

**Время существовало до Большого взрыва?**

Британский космолог Дэвид Слоан из Оксфордского университета и его коллеги попытались установить существование пространства и времени до Большого взрыва, породившего Вселенную. Ученые не вводили новых понятий, не меняли теорию относительности, а лишь интерпретировали некоторые ее постулаты. Проведенные расчеты показали, что Большой взрыв не был началом времени: в этот момент поменялась ориентация пространства.

Что собой представляла Вселенная в первые мгновения после Большого взрыва и как она выглядела до того? В настоящее время значительная часть космологов считает, что Вселенная родилась из сингулярности, начавшей стремительно расширяться в первые мгновения после Большого взрыва. Другая часть полагает, что рождению нашей Вселенной предшествовала смерть ее «прародительницы», которая, вероятно, случилась в ходе так называемого Большого разрыва. Первый вариант проще с теоретической точки зрения, так как существование некоей формы пространства-времени до Большого взрыва ставит массу почти неразрешимых вопросов. К примеру, непонятно, как Вселенная избавилась от сверхвысокого уровня энтропии и породила энергетически чистую современную? Другая проблема заключается в том, что сегодня космологи даже не могут предположить, как выглядел этот «старый мир». Теория относительности перестает работать при экстремально высоких энергиях, характерных для Большого взрыва и породившей его сингулярности. Многие космологи обходят этот вопрос стороной, предполагая, что время не существовало до Большого взрыва, и поэтому проблема не имеет смысла.

Слоан и его команда предложили новую интерпретацию этой загадки, которая разрешает вопрос о существовании «старой Вселенной» оригинальным способом, не выходя за рамки ОТО и не

вводя новых сущностей, таких как струны или квантовые петли. Они обратили внимание на то, что, находясь внутри Вселенной, мы не можем точно измерить ее размеры и сравнить ее с чем-то за ее пределами. Соответственно, фактически все величины и феномены, которые описываются ОТО и другими космологическими теориями, имеют относительный характер. Эта простая идея позволяет обойти фактически все неразрешимые проблемы, связанные с бесконечной плотностью энергии и кривизной пространства, которые нельзя просчитать в рамках классической теории Эйнштейна и связанной с ней структурой пространства-времени.

Слоан и его коллеги построили компьютерную модель «безразмерной» Вселенной и изучили, как в ней выглядит начальная точка Большого взрыва. Она оказалась не сингулярностью, а иной структурой, которую ученые назвали «точкой Януса».

В отличие от «обычного» Большого взрыва, ткань пространства-времени не прекращает существовать за точкой его рождения. Она, как показывают расчеты британских космологов, просто становится «зеркальной». Грубо говоря, до рождения Вселенной время текло в противоположную сторону, а пространство было «ориентировано» иначе.

Все подобные преобразования, отмечают ученые, не противоречат теории относительности и никак не сказываются на самой материи: по сути, меняются «карта» ее распределения и ее координаты, а не внутреннее содержание. Эти сдвиги, в свою очередь, могут объяснять отсутствие антиматерии во Вселенной и некоторые другие ее странности, о которых ученые спорят сегодня.

*Работа представлена в журнале «Physics Letters B».*

**Ученые проникли в природу пространства-времени?**

Грузинские физики предложили объяснение существования аномалии в кос-

мических лучах тем, что пространство дискретно и состоит из ячеек минимально возможной — планковской — длины.

Более 20 лет назад ученые изучили широкие атмосферные ливни (ШАЛ) — дожди из субатомных частиц, порожденных столкновением космических лучей внегалактического и галактического происхождения с атмосферой Земли. При этом возникает множество энергетических адронов, которые тут же распадаются с образованием вторичных космических лучей, образованных мюонами, электронами, протонами и электромагнитным излучением.

Ученые изучили полученную экспериментально зависимость энергии адронов ШАЛ от энергии частиц первичных космических лучей и обнаружили необъяснимые колебания в диапазоне от  $10^{15}$  до  $2 \times 10^{16}$  электронвольт. Тогда причину аномалии объяснили разрушением ядер при взаимодействии с межзвездной средой, состоящей из частиц массой около 30 электронвольт. Однако, в экспериментах частиц с массой 30 электронвольт получено не было.

Грузинские ученые высказали предположение, что причиной аномалии являются топологические дефекты в самом пространстве. Согласно гипотезе, пространство является дискретным и состоит из квантовых ячеек планковского масштаба (порядка  $1,6 \cdot 10^{-35}$  метра), что делает его способным деформироваться. Квантовые объекты, например, субатомные частицы, проходя через такие дефекты, начинают флуктуировать. Соответственно, возникают эффекты рассеивания космической радиации.

*Публикация на [arxiv.org](http://arxiv.org).*

### **Общепринятая модель Вселенной опровергнута?**

Международная группа астрономов пришла к выводу, что плотность темной энергии должна со временем увеличиваться.

Согласно одному из объяснений, любой объем пространства имеет опре-

деленную величину плотности темной энергии, называемой космологической постоянной. Поскольку объем Вселенной увеличивается, увеличивается и количество темной энергии. Космологическая постоянная очень мала, и ни одна теоретическая модель не предсказывает ее точное значение, что является одной из нерешенных проблем современной физики.

На настоящее время космологическая модель «Лямбда-CDM» ( $\Lambda$ CDM) является наиболее точным описанием эволюции и крупномасштабной структуры Вселенной. Она математически описывает эволюцию плоской Вселенной, возникшей после Большого взрыва и имеющей ненулевую положительную космологическую постоянную (лямбда-член). Модель объясняет наблюдаемую структуру реликтового излучения, распределение галактик во Вселенной, обилие водорода и других легких атомов, а также скорость расширения вакуума.

Почти все наблюдения соответствуют  $\Lambda$ CDM, однако модель плохо протестирована на огромных расстояниях, между самой далекой сверхновой типа Ia и поверхностью последнего рассеивания (космический микроволновый фон), расположенной на расстоянии около 46 миллиардов световых лет (расстояние не совпадает с возрастом Вселенной в 13,8 миллиарда лет из-за ускоренного расширения). Ученые провели новое измерение скорости расширения, построив диаграмму Хаббла (зависимость между видимой яркостью и красным смещением) для более тысячи квазаров.

Получено, что соотношение модуля расстояния и красного смещения соответствует модели на расстоянии, которое свет прошел за 9,1 миллиарда лет (красное смещение меньше 1,4). Однако при большем красном смещении наблюдаются отклонения от  $\Lambda$ CDM, которые указывают на то, что с возрастом Вселенной плотность темной энергии должна увеличиваться.

*Статья вышла в «Nature Astronomy».*