

Темная энергия, меняющая знак, не решила главную загадку космологии: новое исследование проверило «напряжение Хаббла»



Дата публикации: 11.07.2026

Современная космология переживает один из самых интересных этапов своего развития. За последние десятилетия ученым удалось построить чрезвычайно точную модель эволюции Вселенной, которая успешно объясняет реликтовое излучение, образование галактик, распределение материи и ускоренное расширение космоса. Однако в этой стройной картине существует серьезное противоречие, известное как «напряжение Хаббла». Новое исследование, опубликованное в журнале *Physical Review D*, проверило одну из самых необычных гипотез последних лет — возможность того, что темная энергия в прошлом меняла знак. Оказалось, что даже столь радикальная модификация стандартной космологической модели не способна полностью устранить существующее расхождение.

История проблемы началась в конце XX века, когда две независимые группы астрономов обнаружили, что Вселенная расширяется не с замедлением, как ожидалось, а с ускорением. За это открытие Саул Перлмуттер, Брайан Шмидт и

Адам Рисс получили Нобелевскую премию по физике в 2011 году. Для объяснения ускоренного расширения была введена темная энергия — загадочная форма энергии, которая сегодня, по оценкам ученых, составляет около 68% всей энергетической плотности Вселенной. Вместе с холодной темной материей она образует основу современной космологической модели Λ CDM, которая уже четверть века остается главным описанием эволюции космоса.

Главная проблема этой модели связана с постоянной Хаббла — величиной, определяющей современную скорость расширения Вселенной. Ее можно вычислить двумя независимыми способами. Первый использует данные о реликтовом микроволновом излучении, сохранившем информацию о ранней Вселенной, второй основан на прямых измерениях расстояний до близких галактик с помощью цефеид и сверхновых типа Ia. Несмотря на высокую точность обоих методов, они стабильно дают разные результаты. Разница достигает пяти-семи стандартных отклонений, что значительно превышает вероятность случайной ошибки и указывает либо на неизвестную физику, либо на скрытые систематические эффекты.

Одной из наиболее обсуждаемых гипотез стала модель $Ls\Lambda$ CDM. В отличие от стандартной Λ CDM она предполагает, что темная энергия не всегда обладала современными свойствами. Согласно этой идее, в ранней истории Вселенной космологическая постоянная могла быть отрицательной и действовать подобно дополнительному гравитационному притяжению. Лишь спустя несколько миллиардов лет после Большого взрыва она изменила знак и стала положительной, начав ускорять расширение пространства. Предыдущие исследования показывали, что подобный сценарий способен уменьшить напряжение Хаббла, однако оставался вопрос, насколько надежны такие выводы.

Авторы новой работы решили проверить не столько саму модель, сколько методы статистического анализа, которыми обычно оценивается согласованность различных космологических наблюдений. Для этого они использовали данные спутника Planck, Атакамского космологического телескопа, Южнополюсного телескопа, спектроскопического проекта DESI и крупнейшего каталога сверхновых Pantheon Plus, откалиброванного по наблюдениям проекта SH0ES. Вместо традиционных методов, предполагающих гауссово распределение ошибок, были применены более строгие негауссовы статистические подходы, позволяющие точнее оценить реальные расхождения между независимыми измерениями.

Результаты оказались неоднозначными. Когда анализировались только данные ранней Вселенной и распределения галактик, как стандартная модель Λ CDM, так и ее модифицированная версия демонстрировали хорошее согласие с наблюдениями. Это подтверждает, что современное понимание физики раннего

космоса остается весьма надежным. Однако после добавления локальных измерений постоянной Хаббла проблема вновь проявилась. Хотя модель с изменением знака темной энергии действительно сместила теоретические предсказания в сторону наблюдаемых значений, полностью устранить расхождение ей не удалось.

По мнению исследователей, многие заявления о возможном решении напряжения Хаббла могли возникнуть из-за использования слишком упрощенных статистических методов. Более строгий анализ показывает, что противоречие остается реальным, хотя некоторые новые модели действительно позволяют частично уменьшить его масштаб. Это означает, что поиск окончательного объяснения продолжается.

Сегодня космологи рассматривают сразу несколько возможных сценариев. Возможно, стандартная модель Вселенной требует расширения и включения новой физики. Не исключено также существование пока неизвестных систематических ошибок в астрономических измерениях. Вероятен и комбинированный вариант, при котором небольшие экспериментальные неточности сочетаются с эффектами новой фундаментальной физики.

В ближайшие годы проверить эти гипотезы помогут новые наблюдения. Космическая обсерватория Euclid, телескоп Nancy Grace Roman, обсерватория Vera C. Rubin и все более точные измерения гравитационных волн позволят независимо определить скорость расширения Вселенной и проверить существующие космологические модели. Основным выводом нового исследования заключается в том, что гипотеза о меняющейся темной энергии действительно улучшает согласованность некоторых наблюдений, однако напряжение Хаббла по-прежнему остается одной из главных нерешенных проблем современной космологии. Именно ее решение может привести физиков к следующему крупному прорыву в понимании природы темной энергии, эволюции Вселенной и фундаментальных законов, управляющих космосом.

Ссылка: «Статистическая согласованность энергии вакуума с изменением знака с космологическими наблюдениями» DOI: [10.1103/sbdm-9vxz](https://doi.org/10.1103/sbdm-9vxz).