

Вселенная «вверх ногами»: как протопланетные диски с обратным вращением рожают планеты-изгои



Дата публикации: 01.08.2026

На протяжении десятилетий астрономы считали, что планетные системы рождаются по относительно простому сценарию. Молодую звезду окружает вращающийся диск из газа и пыли, все вещество движется в одном направлении, постепенно объединяется в планетезимали, а затем формирует планеты. Именно так устроена Солнечная система, поэтому долгое время она служила естественным образцом для понимания планетообразования во всей Галактике. Однако современные гидродинамические модели показывают, что природа способна создавать гораздо более необычные конструкции.

Астрофизики обнаружили сценарий, при котором внешняя часть протопланетного диска начинает вращаться в направлении, противоположном внутренней. Такой эффект возникает, если молодая звезда с уже сформировавшимся диском проходит через межзвёздное облако, вещество которого движется навстречу вращению диска. Этот процесс называют ретроградным захватом. Вместо того чтобы просто увеличить массу диска, новое

вещество меняет его структуру, создавая две области с противоположными направлениями вращения.

Физический механизм такого превращения оказался весьма интересным. Захваченное вещество приносит с собой угловой момент, направленный противоположно первоначальному вращению диска. На границе между старым и новым веществом возникает своеобразная переходная зона, напоминающая разлом. Здесь сталкивающиеся потоки газа эффективно гасят угловой момент друг друга. Потеряв часть вращательной энергии, газ быстрее падает на молодую звезду, усиливая аккрецию. В результате внутренний диск сохраняет первоначальное направление вращения, тогда как внешний постепенно формируется уже из ретроградного вещества.

Компьютерные модели показывают, что между этими двумя областями может возникнуть широкий зазор, достигающий примерно 30 астрономических единиц. Для сравнения, это сопоставимо с расстоянием от Солнца до орбиты Нептуна. До сих пор подобные разрывы астрономы нередко объясняли присутствием массивных молодых планет, которые своим притяжением очищают окружающее пространство от газа и пыли. Теперь становится ясно, что в некоторых случаях подобный разрыв может быть вовсе не следствием существования планеты, а естественным результатом столкновения диска с ретроградным межзвёздным облаком.

Наиболее важные последствия открытие имеет для понимания рождения планет. Если внутренняя и внешняя части диска вращаются в разные стороны, то и формирующиеся в них планеты наследуют противоположные угловые моменты. Теоретически это означает, что вокруг одной и той же звезды могут существовать планеты, обращающиеся в разных направлениях. Даже если полного разворота орбит не происходит, взаимодействие между двумя областями диска способно создавать очень большие наклоны орбит относительно экватора звезды или относительно других планет системы.

Такой механизм помогает объяснить загадочные особенности многих экзопланетных систем. Уже несколько лет астрономы обнаруживают миры с необычайно высокими обликвитетами, когда плоскость орбиты резко отличается от направления вращения самой звезды. Одним из наиболее известных примеров считается система HD 3167. В ней внутренняя планета с ультракоротким периодом обращения движется практически в плоскости звёздного экватора, тогда как внешние планеты располагаются почти под прямым углом к этой плоскости. Долгое время происхождение такой необычной архитектуры оставалось загадкой.

Новая гипотеза предлагает убедительное объяснение. После формирования

двойного диска начинается процесс фотодиссипации, при котором интенсивное излучение молодой звезды постепенно испаряет окружающий газ. Когда масса диска уменьшается, его внутренняя и внешняя части начинают прецессировать независимо друг от друга. Планеты, уже сформировавшиеся в этих областях, оказываются словно «зафиксированными» на своих новых орбитах, сохраняя большие наклоны даже после полного исчезновения газового диска.

Интересно, что подобный механизм может объяснить не только отдельные экзотические системы. Исследования показывают, что значительная доля планет ультракороткого периода может иметь далёких массивных газовых гигантов, способных усиливать подобные динамические процессы. Это означает, что необычная архитектура планетных систем может быть не редким исключением, а вполне естественным следствием сложной эволюции протопланетного вещества.

Открытие заставляет по-новому взглянуть и на наше место во Вселенной. Мы привыкли воспринимать Солнечную систему как эталон, где все планеты движутся почти в одной плоскости и вращаются в одном направлении. Но оказывается, подобная упорядоченность может быть лишь одним из множества возможных вариантов. В масштабах Галактики молодые звёзды постоянно взаимодействуют с окружающими газовыми облаками, переживают столкновения, захваты вещества и сложные динамические перестройки. То, что кажется хаосом, на самом деле подчиняется строгим законам гидродинамики и гравитации, просто эти законы проявляются значительно сложнее, чем предполагали первые модели планетообразования.

Открытие механизма формирования протопланетных дисков с противоположным вращением — это не просто уточнение существующих теорий, а серьёзный шаг к новому пониманию рождения планетных систем. Оно показывает, что планеты могут формироваться в гораздо более экстремальных и запутанных условиях, чем считалось раньше, а многие наблюдаемые аномалии, высокие наклоны орбит, ретроградное движение планет, разрывы в протопланетных дисках, могут быть следствием не редких космических катастроф, а вполне естественной эволюции вещества вокруг молодых звёзд. Главный вывод этой истории заключается в том, что Солнечная система, возможно, вовсе не является универсальным образцом. Она представляет лишь один из многочисленных сценариев, тогда как сама Вселенная вновь демонстрирует удивительное разнообразие и оказывается гораздо сложнее и неожиданнее, чем мы представляли ещё совсем недавно.