подходе плотность и давление зависят от кривизны пространства (а не задаются «руками»), что полностью соответствует духу эйнштейновского подхода, направленного на геометризацию физики.

Обсуждение результатов

Подробное описание модели и полученных результатов дано в ряде других публикаций автора (см. список литературы и сайт:

www.timeorigin21.narod.ru). Здесь же из-за недостатка места лишь предельно кратко перечислены выводы, следующие из модели:

– В теории шаровой расширяющейся Вселенной (ТШРВ), в силу линейной зависимости между возрастом и радиусом Вселенной, решается известная «проблема горизонта» без необходимости использовать гипотезу о начальной инфляции Вселенной.

– В ТШРВ показано, что точное положение максимального пика на спектре реликтового излучения может быть определено совершенно *независимо* от характера пространственной геометрии Вселенной (плоской или искривленной). При $z = 1100$ для эпохи последнего рассеяния мы получаем угол $\theta \approx 0,6^\circ$, что соответствует последним наблюдательным данным.

– ТШРВ также неожиданным образом предсказала минимальный пик на спектре реликтового излучения при $\theta \approx 4\text{--}5^\circ$, что никак не объясняется стандартной моделью.

– Метрика Вселенной в любой момент эволюции имеет *положительную* кривизну и, соответственно, сферическую геометрию, причем ее плотность неизменно в 2 раза превышает критическое значение.

– Надежно установленный феномен дипольной анизотропии реликтового излучения объясняется в ТШРВ наличием в каждой пространственной точке Вселенной выделенной системы отсчета. В то же время скорость, отвечающая этой анизотропии, составляет $\sim 0,001$ от скорости света, что обуславливает хорошее согласие модели с релятивистскими представлениями.

– В ТШРВ нет необходимости использовать отличную от нуля космологическую константу и, соответственно, энергию вакуума, оценка которой оказывается на 122 порядка меньше, чем дают квантово-механические расчеты. При этом ТШРВ непосредственно дает количественное объяснение тому, что при заданном красном смещении далекие сверхновые типа Ia кажутся темнее, чем ожидалось.

– Предлагаемая модель предлагает новую точку зрения на термодинамику нашей Вселенной. В этой модели энтропия (термодинамически незамкнутой) Вселенной *уменьшается*, а не возрастает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шульман М.Х. О физической природе времени. – М.: ИРЦ «Газпром», 1997. – С. 32.
2. Шульман М.Х. Космология и природа времени // Фридмановские чтения: сб. Всероссийской научной конференции. – Пермь, 7–12 сентября 1998 г. – С. 20–22.
3. Shulman M.H. Time as Phenomenon of the Expanding Universe // New Energy Technologies. – Issue # 4 (7), July-August. – 2002. – P. 67–72.
4. Шульман М.Х. Парадоксы, логика и физическая природа времени. Теория шаровой расширяющейся Вселенной. – М.: УРСС, 2003.
5. Шульман М.Х. Время Козырева // Время и звезды: сб. к 100-летию со дня рождения Н.А. Козырева. – Нестор-История, С.-Петербург. – 2008. – С. 556–561.
6. Шульман М.Х. Время как феномен расширения Вселенной // На пути к пониманию феномена времени. Конструкции времени в естествознании: сб. – М.: Прогресс-Традиция, 2009. – С. 207–234.

7. *Shulman Michael H.* Time Origin and Universe Uniform Expanding // American Journal of Modern Physics. Special Issue: Physics of Time: Theory and Experiment. – 2015. – Vol. 4. – No. 2–1. – P. 9–14.
8. *Nielsen J. T., Guffanti A., Sarkar S.* Marginal evidence for cosmic acceleration from Type Ia supernovae. – arXiv:1506.01354v3 [astro-ph.CO] 17 Oct 2016.
9. *Melia F., Shevchuk A. S.H.* // MNRAS, 419, 2579. – 2012.
10. *Melia F.* The Cosmic Spacetime. Is The Universe Much Simpler Than we Thought? URL: arXiv: 1205.2713v1
11. *Benoit-Lévy A., Chardin Gabriel.* Do we live in a Dirac-Milne Universe? URL: arXiv:0903.2446v1.
12. *Benoit-Lévy A., Chardin Gabriel.* Introducing the Dirac-Milne Universe. URL: arXiv:1110.3054v1.
13. *Farley F.J.M.* Does gravity operate between galaxies? Observational evidence reexamined. URL: arXiv:1005.5052v1.
14. *Good J.* Chinese universes // Physics Today. – 1972. – 25(7). – 15.
15. *Pathria R.K.* The Universe As a Black Hole // Letters to Nature. Nature. – 1972. – December 1. – Vol. 240.
16. *Poplawski N.J.* On the mass of the Universe born in a black hole. URL: arXiv:1103.4192v1 [astro-ph.CO] 22 Mar 2011.
17. *Pourhasan Raziieh, Afshordi Niayesh, Mann Robert B.* Out of the White Hole: A Holographic Origin for the Big Bang. URL: arXiv:1309.1487v2 [hep-th] 22 Sep 2013.
18. *Tolman R.C.* Relativity, Thermodynamics, and Cosmology. – Oxford, Clarendon Press, 1934. – P. 519.

ON THE LINEAR EXPANSION OF THE UNIVERSE AND THE NATURE OF TIME

M.H. Shulman

An alternative cosmological model is presented that considers our Univers as a Black Hole inside of a maternal 4D hyper-universe. The our Universe expansion is explained by the regular absorption of matter and energy from this hyper-universe. So, our Universe is non-closed physical system. The Universe age corresponds to its curvature radius, and expansion rate turns out to be constant, some uniform expansion is impossible. The our model better predict the all observable data than Standard model.

Key words: Cosmology, Black Hole, the Universe expansion.