

Сахарная вата в космосе: почему супер-пушистые планеты TOI-791 b и c меняют представления о рождении миров



Дата публикации: 24.07.2026

Когда астрономы говорят, что обнаружили планету размером с Юпитер, обычно ожидается, что речь идет о массивном газовом гиганте с мощной гравитацией. Однако недавно открытые экзопланеты TOI-791 b и TOI-791 c буквально переворачивают это представление. Несмотря на размеры, сравнимые с Юпитером или даже превосходящие его, они настолько легкие, что их средняя плотность оказывается ниже плотности сахарной ваты. Эти необычные миры, расположенные примерно в 1110 световых годах от Земли, уже стали одной из самых интригующих загадок современной астрофизики.

Результаты исследования, опубликованные в июне 2026 года в журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, показали, что плотность TOI-791 b составляет всего 0,038 грамма на кубический сантиметр, а TOI-791 c — 0,047 грамма на кубический сантиметр. Для сравнения, средняя плотность Юпитера достигает 1,33 грамма на кубический сантиметр. Иными словами, новые планеты оказываются примерно в 28–35 раз менее плотными при

сопоставимых размерах. Руководитель исследования Джордж Дрансфилд из Оксфордского университета образно сравнил их вещество с плотной пеной для бритья, только что выдавленной из баллончика.

Подобные объекты астрономы называют супер-пушистыми планетами, или супер-пуфиками. Это один из самых редких классов экзопланет. На сегодняшний день среди почти 6300 подтвержденных миров известно менее сорока подобных объектов, поэтому каждая новая находка представляет огромную ценность для науки.

Главная причина интереса заключается вовсе не в рекордно низкой плотности. Гораздо важнее то, что существование таких планет противоречит современным теориям формирования газовых гигантов.

Согласно общепринятой модели, в центре будущего газового гиганта сначала должно сформироваться массивное каменно-ледяное ядро. Когда его масса достигает примерно десяти масс Земли, гравитация становится достаточно сильной, чтобы быстро захватывать огромное количество водорода и гелия из окружающего протопланетного диска. Именно так, как считается сегодня, рождаются Юпитер, Сатурн и большинство известных газовых гигантов.

Но TOI-791 b и TOI-791 c полностью нарушают эту схему. Их общая масса вместе с атмосферой составляет всего около 3 и 5,9 процента массы Юпитера соответственно. Это значительно меньше теоретического порога, необходимого для образования столь объемной газовой оболочки. Возникает фундаментальный вопрос: каким образом настолько небольшие ядра смогли удержать вокруг себя колоссальные атмосферы?

Именно поэтому некоторые исследователи говорят, что такие планеты просто не должны существовать. Они выглядят как реальные объекты, для которых современная теория пока не может предложить убедительного объяснения.

Не менее удивительной оказалась и история самого открытия. Первые признаки существования этих планет обнаружили не профессиональные астрономы, а добровольцы проекта Planet Hunters TESS, анализировавшие данные космического телескопа NASA TESS. Их внимание привлекли периодические ослабления блеска звезды, возникающие при прохождении планет по ее диску.

Однако обнаружить планету — лишь половина задачи. Чтобы определить ее массу и плотность, потребовались почти восемь лет дополнительных наблюдений с использованием нескольких обсерваторий, включая антарктический телескоп ASTEP.

Ключом к разгадке стала необычная орбитальная конфигурация системы. Планеты находятся в почти идеальном гравитационном резонансе 5:3. Пока внутренняя планета совершает пять оборотов вокруг своей звезды, внешняя успевает сделать почти ровно три. Такое взаимное притяжение приводит к небольшим изменениям времени прохождения планет перед звездой. Эти отклонения, известные как вариации времени транзитов, позволяют вычислить массу каждого объекта без необходимости наблюдать их гравитационное влияние другими методами.

Особую роль сыграла антарктическая обсерватория. Благодаря многомесячной полярной ночи телескоп смог практически непрерывно наблюдать транзиты продолжительностью более одиннадцати часов. Подобные серии считаются самыми длительными непрерывными наземными наблюдениями планетных транзитов и обеспечили исключительно точные данные.

Но даже после определения массы загадок стало только больше. Атмосферы столь разреженных планет должны быть крайне уязвимыми. Излучение родительской звезды должно постепенно нагревать верхние слои газа, вызывая их утечку в космос. Согласно ряду моделей, подобные оболочки могли бы исчезнуть всего за несколько тысяч лет.

Проблема заключается в том, что возраст этих систем измеряется уже миллионами, а возможно, и миллиардами лет. Следовательно, атмосферы каким-то образом сохраняются значительно дольше, чем позволяют существующие расчеты.

Одно из наиболее обсуждаемых объяснений предполагает, что супер-пушистые планеты образовались далеко от своей звезды, в холодных внешних областях протопланетного диска. При низких температурах даже сравнительно небольшие ядра могли эффективно накапливать газ, а слабое нагревание позволяло атмосфере долго сохраняться.

Существует и другая интересная гипотеза. Некоторые исследователи предполагают, что атмосферы могут поддерживаться постоянным присутствием мельчайших пылевых частиц. Такая пыль частично экранирует звездное излучение, снижая скорость потери газа. Модель, предложенная Вангом и Даем, показывает, что подобная пылевая оболочка способна существенно продлить жизнь чрезвычайно разреженной атмосферы.

Еще более необычная идея появилась в 2025 году. Согласно этой гипотезе, планета могла пройти через огромную цепочку кометных фрагментов, захватив вокруг себя обширную оболочку из газа, пыли и мелких обломков. Такая

своеобразная «кометная атмосфера» способна сделать объект визуально значительно больше, чем его настоящая плотная часть.

Какая из этих моделей окажется правильной, пока неизвестно. Возможно, реальное объяснение окажется совершенно иным.

История TOI-791 b и TOI-791 c напоминает, что научные теории никогда не являются окончательной истиной. Они представляют собой наиболее точное описание природы, основанное на имеющихся данных. Но каждый раз, когда наблюдения обнаруживают объект, не вписывающийся в существующую картину мира, именно теория должна измениться, а не сама природа.

Подобные открытия особенно ценны именно потому, что они демонстрируют пределы нашего знания. Вселенная снова показывает, что ее разнообразие значительно богаче любых человеческих моделей, а самые интересные открытия начинаются именно там, где заканчиваются привычные представления.

Супер-пушистые планеты TOI-791 b и TOI-791 c — это не просто рекордсмены по низкой плотности. Они становятся важнейшей проверкой современных теорий формирования и эволюции планетных систем. Ответы на вопросы об их происхождении, внутреннем строении и удивительно устойчивых атмосферах, вероятно, помогут получить будущие наблюдения космического телескопа имени Джеймса Уэбба, который сможет исследовать химический состав их атмосфер с беспрецедентной точностью. Главный же урок этой истории заключается в том, что наука развивается благодаря аномалиям. Именно они заставляют пересматривать устоявшиеся представления, создавать новые модели и признавать, что наше понимание Вселенной по-прежнему далеко от завершения.