

Игорь Харичев

Вести из Солнечной СИСТЕМЫ



Вести из давнего прошлого

Группа ученых, в которую входили сотрудники Университета Монаша (Австралия), пыталась объяснить наличие в некоторых метеоритах, возраст которых составляет миллиарды лет, радиоактивных изотопов. Прежде считалось, что данные объекты сохранились со времени образования первых тел Солнечной системы, а радиоактивные материалы попали в нашу систему в результате взрыва расположенной неподалеку сверхновой.

Опираясь на результаты наблюдений за протопланетными дисками звезд и применив компьютерное моделирование, участники исследования установили, что радиоактивные материалы могли попасть в зарождающую Солнечную систему в результате воздействия умирающей звезды, находившейся в относительной близости от Солнца. Масса подобного объекта должна составлять около 6,5 солнечных. Проблема в том, что

астрономам не известна звезда, которая могла бы подойти на роль «наполнителя» Солнечной системы радиоактивными материалами. Ученые планируют заняться поиском подходящего кандидата.

Необходимо отметить, что в теории эволюции Солнечной системы по сей день остается много не проясненных моментов. Лишь недавно ученые смогли объяснить присутствие в древних кометах кристаллических материалов. Данный факт беспокоил астрономов, поскольку считается, что газопылевой диск состоял преимущественно из аморфных, то есть не обладающих кристаллической решеткой материалов. Выяснилось, что кристаллические материалы являются следами выбросов молодого Солнца.

Вести с Венеры

Европейское космическое агентство опубликовало карту южного полушария Венеры. Карта составлена по

данным наблюдений планеты, следственным космическим аппаратом Venus Express в период между маем 2006 года и декабрем 2007 года. Их обработка потребовала немало времени. Для наблюдения использовался инструмент VIRTIS, работающий в инфракрасном диапазоне, в котором электромагнитное излучение поверхности планеты может преодолеть плотную венерианскую атмосферу и достигать датчиков аппарата.

Исследование позволило установить, что в южном полушарии присутствуют регионы, состоявшие из старой породы более светлого цвета. На Земле подобные породы — это различные виды гранита, который представляет собой основной «строительный материал» континентов: как известно, гранит слагает материковую кору; под морским дном кора образована преимущественно базальтами. По мнению исследователей, новые результаты указывают на то, что в прошлом на Венере могли быть настоящие океаны воды. И располагались они между нынешними высокими плато, которые раньше были континентами.

Если плато действительно сложены из гранита, то это говорит о наличии в прошлом тех же процессов, которые привели на Земле к появлению континентов и океанов. Какое-то время на Венере могли бы быть и океаны, и подвижная кора с высокой вулканической активностью. Вместе с тем, ученым пока что не удалось обнаружить подобную активность на Венере. Дело в том, что наблюдения в инфракрасном диапазоне очень чувствительны к изменениям температуры. Однако Venus Express обнаружил вариации поверхностной температуры в 3 — 20 градусов по Цельсию, что заметно меньше ожидаемой вариации в случае выбросов на поверхность горячей лавы. Что касается состава пород, единственный способ определить его — посадить на планету космический аппарат.

Совсем недавно исследователи выяснили, что атмосфера на ночной стороне Венеры также светится в инфра-

красном диапазоне. Тогда ученые установили, что причиной свечения является рекомбинация ионов, образовавшихся из-за воздействия Солнца, в верхних слоях атмосферы планеты.

Космический аппарат Venus Express позволил провести еще одно важное исследование. С его помощью международная команда ученых из Института по изучению Солнечной системы имени Макса Планка (Германия) исследовала строение атмосферы Венеры и динамические процессы, протекающие в ней. Исследователи сравнивали изображения планеты, полученные в разных диапазонах длин волн.

Давно было известно, что в ультрафиолетовом диапазоне на изображениях Венеры проявляются контрастные зоны. Они возникают из-за неоднородного распределения в атмосфере некоего вещества, которое поглощает излучение. При сопоставлении этих данных с измерениями в инфракрасной области спектра выяснилось, что темные участки, которые находятся в районе экватора, нагреваются сильнее, и неизвестное вещество путем конвекции поднимается вверх. На светлых участках температура, напротив, достигает минимума на верхней границе облачности, таким образом, сдерживается вертикальное перемешивание атмосферы.

Высоту верхней границы облачности также позволили оценить наблюдения в инфракрасном спектре. По словам ученых, эта высота в средних широтах примерно одинакова для темных и светлых участков и равна 72 километрам. При приближении к полюсу эта граница начинает плавно снижаться, достигая минимума в 64 километра. При этом над самим полюсом образуется воронка.

Теперь ученые собираются определить химический состав вещества, из-за которого на изображениях в ультрафиолетовом спектре появляются контрастные участки.

Вести с Юпитера и Сатурна

Ученым из Университета Иллинойса (США) удалось определить усло-

вия, при которых на планетах-гигантах Юпитере и Сатурне начинается гелиевый дождь.

Планеты-гиганты состоят преимущественно из гелия и водорода. Изучение взаимодействия этих двух веществ при высоких температуре и давлении необходимо для понимания процессов, происходящих внутри гигантов. Однако условия, аналогичные тем, что имеют место внутри Юпитера и Сатурна, очень сложно получить в лаборатории. Поэтому основным методом изучения взаимодействия гелия и водорода является компьютерная симуляция, учитывающая законы термодинамики. Именно при помощи моделирования на суперкомпьютере участники исследования изучали, что происходит со смесью гелия и водорода при температурах в пределах от четырех до десяти тысяч градусов по Цельсию.

Ученым удалось установить, что с ростом давления гелий и водород в этой смеси разделяются, то есть перестают смешиваться. При этом гелий может образовывать капли, которые падают в направлении центра планеты. (Стоит напомнить, что у газовых гигантов отсутствует, как таковая, поверхность, поэтому атмосферные процессы, строго говоря, происходят внутри этих планет.) Более того, результаты компьютерного моделирования показывают, что гелий и водород разделены в большей части планет. Эти данные противоречат существующим теориям формирования и эволюции газовых гигантов, однако хорошо согласуются с результатами наблюдений.

Гелиевый дождь может иметь отношение к другой загадке газовых гигантов. Известно, что они излучают тепла больше, чем получают от Солнца. По мнению исследователей, падение капель в направлении центра планеты приводит к высвобождению дополнительной энергии, которая и отвечает за избыток излучаемого тепла.

Помимо компьютерных симуляций продолжаются и обычные исследования газовых гигантов, причем занимают ими не только профессио-

нальные астрономы. Так, астроном-любитель Энтони Уизли обнаружил в южном полушарии Юпитера черное пятно, аналогичное тому, которое образовалось после столкновения кометы Шумейкеров—Леви с газовым гигантом в 1994 году. Сначала Уизли подумал, что перед ним один из спутников Юпитера на фоне диска основной планеты. Однако положение пятна не совпадало с положением какой-либо из лун Юпитера на момент наблюдения. Более того, расположение лун и форма пятна показали, что оно не могло быть и тенью одной из лун. То есть пятно реально расположено на диске планеты и связано с неизвестным пока процессом.

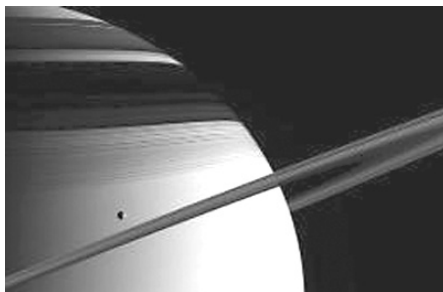
Однако многие астрономы не согласны с подобной трактовкой черного пятна. По их мнению, оно может быть просто результатом очередного изменения погоды на газовом гиганте. Например, одна из самых известных деталей Юпитера — красное пятно — является на самом деле крупным штормом, который бушует в верхних слоях атмосферы планеты последние несколько сотен лет. Чтобы однозначно выяснить природу новых пятен, необходимы длительные систематические наблюдения газового гиганта. В частности, при помощи специальной программы должны быть вычислены местоположения пятна на ближайшие несколько дней, чтобы каждый желающий мог попробовать участвовать в наблюдении за новым объектом.

Вести с Титана

В № 4 за 2008 год уже рассказывалось об интересных результатах исследования этого спутника Сатурна. И вот новая информация: на Титане имеются сезонные, то есть регулярно пересыхающие озера из жидких метана и этана. К такому выводу привел ученых анализ снимков, сделанных космическим аппаратом «Кассини». В рамках исследования изучались фотографии южного полюса Титана, сделанные в течение года. На более поздних снимках ученым удалось об-

наружить озеро, которого не было на более ранних фотографиях.

На ряде снимков можно увидеть большое количество низких плотных облаков в районе будущего озера. Ученые полагают, что это фактически метановые тучи — источники дождей из жидких углеводородов. По мнению специалистов, именно эти дожди регулярно порождают озера. Кстати, предположение о том, что на спутнике Сатурна могут быть осадки из жидких углеводородов, было сделано еще



в 2005 году по результатам работы спускаемого аппарата «Гюйгенс». В свою очередь, подтверждение существования озер жидких метана и этана на поверхности Титана было получено в июле 2008 года, когда ученые проанализировали инфракрасное излучение темных образований в районе южного полюса Титана.

Результаты исследований указывают на то, что в атмосфере спутника Сатурна происходит множество достаточно сложных погодных явлений, которые оказывают влияние на формирование рельефа планеты. По утверждению ученых, есть аналогия с нашей Землей: если заменить воду на метан, на углеводороды, мы получим то, что наблюдаем на Титане.

Стоит напомнить, что «Кассини» был запущен в 1997 году Европейским космическим агентством, НАСА и Космическим агентством Италии для изучения Титана и колец Сатурна. Аппарат летел к месту назначения 7 лет. Поэтому новые сведения ученые начали получать сравнительно недавно. Одно из первых открытий, которое сделали американские ученые — наличие углеводородов на Титане, преж-

де всего морей и озер из метана и этана. (В частности, одной из целей для изучения во время последнего сближения аппарата со спутником Сатурна, которое состоялось 27 марта 2009 года, стало озеро углеводородов Ontario Lacus). Есть на спутнике Сатурна и много сложной органики в твердом состоянии. А вот нефти в привычном понимании нет, поскольку нет так называемых «длинных» предельных углеводородов.

Еще одно интересное исследование, проведенное специалистами НАСА, — получение с помощью «Кассини» данных, свидетельствующих в пользу выдвинутой ранее гипотезы о наличии на поверхности Титана криовулканов, извергающих вместо расплавленной магмы жидкий аммиак и метан. Сопоставление изображений нескольких областей поверхности, сделанных при помощи радара в 2006-м и 2008 годах, свидетельствует об активных геологических процессах на берегу метанового моря. Заметно, что структура этих областей изменилась со временем. Но атмосферные процессы не могли оказать такого воздействия, значит причина изменений поверхности лежит под нею.

Обнаруженные учеными изменения яркости прибрежных участков хорошо объясняются гипотезой криовулканов. Приливные силы, аналогичные действующим на земные океаны, деформируют кору Титана, и этот процесс приводит к выделению тепла, достаточного для разогрева внутренних слоев с последующим прорывом жидкости на поверхность. По словам Розали Лопес, руководителя группы радарных исследований «Кассини» и признанного специалиста по внеземному вулканизму, эти извержения по земным меркам чрезвычайно холодны.

Криовулканизм, помимо прочего, — одно из наиболее удачных объяснений ряда явлений в атмосфере Титана. Согласно расчетам ученых, из-за сравнительно слабого, в семь раз меньше земного, гравитационного поля, Титан должен был потерять значительную часть своей атмосферы. Но

тот факт, что давление на поверхности в полтора раза выше земного, указывает на наличие внутреннего источника атмосферных газов, прежде всего метана.

Другим альтернативным объяснением зафиксированных радарными изменениями является соскальзывание ледяных пород на берегу из-за метановой смазки, вызвавшей смещение блоков под действием силы тяжести. Так ли это на самом деле, ученые планируют проверить на основании новых данных, полученных с помощью «Кассини». Дальнейшее изучение криовулканизма, вероятно, поможет и в изучении гипотетического океана, расположенного под поверхностью Титана.

Вести с Луны

Американские астрофизики из Массачусеттского технологического института разгадали давнюю загадку магнитного поля Луны. Новое исследование исходит из того, что у нашего естественного спутника есть ядро, чрезвычайно похожее на земное. Ученые напоминают, что до миссии американских «Аполлонов» считалось, что Луна — это просто большой камень, своего рода реликт Солнечной системы, который никогда не смог бы сформировать собственное ядро. Образцы лунных пород, доставленные в 60-х — 70-х годах миссиями «Аполлонов», удивили специалистов, так как предполагалось, что в условиях слабого лунного притяжения породы должны быть другими.

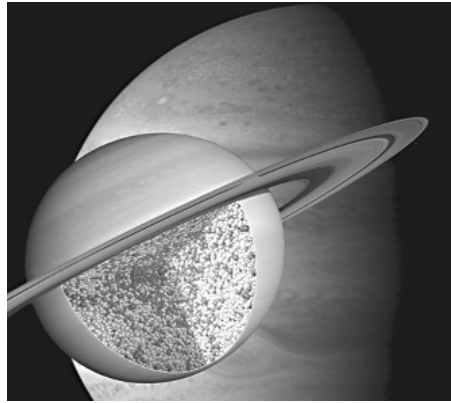
Вслед за тем в научном мире возникли две конкурирующие научные теории. Согласно первой, вся нынешняя поверхность Луны получила свой нынешний вид под воздействием бомбардировок метеоритов, вторая теория утверждает, что лунный ландшафт — отражение процессов, происходящих внутри космического тела.

Новые исследования показали, что многие из образцов лунной породы, привезенной на Землю аппаратами более 30 лет назад, никогда не подвергались воздействию метеоритов, по-

этому их формирование — это следствие тектонических процессов в ядре и верхних слоях Луны.

Авторы нового исследования утверждают, что в центре Луны находится крупное ядро из расплавленного железа. По заявлению участника работы Яна Гэррик-Бэтелла, появляется все больше доказательств того, что внутренние структуры Луны имеют массивное жидкое ядро.

Исследователи из Массачусетса строят свои выводы на данных о маг-



нитном поле Луны, а также на лунных породах, точнее, их «термальной истории». На основе наблюдений и анализа прошлых результатов исследований ученые определили, что большинство лунных пород за последние 4,2 миллиарда лет значительно нагревались и остывали лишь дважды. Каждый из этих периодов нагревания и последующего остывания не мог быть вызван даже очень сильной атакой метеоритов. Кроме того, за тот же срок магнитное поле Луны значительно не менялось, несмотря на то, что перестройка внешней поверхности происходила много раз.

Все эти результаты говорят лишь об одном — внутри нашего естественного спутника находится ядро, которое постоянно отвечает и за магнитное поле нашей соседки, и за редкие, но значительные температурные перепады.

А вот японский лунный зонд «Кагуя» позволил обнаружить гравитационные аномалии на обратной стороне

Луны, а также составить подробную топографическую карту ее поверхности с ранее неизвестными областями южного и северного полюсов. (Аппарат, запущенный 14 сентября 2007 года, 4 октября был выведен на лунную орбиту.) Топографическая карта, авторами которой стал Хироши Араки из Национальной астрономической обсерватории Японии и его коллеги из Японии, США и Германии, первая в своем роде, так как описывает поверхность спутника от полюса до полюса как на видимой стороне Луны, так и на теневой ее части. Карта с разрешением в 15 километров составлена при помощи двух субспутников: первый из них, «Окина», измеряет скорость полета «Кагуи», а второй субзонд, «Оуна», позволяет с высокой точностью измерить положение всех аппаратов.

Новые подробности истории столкновений Луны с большими и малыми небесными телами открылись группе авторов во главе с Нориюки Намики из Университета Киушю. Кроме кратеров, эти столкновения в период активного вулканизма оставили следы и под поверхностью Луны. Разглядеть их оказалось возможно только при исследовании структуры ее гравитационного поля.

Удалось также выяснить, что наиболее высокая точка Луны находится на краю кратера Дирихле—Джексона близ экватора и возвышается над остальной поверхностью на 11 километров. Наиболее глубокая впадина на Луне — дно кратера Антониади около южного полюса, утопленного на девять километров в глубь лунной поверхности.

Используя вновь полученные данные о степени неровности видимой и теневой сторон Луны, Акари и его коллеги смогли рассчитать жесткость лунной поверхности, в течение миллионов лет бомбардируемой кометами, астероидами и метеоритами. Из этих расчетов следует, что в настоящее время воды на Луне, разумеется, в форме льда, очень мало, и, вероятно, мало было всегда не только на поверхности, но и под грунтом. Если бы во-

да когда-то в прошлом текла где-то под поверхностью Луны, ее кора, по мнению ученых, была бы относительно податливой. Однако в действительности это не так.

Следует отметить, что поверхность Земли гораздо более гибка: она поднимается или, наоборот, опускается под действием перемещения вод — рек, морей и океанов.

Эти выводы, по мнению авторов, позволяют ученым в дальнейшем сле-

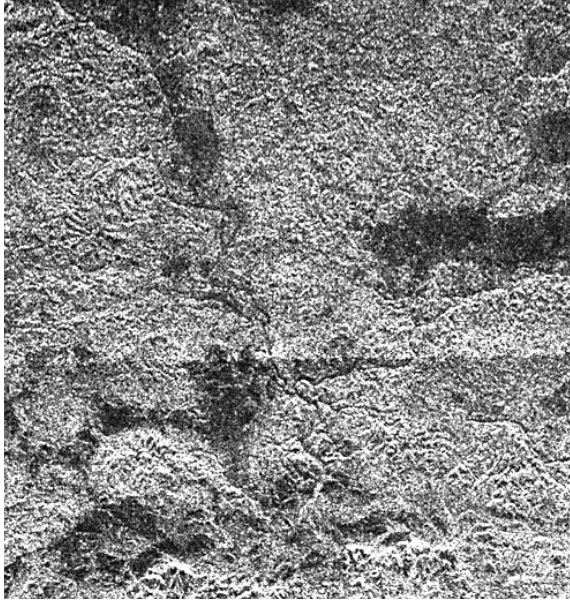


довать аналогичные заключения относительно наличия влаги на других планетах.

Группа Намики, в свою очередь, обнаружила на теневой стороне Луны отрицательные гравитационные аномалии в форме колец, внутри которых часто удавалось распознать небольшие по размерам положительные аномалии. До сих пор остается открытым вопрос о происхождении этих положительных аномалий. Они могут быть кратерами, заполненными вулканическими базальтами, или застывшими мантийными породами, поднятыми в результате столкновения к поверхности. Аналогичные кольцевые, однако, положительные, аномалии были в прошлом обнаружены на видимой стороне Луны. Отрицательные коль-

цевые гравитационные аномалии Намики связывает с менее плотными породами.

Как и группа Араки, Намики и коллеги отмечают большую твердость теневой стороны по сравнению с относительно мягкой видимой. По мнению ученых из обеих научных групп, такую разницу в свойствах видимой и теневой сторон Луны можно объяснить изначально более холодными условиями формирования кратеров, чем это счи-



талось прежде, иными словами, обратная сторона Луны долгое время была холоднее той, что повернута к Земле. Тем не менее что вызвало такую разницу плотностей, ученые объяснить не могут.

Интересно, что 10 июня прошлого года спутник «Кагуя» завершил свою миссию, врезавшись в поверхность Луны. Изучение возникших при этом выбросов должно помочь лучше понять строение и происхождение спутника Земли.

Падение на Луну раньше уже становилось финальной стадией миссии других спутников. Так, в начале 2009 года в Луну врезался упоминавшийся выше зонд «Окина».

Самое последнее падение, причем двойное, состоялось 9 октября 2009 го-

да. Сначала о поверхность земного спутника ударились верхняя ступень ракеты-носителя зонда Centaur. Ступень упала точно внутрь кратера Кабеус (Cabeus) со скоростью 2,5 километра в секунду. В результате удара из кратера, имеющего около 100 километров в поперечнике и глубину порядка 4 километров, была выброшена находившаяся в жерле пыль. Состав пыли изучали дистанционно находящиеся на окололунных орбитах космические аппараты, в том числе зонд LCROSS (спутник для изучения и зондирования лунных кратеров), который спустя 4 минуты сам врезался в лунную поверхность.

Зонд LCROSS вместе со своим напарником, аппаратом LRO, был запущен НАСА 19 июня 2009 года. В задачи аппаратов входило изучение и съемка поверхности Луны, а также поиск залежей воды. В поднявшемся облаке пыли ученые рассчитывали обнаружить следы водяного льда. После того как с помощью сразу нескольких аппаратов удалось подтвердить, что на поверхности Луны есть вода, астрономам захотелось ознакомиться с содержимым внутренностей лунных кратеров. Кстати, место удара выбиралось в соответствии с данными российского нейтронного детектора LEND, созданного в Институте космических исследований РАН. LEND находился на борту спутника NASA. Обработка полученных результатов потребовала более месяца. В середине ноября НАСА победно сообщило: вода в лунном кратере Кабеус есть! Как заявили исследователи, существует множество доказательств того, что вода присутствует как в выбросе, поднявшемся под прямым углом в результате падения ракеты, так и в частицах, выброшенных под более тупым углом.

Использованы сообщения Европейского космического агентства, НАСА, а также публикации в журналах Meteoritic and Planetary Science, Proceedings of the National Academy of Science, Geophysical Research Letters, New Scientist, Science.