

В. Самойлов

ЕСТЬ ЛИ ЖИЗНЬ НА ЭНЦЕЛАДЕ?

26 марта 2008 г. американское космическое агентство НАСА представило подробности наиболее детального из всех проводившихся на тот момент облетов спутника Сатурна Энцелада. Американская АМС (автоматическая межпланетная станция) «Кассини» (Cassini) 12 марта пролетела всего в 50 км от поверхности Южного полюса Энцелада. «Кассини» заканчивает четвертый год работы в системе Сатурна, и за это время она принесла немало сенсаций, в том числе и касающихся загадочного Энцелада.

Энцелад уже на протяжении многих лет вызывает у ученых массу вопросов, так как при относительной компактности этой луны Сатурна Энцелад настолько геологически активен, что постоянно выбрасывает горячий водяной пар, который выходит с поверхности спутника с такой силой, что столбы воды достигают орбиты Энцелада.

В результате последнего облета этого загадочного космического тела выяснилось, что температура выбрасываемого пара существенно выше, чем считалось ранее. Кроме того, «Кассини» составил новую температурную карту южного полюса поверхности спутника. По словам НАСА, «Кассини» подтвердил, что пар выбрасывается из четырех трещин, расположенных в одном и том же направлении.

Сами выбрасываемые струи, как выяснилось в процессе исследований, содержат органические соединения, которые зачастую обнаруживаются в составе различных комет. Специалисты НАСА говорят, что сами по себе струи никак не задели и не повредили космический зонд.

«Полной неожиданностью оказалось то, что химические соединения, присутствующие внутри Энцелада, очень сильно напоминают структуру комет», — говорит Хантер Уэйт, один из координаторов миссии Кассини. «Это открытие поднимает множество вопросов о формировании самого Сатурна и всех его 60 спутников».

При этом Энцелад — это отнюдь не комета. Если у комет активность стимулируется Солнцем (то есть когда они к нему подлетают, то от повышения температуры становятся более активными), то у Энцелада тепло генерируется внутри, глубоко в недрах. Процесс образования гейзеров на Энцеладе отдаленно напоминает создание газированной воды.

Также «Кассини» выяснил, что плотность паров Энцелада гораздо выше плотности летучих газов и чистого водяного пара. Более того, ученые и раньше полагали, что выбросы Энцелада довольно плотные по своему составу, однако их фактическая плотность в 20 раз превзошла все прогнозы.

Помимо этого выяснилось, что трещины, из которых происходят периодические извержения, сами по себе являются гораздо более теплыми, чем все остальные части Энцелада. Если в среднем на Энцеладе температура составляет около минус 128 градусов, то температура разломов составляет минус 90 градусов — разница, таким образом, составляет почти 40 градусов. По мнению ученых, разница температур объясняется близостью горячей воды в разломах.

Виток	Дата	Спутник	Высота, км	Скорость, км/с
74	30.06.2008	Энцелад	83783	21.119
80	11.08.2008	Энцелад	25	17.734
80	11.08.2008	Мимас	81449	19.104
85	17.09.2008	Мимас	57861	18.366
87	02.10.2008	Тетфия	78213	17.644
88	09.10.2008	Энцелад	25	17.735
90	24.10.2008	Мимас	57825	18.284
91	31.10.2008	Энцелад	2028	17.698
92	08.11.2008	Энцелад	64237	16.910
93	16.11.2008	Тетфия	42036	15.900
94	24.11.2008	Тетфия	43562	15.215
102	02.02.2009	Рея	84106	10.415
114	11.07.2009	Диона	75157	9.214
115	26.07.2009	Тетфия	58942	9.565
119	13.10.2009	Рея	41468	9.015
119	14.10.2009	Мимас	41911	7.652
119	14.10.2009	Тетфия	83544	11.866
120	02.11.2009	Энцелад	103	7.721
121	21.11.2009	Энцелад	1811	7.718
121	21.11.2009	Рея	26593	8.761
123	26.12.2009	Тетфия	58374	11.975
125	27.01.2010	Диона	46805	8.613
126	13.02.2010	Мимас	9735	5.833
127	02.03.2010	Рея	100	8.574
129	07.04.2010	Диона	500	8.368
129	07.04.2010	Мимас	97380	10.346
129	07.04.2010	Тетфия	70854	6.376
130	28.04.2010	Энцелад	103	6.514
131	18.05.2010	Энцелад	251	6.531
132	03.06.2010	Тетфия	52519	9.643
132	03.06.2010	Рея	69366	7.988

Встречи с малыми спутниками в графике полета АМС Cassini на 2008—2010 гг.

1 февраля 2007 г. в штаб-квартире NASA приняли решение о продлении миссии Cassini на два года — до 30 июня 2010 г. включительно, чего так страстно желали ученые с момента прибытия станции к Сатурну. Основная задача продленной миссии — исследование малых спутников Сатурна. За двухлетний дополнительный период аппарат сделает еще 60 витков вокруг планеты и осуществит девять пролетов Энцелада, восемь — Тетфии (Тетис), шесть — Мимаса, пять — Реи и три — Дионы

«Кассини-Гюйгенс» (Cassini-Huygens) в системе Сатурна (основные этапы)

- 21:10 (EDT, восточное поясное время), 30 июня 2004 года** — поворот антенны космического корабля (с тем, чтобы экранировать аппарат от космической пыли в тот момент, когда он пересекает плоскость колец Сатурна).
- 22:36, 30 июня 2004 года** — запуск двигателя для торможения космического корабля и перехода на вытянутую эллиптическую орбиту. Двигатель работал приблизительно 96 минут.
- 23:54, 30 июня 2004 года** — «Кассини» захвачен гравитацией Сатурна и вышел на заданную орбиту.
- 12:03, 1 июля 2004 года** — наиболее близкий подход к Сатурну за все время экспедиции — 19 980 километров от вершин облачности Сатурна.
- 12:12 — 12:22, 1 июля 2004 года** — окончание работы двигателя.
- 12:35, 1 июля 2004 года** — космический корабль начал съемку колец Сатурна.
- 26 октября 2004 года** — начало экспедиции к Титану.
- 25 декабря 2004 года** — отделение зонда «Гюйгенс» от «Кассини».
- 14 января 2005 года** — спуск «Гюйгенса» в атмосферу Титана (начало спуска — 5 часов утра (EST)).
- 1 августа 2005 года** — сближение со спутником Сатурна Мимасом.
- 23 сентября 2005 года** — сближение с Тетфией.
- 25 сентября 2005 года** — сближение с Гиперионом.
- 10 октября 2005 года** — сближение с Дионой.
- 25 ноября 2005 года** — сближение с Реей.
- 3 декабря 2007 года** — сближение со спутником Сатурна Эпиметеем.

«На Энцеладе есть тепло, вода и органические и химические соединения, необходимые для жизни. Фактически в наших руках есть рецепт жизни, осталось лишь найти ее саму», — говорит Деннис Мэтсон, астроном НАСА.

Итак, один из самых геологически активных объектов Солнечной системы — Энцелад — может являться тем местом, где есть все необходимые условия для возникновения примитивных форм жизни. Именно таков главный вывод, к которому пришли ученые после обработки и осмысления научной информации, переданной на Землю «Кассини». Но мы несколько забежали вперед...

Начало больших открытий

Энцелад, как и самый крупный спутник Сатурна — Титан, давно вызывает неподдельный интерес у планетологов. Еще в эпоху «Вояджеров» (Voyager), которые в начале 1980-х годов провели первые съемки этой ледяной луны, ученые начали подозревать, что Энцелад геологически активен и даже является источником вещества для кольца E Сатурна. А с началом исследований станции Cassini в системе Сатурна стало совершенно ясно, что Энцелад устроен намного сложнее и таит в себе гораздо больше тайн, чем предполагалось ранее.

К настоящему моменту станция осуществила уже несколько близких пролетов Энцелада, и они уже принесли ученым много интересных открытий. О самом «тесном» и поэтому самом сенсационном мы уже рассказали в начале статьи. Первые же два целевых пролета были выполнены 17 февраля и 9 марта 2005 г. на высотах 1172 и 497 км соответственно. Детальная съемка спутника показала, что его поверхность очень разнообразна: там есть равнины, загадочные «морщины» и очень мало кратеров, а поверхность состоит из практически чистого водяного льда. Кроме этого, у Энцелада была обнаружена довольно протяженная атмосфера, что поставило его в ряд с единственным имеющим атмосферу спутником в Солнечной системе — Титаном.

1 февраля 2007 г. в штаб-квартире NASA приняли решение о продлении миссии Cassini на два года — до 30 июня 2010 г. включительно, чего так страстно желали ученые с момента прибытия станции к Сатурну. Основная задача продленной миссии — исследование малых спутников Сатурна. За двухлетний дополнительный период аппарат сделает еще 60 витков вокруг планеты и осуществит девять пролетов Энцелада, восемь — Тетфии (Тетис), шесть — Мимаса, пять — Реи и три — Дионы.

14 июля 2005 г. станция Cassini в третий раз встретилась с Энцеладом и прошла на высоте всего 168 км над его поверхностью. В ходе этого пролета аппарату удалось впервые обнаружить гейзеры Энцелада — выбросы частиц льда и водяного пара из южной полярной области спутника. Именно тогда давние подозрения нашли подтверждение: Энцелад не «мертвая» луна Сатурна, а геологически активная. Максимальные концентрации выбросов были зарегистрированы в тот момент, когда станция проходила над тектоническими разломами — системой узких параллельных трещин, которую окрестили «тигровой шкурой». Было также определено, что уходящая (из-за слабой гравитации) и постоянно пополняемая атмосфера Энцелада состоит на 65% из водяного пара и на 20% из молекулярного водорода, а остальные компоненты — это CO, CO₂ и N₂.

Сюрпризов оказалось намного больше

Однако полученные данные — это было только начало: за два неполных последующих года научная группа «Cassini» проанализировала всю информацию и смогла представить более точные и даже сенсационные выводы.

Интереснейшие данные об Энцеладе содержались в двух научных статьях, вышедших почти одновременно. Одна называется «Шлейф Энцелада: химический состав указывает на горячие недра» («Enceladus' plume: Compositional evidence for a hot interior») и написана группой исследователей во главе с Деннисом Мэтсоном (Dennis L. Matson) из Лаборатории реактивного движения (JPL). Вторую — «Море на южном полюсе Энцелада» («Enceladus's South Polar Sea») — подготовили Джеффри Коллинз (Geoffrey C. Collins) и Джейсон Гудман (Jason C. Goodman).

По существу, это две публикации на одну тему, и суть их одна: в недрах Энцелада находится углеводородный «суп», жидкая вода и источник тепла, то есть все ключевые ингредиенты для возникновения примитивных форм жизни. Делая такие громкие заявления, исследователи опираются на информацию, полученную станцией Cassini, а также на результат компьютерного моделирования, которое проводилось с учетом всех параметров спутника. Впрочем, обо всем по порядку.

В своей статье Д. Мэтсон с коллегами опираются на данные о химическом составе вещества, выбрасываемого южнополярными гейзерами Энцелада, полученные с помощью масс-спектрометра INMS. Выбросы содержат все продукты разложения воды, азот, оксид углерода, метан, пропан, ацетилен и ряд других соединений. Ученые считают, что эти вещества образуются в результате химических реакций в достаточно «горячей» обстановке. Следует отметить, что наблюдаемый выход теплового излучения из южнополярной области составляет от 3 до 7 Вт, а измеренная температура молодых рытвин равна 110...160 К. Источником вещества гейзеров может быть кипящая вода в подповерхностном резервуаре, остающаяся жидкой вследствие радиогенного и приливного нагрева.

Вообще-то и Титан, на котором была найдена «смесь» похожих веществ, и Энцелад сформировались из одного газопылевого диска вокруг Сатурна, и такой элемент, как азот, они вполне могли «получить» еще на стадии своего «рождения». Однако уже имеются публикации, согласно которым азот на Титане не является «первичным», а лишь образуется при химических реакциях с участием «первичного» аммиака. И эти реакции должны

проистекать при очень высоких температурах (575...850 К, или 300...575°C).

Группа Мэтсона считает, что и на Энцеладе азот появляется в результате термического разложения аммиака, для чего необходима высокая температура в недрах этого спутника — порядка 500...800 К. Такое предположение сразу же объясняет и проблему появления метана, так как он может быть образован путем восстановления моно- или двуокиси углерода. Присутствие в материале гейзеров ацетилена и пропана также наводит на мысль о каталитических реакциях при очень высокой температуре. Для синтеза ацетилена «напрямую» из метана потребовалась бы температура около +1500°C, что представляется невероятным. Однако он может появляться как вторичный продукт при распаде углеводородных соединений с длинными цепочками, которые, в свою очередь, требуют контакта жидкой воды с катализаторами (глины и некоторые металлы) при умеренно высокой температуре.

Может ли быть так, что Энцелад был внутри горячим на определенном этапе своей эволюции, а сейчас уже остыл и лишь выбрасывает в окружающее пространство элементы и соединения, образованные задолго до прибытия к нему Cassini? В принципе, наверно, может, но если в полярных гейзерах более 90% вещества приходится на воду, то значительно проще думать, что под южным полюсом Энцелада она и сейчас находится в жидком состоянии.

Вырисовывается удивительная картина: Энцелад должен иметь воду в жидком состоянии, контактирующую с горячими породами и металлами. Но если обстановка в его недрах именно такова и благоприятна для синтеза ацетилена и пропана, да еще и азот, и метан там присутствуют, то должны идти и другие химические реакции с образованием сложных органических соединений, вплоть до аминокислот. А это уже тянет на сенсацию! Обнаружение вне Земли «строительных блоков» для возник-



Южный полюс Энцелада, отснятый «Cassini» во время пролета 14 июля 2005 г. Справа вверху — снимок поверхности с наибольшим разрешением к настоящему времени (около 4 м на пиксель), полученный с расстояния 319 км. Отчетливо видны ледяные камни размером от 10 до 100 м, происхождение которых пока не известно

Соединение	Доля
Вода (H ₂ O)	91±3%
Азот(N ₂) и/или моноокись углерода (CO)	4±1%
Окись углерода (CO ₂)	3.2±0.6%
Метан (CH ₄)	1.6±0.4%
Аммиак (NH ₃)	Следы (<1%)
Ацетилен (C ₂ H ₂)	
Цианид водорода (HCN)	
Пропан (C ₃ H ₈)	

Состав выбросов из южной полярной области Энцелада (по данным INMS)

новения примитивной жизни станет грандиозным прорывом в истории человечества, значение которого трудно переоценить. И все-таки подчеркнем, что пока это хотя и очень интригующая, но все же гипотеза.

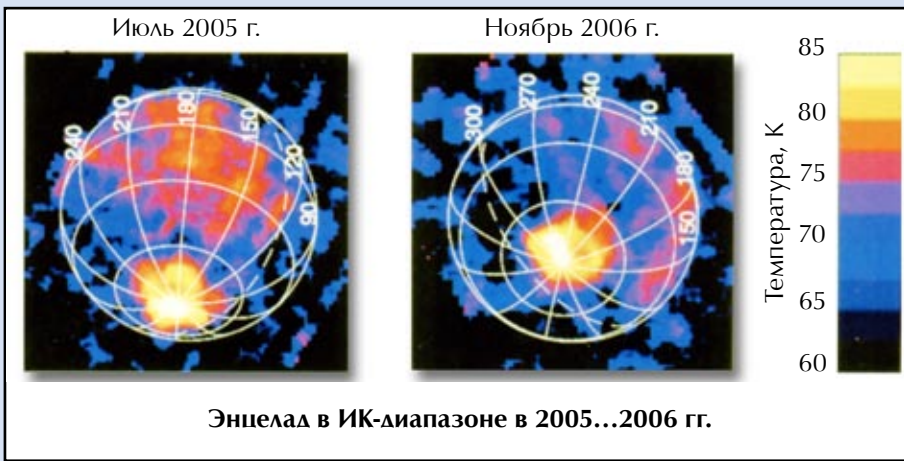
Горячие гейзеры: как они работают?

А тем временем 9 ноября 2006 г., спустя 16 месяцев после того, как у Энцелада впервые был обнаружен газовый шлейф, станция «Cassini» провела первую дистанционную съемку спутника с помощью спектрометра CIRS. Столь длительный перерыв в наблюдениях объяснялся просто: нужно было дожидаться такого «удачного» пролета мимо спутника, чтобы в объективы его приборов попал именно южный полюс Энцелада. И хотя минимальное расстояние в этом пролете составило целых 91500 км, наблюдения оказались очень успешными.

В ходе съемки было подтверждено, что тепловыделение идет в основном из южнополярных тектонических разломов («тигровой шкуры»), хотя увидеть сами трещины при разрешении 30 км не удалось. Активность на южном полюсе Энцелада по сравнению с той, что была в июле 2005 г., существенно не изменилась и остается высокой. По интенсивности теплового излучения в диапазоне 10...16 мкм ученые нашли, что пиковая температура поверхности на полюсе достигает 85 К, а по вариациям яркости в зависимости от длины волны удалось установить, что в этой области имеются малые участки, по-видимому, полосы шириной в несколько сот метров вдоль полос «тигровой шкуры», температура которых достигает по крайней мере 130...145 К, а может быть и намного выше. При математическом моделировании процессов выброса наилучшее согласование с наблюдениями получается при температуре вещества гейзера порядка 225 К (48°C).

Для сравнения: поверхность Энцелада на низких широтах нагревается в дневное время солнечными лучами лишь до 70...80 К. Таким образом, без внутреннего механизма нагрева тут никак не обойтись — сделать недра Энцелада горячими могут либо приливо-отливные силы со стороны Сатурна, либо распад содержащихся внутри него радиоактивных элементов.

В марте 2007 г. на очередной лунно-



планетной научной конференции в Хьюстоне Терри Херфорд (Terry A. Hurford) рассказал о возможном приливном механизме действия «тигровых полос». Орбита Энцелада немного эллиптическая (ее эксцентриситет 0.0047), а вращение спутника синхронно с движением вокруг планеты. В результате в ледяной коре спутника возникают силы сжатия или растяжения — в зависимости от его положения на орбите. Херфорд утверждает, что трещины должны раскрываться вблизи апоцентра и закрываться через полвитка и что сразу после раскрытия можно ожидать особенно мощного выброса.

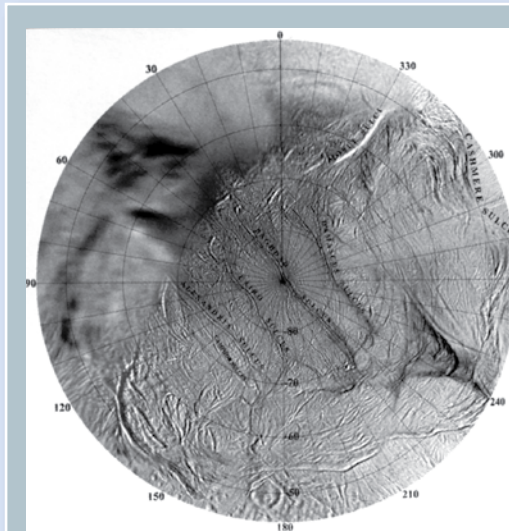
Под слоем льда плещется море?

Итак, как было сказано выше, на южном полюсе под ледяным покровом Энцелада может находиться «море» из жидкой воды. По крайней мере, на это указывают все данные с «Cassini», собранные воедино.

В планетологии есть такое понятие — дифференциация: более плотное вещество смещается к центру планеты или спутника, а более легкое — к поверхности. Чем тяжелее объект, тем более вероятно, что его вещество прошло через такую «сортировку»; по умолчанию считалось, что маленькому Энцеладу такая судьба не грозила. При этом дифференцированные тела обычно имеют более сферическую форму, чем недифференцированные — из-за того, что основная доля массы сосредотачивается в центре, эффекты от вращения и приливов становятся менее заметными.

Форма многих небесных тел в Солнечной системе приближенно описывается трехосным эллипсоидом. Для спутников, которые находятся в синхронном вращении (как Энцелад), самая длинная — это «приливоотливная» ось, направленная к центру планеты, самая короткая — полярная, а третья имеет промежуточную длину. Для Энцелада эти оси составляют 256.6 ± 0.5 км, 248.3 ± 0.2 км и 251.4 ± 0.2 км соответственно. Когда в 2006 г.

Разобраться в этом попробовали Дж. Коллинз и Дж. Гудман. Они представили результат компьютерного моделирования Энцелада исходя из его известных физических параметров и из допущения того, что он, во-первых, имеет ядро из скалистых пород и мантию из водного льда, а во-вторых, имеется источник тепловой энергии, обеспечивающий таяние льда в области контакта с ядром. Кстати, этим источником не может быть внутреннее тепло радио-



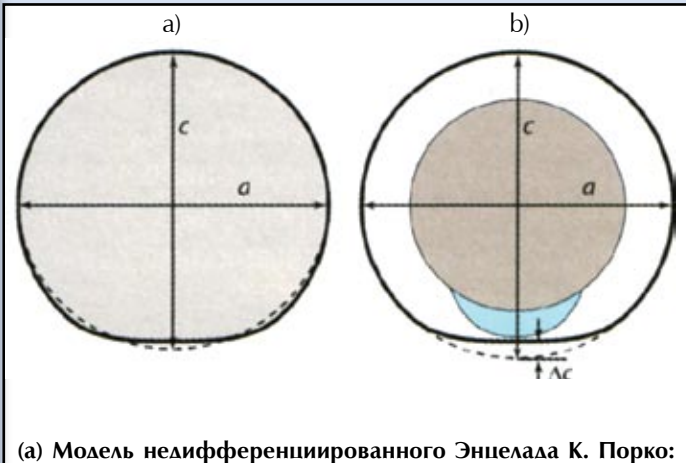
На южном полюсе Энцелада — шестого по величине спутника Сатурна — обнаружены четыре крупные трещины, из которых в окружающее планетоид космическое пространство выбрасываются фонтаны воды и мелкого льда высотой в несколько сот километров.

Эта подозрительная для столь небольшого небесного тела вулканическая активность была зафиксирована 14 июля 2005 года автоматическим зондом Cassini, когда тот пролетал над Энцеладом на высоте всего около 173 километров. Длина трещин, расположенных параллельно друг другу, примерно 130 км, расстояние между ними — около 40 км. Информация об этом ошеломляющем открытии была обнаружена во время спе-

циальной пресс-конференции в Лондоне.

По всей видимости, загадочные фонтаны имеют прямое отношение к другой аномалии южного полюса планетоида: этот регион значительно теплее остальной части Энцелада. Инфракрасный спектрометр «Cassini» показал, например, что температура в трещинах, уже окрещенных «тигриными полосами», составляет -183°C . Это по крайней мере на 15°C теплее, чем средняя температура на поверхности планетоида. Как выразился по этому поводу один из участников программы «Кассини» Джон Спенсер (John Spencer) из Юго-Западного исследовательского института (Бoulder, Колорадо), с таким же успехом земная Антарктика могла бы оказаться теплее экватора.

Планетологи, занимающиеся этой проблемой, пока затрудняются назвать причину столь странного поведения Энцелада. Возможно, что часть «вины» за образование фонтанов лежит на все еще продолжающемся процессе распада радиоактивных элементов внутри планетоида, выделяющих некий объем тепла и способствующих испарению части водяного льда. Кроме того, свою пассивную лепту вносит и гравитационное поле Сатурна, благодаря которому планета переживает перманентное «землетрясение», также способствующее выделению дополнительного тепла. Тем не менее пока непонятно, каким образом оба этих фактора генерируют такой объем тепла, благодаря которому полярные фонтаны, словно перегретые чайники, ежесекундно вышвыривают в космос полтонны воды и ледяной пыли, активно питающих Е-кольцо Сатурна. Возможно, что некоторое время назад Энцелад обращался вокруг своего гигантского хозяина по другой орбите, испытывая гораздо более сильный гравитационный разогрев. Несколько тысяч лет назад планетоид по каким-то причинам соскочил на более спокойную орбиту и то, что мы видим сегодня, — лишь жалкая тень катаклизмов, бушевавших в доисторические времена.



(а) Модель недифференцированного Энцелада К. Порко: вещество спутника — это однородная смесь льда и скалистых пород. (б) Модель дифференцированного Энцелада, предложенная Дж. Коллинзом и Дж. Гудманом. Спутник имеет слои менее плотного (льда) и более плотного (скалистые породы) вещества и море из жидкой воды в южной полярной области. Таяние льда приводит к образованию «ям» (Δc), что и придает Энцеладу сплюснутую форму

активного распада, так как его мощность оценивается всего в 0.3 ГВт — на порядок меньше, чем Энцелад выделяет. Гораздо более вероятно, что Энцелад разогревает приливная энергия из-за резонанса с Дионой и эксцентрисити орбиты.

Расчеты показали, что при таких условиях вероятно образование подледного моря, которое будет простираться по высоте от ядра до уровня 4...10 км от поверхности, а по площади — примерно до 50° ю.ш. Вода занимает меньший объем, чем лед, и из-за этого радиус спутника над морем уменьшается на 2.3...3.3 км. Очень близкая (к наблюдаемой форме Энцелада) модель получается при плотности ядра 2.6 г/см³ и начальном радиусе спутника в 252.6 км. Подледное море будет существовать стабильно, пока действует источник нагрева, а связанная с ним гравитационная аномалия должна привести к такой переориентации оси вращения спутника, чтобы море находилось в полярном районе.

Коллинз и Гудман надеются, что в ходе дальнейшего исследования Энцелада их теория будет подтверждена. Во-первых, определение осевого момента инерции и формы гравитационного поля Энцелада покажет, является ли в действительности спутник дифференцированным небесным телом или нет. Во-вторых, более тщательное определение формы Энцелада позволит составить его топографическую карту и сравнить распределение высот с тем, которое было предсказано теоретической моделью.

Период вращения Сатурна определен неверно?

И еще об одном интересном открытии. В апреле-июне 2004 г., еще на подлете к Сатурну, с помощью спектрометра RPWS станции Cassini был определен период вращения планеты по ее собственному радиоизлучению. Получилось 10 час 45 мин 45 сек (± 36 сек) — приблизительно на 6 минут (или почти на 1%), больше, чем получили «Вояджеры» в 1980...1981 гг. Разумеется, не может идти и речи о том, что вращение планеты-гиганта замедляется, да еще в такой фантастической степени. Что же тогда измерено и почему оно меняется так сильно?

Проблема в том, что измерить скорость вращения Сатурна по изображениям его поверхности невозможно. Твердой поверхности у него просто нет, а в облачном по-

крове отсутствуют постоянные детали. С такой же проблемой ученые столкнулись при исследовании других планет-гигантов, и решение нашлось: можно измерить период изменения радиоизлучения планеты и принять, что это и есть период ее вращения. С поправкой на то, что на экваториальных и полярных широтах угловая скорость, вообще говоря, разная, этот метод работает для Юпитера, Урана и Нептуна — а для Сатурна дает сбой!

Радиосигнал Сатурна сам по себе весьма хитрый, он не очень похож на классический сигнал вращающегося маяка. С помощью спектрометра RPWS в паре с магнитометром MAG станции Cassini в природе его удалось разобраться. «Мы связали пульсирующий радиосигнал [Сатурна] с вращающимся магнитным сигналом, — говорит Дэвид Саусвуд, соавтор мартовской статьи в Science (и одновременно — директор научных программ ЕКА). — Один раз за каждый виток магнитного поля Сатурна некая асимметрия поля запускает всплеск радиоволн». Эти всплески и являются теми временными метками, которые позволяют определить период вращения как во времена «Вояджеров», так и сейчас. Но магнитное поле планеты не обязано вращаться с той же скоростью, что и сама планета — оно может как бы «проскальзывать» и отставать от вращения Сатурна.

Так оно в действительности и происходит, причем причиной скольжения и его регулятором является... вещество, выбрасываемое Энцеладом! «Такого эффекта не предсказывал никто, — говорит руководитель научной группы RPWS Дон Гарнетт (Don A. Gurnett), — но теперь он доказан». Гейзеры на Энцеладе выбрасывают в пространство вблизи его орбиты лед и водяной пар. Нейтральные поначалу молекулы и атомы ионизируются — и образуется шлейф из заряженных частиц, а затем и тороидальное кольцо вокруг планеты. Они захватываются магнитным полем Сатурна, образуя диск ионизированного газа, и... «нагружают» магнитное поле планеты-гиганта, заставляя невидимые для глаза линии напряженности поля «скользить» по отношению к ее вращению. И чем больше таких частиц, тем больше «скольжение» магнитного поля и тем больше «слышимый» период!

Но если сегодня период вращения поля на 1% выше, чем 25 лет назад, это может означать одно из двух: либо Энцелад сейчас более активен в геологическом плане и его гейзеры «работают» в усиленном режиме, либо сказываются сезонные вариации, связанные с обращением Сатурна вокруг Солнца с периодом 29.5 лет.

Все эти загадки еще предстоит разгадать... Миссия «Кассини» продолжается.



Одна из предложенных физических моделей формирования выбросов вещества из южного полюса Энцелада