

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

**Нерешённые загадки Ганимеда**

**Ганимед — крупнейший спутник не только Юпитера, но и всей Солнечной системы, по своим размерам превышающий даже планету Меркурий. Сейчас уже есть все основания полагать, что скорее всего под его ледяной корой находится океан жидкой воды, что делает Ганимед интересным для поисков веществ — предшественников жизни и условий, благоприятствующих её зарождению.**

**Но не только возможность найти жизнь вне Земли привлекает внимание исследователей к Ганимеду. О пока не раскрытых загадках юпитерианского спутника говорила *Надежда Евдокимова* (ИКИ РАН) на международном коллоквиуме «Посадочный аппарат на Ганимед: научные цели и эксперименты». На их решение во много нацелена миссия JUICE Европейского космического агентства, об особенностях которой рассказывал *Дмитрий Тимов*, научный руководитель проекта JUICE (Study Scientist, ЕКА).**

Ганимед входит в число четырех галилеевых спутников, которые Галилео Галилей открыл более 400 лет назад, в 1610 г. Среди них он — третий по удаленности от Юпитера (1,07 миллиона км, с орбитой, близкой к круговой). Отличительная черта этого спутника, кроме его размеров (радиус около 2,6 тысячи км), — высокая дифференцированность недр, то есть достаточно четкое разделение на ядро, мантию и кору.

Нашим знаниям о Ганимеду мы обязаны, в основном, трём космическим аппаратам: космическому телескопу им. Хаббла, «Вояджерам» (1979 г.) и «Галилео» (1995—2003), — все принадлежат США. В частности, благодаря телескопу им. Хаббла была открыта очень тонкая (порядка  $10^{16}$  частиц на кубический см) атмосфера, а «Галилео» принес сенсационное открытие — у Ганимеда единственного среди всех спутников Солнечной системы есть собственное магнитное поле, которое генерируется, вероятно, в результате конвекции в жидком ядре (так называемое магнитное динамо).

Внутренняя структура спутника исследована достаточно хорошо. Считается, что Ганимед состоит из нескольких «слоев»:

- жидкое ядро, состоящее, в основном, из железа и сульфида железа (FeS), радиусом порядка 700–900 км,
- силикатная мантия с повышенным содержанием магния, толщиной около 1000–1300 км;
- ледяная мантия (800–1000 км), состоящая из воды в жидком и твердом состояниях. Согласно данным «Галилео», возможно существование линз жидкой воды или даже океана;
- ледяная кора толщиной 130–150 км.

Одной из интересных задач будущих юпитерианских проектов станет измерение приливов на Ганимеду, которые он испытывает под действием гравитационного поля Юпитера. По некоторым моделям, если под ледяной корой находится океан жидкой воды, то высота прилива составит около 7 м; в противном случае всего 0,5 м. Измерение приливов позволит оценить объемы жидкой фазы под поверхностью.

Впрочем, лед на Ганимеду не соответствует земному пониманию этого слова, так как имеющихся данных недостаточно, чтобы точно сказать, к какому типу он относится. Однако, к примеру, там ожидается присутствие нетипичного для Земли аморфного льда.

Поверхность и геологические свойства Ганимеда можно изучать по фотографиям, сделанным телескопом «Хаббл», но наибольший интерес представляют данные, полученные

# ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

## СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

аппаратом «Галилео», среди которых, кроме изображений высокого разрешения, есть многочисленные данные спектрометрии и других типов измерений.

На поверхности спутника разделяют два типа областей: условно светлые и условно темные, — при этом первых больше по площади (около 2/3 поверхности), но вторые более древние, их возраст более 4 млрд лет. Лишь несколько участков поверхности были сняты в режиме стереосъёмки. Анализируя эти снимки, ученые также пытаются установить, какие из областей, светлые или темные, находятся в целом выше, чем другие, но пока этот вопрос остается открытым из-за недостатка данных.

Интересно, кстати, что поверхность спутника покрыта бороздами, но на ней не видно явных следов вулканизма — говорит ли это о том, что недра Ганимеда достаточно спокойны?

К сожалению, снимки высокого разрешения есть лишь для немногих районов, глобальные же карты построены по изображениям низкого разрешения. Также задачей будущих проектов должны стать альтиметрия (измерения высот) поверхности спутника и глобальные спектральные измерения с орбиты, так как именно на их основе можно строить геологические карты.

Поверхность Ганимеда состоит, в основном, из водяного льда (по разным оценкам, от 50 до 90%), а также «сухого льда» (замороженной углекислоты, однако, она есть не во всех районах; нет её, в частности, на полюсах); других газов (двуокиси серы, аммиака), гидратированных минералов, а также пока не идентифицированных веществ — возможно, органических, как, например, фолин. Если удастся отождествить эти «неопознанные» вещества с органикой, то возникает интересный вопрос — были ли они принесены извне, например, метеоритами, или попали на поверхности изнутри, из недр Ганимеда? Ответ на него прямо влияет на наше понимание того, могла ли на этом небесном теле зародиться жизнь.

Ещё одна научная задача — изучение очень разреженной атмосферы спутника, состоящей из молекулярного и атомарного водорода, такого же кислорода и воды. Интересно понять её происхождение: пополняют ли её частицы поверхности или она образуется в результате выброса вещества из-под поверхности. Но, так как атмосфера спутника слабая, будущие приборы должны обладать высокой чувствительностью.

Интереснейший вопрос — взаимодействие магнитного поля Ганимеда с мощным магнитным полем Юпитера. В результате сложения трех компонентов: собственного, и достаточно мощного, магнитного поля спутника, магнитного поля, индуцированного наведенными зарядами вследствие изменений магнитного поля Юпитера, и собственного магнитного поля планеты-гиганта — образуется очень сложная система, отчасти напоминающая земную, но и отличная от неё по ряду параметров.

Кроме этого, изучение магнитного поля Ганимеда заставляет предположить какой-то механизм поддержки динамо в относительно малом ядре спутника. Заставляют ли ядро разогреваться приливные силы или действует какой-то иной механизм — вопросы для дальнейших исследований.

В европейском проекте JUICE, нацеленном на изучение Юпитера и трёх галилеевых спутников, Ганимеду будет уделено достаточное внимание: спутник планируется изучить с нескольких орбит, в том числе низкой круговой (высотой около 200 км). «Система Юпитера — это в миниатюре модель Солнечной системы», — так охарактеризовал «семейство» Юпитера **Дмитрий Титов**, подчеркнув, что изучение этой «малой модели» поможет понять, как образовывался её прототип. При этом, как рассказал ученый, при выборе научной нагрузки

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

СООБЩЕНИЕ ПРЕСС-СЛУЖБЫ

аппарата JUICE акцент делался на междисциплинарном подходе: данные одного прибора должны дополнять информацию, полученную от других. Безусловно, совместная реализация двух проектов: европейского орбитального и российского посадочного — также добавит исследованиям Ганимеда новое качество.

**Дополнительная информация:**

Сайт коллоквиума «Ganymede Lander: scientific goals and experiments»

<http://glcw2013.cosmos.ru/>

Сайт проекта JUICE (Европейское космическое агентство)

<http://sci.esa.int/science-e/www/object/index.cfm?fobjectid=50067>