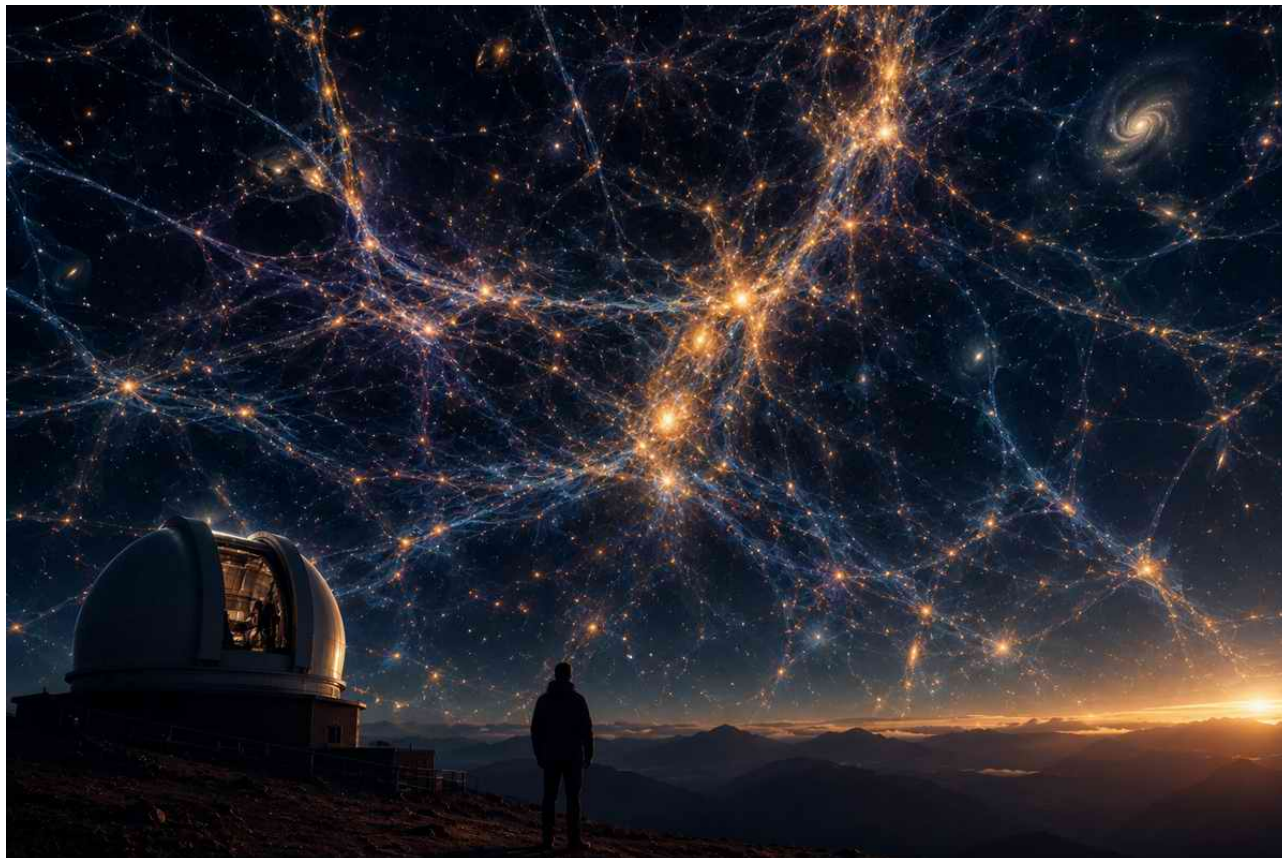


Вселенная может оказаться гораздо менее однородной: новые данные DESI ставят под сомнение основы современной космологии



Дата публикации: 02.07.2026

На протяжении десятилетий современная космология строилась на одном фундаментальном предположении: если рассматривать Вселенную в достаточно больших масштабах, она должна выглядеть одинаково во всех направлениях. Галактики могут собираться в скопления, сверхскопления и гигантские космические нити, однако на предельно больших расстояниях эти неоднородности, согласно существующей теории, должны сглаживаться. Именно это предположение известно как космологический принцип и является краеугольным камнем стандартной космологической модели Λ CDM.

Новое исследование, выполненное на основе данных международного проекта Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI), заставляет по-новому взглянуть на эту картину. Авторы работы обнаружили, что даже на расстояниях в несколько миллиардов световых лет распределение галактик остается удивительно упорядоченным. Если последующие наблюдения подтвердят этот вывод, современной космологии, возможно, действительно потребуется

серьезное переосмысление.

Стандартная модель Λ CDM считается одной из самых успешных физических теорий последних десятилетий. Согласно ей, около 5% содержимого Вселенной приходится на обычное вещество, примерно 25% составляет темная материя, а около 70% — темная энергия, ответственная за ускоренное расширение космоса. Именно эта модель позволяет чрезвычайно точно описывать эволюцию Вселенной после Большого взрыва, образование первых химических элементов, распределение космического микроволнового фона и развитие крупномасштабных структур.

Несмотря на многочисленные успехи, в последние годы появляется все больше наблюдений, которые трудно согласовать с существующей моделью. Одной из наиболее известных проблем стало так называемое расхождение Хаббла, когда различные методы измерения скорости расширения Вселенной дают несовпадающие результаты. Кроме того, наблюдения космического телескопа имени Джеймса Уэбба обнаружили необычно массивные и хорошо сформировавшиеся галактики в очень ранней Вселенной, что оказалось сложнее объяснить существующими сценариями формирования структур.

Еще одним поводом для дискуссий стала обнаруженная асимметрия в распределении очень далеких квазаров и радиогалактик. Некоторые исследования указывают, что одна половина наблюдаемой Вселенной может отличаться от противоположной значительно сильнее, чем допускает стандартная космологическая модель. Дополнительные вопросы вызвали и последние результаты DESI, согласно которым темная энергия может изменяться со временем, хотя модель Λ CDM предполагает ее постоянство.

Теперь к этим загадкам добавилась еще одна.

Проект DESI представляет собой один из самых масштабных астрономических экспериментов современности. Установленный на телескопе в Национальной обсерватории Китт-Пик, спектроскопический инструмент способен одновременно измерять спектры тысяч галактик. Анализируя красное смещение их излучения, астрономы определяют расстояния до объектов и постепенно создают трехмерную карту Вселенной беспрецедентной детализации.

Вместо того чтобы просто подсчитывать количество галактик, исследователи решили проверить более фундаментальный вопрос: действительно ли на самых больших масштабах исчезают все предпочтительные направления в распределении материи.

Для этого был использован статистический метод, основанный на анализе

огромного числа пар галактик. Если Вселенная становится полностью однородной, вероятность обнаружить пару галактик в любом направлении должна быть одинаковой. Если же существуют длинные космические нити, стены или другие крупные структуры, пары объектов будут чаще выстраиваться вдоль определенных направлений.

Исследователи проанализировали миллионы подобных пар и получили неожиданную картину.

Вместо постепенного исчезновения структуры они обнаружили выраженный направленный сигнал. Галактики продолжали объединяться в гигантские нити и стенки, которые сохраняли согласованную ориентацию даже на расстояниях, достигающих нескольких миллиардов световых лет.

Подобные структуры сами по себе не являются неожиданностью. Космическая паутина, состоящая из нитей, пустот и сверхскоплений, давно считается естественным следствием действия гравитации. Однако согласно существующей модели размеры таких структур должны иметь определенный предел. На достаточно больших расстояниях Вселенная обязана выглядеть статистически одинаковой независимо от выбранного направления наблюдения.

Именно этого исследователи не увидели.

Даже в самых глубоких выборках DESI признаки упорядоченности не исчезали. Космическая паутина продолжала сохранять выраженную структуру там, где теория ожидала практически полного сглаживания неоднородностей.

Авторы сравнили реальные наблюдения с многочисленными компьютерными моделями, созданными в рамках стандартной модели Λ CDM.

Различие оказалось весьма заметным.

Компьютерные симуляции предсказывали значительно более слабые направленные структуры, которые постепенно исчезали при переходе к крупнейшим масштабам. Реальная Вселенная, согласно данным DESI, выглядит гораздо более организованной. Ее крупнейшие структуры оказываются длиннее, сложнее и сохраняются на существенно больших расстояниях, чем допускают современные расчеты.

Образно говоря, вместо ожидаемой равномерной космической дымки исследователи увидели гигантскую сеть переплетенных нитей, напоминающую сложный клубок волокон, сохраняющий свою структуру даже в самых удаленных областях наблюдаемого космоса.

Почему это может оказаться столь важным?

Практически вся современная космология основана на предположении, что в достаточно больших масштабах Вселенная является однородной и изотропной. Именно это позволяет использовать относительно простые математические модели для описания расширения космоса, поведения темной материи и темной энергии, а также формирования галактик.

Если же окажется, что крупномасштабная неоднородность сохраняется значительно дальше предполагаемого предела, многие фундаментальные выводы придется пересматривать.

Одно из возможных объяснений связано с самой темной материей. Возможно, ее свойства значительно сложнее, чем предполагают существующие модели. Например, частицы темной материи могут взаимодействовать друг с другом иначе, чем считается сейчас, или обладать дополнительными физическими характеристиками, влияющими на скорость формирования крупнейших космических структур.

Существуют и альтернативные сценарии. Некоторые физики допускают необходимость изменения законов гравитации на космологических расстояниях. Другие предполагают, что ранняя Вселенная могла содержать необычные начальные неоднородности, которые сохранились до настоящего времени.

Не исключено также, что потребуется пересмотр самого космологического принципа — идеи, которая почти сто лет считалась одной из наиболее надежных основ современной космологии.

При этом авторы исследования подчеркивают, что говорить о революции пока преждевременно.

Любое столь необычное наблюдение требует независимого подтверждения. Именно поэтому особое значение будут иметь данные следующих этапов проекта DESI, а также результаты европейской космической миссии Euclid, которая уже приступила к построению самой детальной трехмерной карты Вселенной в истории. В ближайшие годы к этим исследованиям присоединится и крупнейшая наземная обсерватория имени Веры Рубин, способная наблюдать миллиарды галактик с рекордной точностью.

Если несколько независимых проектов обнаружат те же самые закономерности, значение открытия трудно будет переоценить.

Это будет означать, что крупнейшие структуры Вселенной продолжают сохранять организованность на масштабах, которые современная теория считает невозможными. Тогда физикам придется искать новые объяснения происхождения космической паутины, по-новому описывать эволюцию темной

материи и, возможно, пересматривать роль темной энергии в истории расширения Вселенной.

Подобные ситуации уже происходили в истории науки. Каждая новая серия более точных наблюдений неоднократно приводила к пересмотру казавшихся незыблемыми представлений о строении космоса. Именно благодаря этому были открыты темная материя, ускоренное расширение Вселенной и существование космического микроволнового фона.

Нынешнее исследование пока не опровергает стандартную космологическую модель, однако указывает на возможные ограничения ее применимости. Если дальнейшие наблюдения подтвердят существование сверхкрупных упорядоченных структур, современная космология может оказаться на пороге одного из самых значительных пересмотров со времен появления модели Λ CDM. В таком случае ученым предстоит не просто уточнить отдельные параметры существующей теории, а заново ответить на один из главных вопросов современной науки: насколько однородна наша Вселенная на самом деле и какие физические законы управляют ее эволюцией в самых больших масштабах.