

Отчет группы разработчиков

Экспедиционное оборудование для планеты

Уран



Голубой шар



Рисунок 1.2.

Именно так выглядит Уран с наземных телескопов

(Планета Георга) в честь своего покровителя, короля Англии Георга III, за что получил от монарха королевскую пенсию. Другие астрономы называли ее планетой Гершеля. Имя же «Уран» было дано временно **Боде**, взявшем его по традиции из античной мифологии, а утвердилось лишь в 1850 году.

Уран едва видим невооруженным глазом в очень ясные ночи, его нетрудно обнаружить в бинокль (если вы знаете точно, куда смотреть). Максимальная видимая звездная величина $m = +5,5$. Небольшой астрономический телескоп покажет маленький диск, который виден под углом в $3,7''$.

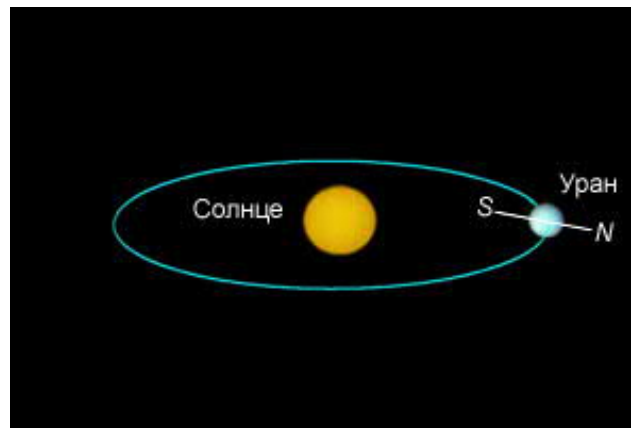


Рисунок 1.3.

Уран вращается, лежа на боку

Когда о Земле говорят, что она голубая, это ласковое преувеличение. По-настоящему голубой планетой оказался далекий Уран! Уран – старинное греческое божество Неба, самый ранний высший бог, который был отцом Крона (Сатурна), циклопов и титанов (предшественников Олимпийских богов).

Уран, первая планета, обнаруженная в новой истории, была открыта случайно **Вильямом Гершелем**, когда он рассматривал небо в свой телескоп 13 марта 1781 года. Гершель подумал, что это комета и доложил о ней в Гринвич. Довольно быстро выяснилось, что это новая планета. Оказывается, Уран наблюдали и раньше, но как звезду: самая ранняя запись о ней была сделана в 1690 году, когда **Джон Флемстид** каталогизировал ее как 34 Тельца.

Гершель назвал планету «Georgium Sidus»

Среднее расстояние планеты от Солнца равно 19,187 а.е., период обращения по орбите – 84,048 лет. Эксцентриситет орбиты составляет 0,0463, наклон плоскости орбиты к плоскости эклиптики $0^{\circ}46'23''$, средняя скорость движения по орбите 6,8 км/с.

Звездные сутки на Уране делятся 17 часов 14 минут. Уран вращается, как говорят, «лежа на боку». Наклон экватора к плоскости орбиты ($97^{\circ}55'$) приходится считать большим 90° , чтобы направление оси вращения,

как и у других планет, подчинялось правилу буравчика.

У большинства планет ось вращения почти перпендикулярна плоскости эклиптики, но ось Урана почти параллельна этой плоскости. Причины «лежачего» обращения Урана неизвестны. Зато в действительности существует спор: какой из полюсов Урана – северный. Вопрос о вращении Урана значит очень многое для космогонии Солнечной системы. Если Уран образовался, лежа на боку, то это сильно не состыкуется с догадками о происхождении нашей планетной системы. Правда, сейчас все больше полагают, что такое положение Урана – результат столкновения с большим небесным телом, возможно, крупным астероидом, на ранних стадиях формирования Урана. Подобная проблема есть и у Венеры, которая хоть и не лежит на боку, но также вращается в обратную сторону.

Масса Урана в 14,5 раз больше массы Земли. Его радиус огромен: более

25 тыс. км, в 4 раза больше радиуса Земли. Плотность Урана $\rho_{\text{У}} = 1,30 \text{ г/см}^3$.

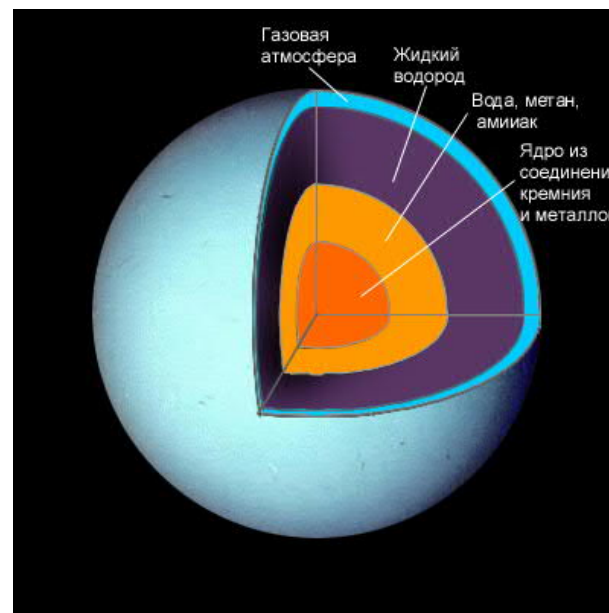
Планета сильно сжата. Экваториальный радиус 25 559 км, полярный радиус 25 270 км.

Ускорение свободного падения на уровне облачной поверхности планеты

$$g_{\text{У}} = 9,67 \text{ м/с}^2$$

Уран изнутри

Данные, полученные с «Вояджера-2», показали, что планета Уран имеет



небольшое твердое железно-каменное ядро, над которым сразу начинается плотная атмосфера. Никаких океанов на Уране, по-видимому, нет. Такое строение планеты теперь называют двухслойной моделью. Температура в ядре достигает 7000 К, а давление – 6 миллионов атмосфер.

Эффективная температура Урана 59 К, что лишь чуть-чуть превышает ту температуру, которую он имел бы только под влиянием солнечного тепла. Следовательно, Уран почти не имеет внутренних источников энергии.

Предполагают, что вскоре после образования Солнечной системы произошло столкновение Урана с другим большим

Рисунок 2.1.

Внутреннее строение Урана

телом. Не исключено, что в результате этого столкновения Уран был опрокинут набок.

Возможно, обедненность легкими газами – следствие недостаточной массы зародыша планеты, и в ходе образования Уран не смог удержать возле себя большее количество водорода и гелия. А может быть, в этом месте зарождающейся планетной системы вовсе не было столько легких газов, что, конечно, в свою очередь, тоже требует объяснений. Как видно, ответы на вопросы, связанные с Ураном, могут пролить свет на судьбу всей Солнечной системы.

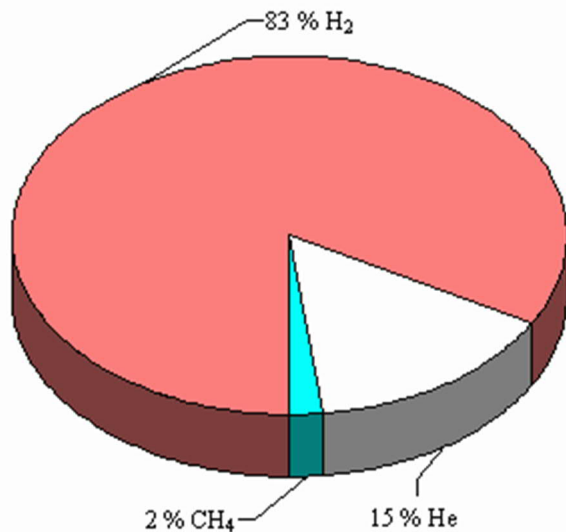


Рисунок 2.2.
Химический состав атмосферы Урана

Последние наблюдения с HST позволили рассмотреть большие облака. Есть предположение о том, что эта возможность появилась в связи с сезонными эффектами, ведь как не трудно сообразить, зима от лета на Уране сильно разнятся: целое полушарие зимой на несколько лет прячется от Солнца! Хотя, Уран получает в 370 раз меньше тепла от Солнца, чем Земля, так что летом там тоже не бывает жарко.

Ветры в средних широтах на Уране перемещают облака в тех же направлениях, что и на Земле. Эти ветры дуют со скоростью от 40 до 160 м/с; на Земле быстрые потоки в атмосфере перемещаются со скоростью около 50 м/с.

Дневная освещенность на Уране соответствует земным сумеркам сразу после захода Солнца.

Минимальная температура 53 К наблюдалась на уровне 0,1 бар. Выше и ниже температура повышается. Температура атмосферы на уровне 2,3 бар достигает 100 К.

У Урана почти такое же сильное магнитное поле, как у Земли. На уровне облаков напряженность магнитного поля равна 0,23 Гс. Но конфигурация этого магнитного поля очень сложная. Очень приблизительно его можно считать дипольным, если ось диполя сместить от центра на 1/3 радиуса и наклонить к оси вращения на 60° . Компас на Уране не будет показывать на географический полюс.

Магнитное поле делает возможным «полярные» сияния, наблюдающиеся в верхней части атмосферы.

Атмосфера на Уране мощная, толщиной не менее 8000 км. Атмосфера Урана (но не Уран в целом!) состоит примерно из 83 % водорода, 15 % гелия и 2 % метана. Метан, ацетилен и другие углеводороды в атмосфере планеты встречаются в значительно больших количествах, чем на Юпитере и Сатурне. Именно метановая дымка хорошо поглощает красные лучи, поэтому Уран кажется голубым.

Подобно другим газовым планетам, Уран имеет полосы облаков, которые очень быстро перемещаются. Но они чрезвычайно плохо различимы и видимы только на снимках с большим разрешением, сделанные «Вояджером-2».

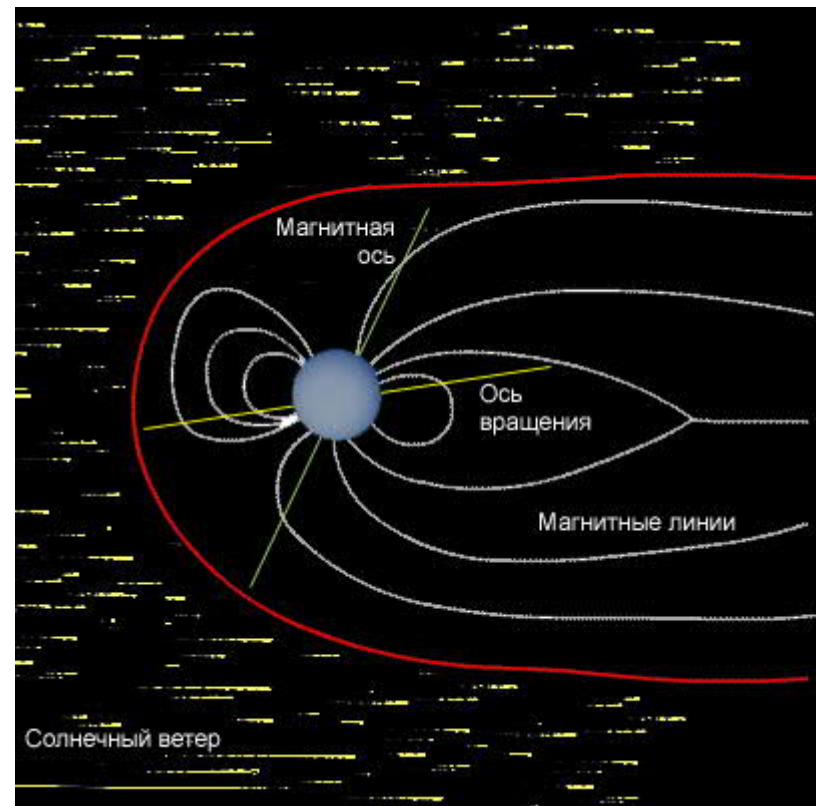


Рисунок 2.3.
Магнитосфера Урана

Шекспировская свита

Несмотря на сложность наблюдений, астрономы прошлых веков открыли почти все крупные спутники Урана. Спутниковая система лежит в экваториальной плоскости планеты, то есть почти перпендикулярно к плоскости ее орбиты. Внутренние десять лун – маленькие по размерам. Спутник 1986U10, найденный по старым фотографиям, переданным с АМС «Вояджер-2» в 1986 году, пока не имеет собственного имени. Его, как и другие спутники Урана, назовут в честь героя какой-нибудь пьесы Шекспира.

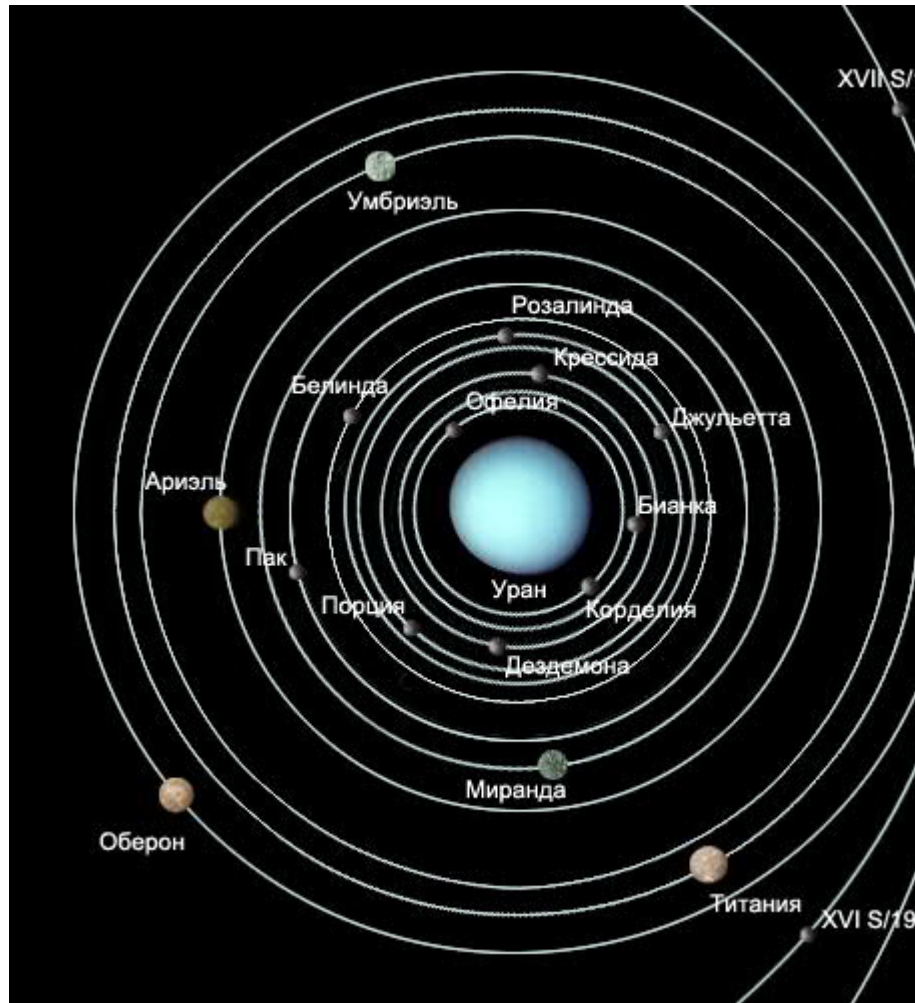


Рисунок 3.1.
Система спутников Урана

Название	Блеск, m	Радиус орбиты, тыс. км	Период обращения вокруг Урана, "–" обрат., сут.	Радиус, км	Масса, кг	Открыт
Корделия	24	49,77	0,33503	13	$1,7 \cdot 10^{16}$	1986
Офелия	24	53,79	0,37640	≈ 15	$2,6 \cdot 10^{16}$	1986
Бианка	23	59,17	0,43458	≈ 21	$7 \cdot 10^{16}$	1986
Крессиды	22	61,78	0,46357	≈ 31	$2,6 \cdot 10^{17}$	1986
Дездемона	22	62,68	0,47365	≈ 37	$1,7 \cdot 10^{17}$	1986
Джульетта	22	64,35	0,49307	≈ 42	$4,3 \cdot 10^{17}$	1986
Порция	21	66,09	0,5132	≈ 54	$1 \cdot 10^{18}$	1986
Розалинда	22	69,94	0,5585	≈ 27	$1,5 \cdot 10^{17}$	1986
Белинда	22	75,26	0,6235	≈ 33	$2,5 \cdot 10^{17}$	1986
Пак	20	86,01	0,7618	77	$5 \cdot 10^{17}$	1985
Миранда	16,5	129,39	1,4135	472	$6,3 \cdot 10^{19}$	1948
Ариэль	14,4	191,02	2,5204	579	$1,27 \cdot 10^{21}$	1851
Умбриэль	15,3	266,30	4,1442	585	$1,33 \cdot 10^{21}$	1851
Титания	14,0	435,91	8,7059	790	$3,49 \cdot 10^{21}$	1787
Оберон	14,2	583,52	13,463	760	$3,03 \cdot 10^{21}$	1787
Калибан	21	7169	–579	≈ 60		1997
Сикоракса	21	12214	–1289	≈ 120		1997
1986U10	24	76,4	0,638	≈ 20		1999
Сетевос	23	17810	–2271	≈ 20		1999
Стефано	24	7920	–674	≈ 20		1999
Просперо	22	16670	–2057	≈ 40		1999

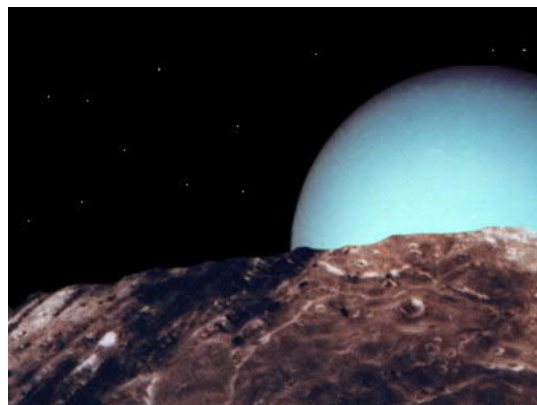
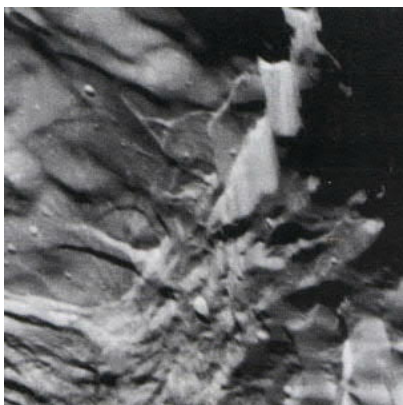


Рисунок 3.2.

На маленькой Миранде обнаружены гигантские каньоны глубиной несколько километров

Рисунок 3.3.

Миранда и Уран

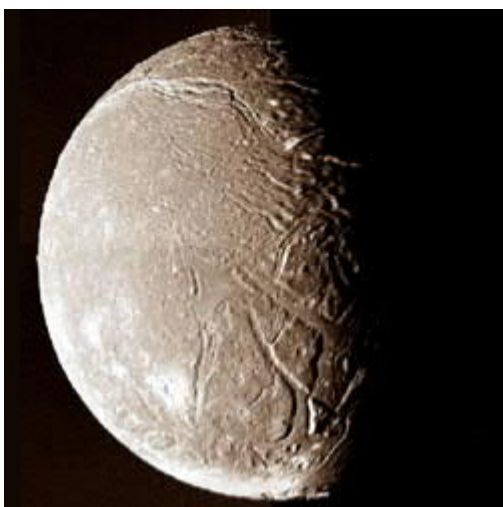


Рисунок 3.4.

Поверхность Ариэля покрыта мелкими кратерами, а также долинами и складками



Рисунок 3.5.

Умбриэль. Светлое кольцо сверху, по-видимому, представляет собой ледяную корку, образовавшуюся на ударном кратере



Рисунок 4.8.3.6.

На поверхности Титании обнаружено огромное количество кратеров. Стены некоторых каньонов кажутся светлыми, так как покрыты льдом



Рисунок 4.8.3.7.

Древняя ледяная поверхность Оберона изрыта кратерами

Спутники Урана Оберон и Титания очень похожи друг на друга. Их радиусы приблизительно вдвое меньше радиуса Луны. Поверхности обеих лун покрыты старыми метеоритными кратерами и сеткой тектонических разломов с признаками древнего вулканизма. Через все южное полушарие Оберона проходит широкая тектоническая долина, также доказывающая вулканическую деятельность в прошлом. Температура на поверхности спутников очень низкая, около 60 К.

Кольца Урана были случайно обнаружены в 1977 году во время покрытия Ураном яркой звезды. При этом звезда мигнула 9 раз до и 9 раз после того, как Уран ее полностью закрыл. Так были открыты девять плотных, узких и далеко отстоящих друг от друга темных колец Урана. Ширина их всего 1–10 км, только самое широкое внешнее кольцо имеет размер 96 км.



Рисунок 4.8.3.8.

Кольца Урана практически черные: альbedo равно 0,03. Они состоят из каменных частиц не крупнее нескольких метров в поперечнике. Каждое кольцо движется практически как единое целое. Проблема устойчивости колец Урана остается пока неразрешенно

Кольца Урана крупным планом