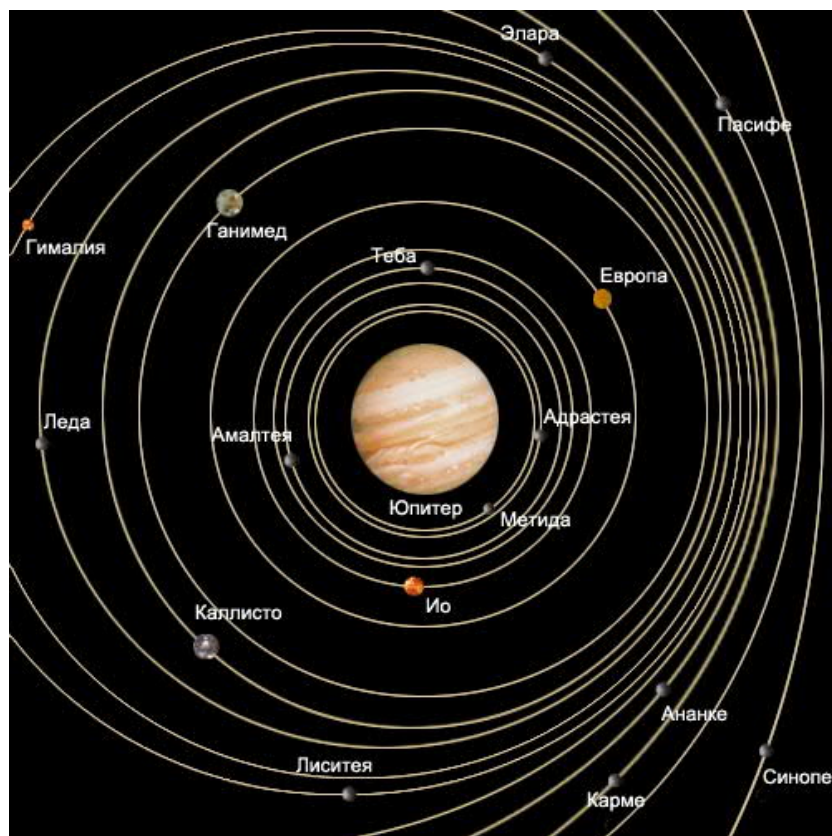


Отчет группы разработчиков

Экспедиционное оборудование для спутников планеты

Юпитер



Спутники Юпитера

К началу третьего тысячелетия у Юпитера известно 28 спутников. В 2004 году астрономы знали уже о 61 спутнике Юпитера. Четыре из них отличаются большими размерами и массой. Они движутся почти по круговым орбитам в плоскости экватора планеты. Внешние спутники настолько далеки от планеты, что невидимы с ее поверхности невооруженным глазом, а Юпитер в небе самого дальнего из них выглядит меньше Луны. Граница орбит спутников определяется областью гравитационного притяжения планеты; для Юпитера это 0,35 а. е. (52 млн.км).

Название	Блеск, m	Радиус орбиты, тыс. км	Период обращения вокруг Юпитера, "-" обрат., сут.	Радиус, км	Масса, кг	Открыт
Метида	17,5	128	0,29478	20	$9 \cdot 10^{16}$	1979
Адрастея	18,7	129	0,29826	$13 \times 10 \times 8$	$1 \cdot 10^{16}$	1979
Амалтея	14,1	181	0,49818	$31 \times 73 \times 67$	$7,2 \cdot 10^{18}$	1892
Теба	16,0	222	0,6745	55×45	$7,6 \cdot 10^{17}$	1979
Ио	5,0	422	1,76914	$1830 \times 1818 \times 1815$	$8,9 \cdot 10^{22}$	1610
Европа	5,3	671	3,55118	1565	$4,8 \cdot 10^{22}$	1610
Ганимед	4,6	1070	7,15455	2634	$1,5 \cdot 10^{23}$	1610
Каллисто	5,6	1883	16,6890	2403	$1,1 \cdot 10^{23}$	1610
Леда	20,2	11 094	238,72	5	$5,7 \cdot 10^{16}$	1974
Гималия	15,0	11 480	250,566	85	$9,5 \cdot 10^{18}$	1904
Лиситея	18,2	11 720	259,22	12	$7,6 \cdot 10^{16}$	1938
Элара	16,6	11 737	259,653	40	$7,6 \cdot 10^{17}$	1904
Ананке	18,9	21 200	-631	10	$3,8 \cdot 10^{16}$	1951
Карме	17,9	22 600	-692	15	$9,5 \cdot 10^{16}$	1938
Пасифе	16,9	23 500	-735	18	$1,6 \cdot 10^{17}$	1908
Синопе	18,0	23 700	-758	14	$7,6 \cdot 10^{16}$	1914
S/1999J1	21,0	24 160	-768	5	$1,0 \cdot 10^{16}$	1999

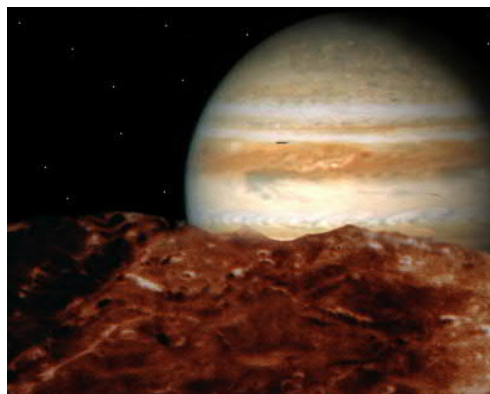


Рисунок 3.2.

Амальтея обращается на расстоянии 1,5 радиуса Юпитера от поверхности планеты. Ее альbedo всего 10 %

Рисунок 3.3.

Небо Амальтеи. Юпитер закрывает область около 46° в поперечнике

Обратите внимание на то, ряд малых спутников движется по почти одинаковым орбитам. Ученые предполагают, что все они – остатки более крупных спутников Юпитера, разрушенных его тяготением. Внешние же спутники Юпитера вполне могли быть захвачены гравитационным полем планеты: все они обращаются вокруг Юпитера в обратную сторону.

Тройное кольцо Юпитера открыто в 1979 году, когда мимо Юпитера пролетал «Вояджер». Оно имеет радиус 129 тыс. км и толщину 30 км. Кольцо очень разрежено и состоит из пыли и мелких каменных частиц.



Рисунок 3.4.

Кольцо Юпитера. Вид с теневой стороны планеты

Вулканы Ио

Ио – «небесная яичница» – один из первых спутников Юпитера, открытых в 1610 Галилеем. По массе и радиусу спутник похож на Луну и виден в небе Юпитера как яркий красноватый диск или полумесяц. Диаметр Ио равен 3630 км. Назван спутник в честь возлюбленной Зевса из древнегреческого мифа, которую ревнивая Гера превратила в корову.



Рисунок 4.1.
Ио



Рисунок 4.2.
Султаны вулканического происхождения взмываются ввысь на сотни километров

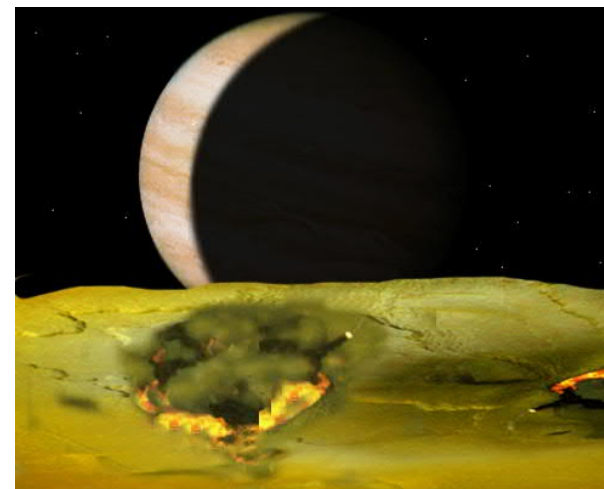


Рисунок 4.3.

Юпитер в небе Ио имеет диаметр около 20° . На переднем плане – потоки серы, позади – извергающийся вулкан

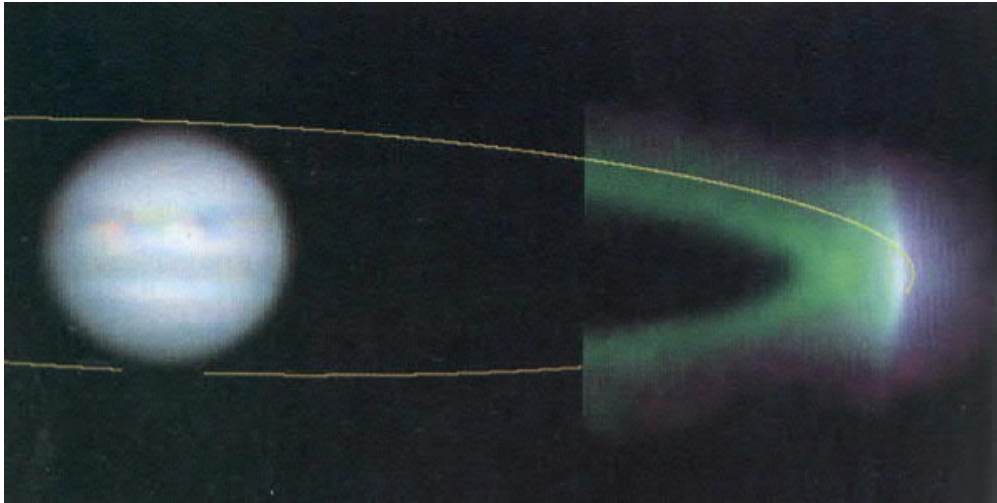


Рисунок 4.4.
Орбита спутника находится в своеобразном торе из ионов кислорода и серы

На Ио обнаружено 20 действующих вулканов, извергающих султаны высотой до 300 км. Основной выбрасываемый ими газ – диоксид серы, замерзающий потом на поверхности Ио в виде белого твердого вещества. Некоторое его количество улетает космос и образует кольцо, опоясывающее Юпитер. Оранжевый цвет поверхности Ио объясняется отложениями серы и сконденсировавшегося сернистого газа. На Ио зарегистрирована атмосфера в 10 миллионов раз разреженнее, чем на Земле. Но эта атмосфера плотнее, чем на Меркурии.

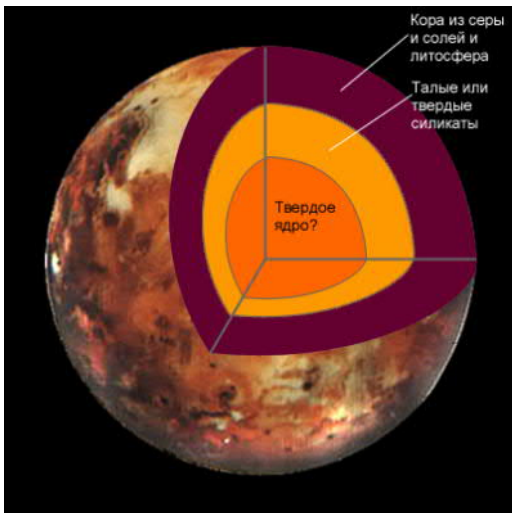


Рисунок 4.5.
Внутреннее строение Ио

Поверхность Ио молода (ей около миллиона лет) за счет постоянной сейсмической активности: на ней почти нет метеоритных кратеров; зато обнаружены лавовые потоки и озера черной серы. Расчеты показывают, что Ио разогревается за счет огромных приливных воздействий от Юпитера, Европы и Ганимеда. Спутники Юпитера лежат в области влияния магнитного поля, и это, возможно, также объясняет вулканическую деятельность Ио.

Плотность Ио – $3,55 \text{ г/см}^3$. Под расплавленной силикатной оболочкой находится железистое ядро.

Океан на Европе

У царя олимпийцев было много женщин. Очередная из них – царица Европа, сцену похищения которой Зевсом-быком вы не раз могли видеть в музеях. В честь нее Галилей и назвал очередной открытый им спутник.

Радиус Европы 1569 км. Она покрыта водяным льдом. По-видимому, под ледяной коркой толщиной в 100 километров существует водный океан, который покрывает силикатное ядро. Плотность спутника достаточно высокая – $3,04 \text{ г/см}^3$.

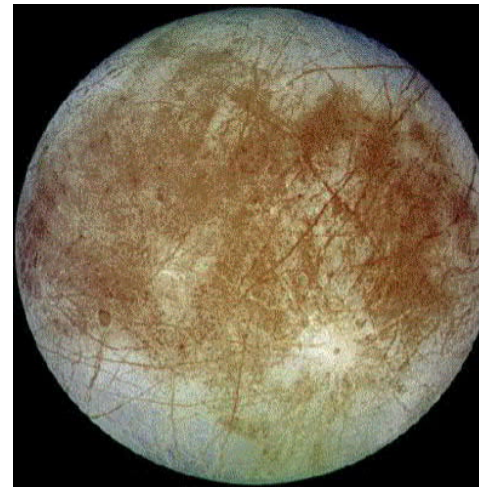


Рисунок 5.2.
Спутник Юпитера Европа

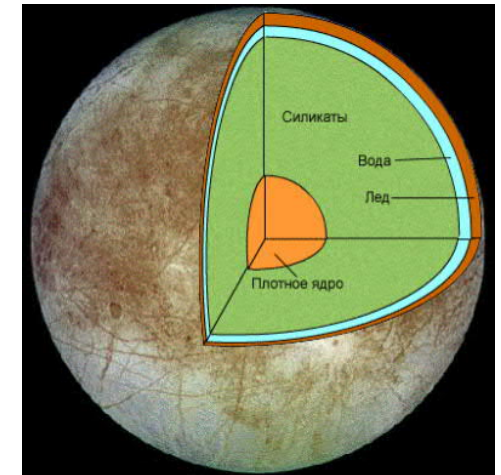


Рисунок 5.3.
Внутреннее строение спутника

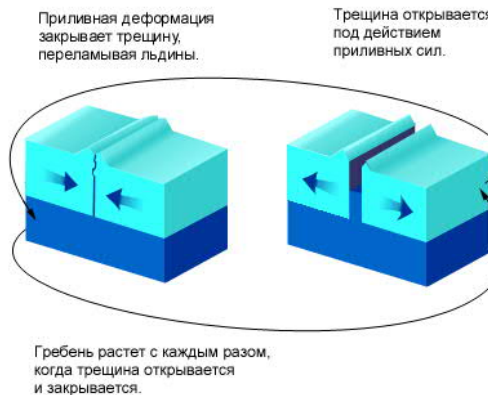


Рисунок 5.5.
Механизм образования двойных хребтов



Рисунок 5.4.

Складки и трещины на поверхности Европы

толщиной более 100 км. Гравитационные измерения, проведенные аппаратурой станции «Галилео», подтвердили дифференциацию тела Европы: твердое ядро и водно-ледяной покров толщиной около 100 км, хорошо отражающий солнечные лучи. Возможно, этот океан даже теплый: существуют предположения о существовании в нем примитивных форм жизни. Планируются международные экспедиции для исследования предполагаемых океанов Европы.

Те линии, которые видны на фотографиях, – это трещины в толстой водяной коре. Их толщина иногда превосходит сотню километров, а длина достигает нескольких тысяч километров. На поверхности Европы практически отсутствуют кратеры, что говорит о молодости поверхности спутника – сотни тысяч или миллионы лет. На ней нет возвышенностей более 100 м высотой.

7 декабря 1995 года космическая станция «Галилео» вышла на орбиту Юпитера, что позволило начать уникальные исследования его четырех спутников: Ио, Ганимеда, Европы и Каллисто. Магнитометрические измерения показали существенные возмущения магнитного поля Юпитера вблизи Европы и Каллисто. Объяснить значительную индукцию и наблюдаемые возмущения магнитного поля не позволяет гипотеза о существовании у этих спутников внутреннего ядра из ферромагнитного вещества, поскольку в таком случае магнитное поле, спадая обратно пропорционально кубу расстояния, было бы в восемь раз меньше наблюдаемого.

По-видимому, выявленные вариации магнитного поля у спутников объясняются наличием «подземного» океана с соленостью, близкой к солености океанов Земли (37,5 ‰). Возможное существование подземного водного океана на Европе дискутируется уже более двух десятилетий. Аккреционные, радиогенные и приливные источники тепла на спутнике достаточно мощны, чтобы стать причиной обезвоживания глубинных слоев и формирования приповерхностного слоя воды

Любимец Юпитера

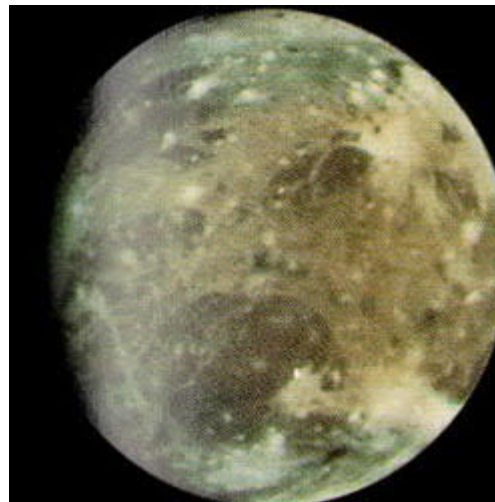


Рисунок 6.1.

Ганимед

образования спутников и планет. Молодые кратеры имеют светлое дно и обнажают ледяную поверхность. Кора Ганимеда состоит из смеси льда и темных горных пород.

Самый большой спутник в системе Юпитера и вообще в Солнечной системе назвали в честь Ганимеда – сына троянского царя, похищенного Зевсом на Олимп, где он стал разносить богам нектар. Радиус спутника 2631 км. По своему диаметру он превосходит Меркурий. Однако, средняя плотность Ганимеда всего лишь $\rho = 1,93 \text{ г/см}^3$: на спутнике очень много льда.

Внешне по фотографиям Ганимед напоминает Луну, но он значительно крупнее ее. 40 % поверхности Ганимеда представляют собой древнюю мощную ледяную кору, покрытую кратерами. 3,5 миллиарда лет назад на ней появились странные области, покрытые бороздами. Огромные ударные кратеры на поверхности Ганимеда образовались в эпоху



Рисунок 4.6.6.2.

На этой фотографии можно увидеть странные области, покрытые бороздами. Их высота около 1 км. Разрешение на фотографии – 3 км

Ледяная Каллисто

Названный в честь превращенной в медведицу нимфы Каллисто спутник размером примерно с Меркурий – третий по величине после Ганимеда и Титана, его диаметр 4800 км, а средняя плотность = 1,83 г/см³. Водяной лед Каллисто составляет до 60 % массы спутника. У Каллисто найдено собственное магнитное поле напряженностью 750 мТл на поверхности. Поэтому предполагается наличие металлического ядра под силикатной корой.



Рисунок 7.1.
Каллисто

Так же, как и у Ганимеда, светлые кратеры – это более поздние образования на поверхности спутника. Их там огромное количество: особое внимание привлекает Валгалла, напоминающая бассейн Калорис на Меркурии. Возраст поверхности Каллисто измеряется миллиардами лет; на ней практически отсутствуют следы вулканической деятельности. Если наличие океана на Европе можно считать достаточно правдоподобным, то для Каллисто более вероятно его отсутствие. Хотя мощность аккреционных и радиогенных источников тепла на спутнике близка к требуемой для возникновения жидкой фазы, то есть температура должна быть не

менее 0 °С, гравитационные измерения с борта «Галилео» показали, что этот спутник состоит только из металлической оболочки и льда.



Рисунок 7.2.

Система концентрических трещин Валгалла (в левой части фотографии) имеет диаметр более 3000 км. Как круги на воде разбежались трещины по поверхности спутника после удара гигантского метеорита