

Эволюция нашей Вселенной от Большого взрыва
с точки зрения современной космологии.



МНОГОМИРИЕ КАК ОСОЗНАННЫЙ ВЫБОР МИРОЗДАНИЯ

Кандидат технических наук Юрий ЛЕБЕДЕВ и Михаил ШУЛЬМАН.

В философском эссе С. Лема «Новая космогония» писатель-фантаст обсуждал возможность договорённости сверхразвитых цивилизаций — «поделить» мироздание на сферы влияния, но не силой оружия, а с помощью естественных законов природы, сделав эти законы такими, чтобы различные сферы влияния не смогли вступить в контакт между собой. Лем предполагал, что «Пракосмос мог быть физически неоднородным, мог представлять собой нечто вроде набора различных разновидностей физики, не во всём тождественных и не везде одинаково определившихся» и что «путь развития ведёт от ступени, на которой законы природы открывают, к ступени, на которой эти законы создают».

Очевидно, что при этом Вселенная мыслится пространственно бесконечной, поскольку перестаёт быть бессмысленным вопрос: «А что же существует там, где оканчивается сфера действия “наших” физических законов?» Осмысленный ответ таков: «Там действуют другие физические законы».

Со времён Джордано Бруно над вопросом бесконечности мироздания размышляли сотни учёных, философов и поэтов. Так, в 1924 году в стихотворении «Бесконечность» Валерий Брюсов вопрошал:

*Мы в бесконечности?
Иль мы в конечности?
Иль рано разуму познать?
И мысль нам надо пеленать,
А не водить в уорфе подвенечном?*

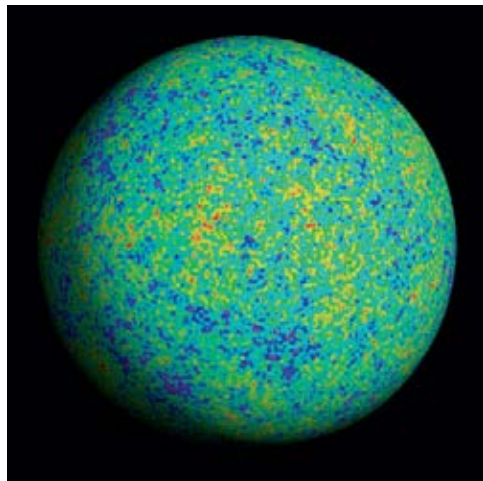
После всех научных революций XX века современному человеку ясно — «пеленать» мысль о бесконечности и богатстве её свойств и не нужно и невозможно. Вот как рассуждает о бесконечности Вселенной сегодня известный шведско-американский космолог и математик, профессор Массачусетского технологического института Макс Тегмарк в статье «Параллельные вселенные».

(Статья опубликована в 2003 году в журнале «Scientific American» и переведена на русский язык в журнале «В мире науки».) Он пишет: «Как может пространство не быть бесконечным? Разве есть где-нибудь знак «Берегись! Конец пространства»? Если существует конец пространства, то что находится за ним? Однако теория гравитации Эйнштейна поставила это интуитивное представление под сомнение. Пространство может быть конечным, если оно имеет положительную кривизну или необычную топологию. Сферическая, тороидальная или «кренделевидная» Вселенная может иметь конечный объём, не имея границ. Фоновое космическое микроволновое излучение позволяет проверить существование подобных структур. Однако до сих пор факты говорят против них. Данным

● ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ, ФАКТЫ

соответствует модель бесконечной Вселенной, а на все прочие варианты наложены строгие ограничения».

Фоновое космическое микроволновое излучение, о котором говорит М. Тегмарк, более известно у нас под названием «реликтовое». Этот замечательный по образности термин, подчёркивающий космологическую древность такого вида материи, придумал известный советский астрофизик И. С. Шкловский. Сейчас экспериментальные данные по равномерности распределения, размерам и форме его флуктуаций — тот фактический материал, на основе которого физики и делают выводы о геометрической структуре пространства.



Так выглядит «вселенская карта» флуктуаций температуры реликта по данным спутника WMAP, приводимая М. Тегмарком на своём сайте.

Сам М. Тегмарк приходит к выводу, что «простейшая и, по-видимому, самая изящная теория по умолчанию включает в себя параллельные вселенные. Чтобы отвергнуть их существование, нужно усложнить теорию, добавив не подтверждаемые экспериментом процессы и придуманные для этого постулаты — о конечности пространства, коллапсе волновой функции и онтологической асимметрии».

Как видим, к «придуманным постулатам» учёный относит, прежде всего, постулат о конечности пространства.

И, если пространство «просто бесконечно», то, согласно мнению уважаемого космолога, «размер доступной наблюдению области Вселенной ежегодно увеличивается на один световой год, поскольку нас достигает свет, исходящий из всё более далёких областей, за которыми скрывается бесконечность, которую ещё предстоит увидеть».

Типичное описание эволюции бесконечной Вселенной даётся и в известной книге физика-теоретика и одного из наиболее известных струнных теоретиков, профессора Колумбийского университета Брайана

Грина «Ткань космоса: пространство, время и структура реальности»: «...если Вселенная пространственно бесконечна, уже имеется бесконечная пространственная протяжённость в момент Большого взрыва... В такой обстановке Большой взрыв не имел места в одной точке; напротив, Большой взрыв имел место везде на бесконечной протяжённости. По сравнению с обычным точечным началом, это похоже на много Больших взрывов в каждой точке бесконечной пространственной протяжённости. После взрыва пространство раздувалось, но его общий размер не возрастал, поскольку нечто, уже бесконечное, не может стать ещё больше. Что возрастало, так это расстояния между объектами вроде галактик (как только они сформировались)».

В описании Б. Грина речь идёт о «пустом пространстве». Тем более интригующе рассмотрение свойств пространства, заполненного гравитирующей материей. Вообще говоря, у того, что мы привыкли называть «материей», бесконечно много свойств. Это является основанием и для пессимистического утверждения о «непознаваемости мира вещей», и для оптимистической уверенности в плодотворности познания — всякому новому поколению исследователей будет что изучать!

Выбор гравитации как характеристики свойств материи на первом этапе рассмотрения свойств заполненного материей пространства очевиден — гравитация является самым общим из всех ныне известных видов взаимодействия элементов материи.

Вследствие гравитации обязательно сближаются только два изолированных и первоначально неподвижных в пространстве тела. Задача для трёх тел уже не имеет общего решения. А в случае множества тел (неважно — атомов, звёзд, галактик) решающее значение приобретает характер их первоначального распределения по точкам пространства, массам и скоростям. Как говорят физики, результат зависит от характера флуктуаций этих параметров.

Астрономам хорошо известен такой феномен, как «неустойчивость Джинса», гравитационная неустойчивость, которая приводит к нарастанию со временем пространственных сгущений и разрежений вещества, то есть неоднородностей в первоначально однородной среде. Благодаря этому, кстати, из газово-пылевых туманностей образуются звёзды, а из их скоплений — галактики, то есть вещество структурируется.

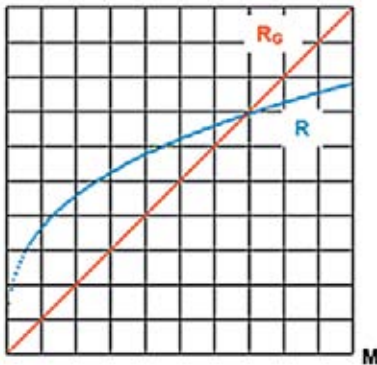
Далее, многие исследователи и ранее обращали внимание на то, что с увеличением размера пространственной области (при заданной плотности материи) гравитационный радиус области растёт гораздо быстрее геометрического. Но тогда логичен следующий вывод: существование как угодно больших заполненных материей областей невозможно, они всегда имеют конечный размер и представляют собой чёрные дыры*. Разумеется, каждая такая область не обязана быть единственной, более того, они, скорее

всего, образуют иерархии вложенных одна в другую чёрных дыр различной размерности.

Действительно, любое материальное тело характеризуется гравитационным радиусом $R_g = 2GM/c^2$, где G — гравитационная постоянная; M — масса объекта; c — скорость света. Гравитационный радиус — это тот радиус сферического тела, при котором заключённая в нём масса порождает чёрную дыру. Геометрический радиус сферического тела R «обычного» объекта значительно превышает R_g .

Предположим, что существует как угодно большая Вселенная, обладающая определённой средней плотностью ρ . Выделим в ней мысленную сферу радиуса R . Увеличивая радиус нашей виртуальной сферы, мы тем самым будем увеличивать её массу M пропорционально кубу геометрического радиуса. Но при этом растёт и гравитационный радиус R_g . Очевидно, что геометрический радиус R пропорционален кубическому корню из массы M , а гравитационный — самой массе!

Такой характер этих зависимостей приводит к тому, что начиная с некоторого критического значения (зависящего от плотности ρ) гравитационный радиус объективно превышает геометрический размер сферы, то есть она неизбежно превратится в чёрную дыру.



Изменение гравитационного (R_g) и геометрического (R) радиусов объекта с ростом его массы M при заданной плотности $\rho = const$.

Отметим, что в точке пересечения критическая плотность образования чёрной дыры $\rho_{cr} \sim (R_g)^{-2}$, постоянно уменьшающаяся с ростом R_g , совпадёт с любой, самой малой средней плотностью ρ . А это может означать, что любое не пустое бесконечное пространство порождает «конденсат чёрных дыр», размеры «капель» которого зависят от распределения плотностей масс в «начальный момент».



* См. статью М. Х. Шулмана «Может ли Вселенная не быть чёрной дырой» (http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/shulman_vselenayaya.pdf).

Таким образом, чёрные дыры оказываются одним из важнейших «кирпичиков», используемых мирозданием. Гравитационный радиус чёрной дыры, как мы отметили, определяется её массой. Для реальных физических объектов он меняется в широких пределах — от, например, трёх километров для Солнца до $\sim 1,35 \cdot 10^{-57}$ м для электрона.

Здесь, кстати, любопытно обратить внимание на то, что современный эксперимент не обнаруживает структуры электрона до области $\sim 10^{-19}$ м, и до структуры гравитационного ядра «элементарного электрона» нужно углубиться в области пространства на 28 порядков меньше, чем доступные нам сегодня! Более того, гравитационный радиус электрона оказывается на 22 порядка меньше Планковской длины ($1,61 \cdot 10^{-35}$ м)! А это — абсолютный предел разрешимости измерений и общей теории относительности, и квантовой механики.

Для изучения «гравитационной физической точки электрона» нужно создать теорию, не только объединяющую эти разделы физики, но и превосходящую их по точности на десятки порядков. А если учесть, что хокинговская температура «электронного ядра» составляет $\sim 10^{56}$ К, можно представить себе экспериментальные проблемы изучения такого объекта. И получается, что прав был известный политик и совсем неизвестный физик В. И. Ленин, когда в своём когда-то «обязательно знаменитом», а ныне уже полубабытом «Материализме и эмпириокритицизме» предсказал, что «электрон столь же неисчерпаем, как и атом». «Хватит, милые, на всех», — добавил к этому известный бард Тимур Шаов.

Теперь — главное! Рассмотрим нашу Вселенную, средняя плотность которой известна (порядка 10^{-29} г/см³), и некоторые астрофизические объекты, находящиеся в ней. В таблице представлены результаты расчёта параметра (ρ/ρ_{cr}) близости объекта к состоянию гравитационного коллапса.

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	$6 \cdot 10^{24}$	$6 \cdot 10^6$	10^3	$\sim 10^{-26}$
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

Как видите из таблицы, наша Вселенная в целом должна находиться в состоянии коллапса, то есть быть чёрной дырой.

Итак, похоже, что природа действительно заставляет основную массу материи распределяться в виде россыпи «чёрных жемчужин»

— Вселенных. И эта россыпь — воспользуемся красивым термином С. Лема — погружена в бесконечное и сильно разреженное облако Пракосмоса.

То, что это облако не пусто, следует из простого факта — Вселенная расширяется. Если бы «чёрная жемчужина» не поглощала массу из разреженного Пракосмоса, она, в соответствии с термодинамическими свойствами чёрных дыр, установленными Стивеном Хокингом, должна была «испаряться», отдавая хокинговское излучение в Пракосмос. Теряя при этом массу, Вселенная неизбежно сжималась бы. При её нынешних размерах очень медленно, но — сжималась.

Конечно, картина, учитывающая только одно из многих свойств материи — гравитацию, да ещё рассмотренное без подробностей, является неполной. Это похоже на фотографию, сделанную через очень «спектрально узкий» светофильтр фотоаппаратом с не очень хорошим объективом. На такой фотографии невозможно увидеть ни радугу, ни феерию красок захода солнца, но самые общие контуры мироздания вырисовываются без отвлекающих подробностей.

Здесь мы употребили термин «фотография» как образ элемента множества «не строгих истин». Но в истории науки есть пример «настоящей фотографии», которая относится к этому множеству. Это — первая фотография обратной стороны Луны.



Первая фотография обратной стороны Луны, полученная космическим аппаратом «Луна-3» 7 октября 1959 года.

Да, это ещё не очень чёткая и далеко не полная картина, сегодня качество изображений несопоставимо лучше. Но, как сказал известный популяризатор астрономии В. Г. Сурдин, «фотографии далёких планет, переданные космическими зондами, сегодня с успехом получают и наземные телескопы. Но увидеть обратную сторону Луны никто и никогда не смог бы, не отправив за Луну космического робота». Аналогия с нарисованной картиной строения мироздания очевидна — первый взгляд даёт информацию не только о том, что «там» есть, но и о том,

чего «там» нет! На обратной стороне Луны не оказалось ни райских кущей, ни адских котлов, а в мироздании нет и не может быть унылых бесконечно протяжённых во всех направлениях «полуплутынь», равномерно заполненных материей.

Что же получилось у нас, когда мы рассмотрели окружающую Вселенную через очень узкую щель в спектре свойств всего сущего — через свойство гравитационного взаимодействия материальных компонентов бытия? Мы получили новую картину мироздания — «россыпь чёрного жемчуга на бескрайних просторах космоса».

Первый и самый важный вывод, который следует из получившейся картины, состоит в том, что физичность многомирия представляется неизбежным следствием известных законов природы. И новые открытия уже не могут «закрыть» увиденную картину гравитационного мультиверса — реального аспекта физической структуры мироздания, а могут только уточнить, сделать картину более чёткой и красочной.

Неизбежность одного из видов физическо-го многомирия, увиденная через «гравитационный фильтр», укрепляет нашу уверенность в том, что через другие «фильтры» мы найдём в палитре многомирия оглушающе огромное число новых красок и оттенков.

Благодаря работе многих предшествующих поколений исследователей выбор средств познания обнаруженной жемчужной россыпи у нас фантастически богат: физические разных сортов (электромагнитные, нейтринные, квантово-корреляционные и т.д.), а также химические, биологические, психологические, исторические и многие другие.

В последнее время многомирие привлекает всё больший интерес именно потому, что, как отметил М. Тегмарк, «наш выбор сводится к тому, что считать более расточительным и неизящным — множество слов или множество Вселенных. Возможно, со временем мы привыкнем к причудам нашего космоса и сочтём его странность очаровательной».

Он выделяет четыре типа многомирия. Первый — «объекты, находящиеся за пределами нашего космического горизонта». Это прозорливое предсказание множества «вселенских чёрных дыр», неизбежность существования которых теперь доказана. Второй — множество миров, возникающее в процессе «хаотической инфляции», по Андрею Линде, — миров с разными значениями физических констант и даже с разными физическими законами. Третий — квантовые параллельные миры Эверетта (см. «Наука и жизнь» № 4, 2010 г.). И четвёртый — миры, не только различающиеся своей физикой, но и реализующие различные типы математик.

Иллюстрации предоставлены авторами.