

М. С. ЭЙГЕНСОН

**КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ И РЕЛЯТИВИСТСКАЯ
КОСМОЛОГИЯ**

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 29 I 1940)

В предыдущей работе ⁽¹⁾ было показано, что парадокс Зеелигера (Seeliger) теряет смысл при постулировании структурности астрономической Вселенной, например в смысле Ламберта (Lambert). Тогда же было отмечено, что такое постулирование едва ли не аксиоматически неизбежно, так как в своей известной уже части реальная астрономическая Вселенная согласно наблюдениям действительно обладает определенной структурой и так как необходимость таковой и теоретически следует из едва ли опровержимых космогонических соображений. Ниже будет показана возможность обобщить отмеченный выше результат. Именно, из тезиса о реальности структурности астрономической Вселенной, например в смысле Ламберта, с необходимостью вытекает космологическая относительность любой физической или астрономической характеристики. Каждая из них оказывается определенной лишь при задании конкретной космической системы, к которой эта характеристика должна относиться. Во Вселенной Ламберта этот принцип космологической относительности приводит к бесконечной многозначности абсолютных значений каждой такой характеристики в любой точке пространства—времени. Отсюда явственно вытекает: 1) ошибочность господствовавшей до недавнего времени на Западе абсолютизации и финитной интерпретации результатов релятивистской космологии и 2) возможность, астрономически и физически правильного, инфинитного обобщения последних.

В самом деле, например во Вселенной типа Ламберта наблюдатель, находящийся в данной системе любого l -го порядка, одновременно находится также и во всем бесконечном дискретном множестве систем порядков $>l$, в котором его система l -го порядка есть составная структурная часть одной из систем $l+1$ -го порядка, а последняя аналогично относится к некой системе $l+2$ -го порядка и т. д. до бесконечности.

Ввиду этой космологической бесконечности (т. е. бесконечности иерархического порядка Вселенной Ламберта) наблюдатель в своем местоположении в последней одновременно регистрирует как относящуюся к нему дискретную бесконечную совокупность численных значений, например истинных (или средних) плотностей материи или гравитационных потенциалов, а также и множества других характеристик всех этих космических систем последовательных порядков сложности. Итак, в данном пункте пространства—времени сосуществует бесконечная совокупность,

например, значений плотности материи. Например, согласно релятивистской теории тяготения метрика пространственно-временного континуума определяется заданием тензора материи, контравариантные компоненты которого выражаются уравнениями:

$$T^{ik} = \rho \frac{dx^i}{dt} \frac{dx^k}{dt}, \quad (i, k = 1, 2, 3, 4), \quad (1)$$

где ρ — плотность, а $\frac{dx^i}{dt}$ — компоненты скоростей масс, обуславливающих метрику пространства—времени. Именно, согласно уравнению Эйнштейна (Einstein) связь между метрикой пространства (т. е. полем фундаментального метрического тензора g_{ik}) и обуславливающим ее распределением материи (т. е. полем T_{ik}) выражается так:

$$R_{ik} = -8\pi \left(T_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} T \right), \quad (2)$$

где T — инвариант тензора материи, а R_{ik} — известный тензор Риччи (Ricci), зависящий от метрического тензора.

С другой стороны, в уже цитированной предыдущей работе было показано, что из тезиса о структурности Вселенной, например, в смысле Ламберта, следует физическая автономность образующих ее космических систем. Очевидно, можно сопоставить с отмеченным в цитированной статье и имеющим немаловажное теоретическое значение (как реальная предпосылка принципа автономности) наблюдательным фактом

$$P_l \ll R_l \quad (\alpha)$$

другой наблюдательный факт:

$$\rho_{l+1} \ll \rho_l; \quad (\beta)$$

здесь P_l — радиус (средний) системы l -го порядка, R_l — взаимное расстояние (среднее) двух соседних систем l -го порядка, ρ_m — средняя плотность (средней) системы m -го порядка. В самом деле, средняя плотность ρ_l внутри сферической системы l -го порядка будет:

$$\bar{\rho}_l = \frac{M_l}{\frac{4}{3} \pi P_l^3}, \quad (3)$$

где M_l — масса этой системы, а средняя плотность равномерно населенной такими системами l -го порядка системы $l+1$ -го порядка есть

$$\rho_{l+1} = \frac{M_l}{R_l^3}. \quad (4)$$

Сравнение (3) с (4) показывает, что для выполнения (β) действительно достаточно выполнения (α), и обратно*. Таким образом с увеличением порядка сложности космической системы ее средняя плотность, как правило, действительно монотонно убывает [на это немаловажное обстоятельство должного внимания не обращали, а между тем в нем, так же как и в (α), повидимому, наглядно проявляется фундаментальный космологический факт—автономность отдельных космических систем]. Очевидно,

* Проиллюстрируем сказанное. Так, например, в микромире покоящаяся масса электрона равна 10^{-28} г, а его классический радиус 10^{-13} , откуда его «плотность» $\sim 10^{11}$ г/см³. Масса же атома водорода $\sim 10^{-25}$ г, его радиус $\sim 10^{-8}$ см, следовательно, его «плотность» уже $\sim 10^{-1}$ г/см³. В макромире плотность планет порядка $1-10$ г/см³. Масса системы Земля-Луна $\sim 10^{28}$ г, ее радиус $\sim 10^{10}$ см, следовательно, ее «сферическая» плотность $\sim 10^{-4}$ г/см³. Для Солнечной системы, Млечного Пути и Метагалактики соответствующие цифры будут порядков: 10^{-12} , 10^{-25} и 10^{-30} г/см³ соответственно.

что правило (β), приложенное к явлениям гравитации, требует, чтобы значения тензора материи, рассчитанные по распределению масс в системах порядков $l+1$, $l+2$ и т. д., составляли последовательность возрастающих (и притом достаточно быстро) порядков малости. Поэтому при интегрировании (2) мы должны фактически ограничиться лишь значением T_{ik} для системы $l+1$ -го порядка, в которую входит рассматриваемая система.

Итак, поле метрического тензора, предназначенное для исследования движения системы l -го порядка в первом приближении определяется пространственно-временным распределением масс в системе на единицу высшего порядка. Иначе говоря, *каждой космической системе соответствует собственное поле метрического тензора*. Однако из сказанного следует, что ни одно из этих полей не имеет какого бы то ни было абсолютного характера; физическая значимость каждого поля определяется его отношением к соответствующей конкретной космической системе. Так как число систем более высоких, а также и более низких порядков, с которыми связана данная система любого заданного порядка, вообще бесконечно велико, то в каждом данном пункте пространственно-временного континуума фактически реализована бесконечная метрическая совокупность. Из всего сказанного достаточно ясно, что с точек зрения: а) структурной астрономии и б) релятивистской теории гравитации нет оснований для принятой в современной релятивистской космологии абсолютизации ее результатов, могущих иметь отношение лишь к конкретной конечной космической системе (например к Метагалактике), а никоим образом не ко «Вселенной в целом».

В заключение мне хотелось бы выразить мою признательность А. Ф. Богородскому за его ценные указания.

Пулковская обсерватория

Поступило
28 XI 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. С. Эйгенсон, ДАН, XXVI, № 2 (1940).