

сферич. альbedo $0,42 \pm 0,07$. Ср. наблюдаемая эфф. темп-ра 124 К близка к темп-ре наружных облачных слоёв; она больше рассчитанной равновесной темп-ры, равной 105 К. Заметного различия по темп-ре между дневной и ночной сторонами не обнаружено.

По возмущениям орбит. амер. космич. аппаратов (КА) «Пионер-10» и «Пионер-11», пролетевших около Ю. в 1973 и 1974, была уточнена степень сжатия планеты и определены гармоника гравитац. потенциала (до шестой включительно). Эти данные свидетельствуют в пользу жидкостной модели Ю., находящегося в состоянии гидростатич. равновесия на всех уровнях. В марте и июле 1979 пролёты около Ю. осуществили КА «Вояджер-1» и «Вояджер-2», передавшие на Землю высококачеств. телевиз. изображения планеты, её кольца и нескольких спутников. Были также проведены исследования атмосферы, облачного слоя, параметров магн. поля, ионосферы и магнитосферной плазмы, дополнительно уточнены параметры гравитац. поля.

Ю. состоит в осн. из водорода и гелия. Для большинства моделей внутр. строения (см. в ст. *Планеты и спутники*) принимается, что отношение содержания водорода и гелия (по массе) на уровне, отвечающем давлению ~ 100 кПа и темп-ре 150—175 К, примерно соответствует солнечному — 3,4:1. Граница перехода от молекулярного водорода к металлическому лежит на глубине 0,75—0,8 радиуса Ю. Это соответствует давлению ≈ 300 ГПа. Согласно моделям, в центре планеты находится жидкое ядро из металлов и силикатов, окружённое ледяной оболочкой, состоящей из воды и, возможно, аммиака. Радиус центр. ядра составляет менее 0,1 радиуса Ю., масса — 3—4% массы всей планеты, темп-ра в центр. части ядра ≈ 25000 К, давление ≈ 8000 ГПа. Совокупности имеющихся данных хорошо соответствует модель с примерно адиабатич. температурным градиентом в недрах планеты.

Измерения с КА подтвердили существование значит. теплового потока из недр Ю., хотя и несколько меньшего, чем по данным наземных наблюдений. Т. о., Ю. излучает в космос приблизительно в 2 раза больше энергии, чем получает от Солнца. С этим связано упомянутое превышение эфф. темп-ры над равновесной. Механизм генерации внутр. тепла до конца не ясен. Вероятными источниками могут быть: продолжающееся сжатие (~ 1 мм в год), сопровождаемое выделением гравитац. энергии; непрерывный переход молекулярного водорода в металлический; «осаждение» гелия из водородно-гелиевого раствора и дрейф гелия к центру планеты.

Об атмосфере Ю. можно говорить в известном смысле условно как о приблизительно 1000-километровом газовом слое, поскольку планета не обладает поверхностью, отделяющей твёрдую оболочку от газообразной. Давлению 100 кПа соответствует темп-ра (165 ± 5) К. В первом приближении высотный ход темп-ры можно охарактеризовать адиабатич. градиентом. Ниж. атмосфере свойственны интенсивные вертикальные движения и крупномасштабная циркуляция. Осн. составляющие атмосферы — водород и гелий, присутствуют также метан, аммиак и вода. Содержание воды определено не очень уверенно (в ср. менее 0,01%). Содержание CH_4 составляет 0,07%, а NH_3 — менее 0,02%, хотя обе эти составляющие создают сильные полосы поглощения в спектре Ю. Обнаружены также молекулы CH_3D , HCN , C_2H_6 , C_2H_2 , CO . Предполагается, что красноватые и желтоватые оттенки на диске Ю. связаны с присутствием в атмосфере водородных и аммонийных полисульфидов и серы, а также, возможно, органич. соединений, образующихся под действием электрич. разрядов в атмосфере. Наличие молекул фосфина (PH_3), с чем связывалось возможное образование в облаках аморфного красного фосфора, не подтверждено более поздними исследованиями.

Цветные изображения планеты, полученные с КА, дали определённые сведения об особенностях и структуре облаков, характере движений в атмосфере Ю. Высота облаков различна в хорошо выделяющихся на диске планеты поясах и зонах. Расчётная модель облачного покрова

включает три осн. слоя. Верхний (давление 50—100 кПа) состоит из кристаллич. аммиака, промежуточный — из гидросульфида аммония NH_4SH , нижний (давление неск. сотен кПа) — из кристаллов водяного льда.

Светлые зоны и БКП характеризуются восходящими течениями. Облака в них расположены выше, их поверхность темп-ра ниже, чем в соседних областях поясов. На границе зон и поясов образуются встречные (сдвиговые) течения, развивается сильная турбулентность. Природа БКП аналогична обнаруженным на снимках другим красным, белым, голубым пятнам меньшего размера: это метеорологич. явления, представляющие собой громадные устойчивые вихри в атмосфере. Вихревая структура БКП, являющегося по своей природе антициклоном, отчётливо различима на снимках. Вопрос о механизме подвода энергии и об удивительной стабильности таких образований остаётся открытым.

Согласно данным радиоизмерений, самая низкая темп-ра в атмосфере Ю. (80—120 К) достигается на уровне, где давление ≈ 10 кПа. Между уровнями, соответствующими давлениям 1 и 10 кПа, лежит область температурной инверсии, и на уровне 1 кПа темп-ра возрастает до 130—170 К. Эти данные удовлетворительно согласуются с измерениями темп-ры, проводившимися с КА при помощи ИК-радиометров. Согласно расчётам, мезосфера Ю. в области давлений 0,1—100 Па характеризуется примерно постоянной темп-рой 180 К. В верх. слоях атмосферы (термосфере и экзосфере), где происходит прямое поглощение солнечного УФ-излучения, темп-ра близка к ср. электронной темп-ре, равной 800—1000 К. В атмосфере Ю. примерно на уровне облаков зарегистрирована грозояктивная активность.

Ю. обладает ионосферой, протяжённость которой превышает 3 тыс. км, а концентрация электронов составляет (в максимуме) 10^3 см^{-3} . Зарегистрированы заметные флуктуации электронной плотности. Эти нерегулярности носят однородный характер в ниж. части ионосферы, однако на более высоких уровнях обнаруживаются отклонения от равномерного распределения в пространстве, обусловленные магн. полем планеты.

Уникальный феномен представляет магнитосфера Ю. (см. также *Магнитосфера планет*). При наблюдении с Земли её угл. размер составляет $\approx 2^\circ$. На дневной стороне планеты магнитосфера простирается на 50—100 радиусов Ю. в зависимости от флуктуаций набегающего потока солнечного ветра, обуславливаемых вариациями солнечной активности. С ночной стороны магн. шлейф Ю. простирается далеко за орбиту Сатурна, отстоящего от Ю. на ~ 5 а. е.

Дипольное магн. поле Ю. имеет напряжённость 318 А/м на экваторе (на уровне с давлением 100 кПа). Магн. ось наклонена к оси вращения планеты на $(10,2 \pm 0,6)^\circ$. Напряжённость поля у полюсов составляет 1105 А/м (у сев.) и 1063 А/м (у юж.). Дипольный характер магн. поля сохраняется примерно до расстояния ≈ 15 радиусов Ю., хотя нек-рый вклад вносят квадрупольная и октупольная составляющие. Дальше заметное влияние на конфигурацию поля оказывают заряж. частицы, захваченные магн. полем планеты и вращающиеся вместе с ней. В результате вокруг Ю. образуется «магн. диск», во внеш. областях к-рого магн. силовые линии, возможно, не замкнуты, а сам диск на больших расстояниях, вероятно, отклоняется от плоскости, перпендикулярной оси магн. диполя в направлении плоскости, перпендикулярной оси вращения планеты.

Магнитосфера Ю. во мн. чертах аналогична земной, увеличенной в ~ 100 раз. Протоны и электроны внутри магнитосферы образуют *радиационные пояса*. В этих поясах генерируется дециметровое излучение Ю. Механизм дециметрового излучения — синхротронный: оно образуется при движении захваченных электронов в тороидальной области магнитосферы на расстоянии 1,5—6 радиусов Ю. Энергия этих электронов ~ 10 МэВ. В свою очередь, всплески дециметрового излучения на частоте 8 МГц, вероятно, связаны с плазменными неустойчивостями ионосферы. Ю. излучает также в метровом диапазоне.