

О ПРОБЛЕМЕ ПОНИЖЕННОЙ СВЕТИМОСТИ СВЕРХНОВЫХ

(Обновлено 28.04.2010)

Аннотация

Определенная модификация космологической модели Эйнштейна – Фридмана (ЭФ) позволяет предложить новое решение ряда фундаментальных проблем космологии, среди которых – проблема пониженной светимости сверхновых звезд при заметном красном смещении ($z > 1$). Предлагаемое решение принципиально и эффективно исключает немонотонное (например, ускоренное) расширение Вселенной.

1. Введение

Автором настоящей публикации в 1997 г. была предложена новая космологическая модель (теория шаровой расширяющейся Вселенной – ТШРВ, SEUT), подробно и систематически описанная в публикации [Шульман, 2006]. В ней течение времени связывается с единым и единственным процессом, *внешним* по отношению к свойствам Вселенной – ее расширением. В рамках этой модели нелинейная зависимость радиуса Вселенной от ее возраста, используемая в стандартной космологии, лишена смысла. Эти новые представления, по мнению автора, позволяют эффективно решить целый ряд космологических проблем [Шульман, 2007], в том числе – известную проблему пониженной яркости вспышек удаленных от нас Сверхновых.

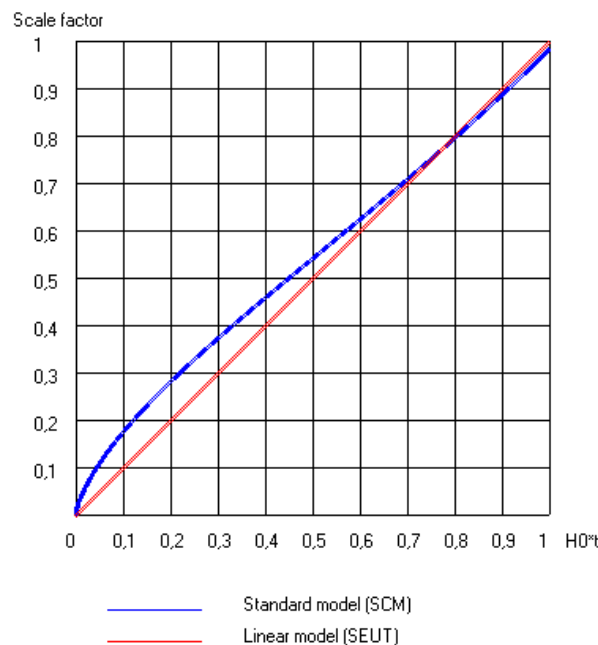


Рисунок 1.

Зависимость масштабного фактора от возраста Вселенной в СКМ (SCM) и ТШРВ (SEUT)

Совсем недавно появились работы (см., например, [Бенуа-Леви и Шардэн, 2009]), авторы которых, исходя из совершенно иной физической модели, независимым

образом также пришли к *линейной* зависимости возраста Вселенной от ее размера, указали на во многом аналогичные преимущества этой модели, привели свои аргументы в ее пользу. В частности, было показано, что такая линейная зависимость удовлетворительно объясняет пониженную светимость Сверхновых без привлечения космологического члена в уравнении Эйнштейна-Фридмана.

Сравнительная зависимость эволюции скалярного фактора расширяющейся Вселенной в стандартной космологической модели (СКМ, SCM) при $\Omega_m = 0,25$, $\Omega_\Lambda = 0,75$, $\Omega_k = 0$ (синяя кривая) и в ТШРВ (красная кривая) показана на рис. 1. Видно, что в нашу эпоху, т.е. при малых z , кривые очень близки между собой.

2. Зависимость масштабного фактора от красного смещения

В стандартной космологии связь между координатным $r(z)$ и фотометрическим $\ell(z)$ расстояниями до источника светового сигнала, испущенного при величине красного смещения z , дается (при $c = 1$) соотношением:

$$\ell(z) = H_0 a_0 r(z) (1 + z)$$

где H_0 и a_0 – соответственно постоянная Хаббла и масштабный фактор Вселенной в настоящее время. Множитель $(1 + z)$ в статической Вселенной отсутствует, а в расширяющейся Вселенной учитывает *изменение* пространственного масштаба за время распространения светового сигнала. С другой стороны, множитель $r(z)$ выражает через z *само безразмерное расстояние*, пройденное световым сигналом от источника до приемника без учета расширения Вселенной как такового (оно, очевидно, равно нулю при $z = 0$).

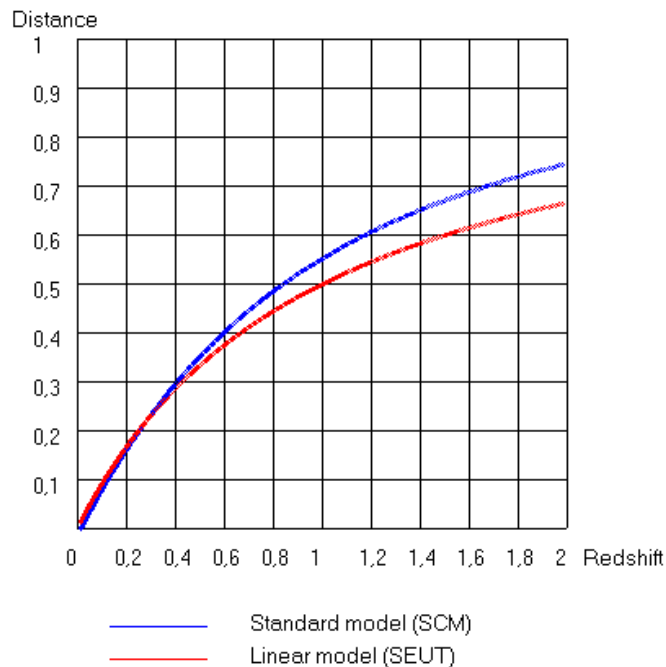


Рисунок 2.
Зависимость от красного смещения z величины $H_0 a_0 r(z)$ в СКМ (SCM) и ТШРВ (SEUT)

Произведение $H_0 a_0 r(z)$ в модели Эйнштейн-Фридмана (ЭФ) равно ([Палаш, 1999]):

$$H_0 a_0 r(z) = \frac{1}{\sqrt{|\Omega_k|}} \operatorname{sinn} \left[\sqrt{|\Omega_k|} \int_0^z \frac{dz'}{\sqrt{(1+z')^2(1+\Omega_m z') - z'(2+z')\Omega_\Lambda}} \right],$$

где “sinn” означает гиперболический синус при $\Omega_k > 0$ и обычный синус при $\Omega_k < 0$. Здесь используются безразмерные параметры компонент плотности, обусловленные материей (Ω_m), кривизной (Ω_k) и космологической постоянной (Ω_Λ), причем $\Omega_m + \Omega_k + \Omega_\Lambda = 1$. Если $\Omega_k = 0$, то sinn и Ω_k исчезают из этого выражения, остается лишь сам интеграл.

На рис. 2 приведен полученный численным путем график $H_0 a_0 r(z)$ для так называемой стандартной космологической модели (СКМ, SCM) при $\Omega_m = 0,25$, $\Omega_\Lambda = 0,75$, $\Omega_k = 0$ (синяя кривая). На том же рисунке красной линией показана зависимость $H_0 a_0 r(z)$ для упомянутой выше космологической модели ТШРВ (SEUT). В ней расстояние от наблюдателя до объекта с красным смещением z описывается простым соотношением $1 - 1/(1+z) = z/(z+1)$.

3. Зависимость светимости от красного смещения в различных моделях

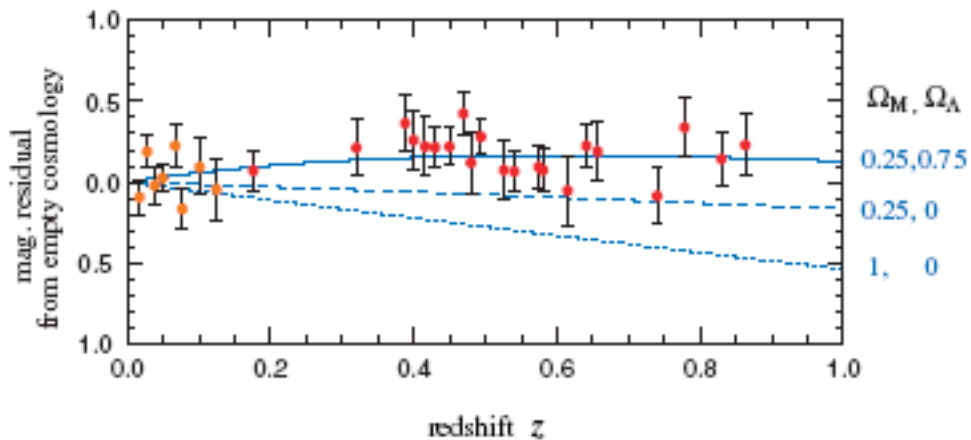


Рисунок 3. Разность зависимостей “светимость – красное смещение” для космологических моделей Фридмана с различными значениями Ω_m и Ω_Λ (при $\Omega_k = 0$)

На рис. 3 показана (см. [Перлмутер, 1999]) разность зависимостей “магнитуда светимости – красное смещение” для космологических моделей Фридмана с различными значениями Ω_m и Ω_Λ (при $\Omega_k = 0$). Разность магнитуды Δm при данном z для различных моделей А и В может быть найдена из простого соотношения

$$\Delta m = 5 \cdot \lg (r_A(z) / r_B(z))$$

(где 5 – исторически возникший коэффициент, см., например, [Клапдор-Клайнротхаус, Цюбер, 2000]).

Таблица 1

z	1,0	1,5	2,0
$r(\Omega_\Lambda = 0,75)$	0,55	0,66	0,74
$r_{\text{ТШРВ}}$	0,5	0,6	0,67
$r(\Omega_\Lambda = 0,75) / r_{\text{ТШРВ}}$	1,1	1,1	1,1
$\Delta m = 5 \lg [(\Omega_\Lambda = 0,75) / r_{\text{ТШРВ}}]$	0,2	0,2	0,2

Из рис. 2 и табл. 1 следует, что кривые для СКМ и ТШРВ отличаются (при $z < 2$) не более, чем на 10%. Соответственно, магнитуды их светимости отличаются не более чем на 0,2 (это практически отвечает погрешности при измерениях), так что обе модели дают совпадающие предсказания.

4. Заключение

Таким образом, проблема пониженной светимости сверхновых звезд для больших значений красного смещения в общепринятой модели Эйнштейна – Фридмана возникает как следствие *нелинейной* зависимости размера Вселенной от ее возраста. Одним из традиционных способов преодоления этой трудности является введение космологического члена и “подгонка” численного соотношения между безразмерными компонентами плотности ($\Omega_m = 0,25$, $\Omega_\Lambda = 0,75$, $\Omega_k = 0$). В ТШРВ же не требуется ни введения космологического члена, ни численной “подгонки”, а необходимый эффект достигается вследствие базовой гипотезы о *линейном* расширении Вселенной. Тем самым, вопреки широко распространенному представлению, *ставится под большое сомнение якобы экспериментально установленный факт ускоренного расширения Вселенной в современную эпоху.*

Библиография

- [Бенуа-Леви и Шардэн, 2009] A. Benoit-Levy and G. Chardin. Do we live in a “Dirac-Milne” Universe? arXiv:0903.2446v1 [astro-ph.CO] 13 Mar 2009. Русский перевод “Мы живем во Вселенной Дирака-Милна?” доступен по ссылке http://timeorigin21.narod.ru/rus_translation/Dirac_Milne_Universe.pdf
- [Клапдор-Клайнротхаус, Цюбер, 2000] Клапдор-Клайнротхаус Г. В., Цюбер К. *Астрофизика элементарных частиц*. Москва, Редакция журнала “Успехи физических наук”, 2000
- [Палаш, 1999] Palash B. Pal. *Determination of cosmological parameters: an introduction for non-specialists*. arXiv:hep-ph/9906447 v1 22 Jun 1999 Русский перевод “Определение космологических параметров: введение для неспециалистов” доступен по ссылке http://xxx.lanl.gov/PS_cache/hep-ph/pdf/9906/9906447.pdf
- [Перлмуттер, 1999] Saul Perlmutter, Lawrence Berkeley Laboratory 50-232, University of California. *High Redshift Supernova Search, Supernova Cosmology Project* Доступно по ссылке <http://panisse.lbl.gov/>
- [Шульман, 2006] Шульман М.Х. *Парадоксы, логика и физическая природа времени*. Доступно по ссылке http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/shulman_paradoksy.pdf
- [Шульман, 2007] Шульман М.Х. *Космология: новый подход*. Доступно по ссылке: http://www.timeorigin21.narod.ru/rus_time/New_approach.pdf