

КОСМИЧЕСКИЙ ОБЗОР

ПДД в кольце Сатурна

Текст Комментарии

— 25.12.08 10:31 —

ТЕКСТ: АРТЁМ ТУНЦОВ

ФОТО: NASA/JPL/SPACE SCIENCE INSTITUTE



У многих колец Сатурна невероятно четкие края – при ширине «трека» в десятки тысяч км «обочина» простирается лишь на 10 м. Объяснение довольно просто: частицы, движущиеся по кольцу, четко соблюдают порядок перестроения из ряда в ряд и практически не сталкиваются, несмотря на очень плотный «трафик».

Планета Сатурн – любимое зрелище как заядлых любителей астрономии, так и всех, у кого в руках оказывается телескоп. Причина – удивительная система колец, равной которой нет во всей Солнечной системе. Их можно заметить даже в скромный бинокль, а в хороший любительский телескоп планета предстаёт окольцованной целой системой колец, в которой тренированный глаз может разглядеть пару щелей и необычные вариации яркости от кольца к кольцу. Профессионалы насчитывают, по меньшей мере, семь, а то и больше десятка колец, объединяющих десятки узеньких «колечек», рассмотреть которые удалось лишь с помощью межпланетных станций.

У спутника Сатурна есть свои спутники и кольца

Ничего подобного астрономы ещё не знали. Если верить приборам аппарата Cassini, у Реи – спутника окольцованной планеты Сатурн – есть собственная система колец. И выглядит она так, как...

Кольца Сатурна заметил ещё Галилео Галилей; правда, разрешение его телескопа не позволило разглядеть в них собственно кольца, и вместо сообщения об открытии колец великий итальянский астроном опубликовал анаграмму о наблюдении Сатурна «тройным». Собственно, кольца открыли итальянец Джакомо Кассини и голландец Кристиан Гюйгенс ближе к середине XVII века, и именно их именами была названа самая успешная совместная миссия европейского и американского космических агентств к шестой планете. Зонд Huygens с тех пор уже успел опуститься на поверхность крупнейшего спутника Сатурна – Титана, а станция Cassini продолжает обращаться вокруг планеты и радовать астрономов всё новыми данными о строении этой удивительной системы.

Сейчас мы знаем, что кольца – это тонкие системы из мириад частиц, от крохотных песчинок до утёсов размером в десятки метров, обращающихся вокруг Сатурна под действием его притяжения. Состоят они почти целиком из льда, и лишь выбросы различных спутников планеты покрывают поверхность этих частиц разными дополнительными примесями. Расстояния между частицами в ярких и мощных кольцах измеряются метрами, толщина колец – десятками метров.

Одна из загадок колец Сатурна, которая до сих пор не решена, – очень чёткие границы каждого кольца.

Если приглядеться, окажется, что кольца не идеально круглые, а обладают довольно сложной формой, однако гладких кривых, которые описывают эти

формы, границы колец держатся с невероятной точностью. При ширине в десятки и диаметре порядка сотни тысяч километров кольца обрываются, резко сходят на нет на масштабах нескольких метров. Это всё равно, что вырезать из тончайшей бумаги кольцо диаметром метр с точностью до десятых долей микрона.

Кольца Сатурна почти закрылись и не будут казаться тоньше в ближайшие 30 лет. Двигаясь вокруг Солнца вдесятеро дальше, чем Земля, Сатурн регулярно, с периодом около 30 лет, поворачивается к Земле то одной, то другой стороной своих...

обочину трека, а сам он должен очень быстро расплываться; такой процесс физики называют диффузией.

Астрофизик Дмитрий Шепелянский из французского Университета Тулузы и его коллеги предложили объяснение этому феномену на примере кольца В Сатурна. По их мнению,

Вместе с тем, частицы в кольце движутся не точно по кругу, а по сложным траекториям, на которых расстояние от частиц до планеты постоянно меняется. Такая картина больше напоминает движение по московскому Садовому кольцу с непрерывным перестроением машин из ряда в ряд. Крайний правый и крайний левый ряды для каждой из частиц кольца – это не внутренняя и внешняя его границы, однако амплитуда радиальных колебаний куда больше общей ширины многочисленных полос земных дорог.

При расстояниях между частицами всего в несколько метров, орбитальными скоростями в тысячи км/час и отсутствием какой-либо системы предупреждения «аварий» столкновения должны бы происходить по сотне раз за каждый круг вокруг планеты. Это, казалось бы, должно было неизбежно выносить участников заезда на

расплывания границы не происходит потому, что «участники заезда» практически не сталкиваются друг с другом.

Избежать аварий помогает та же стратегия, что работает и на земных дорогах – частицы чётко соблюдают «правила движения», перестраиваясь из ряда в ряд синхронно друг с другом. Работа учёных должна быть опубликована в одном из будущих номеров Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, однако с ней уже сейчас **можно ознакомиться** в коллекции электронных препринтов Корнельского университета.

Для кольца В учёные нашли и «регулирующего движения» – это спутник Сатурна Мимас. Это с его движением синхронизированы перемещения булжников по радиусу, но вместо полосатой палочки перестроением дирижирует гравитационное поле спутника.

Тот факт, что именно крупные спутники каким-то образом формируют границы колец, стал ясен уже давно. Слишком уж часто периоды обращения первых оказываются в каком-нибудь резонансе с характерными временными масштабами движения частиц в последних. За это многие спутники, особенно движущиеся в щелях между кольцами, даже получили прозвище «пастухов». Однако конкретный механизм «выпаса» астрономы до сих пор активно обсуждают.

По расчётам Шепелянского и его коллег, в резонанс с движением Мимаса входят именно радиальные перемещения частиц кольца – «перестроения из ряда в ряд». Возникает резонанс 2:1 – за один оборот Мимаса частицы успевают провести циклы перестроения из «крайнего левого» в «крайний правый ряд» и обратно два раза; при этом синхронность периодов на краю кольца поддерживается с точностью в 0,001–0,01%.

Слизь помнит, как её учили
Слизистая плесень способна запоминать, чему её учили, забывать уроки и восстанавливать память о них при напоминании. Японские учёные не только увидели это в эксперименте, но и построили модель...

километров, мы видим резкие обрывы шириной всего в несколько десятков метров.

Учёные провели подробное математическое моделирование, показавшее, что периодические «толчки» за счёт притяжения Мимаса способны очень быстро согласовать фазы таких перестроений с орбитальной фазой самого спутника. Причём такое согласование быстро распространяется на расстояния в несколько тысяч километров внутри кольца.

Это тотчас снижает частоту столкновений (а значит, и скорость размывания границ) в десятки тысяч раз.

И вместо расплывчатых краёв, плотность которых уменьшается до нуля на масштабах в сотни и тысячи километров, мы видим резкие обрывы шириной всего в несколько десятков метров.

Хотя расчёты проводились с параметрами, характерными для внешнего края кольца В и спутника Мимас, учёные уверены, что подобный механизм может работать и для других колец. Например, внешний край кольца А «пасёт» спутник Янус, частота движения которого находится с частотой перестроения частиц кольца в резонансе 6:7.

Шепелянский и его коллеги намекнули и на способ экспериментальной проверки их теории. Уравнения, которые они решали в памяти компьютера, не сильно изменятся, если взять вместо булыжников заряженные частицы, а вместо сил гравитации – электрические силы. И, согласно расчётам, периодические импульсы электрического поля смогут вскоре значительно снизить частоту столкновения между частицами за счёт синхронизации фазы их движения. Не исключено, что скоро исследовать кольца замечательной планеты-гиганта учёные будут не по фотографиям с межпланетных станций, а в криогенных лабораториях.