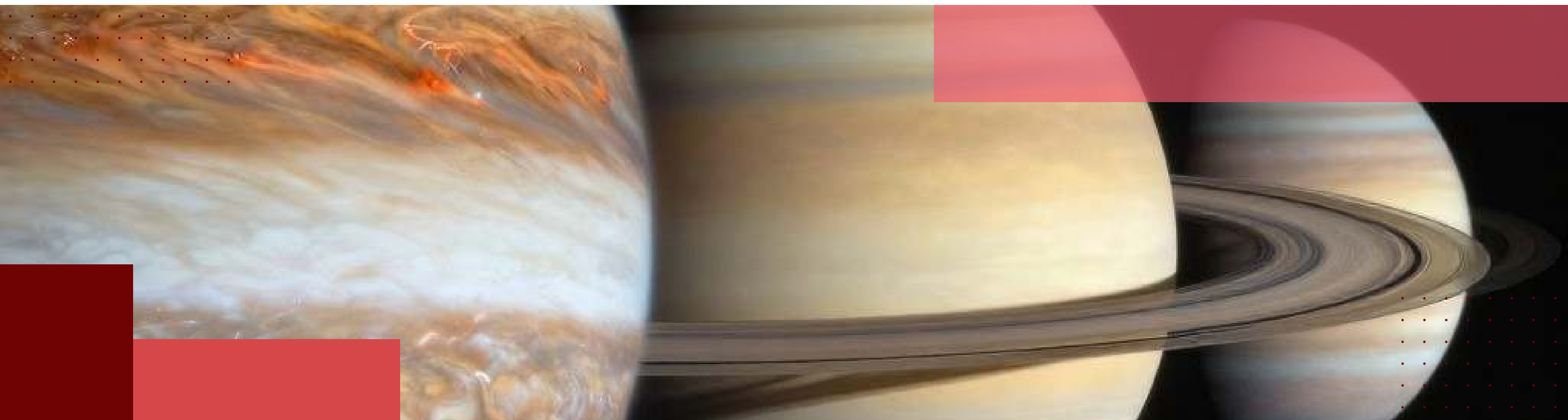


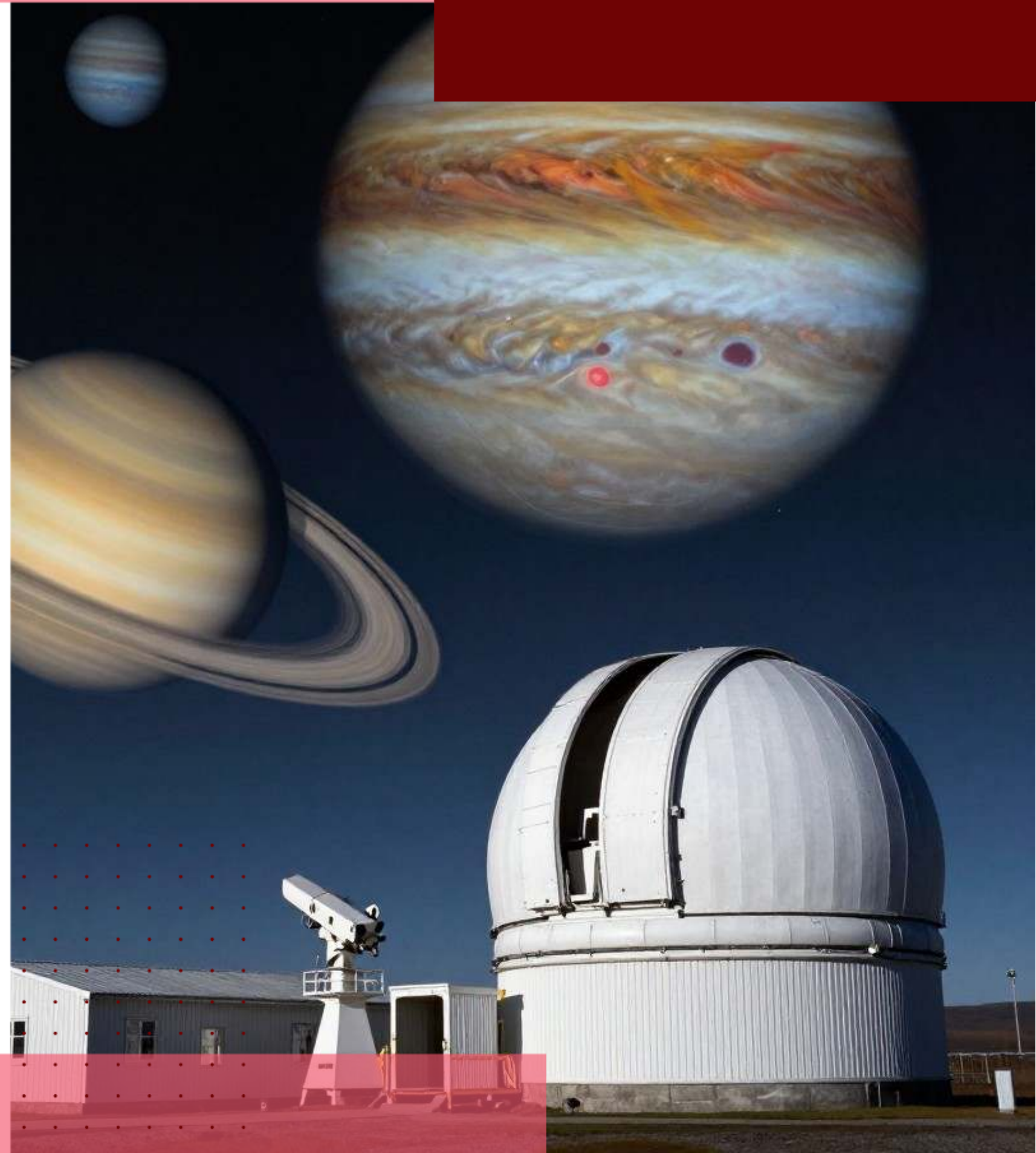
Планеты-гиганты: крупнейшие миры Солнечной системы

Четыре мира, где привычные законы Земли работают иначе.



Зачем изучать планеты-гиганты

Эти планеты сосредоточили основную долю планетного вещества Солнечной системы и во многом определили её устройство. Их сравнение помогает понять происхождение нашей системы и распознавать похожие миры у других звёзд.



Общие признаки планет-гигантов

Нет твёрдой поверхности

У планет-гигантов нет привычной каменной поверхности: по мере погружения газ постепенно переходит в более плотные состояния. Поэтому их «поверхность» условна и определяется слоями атмосферы и облаков.

Лёгкие вещества преобладают

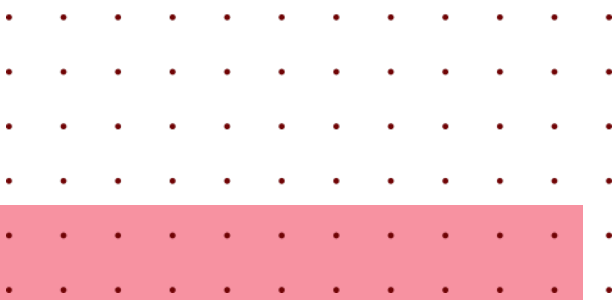
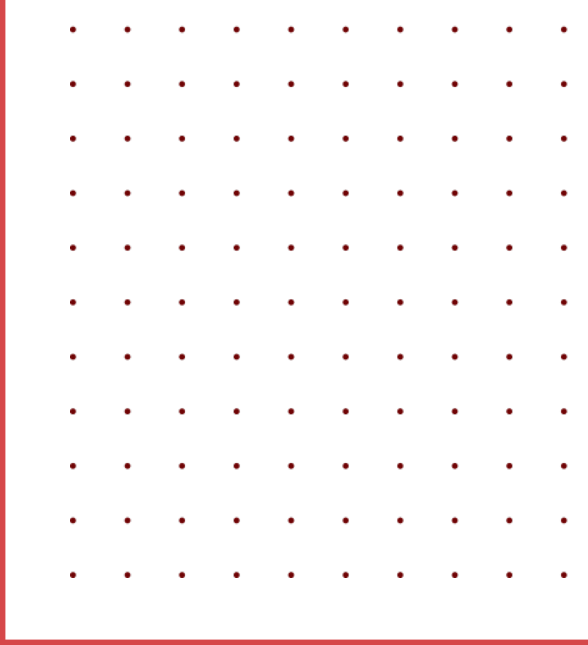
Основу состава Юпитера и Сатурна составляют водород и гелий. У Урана и Нептуна в недрах значительно больше воды, аммиака и метана, связанных в виде льдов и плотных смесей.

Низкая плотность

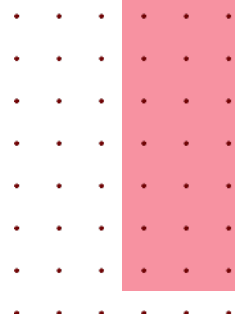
Средняя плотность гигантов заметно ниже земной, потому что огромный объём занимает лёгкий газ. Особенно выделяется Сатурн: его средняя плотность даже меньше плотности воды.

Активные атмосферы

Во всех четырёх атмосферах наблюдаются облака, мощные ветры и крупные вихри. Эти процессы связаны не только с солнечным нагревом, но и с внутренним теплом планет.



Основные параметры планет-гигантов

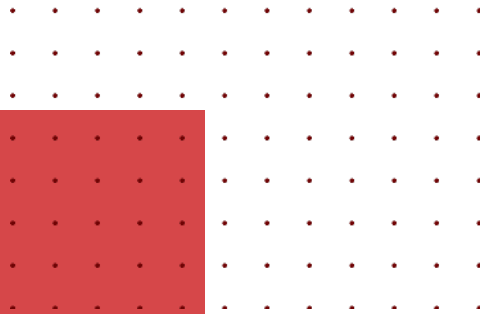


Сравнение показывает, насколько сильно различаются размеры, масса и плотность крупнейших планет.

Юпитер резко превосходит остальные планеты по массе и объёму, а Сатурн выделяется самой низкой плотностью.

Планета	Диаметр, км	Масса / плотность
Юпитер	139 820	317,8; 1,33
Сатурн	116 460	95,2; 0,69
Уран	50 724	14,5; 1,27
Нептун	49 244	17,1; 1,64

Астрономические справочные данные



Юпитер: мир рекордных масштабов

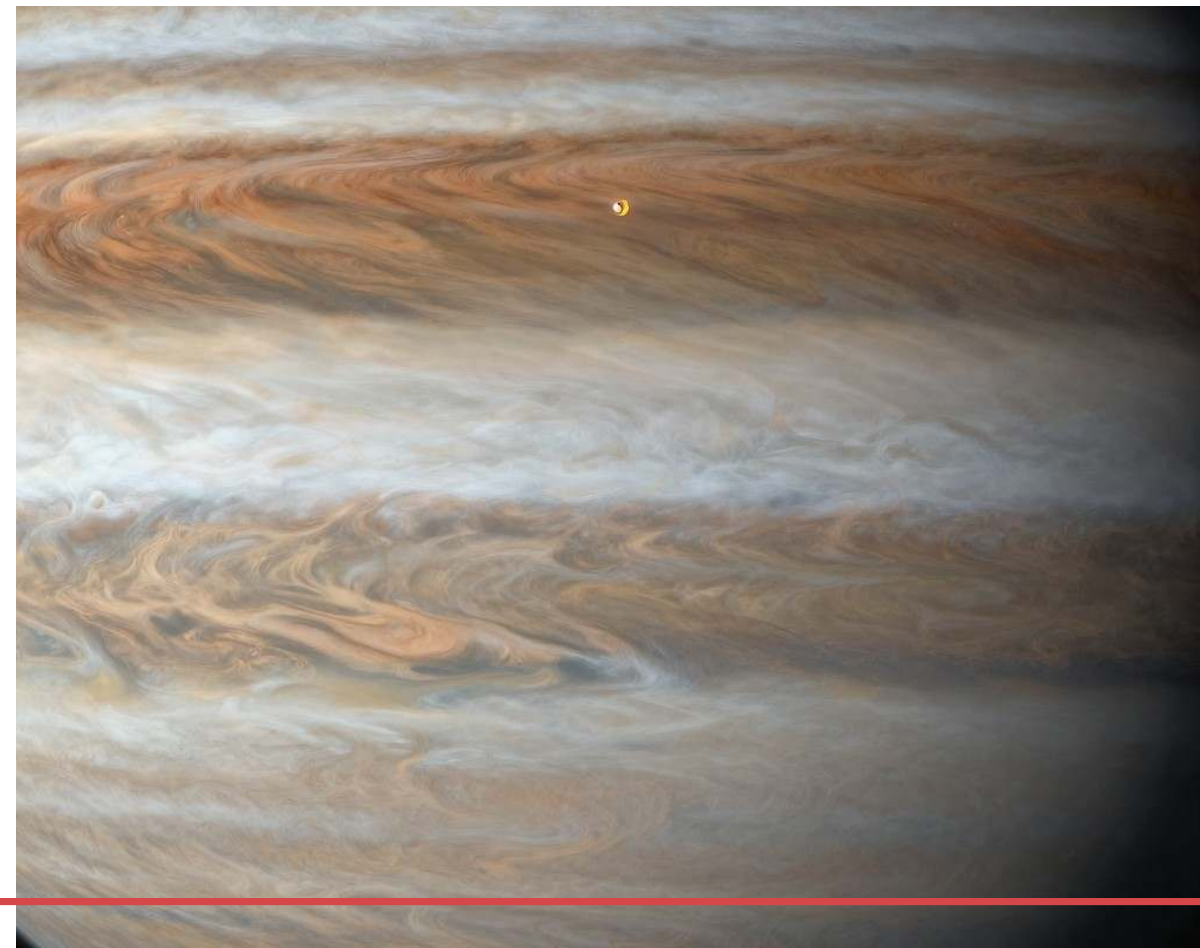
Величина, которую трудно представить

Юпитер — самая крупная планета Солнечной системы: его диаметр более чем в 11 раз превышает земной. Масса планеты в сотни раз больше массы Земли, поэтому её гравитация заметно влияет на всю окрестность.



Атмосфера в полосах и пятнах

В видимых слоях Юпитера чередуются светлые и тёмные полосы, которые отражают сложную циркуляцию воздуха. Самое известное образование — Большое красное пятно, долговечный шторм, наблюдаемый уже несколько столетий.

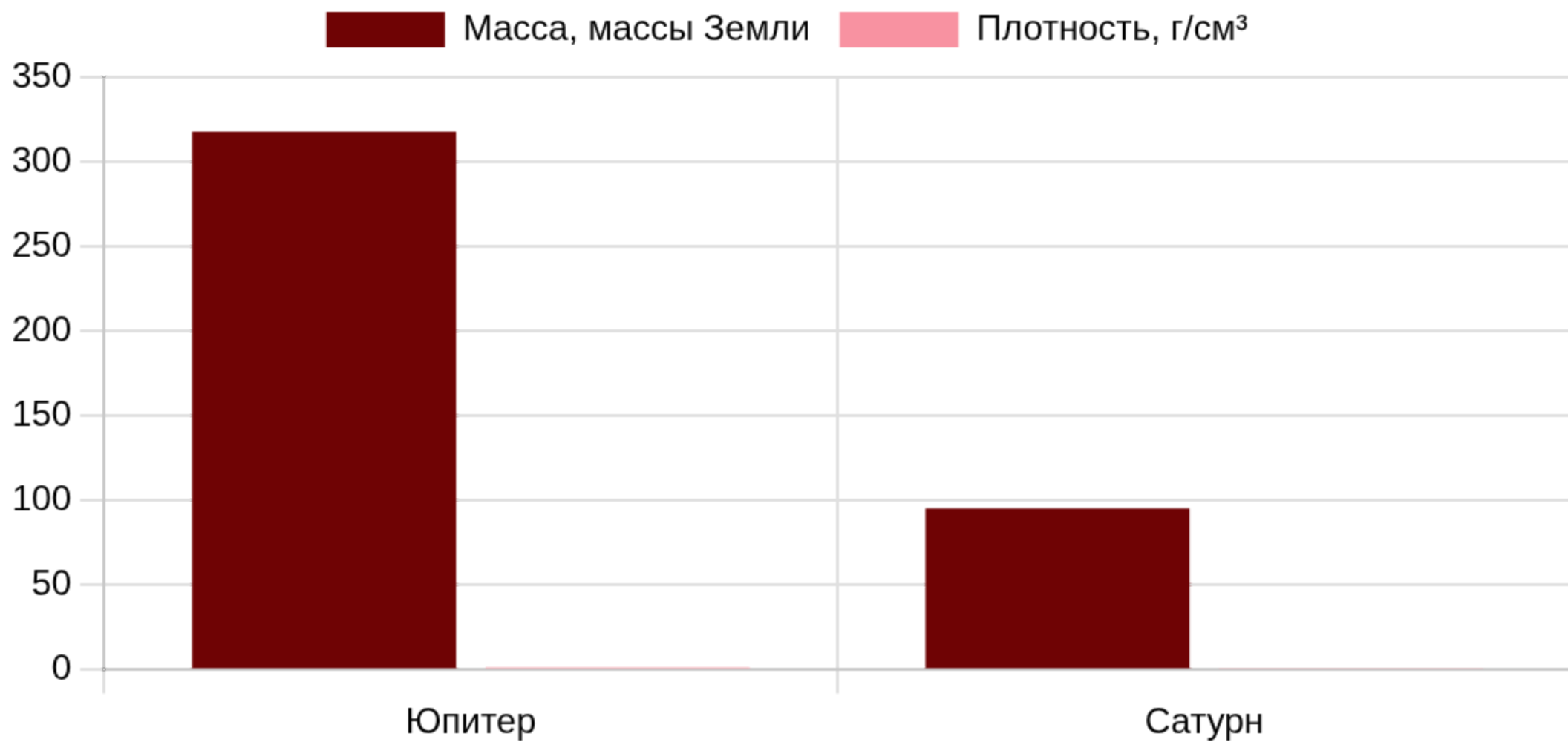


Система, похожая на маленькую планетную

Юпитер окружён мощной магнитосферой и множеством спутников. Среди них особенно выделяется Ганимед — крупнейший спутник не только Юпитера, но и всей Солнечной системы.



Юпитер и Сатурн: сравнение массы и плотности



Два газовых гиганта похожи по природе, но различаются по внутреннему строению и степени сжатия вещества.

Юпитер намного массивнее, однако Сатурн гораздо менее плотен. Значит, масса сама по себе не определяет плотность планеты.

Внутреннее строение газовых и ледяных гигантов

1. Внешние оболочки

Верхние слои гигантов образуют мощную атмосферу, в которой постепенно растёт давление. Ниже расположены более плотные области, где вещество уже не ведёт себя как обычный газ.

2. Юпитер и Сатурн

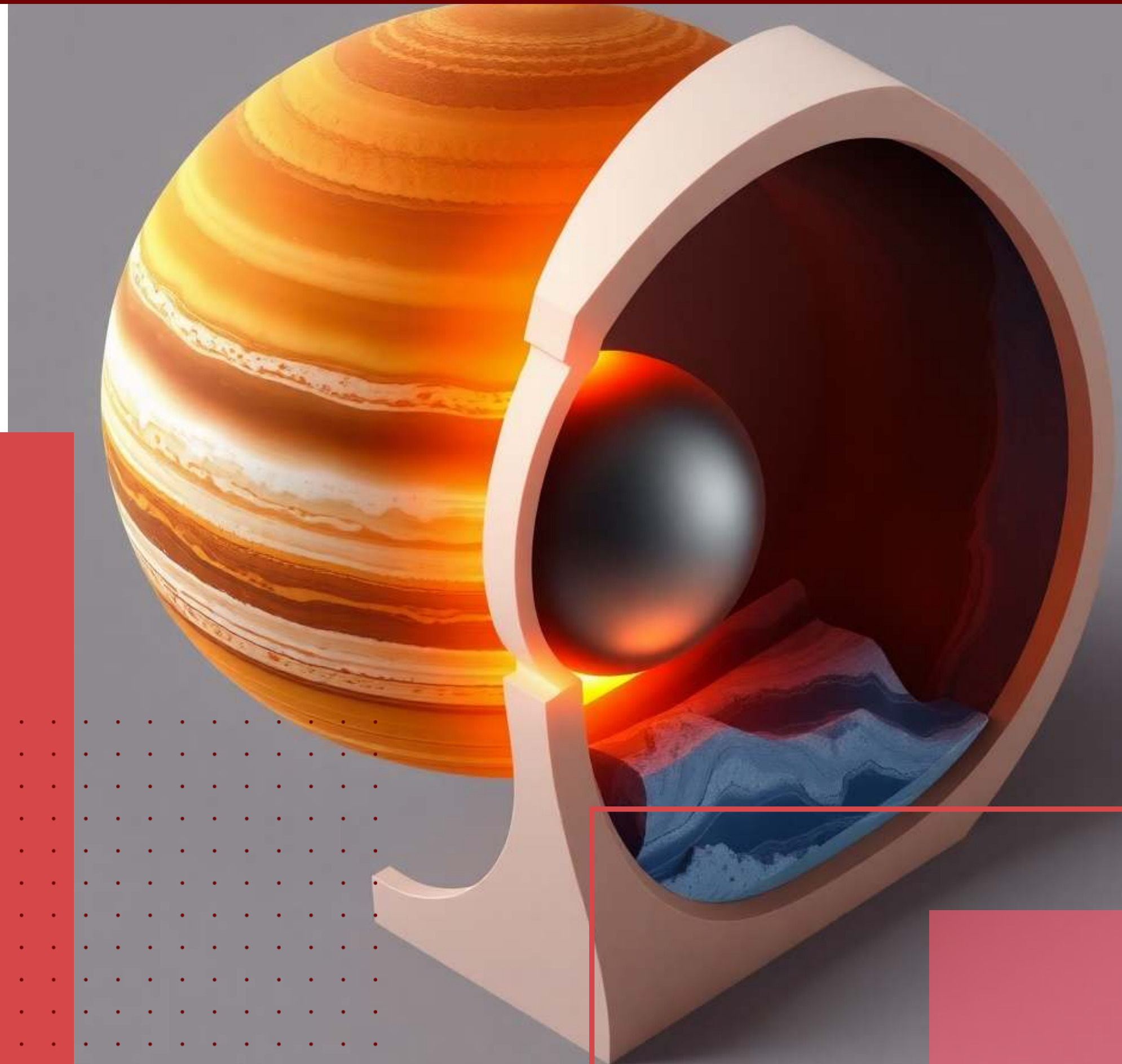
У этих планет выделяют слой жидкого и металлического водорода, а глубже — плотное ядро. Внутри давление достигает миллионов атмосфер, а температура возрастает до тысяч градусов.

3. Уран и Нептун

В недрах ледяных гигантов значительно больше воды, аммиака и метана. Поэтому они плотнее связаны с веществом, которое в холодных условиях переходит в твёрдое или полутвёрдое состояние.

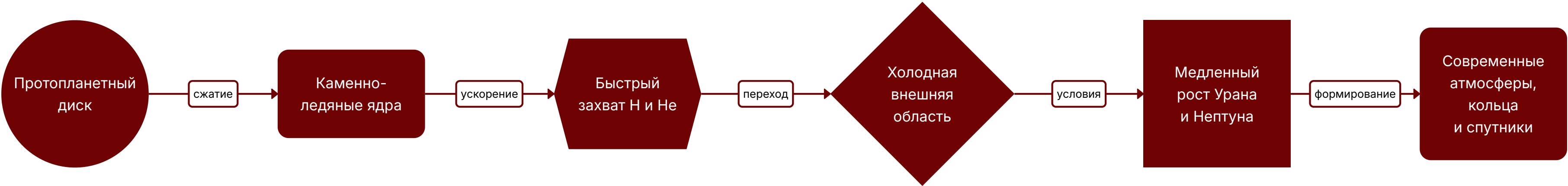
4. Роль состава

Различия между гигантами определяются не только массой, но и тем, какие вещества преобладали при их формировании. Именно состав объясняет отличие газовых и ледяных гигантов.



Как возникли планеты-гиганты

Последовательность отражает принятую схему формирования гигантов в протопланетном диске.





Сатурн и его кольца

Самая заметная система колец

Кольца Сатурна — самые яркие и протяжённые среди всех планет. Они хорошо видны даже в небольшие телескопы и давно стали символом самой планеты.

Состав колец

Основу колец составляет лёд, а также пылевые и каменные частицы. Размеры этих частиц различаются от микроскопических зёрен до более крупных обломков, что влияет на прозрачность и отражательную способность колец.

Очень малая толщина

При огромном диаметре кольца чрезвычайно тонки. Именно поэтому они выглядят как чёткие плоские структуры, хотя в действительности состоят из множества отдельных частиц, движущихся по орбитам.

Титан и другие спутники

Среди спутников Сатурна особенно выделяется Титан. Он обладает плотной атмосферой, что делает его одним из самых интересных объектов во внешней части Солнечной системы.

Атмосферы и ветры четырёх планет-гигантов



Ветры гигантов связаны с внутренним теплом, составом атмосферы и особенностями циркуляции на разных глубинах.

Нептун демонстрирует самые мощные ветры, а Уран выглядит спокойнее из-за слабого внутреннего теплового потока.

Астрономические справочные данные

Уран: планета с необычным наклоном оси

Открытие планеты

Уран был открыт в 1781 году и сначала казался обычной далёкой планетой. Позднее наблюдения показали, что его движение и внешний вид скрывают ряд особенностей, отличающих его от других гигантов.

Наклон почти 98°

Ось вращения Урана наклонена почти на прямой угол, поэтому планета словно катится по орбите. Из-за этого солнечное освещение на полюсах и смена времён года устроены крайне необычно.

Ледяной гигант

В атмосфере Урана заметен метан, который придаёт ему голубовато-зелёный оттенок. Планета имеет слабые кольца и систему спутников, а её внутреннее строение относят к классу ледяных гигантов.

Нептун — самый дальний ледяной гигант

Планета на краю известного мира

Нептун находится очень далеко от Солнца, и даже свет доходит до него с большой задержкой. Эта удалённость делает планету холодной и трудной для наблюдений, но именно она долго скрывала её особенности от астрономов.



Синий шар с бурной погодой

Метан в атмосфере придаёт Нептуну насыщенно-синий цвет, который сразу выделяет его среди других планет. Несмотря на слабый приток солнечной энергии, здесь возникают мощные ветры, штормы и тёмные атмосферные пятна.



Тритон — необычный спутник

Среди спутников Нептуна особенно интересен Тритон. Он движется по ретроградной орбите, то есть в направлении, противоположном вращению планеты, что указывает на сложную историю его захвата и формирования системы.



Спутники планет-гигантов как отдельные миры

Планета	Спутник	Особенность
Юпитер	Европа	Подповерхн. океан
Сатурн	Титан	Плотная атмосфера
Уран	Титания	Крупный спутник
Нептун	Тритон	Ретроградная орбита

Астрономические данные по спутникам планет-гигантов

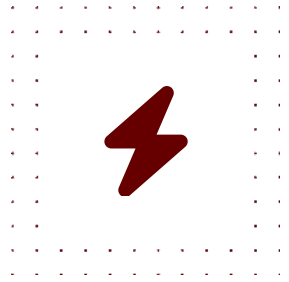


Крупнейшие спутники гигантов обладают признаками, которые делают их самостоятельными объектами изучения: от вулканизма и океанов до плотных атмосфер и ледяных выбросов.

Спутники гигантов разнообразны не меньше самих планет и могут хранить условия, важные для поиска потенциально обитаемых сред.

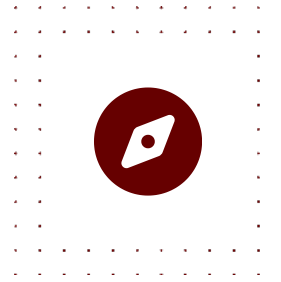


Магнитные поля и радиационные пояса



Юпитер

Его магнитное поле самое мощное в Солнечной системе. Сильные радиационные пояса создают опасную среду для космических аппаратов и требуют особенно защищённых приборов.



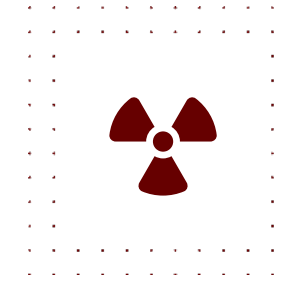
Сатурн

Магнитное поле Сатурна почти совпадает с осью вращения. Такая конфигурация делает его магнитосферу более симметричной и позволяет точнее сравнивать её с внутренним строением планеты.



Уран

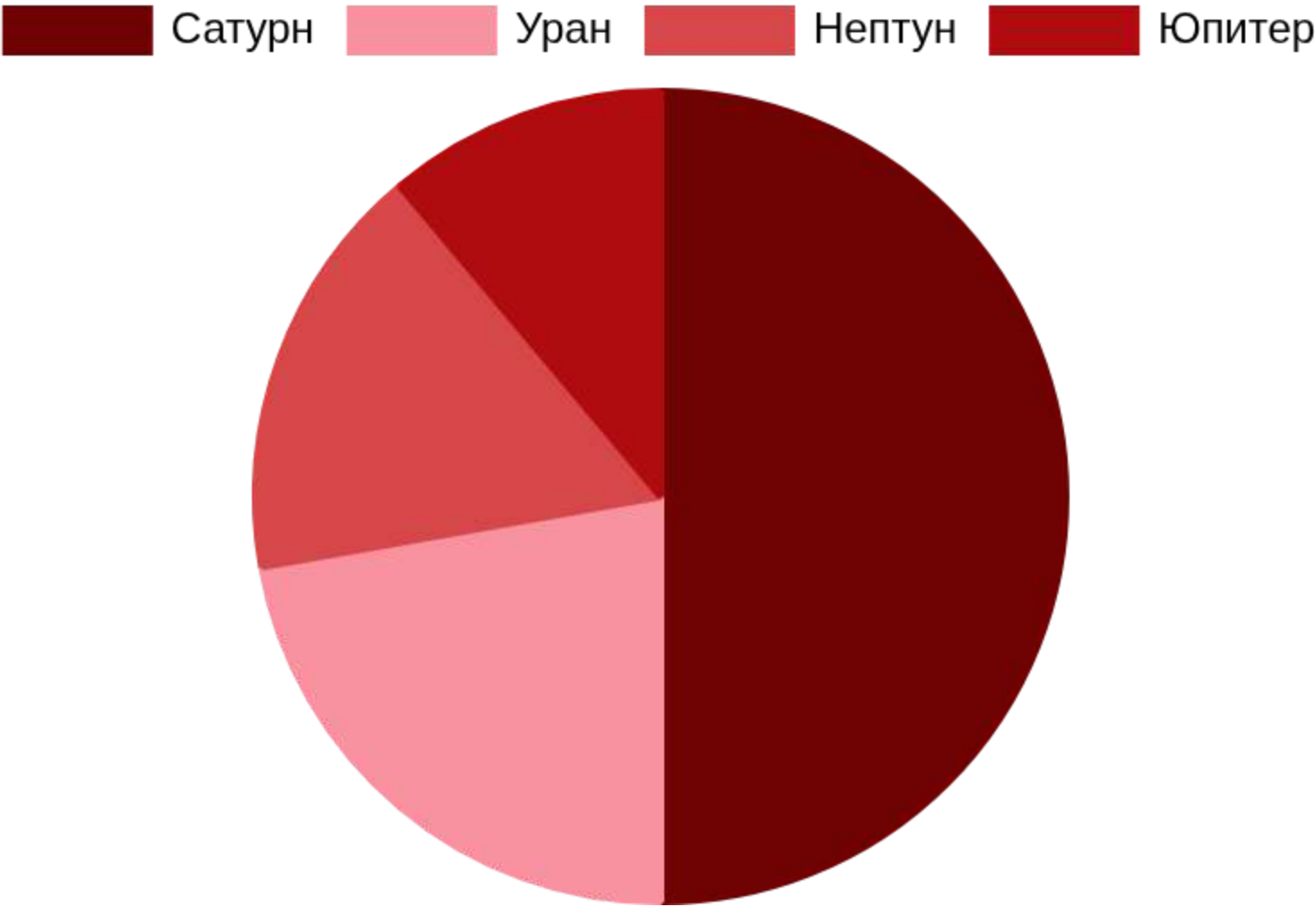
У Урана магнитное поле заметно наклонено и смещено относительно центра. Это показывает, что источники магнитного поля в недрах гигантов могут быть устроены очень по-разному.



Нептун

Магнитное поле Нептуна тоже сильно отклонено от оси вращения. Его особенности помогают понять, как движение проводящих слоёв в глубине влияет на форму магнитосферы.

Кольцевые системы планет-гигантов



Кольца у гигантов различаются не только яркостью, но и составом: от почти чистого льда у Сатурна до слабых пылевых структур у Юпитера.

Самая заметная система колец принадлежит Сатурну, а у остальных гигантов кольца есть, но они значительно слабее и труднее для наблюдения.

Сводные данные о кольцах планет-гигантов

Планеты-гиганты и внешние области Солнечной системы

1.

Гравитационный каркас
Юпитер и Сатурн задают большую часть динамики внешней Солнечной системы. Их масса влияет на устойчивость орбит малых тел и на распределение вещества в окрестностях планет.

2.

Связь с малыми телами
Гиганты взаимодействуют с астероидами, кометами и ледяными объектами, меняя их траектории. Это особенно важно для тел, которые пересекают внутренние области системы.

3.

Пояс Койпера и облако Оорта
Во внешней части Солнечной системы гравитация гигантов помогает объяснить строение пояса Койпера и движение долгопериодических комет, приходящих из удалённых резервуаров вещества.

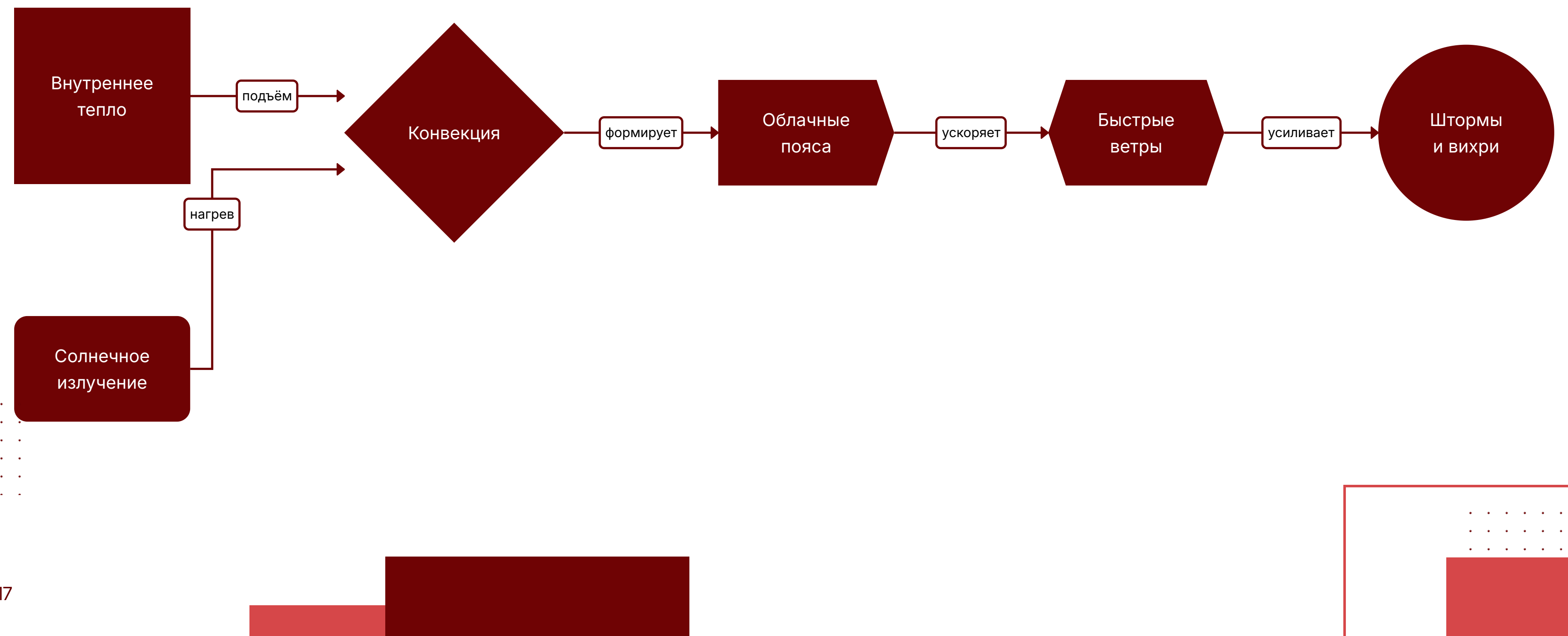
4.

Точная модель системы
Без учёта планет-гигантов невозможно корректно описать эволюцию орбит. Они выступают как главный фактор, связывающий крупные планеты и удалённые ледяные области.



Как формируются атмосферные пояса и штормы

Последовательность отражает влияние внутреннего тепла, солнечного излучения и конвекции в атмосферах планет-гигантов.



Исследование планет-гигантов космическими миссиями

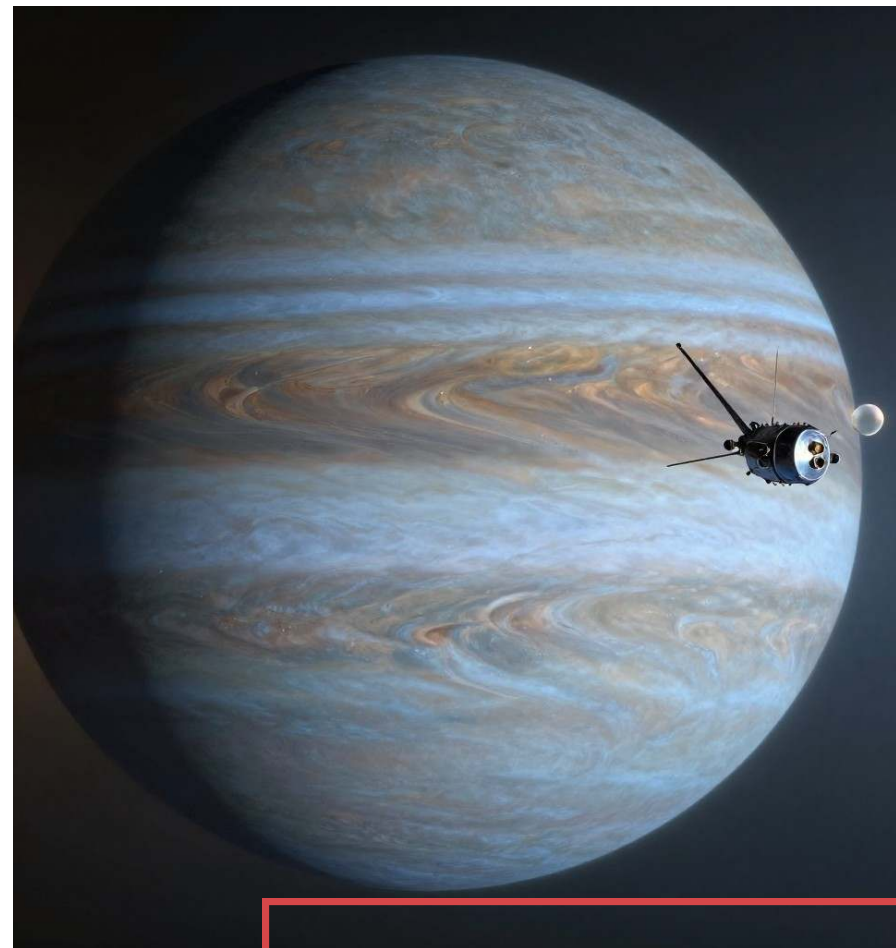
Voyager: первые крупные планы

Аппараты Voyager 1 и Voyager 2 впервые передали подробные изображения всех четырёх планет-гигантов. Эти снимки резко расширили представления о кольцах, атмосферах и спутниках далёких миров.



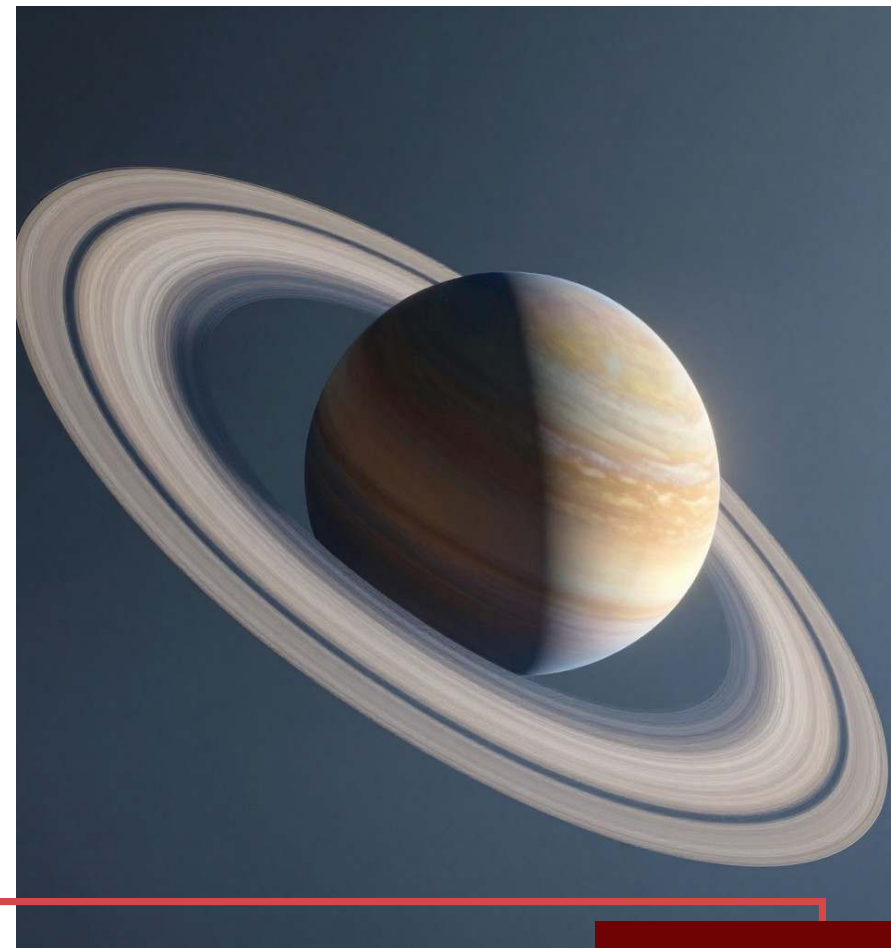
Galileo у Юпитера

Миссия Galileo долго работала в системе Юпитера и позволила изучить атмосферу, магнитную среду и крупные спутники. Особый интерес вызвали данные, которые помогли уточнить строение Галилеевых лун.



Cassini и система Сатурна

Cassini детально исследовала Сатурн, его кольца и спутники, а также передала ценные сведения о Титане и Энцеладе. Благодаря этой миссии система Сатурна стала одной из лучше всего изученных в Солнечной системе.



Juno и скрытые слои Юпитера

Juno работает на орбите Юпитера с 2016 года и изучает его гравитационное поле, магнитосферу и атмосферные структуры. Наблюдения миссии помогают понять, как устроен крупнейший гигант изнутри.

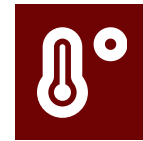


Планеты-гиганты за пределами Солнечной системы



Их легче обнаружить

Экзопланеты-гиганты часто находят первыми, потому что они сильнее влияют на движение своей звезды и дают более заметный сигнал при наблюдениях.



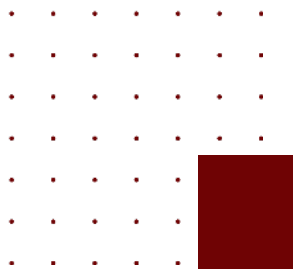
Горячие юпитеры

Особенно распространены газовые гиганты, обращающиеся очень близко к звезде. Их атмосферы нагреваются до сотен и тысяч градусов, что делает их резко отличными от Юпитера и Сатурна.



Сравнение с нашими гигантами

Изучение экзопланет помогает сопоставлять их с Ураном, Нептуном, Юпитером и Сатурном. Так астрономы уточняют общие закономерности рождения и эволюции планетных систем.





Планеты-гиганты: разные по виду, единые по значению

Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун показывают, насколько разнообразны большие планеты: от состава и плотности до колец, спутников и магнитных полей. Их изучение раскрывает историю Солнечной системы.

