

Член-корреспондент АН СССР Д. И. БЛОХИНЦЕВ

О ГИПОТЕЗЕ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ВСЕЛЕННОЙ

Несомненный факт существования красного смещения у удаленных галактик, рост этого смещения с ростом расстояния до них, а также малое значение средней плотности космической материи $\rho = (0,5-1,5) \cdot 10^{-30} \text{ г/см}^3 < \rho_{\text{кр}} = 5 \cdot 10^{-30} \text{ г/см}^3$ указывают на то, что пространство нашей Вселенной является замкнутым и расширяющимся с течением времени*. Эта модель геометрии Вселенной была разработана выдающимся русским ученым А. А. Фридманом еще в 20-х годах⁽¹⁾. Модель Фридмана, дополненная идеей Г. Гамова⁽²⁾ о «горячей» Вселенной, в недавние годы получила основательное подтверждение в открытии реликтового излучения⁽³⁾.

Последовательный синтез этих гениальных идей приводит к представлению о том, что вся материя Вселенной, в раннюю пору своего развития, т. е. $\sim 10^{10}$ лет тому назад, была сконцентрирована в крайне малых размерах и нагрета до высочайшей температуры. По мере расширения этой материи в возрасте ~ 1 сек., температура, как оценивается теоретически, упала до $10^{10} \text{ }^\circ\text{К}$ и дальнейшая эволюция материи в процессе ее расширения и охлаждения уже поддается теоретическому расчету (по крайней мере, при некоторых дополнительных предположениях)⁽⁴⁾.

Таким образом, речь идет, собственно говоря, о взрыве. Американцы называют его «Big Bang», будем называть его более почтительно: «Великий взрыв» (ВВ). Поскольку этот взрыв имел место в прошлом, удаленном от нашей эпохи на конечное время, то неизбежно возникает вопрос и о его происхождении, и о начальном состоянии материи в момент, последующий ВВ.

Если бы ВВ имел место при $t = -\infty$, то вопрос о его происхождении, разумеется, не возникал бы, попросту по той причине, что ранее $t = -\infty$ ничего быть не могло по определению понятия ∞ . Возникающая дилемма имеет также глубокое методологическое значение. В самом деле, если ВВ имел место при конечном времени $t_0 = -T$, где T — возраст нашей Вселенной, то мы должны допустить, что при $t < t_0$ ничего не существовало и, следовательно, наша Вселенная возникла из ничего. Такая методологическая позиция вряд ли может считаться приемлемой. Поэтому или $t_0 = -\infty$ (и, стало быть, $T = \infty$), или следует со всей ясностью поставить вопрос о том, что было до ВВ, т. е. при $t < t_0$?

Состояние материи и ее эволюция для возраста Вселенной $t < 1$ сек. крайне неясно. Обычно предполагают, что в этот период было много нуклонных пар (нуклонов и антинуклонов), которые в дальнейшем выгорели (аннигилировали). При этом остается необъяснимым тот факт, что известная нам Вселенная состоит из вещества, а не из антивещества. Эта асимметрия представляет серьезнейшую трудность для разрабатываемых ныне моделей горячей Вселенной. Решить ее, по-видимому, невозможно без обращения к той или иной гипотезе о происхождении ВВ.

Наиболее простым предположением было бы предположение о происхождении ВВ при столкновении тел огромной энергии, содержащих то или

* Если $\rho > \rho_{\text{кр}}$, то пространство было бы периодически расширяющимся и сжимающимся.

Ввиду того, что данные о величине ρ могут измениться, нельзя считать, что модель Вселенной, о которой идет речь в статье, является доказанной эмпирически. Пока это лишь весьма вероятная гипотеза.

инное количество вещества и антивещества. В работе ⁽⁵⁾ было высказано предположение, что макроскопические количества вещества могли бы в принципе образовываться и при столкновении элементарных частиц крайне высокой энергии. Это предположение основывалось на том факте, что сечение образования новых частиц при столкновении двух элементарных частиц не убывает с ростом энергии. Если эта тенденция будет удерживаться и в пределах крайне высоких энергий, то при столкновении исключительно энергичных нуклонов, ускоренных в космических полях, могли бы рождаться макроскопические тела, массы которых m ограничены только величиной относительной энергии w сталкивающихся частиц, $m < w/c^2$. В принципе допустимо рождение звезд не в лабораторном смысле, а в смысле астрономическом. Так могла бы возникнуть прямая связь микроскопических и макроскопических явлений, в частности явлений астрономических.

Однако в начальной стадии Великого взрыва в пространстве Фридмана, сжатом до крайне малого объема, нет места для предполагаемого движения сталкивающихся тел, будь то тела и антитела или элементарные частицы и античастицы. Поэтому возникает идея о том, что материальные объекты, порождающие ВВ, до этого взрыва находятся вне фридманова пространства-времени, принадлежат другому, более обширному пространственно-временному многообразию, которые назовем метапространством $\mathcal{M}_n$.

Простейшая модель такого многообразия могла бы быть такова: метапространство $\mathcal{M}_n$ есть плоское псевдоэвклидово пространство с числом пространственных измерений $m > 3$ и одним временным измерением, допускающим понятие временной последовательности событий; итого $n = m + 1$ измерение. Соответствующий интервал ds в таком пространстве определяется формулой

$$ds^2 = dx_0^2 - \sum_{k=1}^m dx_k^2. \quad (1)$$

В таком пространстве нет гравитации.

Рассмотрим теперь четырехмерную гиперповерхность в метапространстве $\mathcal{M}_n$

$$x_\mu = F_\mu(\xi_0, \xi_1, \xi_2, \xi_3), \quad (2)$$

где ξ_α , $\alpha = 0, 1, 2, 3$, суть координаты точки на этой поверхности. Интервал длины на этой поверхности $d\sigma$ будет иметь вид

$$d\sigma^2 = g_{\alpha\beta} d\xi_\alpha d\xi_\beta, \quad (3)$$

где метрический тензор $g_{\alpha\beta}(\xi)$ есть функция точки на гиперповерхности $\mathcal{R}_4(\xi)$. Ограничимся рассмотрением поверхностей, для которых $g_{00} > 0$, $\det g_{\alpha\beta} < 0$. Таким образом, на поверхности $\mathcal{R}_4(\xi)$ определено риманово пространство с локальной псевдоэвклидовой метрикой, со знаками компонент метрического тензора $+- - -$ (в системе координат, в которой $g_{\alpha\beta} = 0$ при $\alpha \neq \beta$).

Будем рассматривать такую поверхность как физическую поверхность, заполненную материей. Тогда согласно основному уравнению общей теории относительности распределение материи (импульса и энергии) будет определяться тензором $T_{\alpha\beta}(\xi)$:

$$T_{\alpha\beta} = \frac{c^4}{8\pi k} (R_{\alpha\beta} - 1/2 g_{\alpha\beta} R), \quad (4)$$

где $R_{\alpha\beta}$ — тензор кривизны Риччи, а R — скалярная кривизна пространства $\mathcal{R}_4(\xi)$, k — постоянная тяготения*.

В этой концепции наша Вселенная (метagalактика) рассматривается погруженной в псевдоэвклидово метапространство $\mathcal{M}_n(x)$ и полностью

* Разумеется, эти уравнения еще должны быть дополнены уравнениями движения материи, например гидродинамическими релятивистскими уравнениями.

заключена внутри искривленного пространства $\mathcal{R}_4(\xi)$. Предположение о существовании метапространства $\mathcal{M}_n$, $n > 4$, открывает возможность для обсуждения событий, предшествовавших ВВ.

Суть моей гипотезы заключается в предположении, что в метапространстве $\mathcal{M}_n$ свободно двигаются тела и антитела (лучше называть их метателами и метаантителами), а метагалактики рождаются при столкновении подобных метател. Более детально определять природу этих метател было бы преждевременно. Пока здесь остается большая свобода для спекуляций: это могли бы быть элементарные частицы, обладающие огромной энергией относительного движения, или огромные массивные тела и антитела.

Хотя начальное состояние ВВ не может быть сейчас определено точнее, но гипотеза о том, что с самого начала в сталкивающихся метателах преобладало вещество (а не антивещества), становится весьма естественной. Вместе с тем отпадает основная трудность для модели горячей Вселенной, состоящая в явном преобладании вещества над антивеществом в видимой Вселенной. На основе рассматриваемой гипотезы данные о состоянии вещества в начальной стадии расширения горячей Вселенной должны быть пересмотрены.

Из рассматриваемой гипотезы вытекает возможность залета в фридманово пространство нашей Вселенной $\mathcal{R}_4(\xi)$ метател (или метаантител) из метапространства $\mathcal{M}_n(x)$. Столкновение такого рода метател с массивными объектами нашей метагалактики могло бы быть наблюдаемым явлением, сопровождающимся огромным выделением энергии. Этот вывод из развиваемой концепции находит поддержку в интересной теории В. А. Амбарцумяна (6) о рождении новых звезд из некоторого плотного взрывающегося ядра.

Из предположения о существовании метапространства следует, что идея о единственности нашей метагалактики не может быть обоснована. Более того, естественно предполагать, что могут существовать различные по размерам и своей внутренней геометрии метагалактики, возникшие в результате столкновений различных метател. Не исключается также возможность, что при такого рода столкновениях рождается не одна, а две или более метагалактик или метагалактики и антиметагалактики, подобно тому как при столкновении элементарных частиц рождаются многие частицы и античастицы.

На рис. 1 на примере трехмерного метапространства $\mathcal{M}_3$ иллюстрируется сказанное. Линии AA' и BB' суть трубки, изображающие движение метател в $\mathcal{M}_3$. Окрестность точек $A'B'$ есть район их столкновения — область ВВ. Поверхность S есть пространство-время $\mathcal{R}_2$ образовавшейся метагалактики. Наконец, кольцо $\mathcal{R}_1$ есть одномерное пространство расширяющейся метагалактики. Трубка TT' иллюстрирует движение метатела, залетающего во Вселенную из метапространства (окрестность точки T' на поверхности S).

Объединенный институт
ядерных исследований
Дубна

Поступило
23 III 1976

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. А. Фридман, Избранные труды, М., 1966. ² G. Gamov, Phys. Rev., v. 74, 505 (1948); Rev. Mod. Phys., v. 21, 367 (1949). ³ A. A. Penzias, R. W. Wilson, Astrophys. J., v. 142, (1), 419 (1965). ⁴ Я. Б. Зельдович, УФН, т. 89, в. 4 (1968). ⁵ Д. И. Влохинцев, Природа, № 9, 25 (1959); УФН, т. 19, 3 (1959). ⁶ В. А. Амбарцумян, Звездные ассоциации, Научн. труды, т. 2, Ереван, 1960.

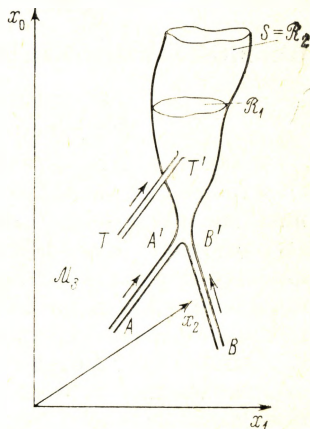


Рис. 1