

плохо. На телевизионных изображениях, переданных «Вояджером-2», выявлена сложная структура облачного покрова и наличие неоднородностей, обусловленных мощными динамич. процессами в атмосфере. Наиболее характерным вихревым образованием циклонич. типа является Большое тёмное пятно в южном полушарии, по своим размерам и конфигурации напоминающее Большое красное пятно Юпитера. Наблюдается также ряд вихрей меньших размеров, дрейфующих в атмосфере с разными скоростями вдоль широты в направлении, совпадающем с направлением вращения Н.

Атмосфера Н. в целом близка по своим свойствам и хим. составу к атмосфере Урана, но гораздо более динамична. Она в основном состоит из водорода и гелия с относительным содержанием, близким к солнечному. Важной составляющей является метан, относительное содержание к-рого значительно выше, чем на Юпитере и Сатурне. Метаном обусловлен зеленоватый цвет Н., поскольку метан интенсивно поглощает солнечное излучение в красной части спектра, и в отражённом свете преобладают сине-зелёные лучи. Наблюдаемые протяжённые облака Н. в основном состоят из метана. Под ними предполагаются водно-ледяные облака, а в надоблачной атмосфере присутствуют др., более сложные углеводороды.

Низкая ср. плотность Н. свидетельствует о том, что водорода и гелия много и в составе слагающего Н. вещества. Однако содержание водорода на Н. (как и на Уране) в несвязанном состоянии значительно меньше, чем на Юпитере и Сатурне. Водород на Н. в основном входит в состав т. н. ледяной компоненты, к-рой относят соединения водорода в виде метана, аммиака, воды. Большое содержание метана свидетельствует о существовании (в неск. раз) превышении отношения углерода к водороду по сравнению с их ср. космич. распространённостью. Это можно естественным образом объяснить накоплением углерода в холодных периферийных областях протопланетной туманности, из материала к-рой сформировался Н. Согласно моделям внутреннего строения планет-гигантов (см. в ст. *Планеты и спутники*), на Н. протяжённый слой твёрдого вещества состоит из смеси льдов с тяжёлой (скальной) компонентой, причём скальной компоненты несколько больше, чем ледяной. По существу это массивное ядро, к-рое окружено мантией, состоящей из смеси газов (в основном водорода и гелия) и льдов, а выше неё находится протяжённый слой водяных облаков. Здесь начинается атмосфера. Т. о., твёрдой поверхности в привычном смысле Н. не имеет (как и др. планеты-гиганты). Согласно представляющейся наиб. реальной адиабатич. модели недр Н. (при допущении, что исходный состав элементов соответствует их ср. космич. распространённости, а относит. содержание водорода и гелия в несвязанной форме составляет прибл. 5—8% по массе), темп-ра в центре Н.  $(12-14) \cdot 10^3 \text{ K}$ , а давление 7—8 Мбар. Граница протяжённой ледяной оболочки (ниже газоидного слоя) начинается при давлении ок. 0,1 Мбар.

Недра Н., вероятно, находятся в состоянии интенсивного конвективного перемешивания. С конвекцией связан продолжающийся в современную эпоху вынос тепла из глубины и поток ИК-излучения. Его источник, видимо, сохраняется с аккреционной стадии эволюции планеты и, возможно, порождён мощными ударными процессами на её завершающем этапе. Отражением конвективного переноса являются наблюдаемые вихревые движения в атмосфере Н., в чём усматривается аналогия с Юпитером.

Н. имеет восемь спутников: к известным до полёта «Вояджера-2» Тритону и Нереиде добавилось ещё шесть. Наибольший интерес представляет Тритон, к-рый принадлежит к числу самых крупных спутников планет: его радиус 1200 км ( $\approx 2/3$  лунного). Тритон обращается по орбите, составляющей с плоскостью экватора Н. угол  $2,8^\circ$ , на расстоянии 15,85 радиуса планеты с периодом 5,84 земных суток, причём в обратном направлении

(по часовой стрелке, если смотреть с северного полюса мира). Морфология поверхности Тритона, как показала изображения «Вояджера-2», имеет сложный характер, несущий на себе следы вулкано-тектонич. процессов. Не исключено, что эти процессы продолжаются в современную эпоху, свидетелями чего служат сравнительно свежие отложения извергаемого на поверхность из глубины материала. Наиболее вероятно, что таким материалом является азот. Азотные и метановые льды образуют полярные шапки, испытывающие сезонные изменения с периодом в несколько сотен лет, что обусловлено спецификой пространственного расположения Тритона относительно Солнца при совокупном орбитальном движении Тритона и Н.

Нереида — небольшой спутник, его радиус примерно более 100 км. Радиус орбиты Нереиды составляет 249,5 радиуса планеты, плоскость орбиты отклонена от плоскости экватора всего на  $0,5^\circ$ , движение происходит с периодом 358,4 земных суток в прямом направлении. Из вновь открытых «Вояджером-2» спутников наибольший — Протей — имеет размер 400 км, остальные — размером в десятки километров. Все они располагаются внутри орбиты Тритона. Спутники Н., по-видимому, состоят из смеси водяного, метанового и аммиачного льдов и/или соответствующих клатратгидратов. У Н. есть 3 кольца. Их особенностью является неоднородное распределение плотности (вдоль кольца) составляющего их очень тёмного материала.

Лит.: Гребеников Е. А., Рябов Ю. А., Поиски и открытия планет, 2 изд., М., 1984; Жарков В. Н., Внутреннее строение Земли и планет, 2 изд., М., 1983; Маров М. Я., Планеты Солнечной системы, 2 изд., М., 1986; Тейфель В. Г., Уран и Нептун — далекие планеты-гиганты, М., 1982.

**НЕПТУНИЙ** (Neptunium), Np, — искусственно полученный радиоакт. хим. элемент III группы периодич. системы элементов, ат. номер 93, относится к *актиноидам*, первый трансураниевый элемент. Известны изотопы Н. с массовыми числами 227—241, наиб. устойчив  $\alpha$ -радиоактивный  $^{237}\text{Np}$  ( $T_{1/2} = 2,14 \cdot 10^6$  лет). При облучении  $^{238}\text{U}$  нейтронами по  $(n, \gamma)$  реакции образуется  $\beta$ -радиоактивный  $^{238}\text{Np}$  ( $T_{1/2} = 2,117$  сут). Электронная конфигурация внешних оболочек  $5s^2 5p^6 5d^{10} 5f^6 6s^2 6d^1 7s^2$ . Энергии последоват. ионизаций 5,9; 11,7 и 22,0 эВ. Металлич. радиус 0,150 нм, радиусы ионов  $\text{Np}^{2+}$  и  $\text{Np}^{4+}$  0,102 и 0,088 нм соответственно. Значение электроотрицательности 1,1—1,2.

В свободном виде — серебристо-белый сравнительно мягкий металл. Известны три модификации Н.:  $\alpha$ -Np (ромбич. решётка с постоянными решётки  $a = 0,473$  нм,  $b = 0,490$  нм и  $c = 0,367$  нм),  $\beta$ -Np (тетрагональная решётка с постоянными  $a = 0,490$  нм и  $c = 0,339$  нм) и  $\gamma$ -Np (объёмно-центрир. кубич. решётка с постоянной  $a = 0,353$  нм); темп-ры переходов  $\alpha \rightarrow \beta$   $280^\circ\text{C}$  и  $\beta \rightarrow \gamma$   $577^\circ\text{C}$ . Плотность  $\alpha$ -Np  $20,48$  кг/дм $^3$  (при  $20^\circ\text{C}$ );  $t_{\text{пл}} = 640^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{кип}} = 3900-4100^\circ\text{C}$ ; теплота плавления  $5,61$  кДж/моль, теплопроводность  $7,7$  Вт/м·К (при  $300$  К). Коэф. линейного теплового расширения  $\alpha$ -Np  $4,1 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  (при  $273$  К).

В хим. соединениях проявляет степени окисления от +3 до +7, в водных растворах наиб. устойчива степень окисления +5. При комнатной темп-ре на воздухе металл Н. слабо реагирует с  $\text{O}_2$  и  $\text{N}_2$ , мелкодисперсный Н. способен самовозгораться. Образует сплавы с U, Pu и др. металлами.  $^{237}\text{Np}$  используют для получения  $^{238}\text{Pu}$ .

С. С. Бердников.

**НЕРАВНОВЕСНАЯ ПЛАЗМА** — плазма, состояние к-рой не является состоянием полного термодинамич. равновесия. Примерами Н. п. могут быть: 1) т. н. неизоэлектронич. плазма, в к-рой темп-ра электронов отличается от темп-ры ионов; 2) плазма, пространственно неоднородная, в частности удерживаемая магн. полем; 3) плазма, содержащая отд. направленные потоки — пучки электронов и ионов. Как правило, неравновесность плазмы приводит к её неустойчивости, проявляющейся в самовозбуждении волн разл. типов. См. *Неидеальная плазма*.

В. А. Трубицкий.