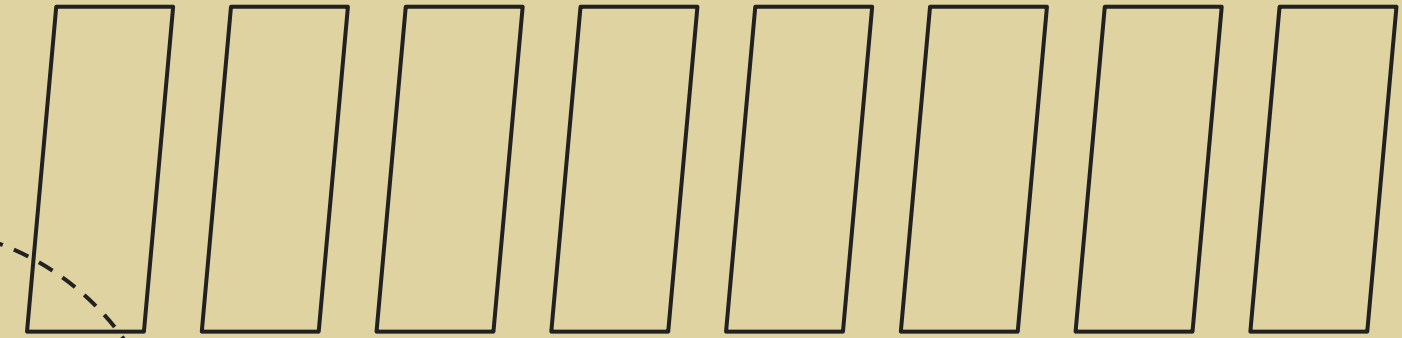
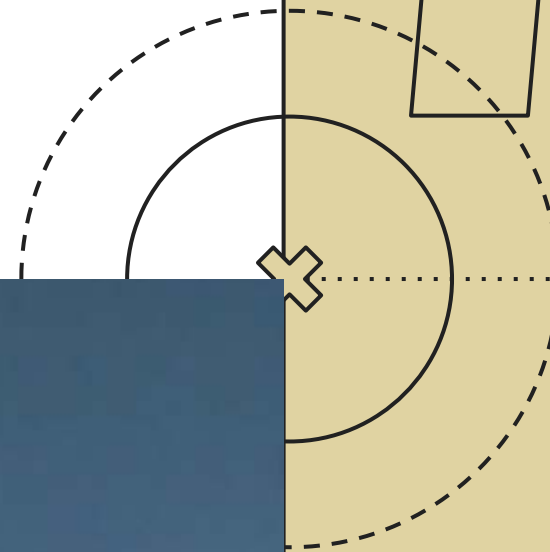


Общность характеристик планет- гигантов

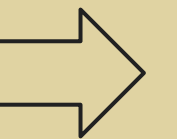
Четыре внешние планеты связаны общими
физическими законами.



Почему их рассматривают как единую группу



Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун сформировались за снеговой линией, где лёд и летучие вещества накапливались особенно эффективно. Поэтому у них есть общие черты строения, но различия в массе и составе заметно меняют облик каждой планеты.



Классификация внешних планет Солнечной системы

				
Юпитер и Сатурн Эти планеты относят к газовым гигантам: их объём в основном образован водородом и гелием, а внутренние слои переходят в состояния, недоступные для земных условий.	Уран и Нептун Обе планеты называют ледяными гигантами, потому что в их составе особенно велика доля воды, аммиака и метана, связанных с холодными внешними областями Солнечной системы.	Положение в системе Все четыре планеты находятся за поясом астероидов и значительно дальше от Солнца, чем планеты земной группы, поэтому получают намного меньше света и тепла.	Общий признак Большие размеры, низкая плотность и мощные атмосферы объединяют их в особую категорию, удобную для сравнительного изучения происхождения и эволюции планет.	

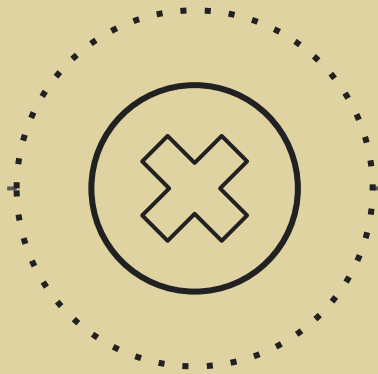
Сравнение основных параметров планет-гигантов

Ключевые параметры показывают, насколько крупнее и легче по плотности внешние планеты по сравнению с Землёй.

При огромных размерах средняя плотность у планет-гигантов остаётся сравнительно низкой, что указывает на преобладание лёгких веществ и отсутствие земноподобной поверхности.

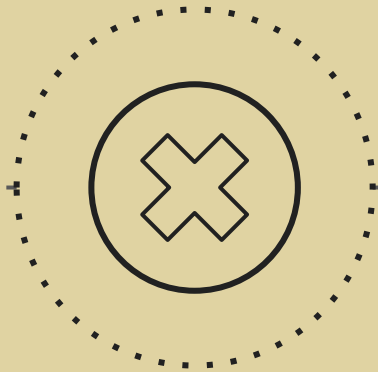
Планета	Радиус	Плотность
Юпитер	11,2 R _З	1,33
Сатурн	9,5 R _З	0,69
Уран	4,0 R _З	1,27
Нептун	3,9 R _З	1,64

Внутреннее строение планет-гигантов



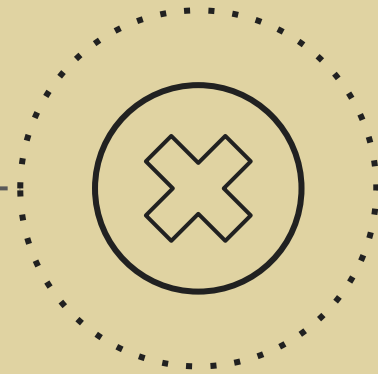
Плотное ядро

В центре планет-гигантов располагается сравнительно компактное ядро из тяжёлого вещества, вокруг которого концентрируются основные массы планеты и начинаются глубокие внутренние слои.



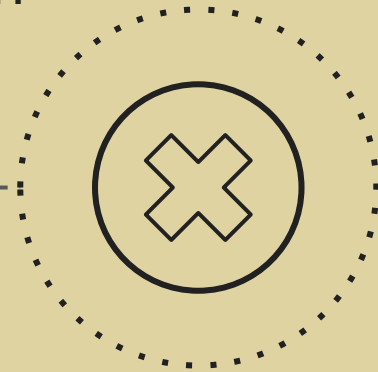
Газовые гиганты

У Юпитера и Сатурна главные внешние слои состоят из водорода и гелия, поэтому их атмосферы очень протяжённые, а переход к глубинным слоям происходит постепенно.



Экзотические состояния вещества

С ростом давления и температуры обычные материалы ведут себя необычно: водород может переходить в металлическое состояние, а ледяные компоненты — в плотные смеси с иными свойствами.



Ледяные гиганты

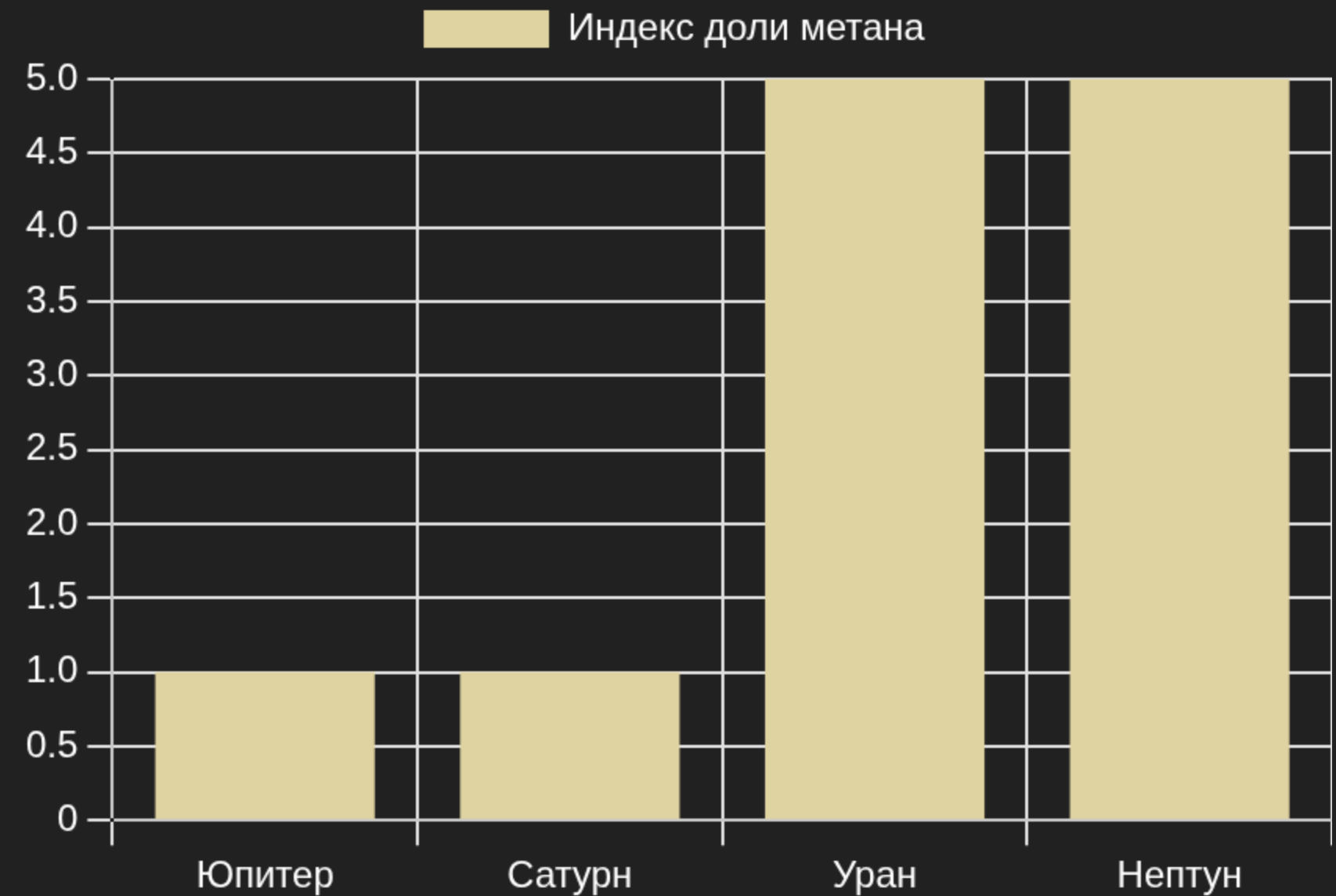
У Урана и Нептуна больше доля воды, аммиака и метана, образующих толстую мантию. Именно она отличает их внутреннее строение от двух крупнейших планет.



Состав атмосфер планет-гигантов

Схематическая диаграмма показывает, что у внешних планет химический состав атмосферы меняется от водородно-гелиевого к более метансодержащему.

Уран и Нептун заметно отличаются по содержанию метана, а это влияет на цвет, прозрачность атмосферы и тепловой режим.



Схематическое сравнение по общим данным о составе атмосфер планет-гигантов

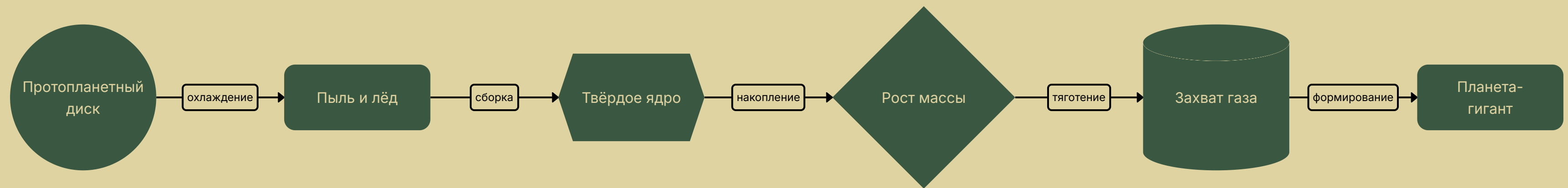
— средняя плотность Юпитера, показывающая, что планеты-гиганты состоят преимущественно из лёгких веществ и не имеют чёткой твёрдой поверхности.

Низкая плотность указывает на преобладание газа и льдов. По мере углубления растут давление и температура, поэтому привычная поверхность здесь не формируется.

1,33 г/см³

Как формировались планеты-гиганты

✗ Последовательность отражает общую схему роста внешних планет в холодной части протопланетного диска.



Быстрое вращение и сплюснутая форма

01

Короткие сутки

Планеты-гиганты вращаются значительно быстрее Земли, поэтому смена дня и ночи у них происходит очень быстро. Это влияет на форму, распределение ветров и структуру атмосферных потоков.

02

Сжатие у полюсов

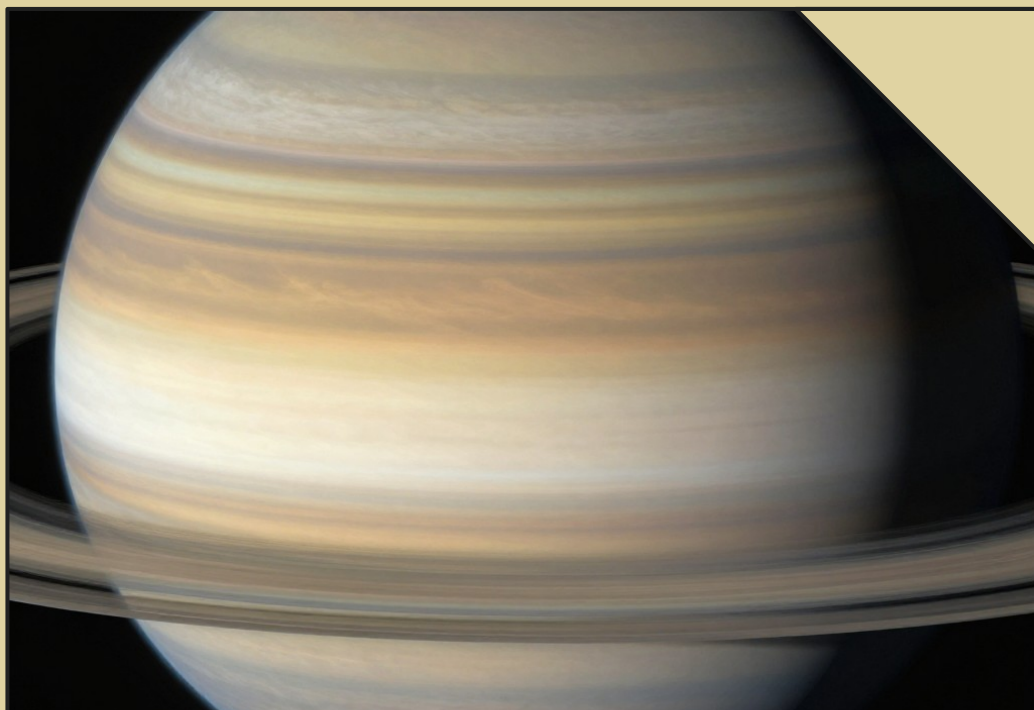
Из-за быстрого вращения экваториальная область слегка раздувается, а полярные зоны становятся более сжатыми. В результате планета приобретает заметно сплюснутую, а не идеальную сферическую форму.

03

Связь с динамикой

Быстрое вращение усиливает атмосферную циркуляцию и помогает сохранять устойчивые пояса облаков. Поэтому форма планет напрямую связана с их внутренней динамикой и движением газов.

Атмосферные полосы, штормы и ветры



Пояса, которые не исчезают

На Юпитере и Сатурне облака выстраиваются в чередующиеся светлые и тёмные полосы. Эти пояса возникают из-за мощной циркуляции атмосферы и устойчивых ветров, которые переносят вещества на огромные расстояния. Структура полос меняется, но общий рисунок сохраняется очень долго.



Большое Красное Пятно

Юпитер известен гигантским вихрем, который наблюдают уже несколько столетий. Это антициклон, по размерам превышающий Землю, и он остаётся одним из самых впечатляющих примеров долговременной атмосферной устойчивости в Солнечной системе.



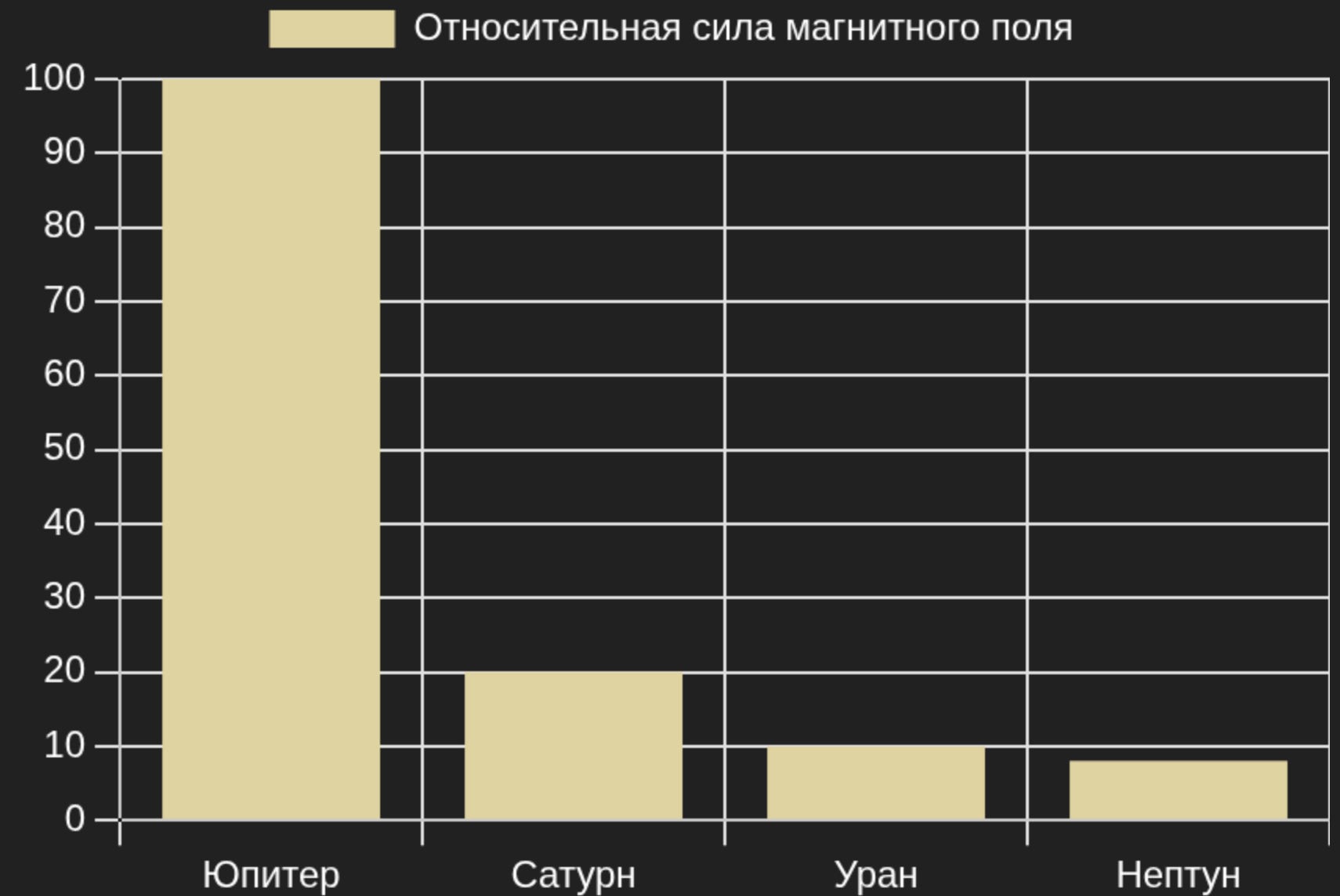
Экстремальные ветры Нептуна

На Нептуне регистрируют одни из самых быстрых ветров среди планет Солнечной системы. При слабом солнечном освещении атмосфера всё равно демонстрирует высокую подвижность, крупные вихри и резкие контрасты, что делает внешний облик планеты особенно динамичным.

Магнитные поля планет-гигантов

Магнитные поля планет-гигантов связаны с внутренним строением и движением проводящих слоёв вещества в глубине планеты.

Юпитер заметно превосходит остальные планеты, а у Урана и Нептуна магнитные поля сложнее из-за сильного наклона осей.



Сводные данные миссий Voyager, Galileo, Cassini и обзоры NASA Planetary Fact Sheet; относительная шкала для сравнения



Ключевые черты колец планет-гигантов



Ледяная основа

Основу колец у внешних планет составляют частицы водяного льда. Они хорошо отражают солнечный свет, поэтому кольца Сатурна особенно яркие и заметные даже в небольшие телескопы.



Постоянное движение

Частицы в кольцах не образуют неподвижный диск: они непрерывно сталкиваются, рассеиваются и перераспределяются под действием гравитации планеты и соседних спутников.



Материал разного размера

В состав колец входят не только льдинки, но и пыль, а также мелкие каменные частицы. Размеры элементов сильно различаются, что влияет на прозрачность и цвет системы.



Предел Роша

Кольца удерживаются в зоне, где приливные силы не дают частицам слиться в один спутник. Поэтому вещество долго сохраняется в виде разреженной кольцевой структуры.

Спутниковые системы планет-гигантов

✕ Число известных спутников у внешних планет различается, но у всех систем есть крупные и геологически интересные тела.

✕ Сатурн и Юпитер обладают наиболее многочисленными системами, а крупнейшие спутники представляют самостоятельные объекты для изучения.

Планета	Спутники
Юпитер	95
Сатурн	146
Уран	27
Нептун	14

NASA Planetary Fact Sheet; данные по известным спутникам на 2024 год

Почему внешние планеты холодные

01

Слабее солнечный поток

Чем дальше планета от Солнца, тем меньше энергии она получает. Из-за этого внешние области Солнечной системы остаются холодными, а климатические процессы развиваются медленнее и слабее.

02

Летучие вещества сохраняются

Низкие температуры позволяют метану, аммиаку и воде дольше сохраняться в атмосферах и недрах. Поэтому за снеговой линией легче накапливались лёд и другие летучие соединения.

03

Общее следствие расстояния

Удалённость от Солнца объединяет внешние планеты в единую группу: их поверхность и атмосферы формировались в условиях дефицита света, тепла и испарения лёгких веществ.

Два ледяных гиганта внешней области



Уран: планета, лежащая почти «на боку»

Уран выделяется необычным наклоном оси вращения и спокойной, бледно-голубой окраской. Его атмосфера содержит метан, который поглощает красный свет, а под ней скрывается толстая ледяная мантия, богатая водой, аммиаком и метаном.



Нептун: холодный мир с бурной атмосферой

Нептун выглядит похожим на Уран, но заметно активнее: в его атмосфере наблюдаются сильные ветры и более выраженная динамика облаков. Глубже располагаются тяжёлые летучие вещества, а голубой оттенок усиливается присутствием метана.



Солнечная энергия, получаемая планетами-гигантами



Падение потока света влияет не только на нагрев, но и на видимость облаков, скорость испарения и устойчивость летучих веществ.



С удалением от Солнца энергетический дефицит резко возрастает, поэтому климат внешних планет определяется холодом, а не солнечным нагревом.



Проверочные оценки по закону обратных квадратов расстояния; данные согласуются с NASA Planetary Fact Sheet

Гравитация как фактор организации внешней области



Спутниковые системы

Большая масса планет-гигантов позволяет удерживать десятки и сотни спутников. Их орбиты образуют устойчивые системы, где заметно влияние приливных сил и резонансов.



Орбитальные резонансы

Гравитация гигантов выстраивает движения малых тел в резонансы. Это помогает поддерживать кольца, направлять орбиты спутников и перераспределять вещество в окрестностях планеты.

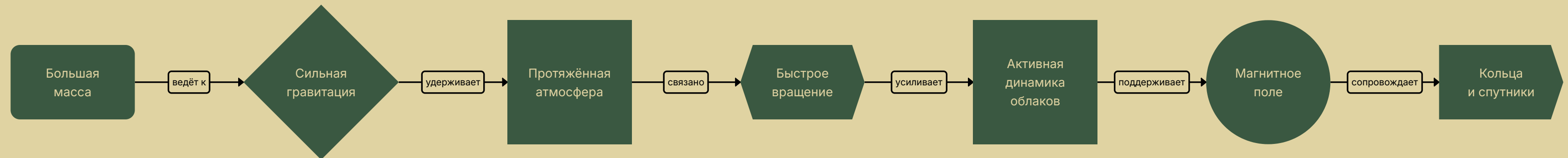


Захват малых тел

Сильное притяжение делает планеты-гиганты естественными центрами захвата. Ледяные объекты, оказавшиеся рядом, могут перейти на временную или постоянную орбиту вокруг планеты.

Как общие свойства планет-гигантов связаны между собой

✘ Схема отражает физическую цепочку, объясняющую сходство внешних планет Солнечной системы.



Почему важно сравнивать планеты-гиганты

Общие модели

Сходство внешних планет позволяет использовать единые физические модели для объяснения их строения, происхождения и последующей эволюции без лишних предположений.

Проверка различий

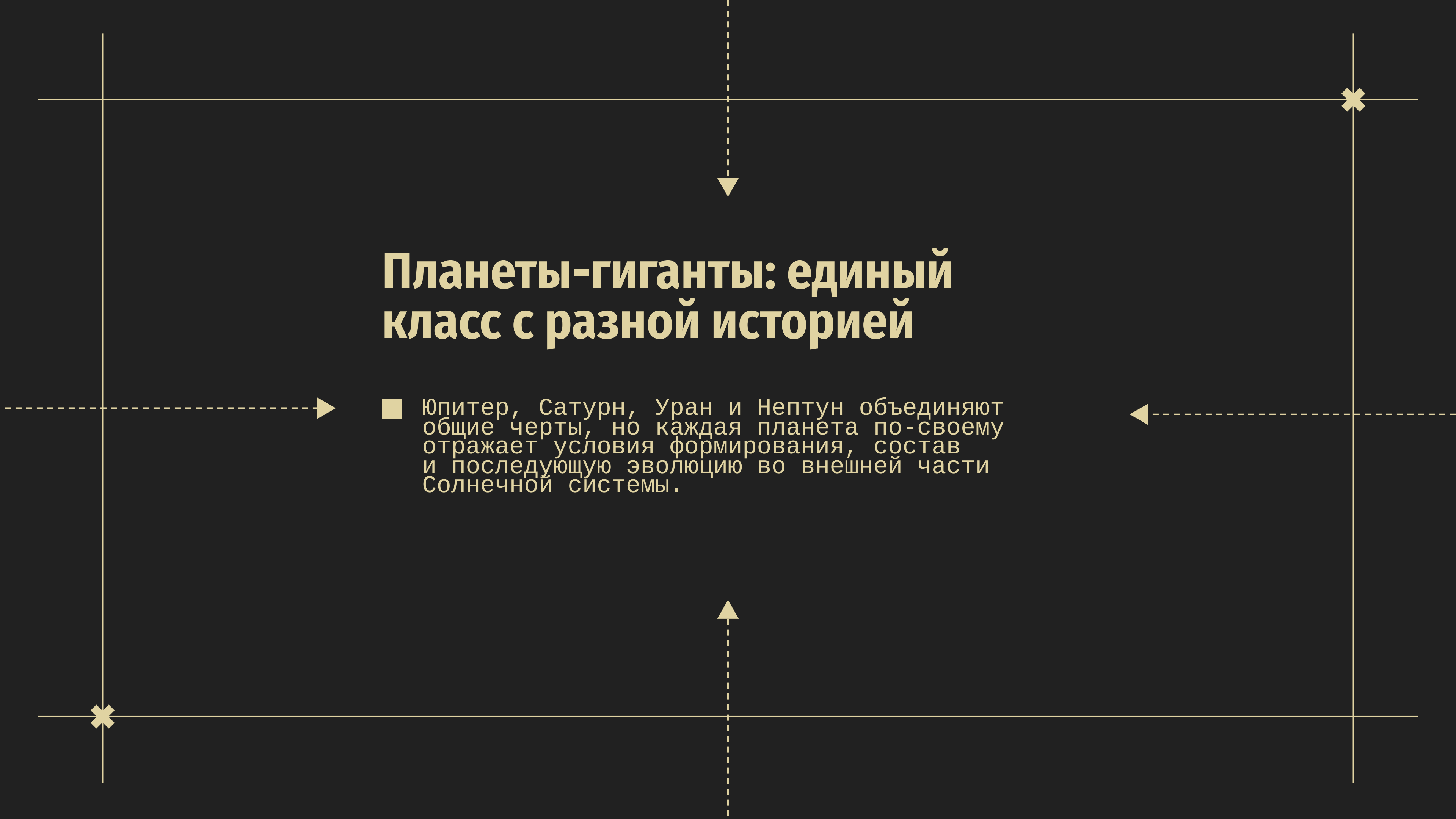
Различия в массе, составе и температуре помогают точнее понять, какие факторы сильнее влияют на атмосферу, внутреннее тепло и динамику облаков.

Естественная лаборатория

Планеты-гиганты дают возможность изучать газы, льды, магнитные поля и вихри в условиях, которые невозможно воспроизвести на Земле в полном объеме.

Связь с остальной системой

Их влияние распространяется на спутники, кольца и малые тела, поэтому изучение гигантов помогает понять устройство всей внешней области Солнечной системы.



Планеты-гиганты: единый класс с разной историей

- Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун объединяют общие черты, но каждая планета по-своему отражает условия формирования, состав и последующую эволюцию во внешней части Солнечной системы.