

Парадокс первого света: почему первые звезды во Вселенной зажглись слишком поздно

Дата публикации: 11.06.2026

Одним из самых интригующих результатов космического телескопа Джеймс Уэбб стала неожиданная проблема, которая уже получила неофициальное название парадокса первого света. Согласно стандартным космологическим моделям, первые звезды должны были появиться относительно быстро после Большого взрыва. Однако наблюдения последних лет показывают, что космическая заря могла начаться значительно позже, чем предполагали теоретики.

Чтобы понять суть проблемы, необходимо вернуться к самым ранним эпохам истории Вселенной. После Большого взрыва космос представлял собой чрезвычайно горячую и плотную плазму. Фотоны постоянно сталкивались с электронами и не могли свободно распространяться. Лишь примерно через 380 тысяч лет после рождения Вселенной температура снизилась настолько, что электроны и протоны объединились в нейтральный водород. Пространство стало прозрачным для света, а реликтовое излучение отправилось в путешествие через космос.

После этого наступил необычный период, известный как темные века. Во Вселенной уже существовали водород, гелий и темная материя, но еще не было ни звезд, ни галактик, ни каких-либо ярких источников света. Космос представлял собой гигантское темное пространство, заполненное холодным газом.

Стандартные модели формирования структур предполагали, что первые звезды должны были зажечься примерно через 100–200 миллионов лет после Большого взрыва. В это время гравитация темной материи должна была собрать вещество в первые гало, внутри которых газ охлаждался, сжимался и запускал термоядерные реакции. Эти объекты принято называть звездами населения III — первыми звездами в истории Вселенной.

Однако данные, полученные телескопом Джеймс Уэбб в период 2024–2026 годов, внесли серьезные коррективы в эту картину. Глубокие инфракрасные обзоры обнаружили множество галактик на красных смещениях, соответствующих возрасту Вселенной примерно 400–500 миллионов лет. При этом убедительных свидетельств существования звездных систем на более ранних этапах оказалось значительно меньше, чем ожидалось.

На первый взгляд разница может показаться не слишком большой. Но в ранней Вселенной каждые сто миллионов лет означают колоссальные изменения. Если первые звезды действительно появились через 400–500 миллионов лет после Большого взрыва, то задержка относительно теоретических ожиданий составляет два-три раза. Для космологии это очень существенное расхождение.

Парадокс становится еще интереснее благодаря другой особенности наблюдений Уэбба. Когда первые галактики наконец появляются в поле зрения, они оказываются неожиданно яркими и массивными. Многие из них содержат значительно больше звезд, чем предсказывали модели. Получается странная картина: звездообразование словно задерживается на сотни миллионов лет, а затем начинается чрезвычайно быстро и эффективно.

Одно из возможных объяснений связано с поведением темной материи. Согласно этой гипотезе, темная материя не только создает гравитационные гало для будущих галактик, но и может влиять на температуру окружающего газа. Если частицы темной материи способны аннигилировать друг с другом, они выделяют дополнительную энергию. Это нагревает водород и гелий, препятствуя их охлаждению. Поскольку для формирования звезд газ должен сначала потерять тепло и сжаться, дополнительный нагрев может откладывать начало звездообразования на сотни миллионов лет.

Другая гипотеза связана с первичными магнитными полями. Сегодня магнитные поля присутствуют практически повсюду во Вселенной, однако их происхождение до конца не понятно. Некоторые модели предполагают, что слабые магнитные поля могли возникнуть еще в раннем космосе. Даже небольшое магнитное давление способно противодействовать гравитационному сжатию газовых облаков. В таком случае вещество дольше сохраняло бы устойчивость, а образование первых звезд откладывалось бы до тех пор, пока магнитные структуры не ослабли.

Еще один вариант рассматривает метастабильную темную материю. В этой модели частицы темной материи остаются стабильными лишь ограниченное время, после чего начинают распадаться. Если такой распад происходит с задержкой в сотни миллионов лет, выделяемая энергия дополнительно нагревает межгалактический газ и препятствует формированию звезд. Только после уменьшения интенсивности распада условия становятся благоприятными для начала активного звездообразования.

Особое значение парадокс первого света имеет для понимания реионизации Вселенной. После завершения темных веков первые звезды начали испускать мощное ультрафиолетовое излучение. Оно разрушало атомы нейтрального

водорода, вновь разделяя их на протоны и электроны. Этот процесс получил название реионизации.

Согласно традиционной картине, реионизация должна была развиваться постепенно в течение нескольких сотен миллионов лет. Однако если первые звезды появились позже ожидаемого срока, то для достижения наблюдаемого результата процесс должен был протекать значительно быстрее и интенсивнее. Интересно, что именно такую картину начинают показывать данные телескопа Джеймс Уэбб. Когда первые галактики становятся заметными, они демонстрируют чрезвычайно высокую светимость и способны эффективно ионизировать окружающее пространство.

Дополнительную роль могли сыграть первые черные дыры. Некоторые модели предполагают, что сверхмассивные черные дыры начали формироваться удивительно рано и активно воздействовали на окружающую среду. Их излучение могло одновременно подавлять образование звезд в одних областях и ускорять его в других, создавая сложную систему обратной связи между газом, гравитацией и излучением.

Сегодня парадокс первого света становится одной из самых обсуждаемых тем современной космологии. Наблюдения Джеймса Уэбба показывают, что стандартные модели звездообразования нуждаются в уточнении. Возможно, ключевую роль сыграли ранее недооцененные свойства темной материи, влияние первичных магнитных полей или механизмы обратной связи от первых черных дыр. Новые циклы наблюдений телескопа Джеймс Уэбб и будущая работа космического телескопа Роман помогут различить эти сценарии. Уже сейчас ясно, что история окончания темных веков оказалась гораздо сложнее, чем предполагалось, а первые звезды зажглись в условиях, которые современная наука только начинает понимать.