**Нептун**

Нептун не виден простым глазом и открыт Галле в 1846 г. в точке, вычисленной Леверье и Адамсом (Нептун своим притяжением "возмущал", то есть слегка изменял орбиту Урана, что и помогло выяснить его местоположение на небе). Интересно, что Нептун зарисован Галилеем на фоне спутников Юпитера, но принят за звезду, а то бы он был открыт значительно раньше [Сурдин, 1998г]. Нептун отстоит от Солнца на 30,07 а.е., или в среднем - 4 494 100 000 км. Свет доходит до этой планеты более чем через 4 часа.

Год на Нептуне длится 164,79 земного года.

Скорость движения вокруг Солнца - 5,43 км/с. В пять с лишним раз медленней Земли.

Орбита Нептуна почти круговая (эксцентриситет - 0,009).

Угол наклона орбиты почти сходен с земным (отличие на 1,8 градуса).

Масса Нептуна - 17,14 земной массы. Это третья по массе планета Солнечной системы.

Диаметр на экваторе - 3,6 земного. Планета почти не сплюснута: диаметр по экватору - 48 528 км, полярный диаметр - 48 600 км (недавние уточнённые данные). Объём в 60 раз превосходит объём Земли.

Нептун тоже во много раз уступает Земле по плотности. Средняя плотность - 1,64 г/см3. Причины этого - изначальный элементный состав (преобладают лёгкие водород и гелий). Тем не менее, это самая плотная планета из планет-гигантов.

Сила тяжести на периферии Нептуна (в верхней части облачного слоя) составляет всего 1,12 земной, хотя планета в 17 раз массивнее Земли. Это происходит из-за удалённости облачного слоя от центра планеты.

Нептун, вращается вокруг своей оси быстрее Земли и делает оборот за 16 часов 7 минут (по другим новым данным - за 16 часов 3 минуты, но не за 17 часов, как думали ещё недавно).

Ось вращения наклонена к плоскости эклиптики лишь чуть больше, чем у Земли. Поэтому на Нептуне есть смена времён года, хотя до недавнего времени мы не знали никаких её проявлений.

Освещённость Солнцем - 1/900 земной.

Атмосфера сплошь облачная. В атмосфере Нептуна давно известен метан. Аммиак не может присутствовать в газообразном состоянии (холодно). Нептун - самая голубая планета Солнечной системы, так как метан поглощает красные лучи.

Температура на верхушках облаков составляет на Нептуне минус 210 градусов Цельсия (новые уточнённые данные). О температуре твёрдой поверхности говорить не имеет смысла, так как Нептун - газовый шар с небольшим твёрдым ядром.

Какие-либо детали на поверхности Нептуна до недавнего времени были не видны, но сейчас мы знаем об облачном слое Нептуна много удивительного (см. ниже).

В середине века были известны 2 спутника Нептуна, с 1989 г. - 8.

**Новые сведения**

24 августа 1989 г. окрестностей Нептуна достигла станция "Вояджер-2", запущенная ещё в 1977 г. и уже прошедшая мимо трёх других планет-гигантов. На изучение Урана и Нептуна станция была перепрограммирована в полёте после успешного завершения программы исследования Юпитера и Сатурна. Она прошла вблизи планеты и её спутника Тритона. Открыты кольца, 6 спутников, магнитное поле, атмосферные образования. Полёты к планетам-гигантам обошлись каждому американцу всего в 2,4 доллара. Новым данным по Нептуну, его кольцам и его спутникам посвящена специальная статья [Киношита, 1989].

Магнитная ось Нептуна отклонена на 47 градусов от оси вращения планеты.

У планеты имеются небольшое твёрдое силикатное ядро диаметром 14 000 км, покрытое смесью жидкостей и газов (вода, аммиак, метан), а также атмосфера из водорода и гелия с примесью метана. Водород и гелий присутствуют в обычных для нашей Вселенной соотношениях.

С колец или метеоритных тел в атмосферу непрерывно падает какое-то количество воды [Вода в атмосферах планет-гигантов, 1998].

В смысле "погоды" Нептун - это полная противоположность тихому Урану. Ураганные ветры непрерывно дуют в направлении, противоположном вращению планеты, то есть на запад. Скорость ветра - около 2000 км/час [Вселенная, 1999]. Имеются многочисленные облака и другие атмосферные образования, причём некоторые из них "ведут себя" крайне нестандартно.

Большое тёмное пятно - это вихрь размером с Земной шар, антициклон. Газы и увлекаемые ими облака (то есть жидкость в виде мельчайших капель) крутятся в этом вихре с большой скоростью. На краю вихря расположены белые облака. Вещество вихря делает оборот за 16 земных суток. Кроме того, весь этот вихрь, как единое целое, увлекается западным ветром на запад со скоростью 300 м/с, или 1100 км/час. На Земле такая скорость ветра достигается только внутри смерча, причём лишь в моменты столкновения смерча со значительными предметами, а в свободно крутящемся смерче скорость ветра составляет всего 100 м/с [Кушин, 1988]. В общем, скорость движения Большого тёмного пятна столь велика, что соизмерима со скоростью вращения планеты. Планета делает оборот вокруг оси примерно за 16 часов, а вихрь, как можно понять из анализа имеющихся источников, успевает продвинуться на запад так, что планете нужно ещё 2 часа, чтоб "нагнать" его. Отсюда и берётся не вполне понятная фраза в некоторых литературных источниках, что пятно вращается вокруг планеты обратно её вращению и делает оборот за 18 часов [Киношита, 1989]. Есть указания [Купер, Хенбест, 1998], что скорость ветра, огибающего пятно в западном направлении, достигает 2000 км/час. Нигде в Солнечной системе зональные ветры не дуют с такой большой скоростью!

Малое тёмное пятно - тоже вихрь, но крутящийся противоположно вращению Большого тёмного пятна. В центре - восходящий поток, вокруг - опускающийся. Малое тёмное пятно, как единое целое, тоже увлекается ветром на запад [Купер, Хенбест, 1998]. Есть также указание, что это пятно вращается вместе с планетой [Киношита, 1989].

Скутер - скопление перистых облаков, огибающее Нептун за 16,8 часов. То есть скутер, повинуясь западному ветру, тоже движется на запад и отстаёт от вращения планеты, но не так сильно, как два предыдущих образования. Дело в том, что Скутер глубже погружён в атмосферу, а она на такой глубине движется относительно остальной планеты чуть медленнее (чем глубже, тем вообще медленней, и на какой-то глубине - вместе с ядром и остальной планетой). Форма Скутера постоянно меняется (то округлое, то квадратное, то треугольное образование).

Пятна на Нептуне, по-видимому, не являются такими стабильными образованиями, как знаменитое Красное пятно на Юпитере. В 1994 г. Х.Б.Хаммел и У.Локвуд стали изучать эти пятна с помощью Космического телескопа имени Хаббла и выяснилось, что Большое тёмное пятно в Южном полушарии исчезло, зато в Северном полушарии возникло новое тёмное пятно не менее первого [Странности пятен Нептуна, 1997].

На Нептуне вблизи ураганов наблюдались серебристые облака. Возможно, это выбросы вверх метана, который на больших высотах переходит в твёрдое состояние (замерзает) [Киношита, 1989].

Наблюдалось также полярное сияние.

**Кольца Нептуна**

Что-то подобное кольцам вблизи Нептуна видели и с Земли, но облик этих образований казался не вполне типичным, и потому сомнения разрешились только после полёта станции "Вояджер-2". Тогда (в 1989 г.) были открыты 4 самых настоящих кольца толщиной 10-20 км - 2 широких и 2 узких. При пересечении плоскости колец "Вояджер-2" до 300 раз в минуту сталкивался с пылинками колец.

Кольцо А - ближайшее к планете и самое широкое (11 000 км). Внутри него движется спутник Наяда, а по внешнему краю - спутник Талласа (по сути - "пастух"). В кольце имеются сгустки частиц, причём природа этих сгустков не ясна (теоретически частицы должны были равномерно распределиться по всему кольцу). Есть предположение, что эти сгустки - вихри, связанные с движением спутника Галатеи, собственными ритмами и более близким к планете сплошным кольцом. Эти объекты стали называться эпитонами.

Кольцо С - следующее по удалённости от планеты и очень узкое, но сильно концентрированное и потому яркое, хотя состоит из тёмных частиц. Изнутри это кольцо "пасёт" спутник Деспойна, а внешнего "пастуха" нет, и это кольцо непосредственно или почти непосредственно примыкает к широкому кольцу B.

Кольцо В - широкое (5500 км) и примыкает изнутри к кольцу С. Снаружи оно "пасётся" спутником Галатея. В этом кольце выявлены три чёткие сгустка частиц. Именно эти сгустки не дали возможности однозначно признать наличие у Нептуна колец во время наблюдения с Земли (казались спутниками). Природа сгустков, как уже говорилось, не ясна.

Кольцо D - узкое, яркое (концентрированное), из тёмных частиц и отделено от предыдущих колец широким просветом, в котором движется спутник Галатея (внутренний "пастух").

**Спутники Нептуна**

Первые 6 спутников открыты "Вояджером-2" в 1989 г.

НАЯДА. Примерно в 1,8 радиуса планеты. Внутри самого близкого к планете широкого кольца A. Движется в экваториальной плоскости планеты. Диаметр - 150 км (по другим данным - 50 км). Остаток расколовшегося большого спутника?

ТАЛАССА. Примерно в 2 радиусах планеты. На внешнем краю широкого кольца А, "пастух" этого кольца. Движется в экваториальной плоскости планеты. Диаметр порядка 80 км. Остаток расколовшегося большого спутника?

ДЕСПОЙНА (ДЕСПИНА). Примерно в 2,1 радиуса планеты. В широком просвете между широким кольцом А и узким кольцом С, внутренний "пастух" этого последнего кольца. Движется в экваториальной плоскости планеты. Диаметр - 180 км. Остаток расколовшегося большого спутника?

ГАЛАТЕЯ. Примерно в 2,5 радиуса планеты. В широком просвете между широким кольцом В и узким кольцом D, внутренний "пастух" этого кольца. В экваториальной плоскости планеты. Диаметр порядка 150 км. Остаток расколовшегося большого спутника?

ЛАРИССА. Примерно в 3 радиусах планеты. Первый спутник, находящийся вне пояса колец Нептуна, и последний спутник, орбита которого близка к "сгустку" внутрикольцевых спутников. В экваториальной плоскости планеты. Впервые наблюдалась с Земли в 1981 г., но была принята за часть колец. Диаметр порядка 190 км.

ПРОТЕЙ. Примерно в 4,7 радиуса планеты. В экваториальной плоскости планеты. Самый большой из недавно открытых спутников Нептуна. Диаметр - 400 км. Покрыт метеоритными кратерами, и диаметр одного из них составляет почти половину диаметра Протея.

ТРИТОН. В 12,9 радиуса планеты от её центра (в 354 800 км от поверхности планеты), оборот за 5,9 земных суток, в 140 градусах к орбите планеты, в 20 градусах к экваториальной плоскости планеты, диаметром, как считали, около 3775 км (по последним данным - 2700 км), массой 1/46 массы Земли (?). Открыт астрономом-любителем Ласселем в 1846 г. Движение обратное вращению планеты (единственный крупный спутник в Солнечной системе с таким вращением). По-видимому, захвачен Нептуном, а не возник вместе с ним (впрочем недавно появилась и другая гипотеза - см. ниже). Самый большой из спутников Нептуна, считался размером с Луну, но оказалось, что несколько уступает ей по размеру. "Вояджер-2" прошёл в 40 000 км от Тритона и передал на Землю чёткие его фотоснимки. Тритон - это самое холодное из изученных тело Солнечной системы, температура поверхности - минус 235 градусов [Купер, Хенбест, 1998] или минус 236 [Киношита, 1989]. Имеются смена времён года и полярные шапки из замёрзшего метана и азота, а также, возможно, из других органических соединений, близких к метану. "Снег" из этих соединений имеет розоватый оттенок. Местами на юге наблюдались проталины. Есть, по-видимому, замёрзшие "озёра" из воды [Киношита, 1989]. Высказывались даже предположения, что на Тритоне в принципе могут быть моря и озёра из жидкого азота [В странном мире Нептуна, 1989]. Атмосфера разреженная, но всё равно это один из двух спутников в Солнечной системе, где есть постоянная атмосфера. Зарегистрированы полярные сияния [Киношита, 1989]. Поверхность покрыта трещинами. В южном полушарии имеются чёрные полосы - следы недавней вулканической деятельности. Есть и ныне действующие вулканы (гейзеры) - из трещин извергается смесь парообразного азота и пыли. Она поднимается на высоту до 8 - 10 км и оседает полосами (по направлению ветра). Источник вулканической деятельности - парниковый эффект в прозрачном азотном льду под воздействием солнечного света весной, а весна длится 40 земных лет. Причину обратного движения Тритона иногда видят в следующем. Компьютерное моделирование показало, что чем дольше идёт образование спутниковой системы, тем больше захватывается обратных частиц. Чем дальше планета от Солнца, тем дольше она формируется. Система Нептуна возникала так долго, что обратно движущееся вещество воспреобладало и породило Тритон [В странном мире Нептуна, 1989]. Атмосфера Тритона меняет состав в зависимости от времени года, который длится 165 земных лет. Меняются концентрации азота и метана в связи с плавными, но очень большими изменениями температуры [На Тритоне - тоже потепление, 1999]. Летом и осенью 1998 г. Солнце стояло в зените над южным полюсом, и азот стал быстро испаряться. Атмосфера увеличила объём за 10 лет в 2 раза [На Тритоне сейчас - лето, 1999]. Кроме того, зарегистрированы быстрые события, которые, вероятно, связаны с геологическими причинами: в 1977 г. был замечен аномально красный цвет атмосферы. Наверное, из недр Тритона были выброшены красные тёмные породы. Это привело к изменению отражательной способности небесного тела, и произошло глобальное потепление: с 1989 г. к 1997 г. средняя температура выросла на 2 градуса Кельвина [На Тритоне - тоже потепление, 1999].

НЕРЕИДА. Примерно в 225 радиусах планеты от её центра (в 5 570 000 км от поверхности планеты), оборот за 359,4 земных суток, в 6 с половиной градусах к орбите планеты, в 30 градусах к экваториальной плоскости планеты, диаметром, как считали, около 300 км (по последним данным - 340 км). Открыта Койпером в 1949 г. Движение совпадает с направлением вращения планеты [Киношита, 1989]. Орбита сильно вытянутая (от 1,4 до 9,7 млн. км от планеты, эксцентриситет - 0,75). Яркость меняется в четыре раза, что связано либо с неправильной формой, либо с сильной пятнистостью [В странном мире Нептуна, 1989]. Есть недавние указания, что диаметр Нереиды составляет 600 км. Захваченное Нептуном небесное тело.

У Нептуна можно различить примерно те же группы спутников, что и у других планет-гигантов (особенно, если считать, что какие-то из спутников пока не открыты):

группа "кучно живущих" маленьких внутренних спутников (сходны с планетами земной группы, так как для внешних из этой группы соблюдается правило Боде, но отличаются "кучностью" самых близких к планете спутников);

Тритон - крупный спутник; был бы аналогичен планетам-гигантам, если бы двигался в стандартном направлении;

Нереида - аналогична группировкам дальних, но не самых дальних спутников Юпитера и Сатурна, так как вращается в стандартном направлении (впрочем, на таком расстоянии от планеты направление движения может быть случайным, и тогда Нереиду можно считать аналогом и самых дальних спутников Юпитера и Сатурна).