



**ЮПИТЕР. САМАЯ
БОЛЬШАЯ ПЛАНЕТА
СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ**

Что представляет собой Юпитер.

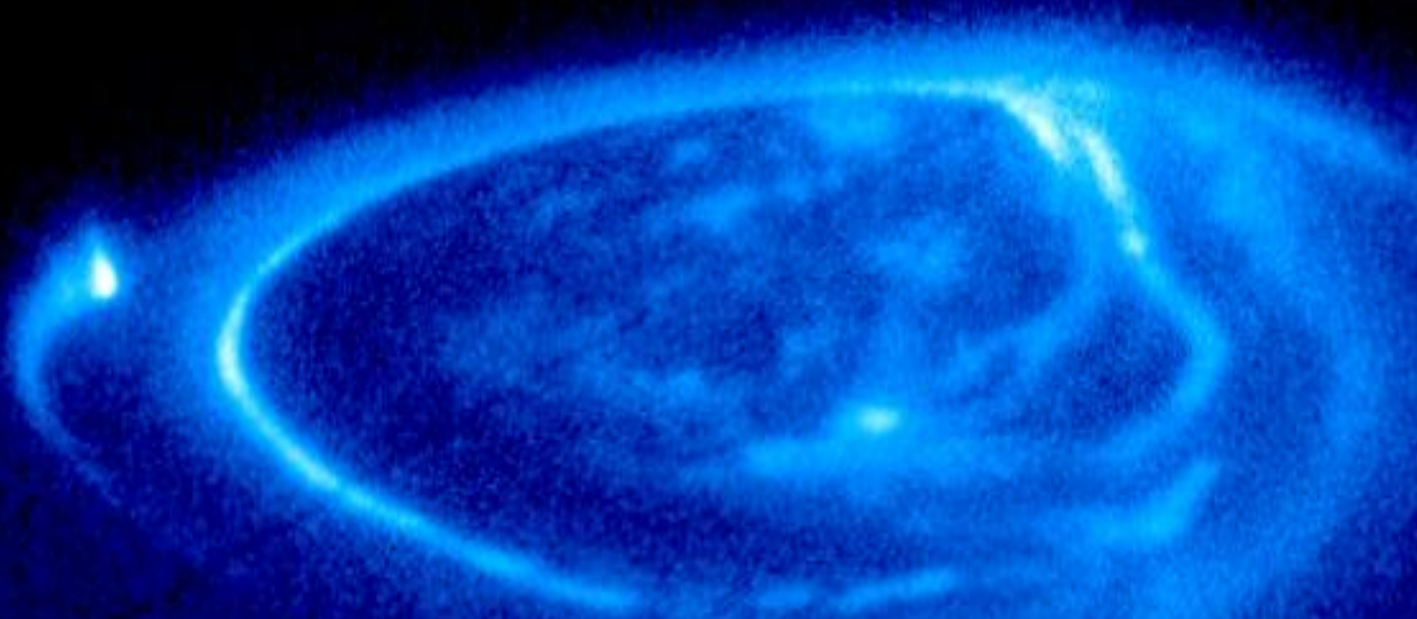
- Юпитер — пятая планета от Солнца, крупнейшая в Солнечной системе. Наряду с Сатурном, Ураном и Нептуном Юпитер классифицируется как газовый гигант.
- Планета была известна людям с глубокой древности, что нашло своё отражение в мифологии и религиозных верованиях различных культур: месопотамской, вавилонской, греческой и других. Современное название Юпитера происходит от имени древнеримского верховного бога-громовержца.
- Ряд атмосферных явлений на Юпитере — такие, как штормы, молнии, полярные сияния, — имеют масштабы, на порядки превосходящие земные. Примечательным образованием в атмосфере является Большое красное пятно — гигантский шторм, известный с XVII века



Большое Красное Пятно (БКП)

- Большое Красное Пятно (БКП) — атмосферное образование на Юпитере, самая заметная деталь на диске планеты, наблюдаемая уже почти 350 лет.
- БКП было открыто Джованни Кассини в 1665 году. Деталь, отмеченная в записях Роберта Гука 1664 года, также может быть идентифицирована как БКП. До полёта «Вояджеров» многие астрономы полагали, что пятно имеет твёрдую природу.
- БКП представляет собой гигантский ураган-антициклон, размерами 24-40 тыс. км в длину и 12-14 тыс. км в ширину (существенно больше Земли). Размеры пятна постоянно меняются, общая тенденция — к уменьшению; 100 лет назад БКП было примерно в 2 раза больше и значительно ярче (см. результаты наблюдений А. А. Белопольского в 1880-е гг.). Тем не менее, это самый большой атмосферный вихрь в Солнечной системе.
- Пятно расположено примерно на 22° южной широты и перемещается параллельно экватору планеты. Кроме того, газ в БКП вращается против часовой стрелки с периодом оборота около 6 земных суток. Скорость ветра внутри пятна превышает 500 км/ч.
- Верхний слой облаков БКП находится примерно на 8 км выше верхней кромки окружающих облаков. Температура пятна несколько ниже прилегающих участков. При этом центральная часть пятна на несколько градусов теплее её периферийных частей[1].
- Красный цвет БКП пока ещё не нашёл однозначного объяснения. Возможно, такой цвет придают пятну химические соединения, включающие фосфор.

СИЯНИЕ В РАЙОНЕ СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА
ЮПИТЕРА В УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ ЛУЧАХ.



Соотношение Юпитера и Земли

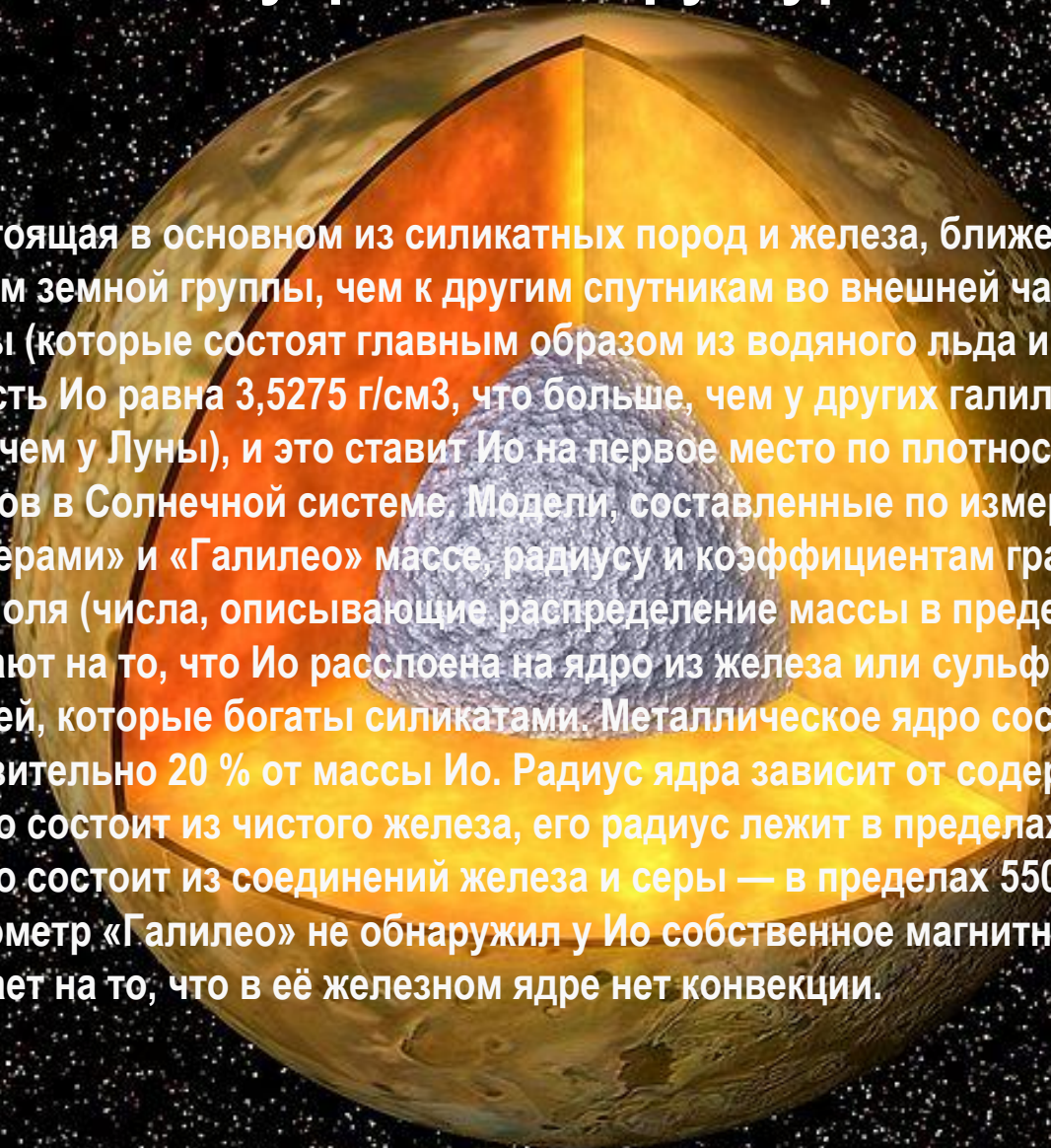


Ио

- **Ио** — спутник Юпитера, самый близкий к планете из четырёх галилеевых спутников. Имеет диаметр 3 642 километра, что делает её четвёртым по величине спутником в Солнечной системе. Названа в честь мифологической Ио — жрицы Геры и возлюбленной Зевса.
- На Ио находится более 400 действующих вулканов, благодаря которым этот спутник является наиболее геологически активным во всей Солнечной системе[6][7]. Эта чрезвычайная геологическая активность обусловлена периодическим нагревом недр спутника в результате трения, которое происходит, скорее всего, из-за приливных гравитационных воздействий со стороны Юпитера, Европы и Ганимеда. У некоторых вулканов выбросы серы и диоксида серы настолько сильны, что поднимаются на высоту 500 километров. На поверхности Ио можно заметить более 100 гор, которые выросли благодаря сжатию в основании силикатной коры спутника. Некоторые из этих пиков выше горы Эверест на Земле[8]. В отличие от большинства спутников во внешней части Солнечной системы (которые в основном состоят из водяного льда), Ио в основном состоит из силикатных пород, окружающих расплавленное ядро из железа или сернистого железа. На большей части поверхности Ио простираются обширные равнины, покрытые замороженной серой или диоксидом серы.
- Вулканизм придаёт поверхности Ио уникальные особенности. Вулканический пепел и потоки лавы постоянно изменяют поверхность и окрашивают её в различные оттенки жёлтого, белого, красного, чёрного и зелёного (во многом благодаря аллотропам и соединениям серы). Потоки лавы на Ио достигают длины 500 километров. Вулканические выбросы создают тонкую неоднородную атмосферу Ио и потоки плазмы в магнитосфере Юпитера, в том числе огромный плазменный тор вокруг него.

Внутренняя структура Ио

- Ио, состоящая в основном из силикатных пород и железа, ближе по составу к планетам земной группы, чем к другим спутникам во внешней части Солнечной системы (которые состоят главным образом из водяного льда и силикатов). Плотность Ио равна $3,5275 \text{ г/см}^3$, что больше, чем у других галилеевых спутников (и даже чем у Луны), и это ставит Ио на первое место по плотности среди спутников в Солнечной системе. Модели, составленные по измеренным «Вояджерами» и «Галилео» массе, радиусу и коэффициентам гравитационного квадруполя (числа, описывающие распределение массы в пределах объекта), указывают на то, что Ио расчленена на ядро из железа или сульфида железа и кору с мантией, которые богаты силикатами. Металлическое ядро составляет приблизительно 20 % от массы Ио. Радиус ядра зависит от содержания серы: если оно состоит из чистого железа, его радиус лежит в пределах 350—650 км, а если оно состоит из соединений железа и серы — в пределах 550—900 км. Магнитометр «Галилео» не обнаружил у Ио собственное магнитное поле, и это указывает на то, что в её железном ядре нет конвекции.



ГАНИМЕД

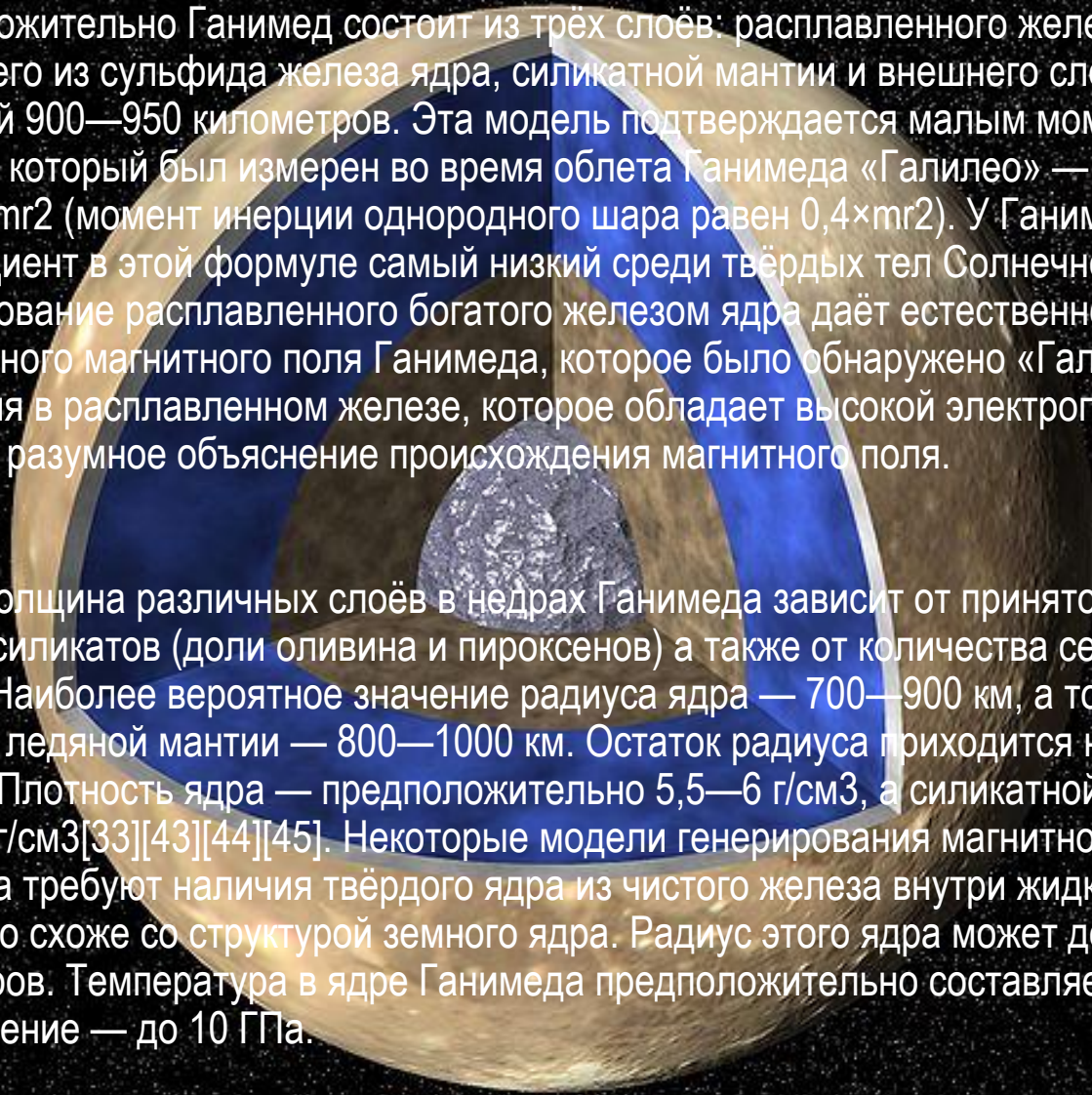
- Ганимед — один из галилеевых спутников Юпитера, седьмой по расстоянию от него среди всех его спутников и крупнейший спутник в Солнечной системе. Его диаметр равен 5268 километров, что на 2 % больше, чем у Титана (второго по величине спутника в Солнечной системе) и на 8 % больше, чем у Меркурия. При этом масса Ганимеда составляет всего 45 % массы Меркурия, но среди спутников планет она рекордная. Луну Ганимед превышает по массе в 2,02 раза. Совершая облёт орбиты примерно за семь дней, Ганимед участвует в орбитальном резонансе 1:2:4 с двумя другими спутниками Юпитера — Европой и Ио.
- Ганимед состоит из примерно равного количества силикатных пород и водяного льда. Это полностью дифференцированное тело с жидким ядром, богатым железом. Предположительно в его недрах на глубине около 200 км между слоями льда есть океан жидкой воды. На поверхности Ганимеда наблюдаются два типа ландшафта. Треть поверхности спутника занимают тёмные области, испещрённые ударными кратерами. Их возраст доходит до четырёх миллиардов лет. Остальную площадь занимают более молодые светлые области, покрытые бороздами и хребтами. Причины сложной геологии светлых областей понятны не до конца. Вероятно, она связана с тектонической активностью, вызванной приливным нагревом.
- Ганимед — единственный спутник в Солнечной системе, обладающий собственной магнитосферой. Скорее всего, её создаёт конвекция в жидком ядре, богатом железом. Небольшая магнитосфера Ганимеда заключена в пределах намного большей магнитосферы Юпитера и лишь немного деформирует её силовые линии. У спутника есть тонкая атмосфера, в состав которой входит кислород в виде O, O₂ и, возможно, O₃ (озон). Количество атомарного водорода в атмосфере незначительно. Есть ли у Ганимеда ионосфера, неясно.

История открытия и наименования Ганимеда

- ГАНИМЕД БЫЛ ОТКРЫТ ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЕМ 7 ЯНВАРЯ 1610 ГОДА С ПОМОЩЬЮ ЕГО ПЕРВОГО В ИСТОРИИ ТЕЛЕСКОПА. В ЭТОТ ДЕНЬ ГАЛИЛЕЙ УВИДЕЛ ОКОЛО ЮПИТЕРА 3 «ЗВЕЗДЫ»: ГАНИМЕД, КАЛЛИСТО И «ЗВЕЗДУ», ВПОСЛЕДСТВИИ ОКАЗАВШУЮСЯ ДВУМЯ СПУТНИКАМИ — ЕВРОПОЙ И ИО (ТОЛЬКО НА СЛЕДУЮЩУЮ НОЧЬ УГЛОВОЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ НИМИ УВЕЛИЧИЛОСЬ ДОСТАТОЧНО ДЛЯ РАЗДЕЛЬНОГО НАБЛЮДЕНИЯ). 15 ЯНВАРЯ ГАЛИЛЕО ПРИШЕЛ К ВЫВОДУ, ЧТО ВСЕ ЭТИ ОБЪЕКТЫ НА САМОМ ДЕЛЕ ЯВЛЯЮТСЯ НЕБЕСНЫМИ ТЕЛАМИ, ДВИЖУЩИМИСЯ ПО ОРБИТЕ ВОКРУГ ЮПИТЕРА. ГАЛИЛЕЙ НАЗВАЛ ЧЕТЫРЕ ОТКРЫТЫЕ ИМ СПУТНИКА «ПЛАНЕТАМИ МЕДИЧИ» И ПРИСВОИЛ ИМ ПОРЯДКОВЫЕ НОМЕРА.
- ОДНАКО НАЗВАНИЕ «ГАНИМЕД», КАК И НАИМЕНОВАНИЯ, ПРЕДЛОЖЕННЫЕ МАРИЕМ ДЛЯ ДРУГИХ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ, ПРАКТИЧЕСКИ НЕ ИСПОЛЬЗОВАЛОСЬ ВПЛОТЬ ДО СЕРЕДИНЫ 20 ВЕКА, КОГДА ОНО СТАЛО ОБЩЕУПОТРЕБИТЕЛЬНЫМ. В БОЛЬШОЙ ЧАСТИ БОЛЕЕ РАННЕЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ГАНИМЕД ОБОЗНАЧЕН (ПО СИСТЕМЕ, ВВЕДЁННОЙ ГАЛИЛЕО) КАК ЮПИТЕР III ИЛИ «ТРЕТИЙ СПУТНИК ЮПИТЕРА». ПОСЛЕ ОТКРЫТИЯ СПУТНИКОВ САТУРНА ДЛЯ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА СТАЛА ИСПОЛЬЗОВАТЬСЯ СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЯ, ОСНОВАННАЯ НА ПРЕДЛОЖЕНИЯХ КЕПЛЕРА И МАРИА. ГАНИМЕД — ЕДИНСТВЕННЫЙ ГАЛИЛЕЕВ СПУТНИК ЮПИТЕРА, НАЗВАННЫЙ В ЧЕСТЬ ФИГУРЫ МУЖСКОГО ПОЛА — СОГЛАСНО РЯДУ АВТОРОВ, ОН (КАК И ИО, ЕВРОПА И КАЛЛИСТО) БЫЛ ВОЗЛЮБЛЕННЫМ ЗЕВСА.
- ПО ДАННЫМ КИТАЙСКИХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЗАПИСЕЙ, В 365 ГОДУ ДО Н. Э. ГАНЬ ДЭ ОБНАРУЖИЛ СПУТНИК ЮПИТЕРА НЕВООРУЖЕННЫМ ГЛАЗОМ (ВЕРОЯТНО, ЭТО БЫЛ ГАНИМЕД).

Внутреннее строение Ганимеда

- Предположительно Ганимед состоит из трёх слоёв: расплавленного железного или состоящего из сульфида железа ядра, силикатной мантии и внешнего слоя льда толщиной 900—950 километров. Эта модель подтверждается малым моментом инерции, который был измерен во время облета Ганимеда «Галилео» — $(0,3105 \pm 0,0028) \times mr^2$ (момент инерции однородного шара равен $0,4 \times mr^2$). У Ганимеда коэффициент в этой формуле самый низкий среди твёрдых тел Солнечной системы. Существование расплавленного богатого железом ядра даёт естественное объяснение собственного магнитного поля Ганимеда, которое было обнаружено «Галилео». Конвекция в расплавленном железе, которое обладает высокой электропроводностью, — самое разумное объяснение происхождения магнитного поля.
- Точная толщина различных слоёв в недрах Ганимеда зависит от принятого значения состава силикатов (доли оливина и пироксенов) а также от количества серы в ядре [33][43]. Наиболее вероятное значение радиуса ядра — 700—900 км, а толщины внешней ледяной мантии — 800—1000 км. Остаток радиуса приходится на силикатную мантию. Плотность ядра — предположительно 5,5—6 г/см³, а силикатной мантии — 3,4—3,6 г/см³[33][43][44][45]. Некоторые модели генерирования магнитного поля Ганимеда требуют наличия твёрдого ядра из чистого железа внутри жидкого ядра из Fe и FeS, что схоже со структурой земного ядра. Радиус этого ядра может достигать 500 километров. Температура в ядре Ганимеда предположительно составляет 1500—1700 К, а давление — до 10 ГПа.



Каллисто

- Каллисто — второй по размеру спутник Юпитера, один из четырёх галилеевых спутников и самый далёкий от планеты среди них. Был открыт в 1610 году Галилео Галилеем, назван в честь персонажа древнегреческой мифологии — Каллисто, любовницы Зевса.
- Благодаря низкому уровню радиационного фона в окрестностях Каллисто и её размерам её часто предлагают для основания станции, которая послужит для дальнейшего освоения системы Юпитера человечеством[8]. На 2012 год основной объём знаний об этом спутнике получен аппаратом «Галилео»; другие АМС — «Пионер-10», «Пионер-11», «Вояджер-1», «Вояджер-2», «Кассини» и «Новые горизонты» — изучали спутник.
- Каллисто — синхронный спутник: её период вращения вокруг своей оси равен её орбитальному периоду, таким образом, она всегда обращена к Юпитеру одной стороной (находится в приливном захвате). Так как Каллисто не находится в высокочастотном орбитальном резонансе с другими крупными спутниками, возмущения со стороны Ио, Европы, Ганимеда не вызывают увеличения эксцентриситета её орбиты и не приводят к приливному разогреву из-за взаимодействия с центральной планетой.

Внутренняя структура Каллисто

- Сильно изрытый кратерами поверхностный слой Каллисто покоится на холодной и жёсткой ледяной литосфере, толщина которой по разным оценкам составляет от 80 до 150 км. Если исследования магнитных полей вокруг Юпитера и его спутников были интерпретированы верно, то под ледяной корой может находиться солёный океан глубиной 50—200 км. Было обнаружено, что Каллисто взаимодействует с магнитным полем Юпитера как хорошо проводящий шар: поле не может проникнуть в недра спутника, что указывает на наличие сплошного слоя из электропроводящей жидкости толщиной не менее 10 км. Существование океана становится более вероятным, если предположить наличие в нём небольшого количества (до 5 % по массе) аммиака или иного антифриза. В таком случае глубина океана может достигать до 250—300 км[16]. Покоящаяся над океаном литосфера может быть несколько толще — до 300 км.
- Недра Каллисто, лежащие ниже литосферы и предполагаемого океана, судя по всему, не являются ни полностью однородными, ни полностью расслоёнными, а представляют собой смесь веществ с постепенным ростом доли силикатов с глубиной. На это указывает низкое значение момента инерции[h] спутника (по данным «Галилео» он равен $(0,3549 \pm 0,0042) \times m r^2$). Другими словами, Каллисто лишь частично дифференцирована. Значения плотности и момента инерции совместимы с наличием в центре спутника маленького силикатного ядра. В любом случае, радиус такого ядра не может превышать 600 км, а его плотность может лежать в пределах от 3,1 до 3,6 г/см³[3][16]. Таким образом, недра Каллисто разительно отличаются от недр Ганимеда, которые, судя по всему, дифференцированы полностью.

Европа (спутник)

- Европа, или Юпитер II — шестой спутник Юпитера, наименьший из четырёх галилеевых спутников, один из самых крупных спутников в Солнечной системе. Обнаружена в 1610 году Галилео Галилеем и, вероятно, Симоном Марием в то же самое время. На протяжении столетий за Европой велись всё более всесторонние наблюдения при помощи телескопов, а также, начиная с 1970-х годов, пролетающих вблизи космических аппаратов.
- По размерам уступая земной Луне, Европа состоит из силикатных пород, а в центре спутника находится железное ядро. Поверхность состоит из льда и является одной из самых гладких в Солнечной системе; она испещрена поперечно-полосатыми трещинами и полосами, в то время как кратеров практически нет. Легко заметная молодость и гладкость поверхности привели к гипотезе, что на Европе находится подповерхностный океан, состоящий из воды, который может служить пристанищем для внеземной микробиологической жизни. Гипотеза образования океана сводится к тому, что тепловая энергия от приливного ускорения позволила ему оставаться жидким и стимулировала эндогенную геологическую активность, близкую к тектонике плит. У спутника есть крайне разреженная атмосфера, состоящая в основном из кислорода.

Внутренняя структура Европы

Европа больше похожа на планеты земной группы, чем другие «ледяные спутники», и в значительной степени, состоит из горных пород. Поверхность спутника полностью покрыта слоем воды толщиной предположительно 100 км, частью в виде ледяной поверхностной коры толщиной 10—30 км; частью, как полагают, — в виде подповерхностного жидкого океана. Ниже лежат горные породы, а в центре, предположительно, находится небольшое металлическое ядро. Последние данные о магнитном поле Европы, полученные орбитальным аппаратом «Галилео», показали, что оно подвержено индукции посредством взаимодействия с магнитосферой Юпитера, а это подразумевает под собой наличие подповерхностного проводящего слоя. Этот слой, скорее всего, и представляет собой жидкий океан, состоящий из воды. Предположительно, кора Европы сдвинута на 80° относительно ядра, что было бы маловероятно, если бы лёд прочно прилегал к мантии. Это служит дополнительным доказательством в пользу подповерхностного океана.

