ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

НЕБОСВОД

06 '19
май

СТАТЬЯ НОМЕРА

Бредихинские места в Ивановской области

Небесный курьер (новости астрономии)
История астрономии 2000-х годов
Главы из книги «Астрономия»
Небо над нами: июнь - 2019

Книги для любителей астрономии из серии «Астробиблиотека» от 'АстроКА'

Астрономический календарь на 2005 год (архив – 1,3 Мб)
http://files.mail.ru/79C92C0B0BB44ED0AAED7036CCB728C5

Астрономический календарь на 2006 год http://astronet.ru/db/msg/1208871
Астрономический календарь на 2007 год http://astronet.ru/db/msg/1216757
Астрономический календарь на 2008 год http://astronet.ru/db/msg/1223333
Астрономический календарь на 2009 год http://astronet.ru/db/msg/1232691
Астрономический календарь на 2010 год http://astronet.ru/db/msg/1237912
Астрономический календарь на 2011 год http://astronet.ru/db/msg/1250439
Астрономический календарь на 2012 год http://astronet.ru/db/msg/1254282
Астрономический календарь на 2013 год http://astronet.ru/db/msg/1256315
Астрономический календарь на 2014 год http://astronet.ru/db/msg/1283238
Астрономический календарь на 2015 год http://astronet.ru/db/msg/1310876
Астрономический календарь на 2016 год http://astronet.ru/db/msg/1334887
Астрономический календарь на 2017 год http://astronet.ru/db/msg/1360173
Астрономический календарь на 2019 год http://www.astronet.ru/db/msg/1364103
Астрономический календарь-справочник http://www.astronet.ru/db/msg/1374768

Солнечное затмение 29 марта 2006 года и его наблюдение (архив – 2,5 Мб)
http://www.astronet.ru/db/msg/1211721
Солнечное затмение 1 августа 2008 года и его наблюдение (архив – 8,2 Мб)
http://www.astronet.ru/db/msg/1228001

Кометы и их методы их наблюдений (архив – 2,3 Мб)
http://astronet.ru/db/msg/1236635

Астрономические хроники: 2004 год (архив - 10 Мб)
http://www.astronet.ru/db/msg/1217007
Астрономические хроники: 2005 год (архив – 10 Мб)
http://www.astronet.ru/db/msg/1217007
Астрономические хроники: 2006 год (архив - 9,1 Мб)
http://www.astronet.ru/db/msg/1219122
Астрономические хроники: 2007 год (архив - 8,2 Мб)
http://www.astronet.ru/db/msg/1225438

Противостояния Марса 2005 - 2012 годы (архив - 2 Мб)
http://www.astrogalaxy.ru/download/Mars2005_2012.zip

Календарь наблюдателя – Ваш неизменный спутник в наблюдениях неба!
КН на июнь 2019 года http://www.astronet.ru/db/news/

Журнал «Земля и Вселенная» - издание для любителей астрономии с полувековой историей
http://earth-and-universe.narod.ru

в мире науки
www.sciam.ru

«Астрономическая газета»
http://www.astro.websib.ru/astro/AstroGazeta/astrogazeta
и http://urfak.petrsu.ru/astronomy_archive/

троицкий вариант наука
совместно с scientific.ru
http://www.tvscience.ru/

Элементы
http://elementy.ru

«Астрономический Вестник»
НЦ КА-ДАР –
http://www.ka-dar.ru/observ
e-mail info@ka-dar.ru

ГРАНИ .ру

Astronet
http://astronet.ru

http://www.nkj.ru/

Вселенная.
Пространство. Время
http://wselennaya.com/

Звездочет
www.astronomy.ru

Популярная Механика
http://www.popmech.ru/

http://www.vokrugsveta.ru
1861
Вокруг Света

LENTA·RU

астро форум

Вышедшие номера журнала «Небосвод» можно скачать на следующих Интернет-ресурсах:

http://www.astronet.ru/db/sect/300000013
http://www.astrogalaxy.ru
http://www.shvedun.ru/nebosvod.htm
http://www.astro.websib.ru/sprav/jurnalN (журнал + все номера КН)
http://ivmk.net/lithos-astro.htm

ссылки на новые номера - на http://astronomy.ru/forum

Уважаемые любители астрономии!

В короткие и светлые июньские ночи трудно увидеть звездное небо во всей красе. Поэтому мы советуем оставить наблюдения слабых и диффузных дип-скай объектов на потом, а в этом месяце постараться пополнить свои охотничьи трофеи двойными и кратными звездами... Чуть к югу от зенита расположились красивая цепочка звезд Северной Короны и созвездие Волопаса, с яркой главной звездой Арктуром.

Немного к западу от этих созвездий глаз без труда замечает ковш Большой Медведицы. Под которым легко найти α Гончих Псов (2.9+5.6m) - одну из самых доступных и красивых двойных звезд на всем небе. Ближе к западному горизонту доминирует Лев со своим главным светочем Регулом. Над юго-западным горизонтом хорошо видна Дева. Почти на юге восходит Скорпион, у которого обе главных звезды: Антарес (0.9+6.8m) и Акраб (2.6+5.1m) (α и β Sco) тоже являются красивыми двойными. Над Скорпионом не без труда видны отдельные звезды Змееносца и далее Геркулеса, с еще одной красивой двойной (α Her; 3.5+5.4m)... И сразу же бросается в глаза Летний Треугольник (Вега, Денеб и Альтаир - Лира, Лебедь и Орел) в восточной части неба.

Двойные звезды: β и ν Скорпиона; α и κ Геркулеса; 67 и 70 Змееносца; ε, ψ и ν Дракона; β Лебедя; α1,2 Козерога

Переменные звезды: Z Большой Медведицы; SS Лебедя; β Лиры; η Орла; δ Цефея; и др... (см. калькулятор)

Зв. скопления, туманности и галактики: М3, М48, М51, М65-66, М81-82, М95-96, М98-100, М101, М104, М105...

http://edu.zelenogorsk.ru/astron/constell/15jun.htm

Ясного неба и успешных наблюдений!

Редакция журнала «Небосвод»

Содержание

4 Небесный курьер *(новости астрономии)*
Черная дыра галактики М87: портрет в интерьере

8 Главы из астрономических книг «Астрономия»
Владимир Сурдин

26 История астрономии начала 21 века
Анатолий Максименко

30 Бредихинские места вблизи г.Заволжск Ивановской области
Антон Горшков

36 Небо над нами: ИЮНЬ - 2019
Александр Козловский

Обложка: ***Силуэт космической станции на фоне Луны*** http://www.astronet.ru/db/apod.html

Что это за необычное пятно на Луне? Это – Международная космическая станция (МКС). Точно рассчитав время, в прошлом месяце удалось сфотографировать обращающуюся вокруг Земли космическую платформу на фоне частично освещенной неполной Луны. Снимок был сделан из Пало Альто в Калифорнии, США, с экспозицией в 1/667 секунды. Космическая станция пролетела перед Луной за половину секунды. Внимательно рассмотрев необычно четкий силуэт МКС, можно обнаружить очертания многочисленных солнечных панелей и соединительных ферм. Яркий кратер Тихо виден внизу слева. Неровные светлые области – лунные возвышенности, а ровные и темные районы – лунные моря. На этом сайте вы можете узнать, когда Международная космическая станция будет видна из вашего района.

Авторы и права: Эрик Холланд
Перевод: Д.Ю. Цветков

Журнал для любителей астрономии «Небосвод»

Издается с октября 2006 года в серии «Астробиблиотека» (АстроКА)
Гл. редактор, издатель: **Козловский А.Н.** (http://moscowaleks.narod.ru - «Галактика», http://astrogalaxy.ru - «Астрогалактика»)
(созданы редактором журнала совместно с Александром Кременчуцким)

Дизайнер обложки: **Н. Демин** , корректор **С. Беляков** stgal@mail.ru
В работе над журналом могут участвовать все желающие **ЛА России и СНГ**
Веб-ресурс журнала: http://www.astronet.ru/db/author/11506 , почта журнала: stgal@mail.ru
Тема журнала на Астрофоруме - http://www.astronomy.ru/forum/index.php/topic,19722.0.html
Веб-сайты: http://astronet.ru, http://astrogalaxy.ru, http://astro.websib.ru, http://ivmk.net/lithos-astro.htm
Сверстано 20.05.2019

© *Небосвод, 2019*

Черная дыра галактики M87: портрет в интерьере

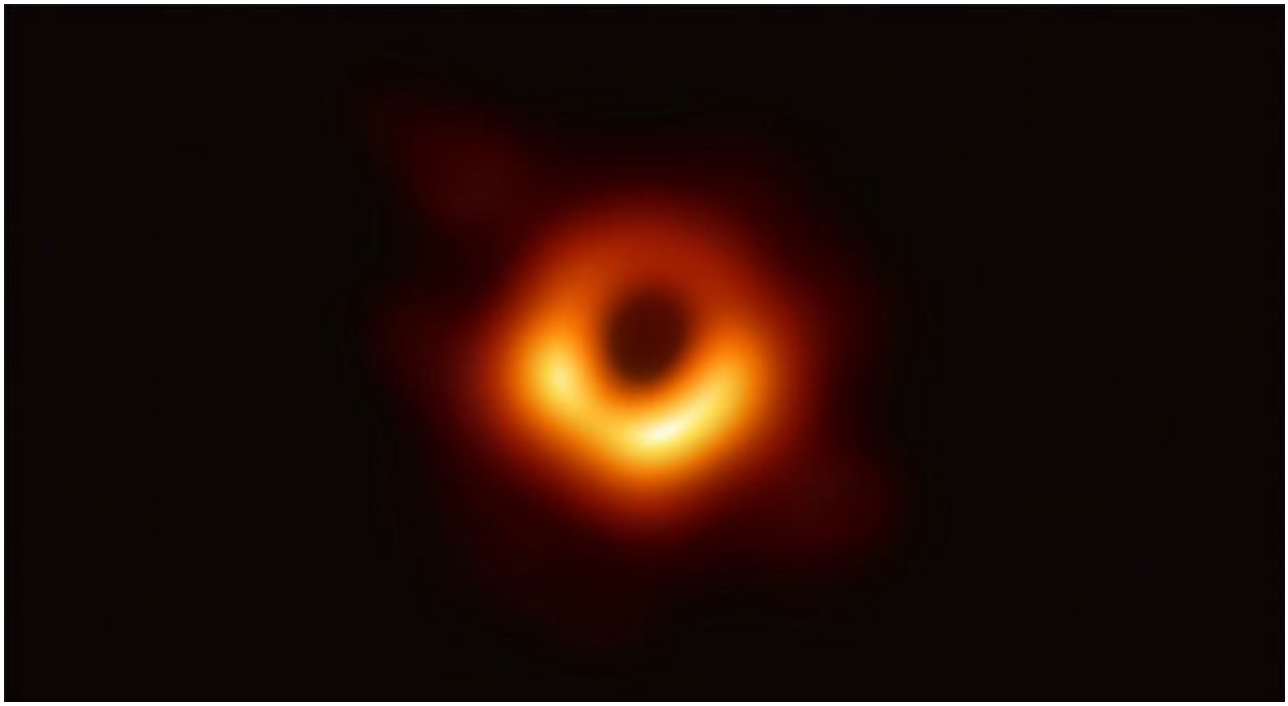


Рис. 1. «Портрет» сверхмассивной черной дыры, расположенной в центре галактики M87, полученный участниками коллаборации Event Horizon Telescope на основе наблюдений, проводившихся в апреле 2017 года на длине волны 3 мм. Светящееся кольцо — излучение от аккреционного диска вокруг черной дыры, «тень» от которой мы видим как темное пятно в центре. Отсутствие светлой полосы, пересекающей область «тени» (которая, например, показана в кадрах с черной дырой Гаргантюа в фильме «Интерстеллар»), объясняется тем, что плоскость аккреционного диска почти перпендикулярна лучу зрения. Изображение с сайта nature.com

В серии статей, опубликованных сотрудниками коллаборации Event Horizon Telescope, продемонстрирован первый «портрет» сверхмассивной черной дыры, располагающейся в центре относительно недалекой эллиптической галактики M87, а также подробно описано, как это изображение было получено. Хотя эту работу нельзя назвать грандиозным прорывом, она еще раз подтверждает, что наши представления об устройстве Вселенной — в первую очередь речь идет об общей теории относительности — неплохо согласуются с реальностью: астрономы увидели ровно то, что ожидали. В среду 10 апреля в нескольких странах в одно и то же время прошли шесть заранее объявленных пресс-конференций участников международной научной коллаборации Event Horizon Telescope (EHT). Коллаборация была основана в 2014 году по инициативе астрофизиков Хейно Фальке (Heino Falcke) из Университета Неймегена, Серы Маркофф (Sera Markoff) из Астрономического института Амстердамского университета, их гарвардского коллеги и нынешнего директора проекта Шеперда Дулемана (Sheperd Doeleman), научного сотрудника Обсерватории имени Стьюарда при Аризонском университете Дэна Марроне (Dan Marrone) и других исследователей из разных стран. За пять лет она значительно расширилась и насчитывает более двухсот участников.

Коллаборацию EHT создали для получения детальной радиоастрономической информации о сверхмассивных черных дырах, скрытых в центральных зонах большинства галактик. Сейчас в этом проекте задействованы одиннадцать обсерваторий на разных континентах. В первой половине апреля 2017 года EHT произвела мониторинг компактного радиоисточника Стрелец A* (Sgr A*) в центре нашей Галактики, который представляет собой черную дыру с массой около 4 миллионов солнечных масс, и ядра гигантской эллиптической галактики M87 из созвездия Девы, где находится черная дыра с массой в несколько миллиардов масс Солнца.

Ровно через два года члены коллаборации обнародовали финальные результаты анализа наблюдений галактики M87. В частности, они представили широкой общественности эффектное изображение «тени» черной дыры в ее центре (рис.

1). Одновременно с этим Astrophysical Journal Letters выложил в открытый доступ шесть статей, содержащих полученные данные и описание методов их обработки (ссылки на статьи можно найти в кратком резюме Ш. Дулемана, предваряющем публикацию результатов). В первой из этих статей (The Event Horizon Telescope Collaboration, 2019. First M87 Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of Supermassive Black Hole) представлены ключевые итоги наблюдений этой дыры 5, 6, 10 и 11 апреля 2017 года. Они включают несколько графических реконструкций ее тени, полученных с помощью специально адаптированных алгоритмов. Остальные статьи посвящены техническим деталям проекта и анализу теоретических моделей, которыми пользовались для анализа полученных результатов. Отчет о мониторинге черной дыры из центра Млечного Пути будет обнародован позже.

На пресс-конференции в Вашингтоне, которую я смотрел в онлайне, одному из докладчиков задали вопрос: приведут ли полученные результаты к прогрессу в исследовании темной материи и решении прочих основных вопросов науки о Вселенной? Ответ был однозначно отрицательным, и с этим не поспоришь. Эти результаты — триумф не только новейших методов радиоастрономических наблюдений и анализа информации, но и социальной и информационной организации крупномасштабных исследовательких проектов. Однако они практически ничем не обогатили (точнее, пока не обогатили) наше понимание основ физики Космоса (и вообще фундаментальной физики). Опубликованные изображения отнюдь не стали долгожданным доказательством существования черных дыр — оно давно не подвергается сомнениям. Члены коллаборации EHT получили именно то, что и намеревались получить с самого начала (вернее, — то, что было предсказано общей теорией относительности, физикой релятивистской плазмы, радиофизикой и другими релевантными областями научного знания). Это обстоятельство, конечно, ни в коей мере не снижает значительности их трудов и достижений. И можно не сомневаться, что развитие проекта EHT обещает множество ценнейших результатов — возможно, совершенно неожиданных. Новые исследовательские технологии всегда расширяют горизонты науки.

Однако начнем с начала. Простейшая черная дыра — это физическое воплощение исторически первого точного решения уравнений ОТО, которое описывает поле тяготения точечной массы. В 1916 году его получил немецкий астроном Карл Шварцшильд (см. Метрика Карла Шварцшильда: предыстория, история и часть постистории, «Элементы», 29.02.2016).

Шварцшильдовская черная дыра характеризуется всего одним параметром — массой. Она могла бы образоваться в результате гравитационного коллапса невращающейся массивной звезды. Таких звезд практически не бывает, поэтому реальные постколлаптические черные дыры обладают еще и угловым моментом. В рамках ОТО метрику пространства-времени вблизи таких дыр вычислил новозеландский математик Рой Керр в 1963 году (см. Kerr metric). Она во многих отношениях сложнее метрики Шварцшильда. Сверхмассивные черные дыры, которые возникают в результате слияния дыр меньшей массы и поглощения вещества из окружающего пространства, также обладают угловыми моментами.

Следует отметить, что такие слияния происходят (хотя и чрезвычайно редко) и в нашу эпоху благодаря столкновениям галактик. Например, в сентябре 2017 года появилось сообщение (P. Kharb et al., 2017. A candidate sub-parsec binary black hole in the Seyfert galaxy NGC 7674), что в центре открытой в 1830 году спиральной галактики NGC 7674 в созвездии Пегаса, отдаленной от Млечного пути на 400 миллионов световых лет, имеются две черные дыры общей массой 40 миллионов солнечных. Они обращаются вокруг общего центра на расстоянии в один световой год друг от друга, совершая один оборот за 100 тысяч лет. Это свидетельствует о том, что NGC 7674 возникла в ходе столкновения двух галактик-предшественниц. Со временем эти дыры сольются в одну черную дыру, объединив и массы, и угловые моменты (см. также Двойная черная дыра в галактике NGC 1128).

Черная дыра — это не вещество и не излучение. Можно сказать, что это самоподдерживающееся гравитационное поле, сконцентрированное в сильно искривленной области пространства-времени. Ее внешняя граница задается замкнутой поверхностью, которая называется горизонтом событий. Для шварцшильдовской дыры горизонт — это правильная сфера, а у дыры Керра она сплюснута у полюсов. Физический смысл горизонта очень нагляден. Световой сигнал, посланный с его внешней окрестности, еще может (правда, не всегда) уйти на бесконечно далекую дистанцию. А вот сигналы, отправленные из внутренней области, обречены там и оставаться. Горизонт — это пространственная граница между событиями, которые могут стать известными внешним наблюдателям, и событиями, информация о которых ни при каком раскладе не выйдет наружу.

А теперь самое главное. Метрика искривленного пространства-времени вне горизонта черной дыры определяет как движение материальных тел, так и распространение электромагнитных волн. Поэтому ее можно изучать, наблюдая за орбитами этих тел и путями световых лучей в окрестности дыры. Такие наблюдения, в частности, позволяют отследить и горизонт событий. Именно это и сделали участники коллаборации EHT.

Очень далеко от горизонта тяготение дыры практически не искажает псевдоевклидову метрику пространства-времени, предписанную специальной теорией относительности. Однако при приближении к дыре начинаются сюрпризы. Допустим, что где-то в пространстве находится наблюдатель с лазерным излучателем, генерирующим остронаправленный луч света. Если он расположен далеко от дыры

(расстояние до нее многократно превышает поперечник горизонта), то испущенный луч уйдет в бесконечность по прямому пути в любых направлениях, за исключением тех, что лежат внутри телесного угла, под которым наблюдатель видел бы горизонт, если бы тот был твердым телом. При приближении наблюдателя к горизонту этот угол расширяется за его пределы и в конце концов охватывает все пространство. Это означает, что фотоны, испущенные поблизости от горизонта, либо уйдут на бесконечность по заметно искривленному пути, либо поглотятся дырой. В этом и проявляется одна из главных особенностей искривленного пространства-времени вокруг черной дыры.

Рассмотрим сначала шварцшильдовскую метрику. Любому фотону, испущенному с большой дистанции в направлении дыры, можно сопоставить его прицельный параметр, то есть, минимальное расстояние, на которое фотон приблизился бы к ее центру, если бы двигался строго по прямой в евклидовом пространстве. Если прицельный параметр превысит $\sqrt{27}R_s/2$ (то есть приблизительно $2{,}6R_s$, где R_s - радиус горизонта событий), фотон сможет избежать гравитационного плена (правда, если превышение не особенно велико, его путь к бесконечности окажется далек от прямой линии). В обратной ситуации фотон пересечет горизонт событий и угодит и черную дыру. Наконец, в случае строгого равенства этих величин фотон станет временным спутником дыры, обращаясь вокруг нее по нестабильной круговой орбите. Поэтому величину $\sqrt{27}R_s/2$ называют радиусом поглощения фотонов. Столь простой формулой он задается лишь для метрики Шварцшильда. В случае керровской метрики радиус фотонного поглощения связан с горизонтом событий более сложным образом. Однако для реальных сверхмассивных дыр в центрах галактик поглощение фотонов отличается от случая шварцшильдовской метрики всего на несколько процентов.

Таким образом, для «прощупывания» черной дыры надо иметь в ее окрестности изобилие фотонов, часть которых после всех положенных дорожных искривлений достигает нашей планеты. К счастью для астрофизиков, природа легко решила эту проблему. Многие сверхмассивные дыры окружены кольцами горячей плазмы — так называемыми аккреционными дисками. В соответствии с законами электродинамики, они генерируют мощное синхротронное излучение. Нередко из плазменного окружения дыры выбрасываются релятивистские джеты — потоки заряженных частиц, движущиеся с субсветовой скоростью, и они служат еще одним источником фотонов.

Плазменное окружение внутригалактических черных дыр излучает свет различных частот — от радиоволн до рентгена. Суммарная мощность этого излучения варьирует от 10^{42} до 10^{48} эрг/сек. Для сравнения: полная светимость звездного населения типичной галактики составляет 10^{44} эрг/сек. Всё сказанное означает, что сверхмассивные черные дыры в центрах галактик можно исследовать как с помощью радиотелескопов, так и посредством инфракрасной, оптической и рентгеновской аппаратуры. Интересно, что ожидаемый результат давно известен. Еще в 1979 году французский астрофизик Жан-Пьер Люмине (Jean-Pierre Luminet) показал, что для отдаленного наблюдателя поверхность поглощения фотонов должна выглядеть тонким светящимся кольцом (причем, асимметричным — с участками различной яркости), расположенным внутри аккреционного диска (рис. 2, J.-P. Luminet, 1979. Image of a spherical black hole with thin accretion disk). Это кольцо сформировано из фотонов, которым удалось покинуть круговую (напомню, нестабильную!) орбиту вокруг дыры и уйти в пространство. Искривление световых лучей вблизи горизонта приводит к появлению внутри кольца более или менее сферического темного пятна — «тени» черной дыры. Именно эта структура и видна на снимке, обнародованном 10 апреля.

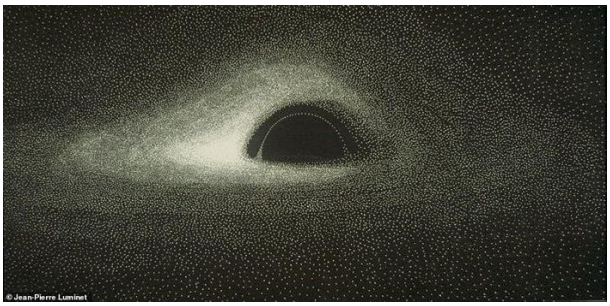


Рис. 2. Симуляция внешнего вида черной дыры и окружающего ее аккреционного диска, выполненная в 1979 году Ж.-П. Люмине. Удивительно, что она почти во всех деталях совпадает с более поздними симуляциями и, как мы теперь узнали, хорошо согласуется с тем, что получила коллаборация EHT. Изображение с сайта dailymail.co.uk

И она весьма информативна. Теория указывает, что радиус кольца пропорционален радиусу поглощения фотонов, который в первую очередь зависит от массы черной дыры. Это позволяет достаточно точно оценить массу дыры. Именно это и проделали участники коллаборации EHT. Согласно их заключению, она в 6,5 ± 0,7 миллиардов раз превышает массу Солнца.

Конечно, опубликованное изображение окрестностей черной дыры, — не настоящая фотография, а результат компьютерной реконструкции на основе информации, полученной от системы радиотелескопов (рис. 3). Участники коллаборации EHT вели наблюдения на волне длиной 1,3 мм в восьми обсерваториях, расположенных в Чили (APEX и ALMA), на Гавайских островах (SMA и JCMT), в Мексике (LMT), Испании (PV), в Аризоне (SMT) и на Южном полюсе (SPT). Эти инструменты образовали интерферометрическую систему со сверхдлинной базой (Very Long Base Interferometry), которая обеспечила угловое разрешение в 20 микросекунд (естественно, дуговых). Этого оказалось достаточно и для реконструкции изображения тени черной дыры и ее плазменного окружения, и для определения ее массы. К слову, вычисленный угловой размер кольца (40–45 дуговых микросекунд) в два с половиной раза превышает

раствор угла, под которым объект величиной в 38 миллиардов километров (именно таков диаметр горизонта событий этой дыры) был бы виден на Земле с расстояния в 55 миллионов световых лет, отделяющем нас от галактики M87. Это означает, что и кольцо, и темная тень дыры наблюдаются на Земле с заметным увеличением, которое возникло благодаря сильному изгибанию лучей вблизи горизонта (это так называемый эффект гравитационного линзирования).

Наверное, стоит представить читателю эллиптическое (вернее, почти сферическое) звездное скопление, которое имеет честь содержать ставшую знаменитой дыру. А оно того заслуживает. 18 марта 1771 года астроном французского военно-морского флота Шарль Мессье (Charles Messier) открыл его и занес под 87-м номером в свой знаменитый каталог туманностей и звездных скоплений, опубликованный десятью годами позже. Отсюда и название Мессье 87 - или, сокращенно, M87 (рис. 4).

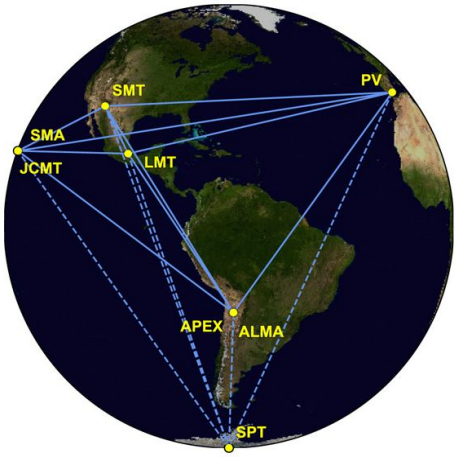


Рис. 3. Расположение телескопов, участвовавших в наблюдениях в 2017 году. Сплошными линиями соединены пары телескопов, способных одновременно наблюдать галактику M87. Изображение из обсуждаемой статьи в The Astrophysical Journal Letters

Эта галактика относится к довольно редкому семейству cD, куда входят особо яркие галактики, которые встречаются лишь неподалеку от центральных областей плотных галактических скоплений (M87 расположена в центре скопления Девы). Ее диаметр приблизительно равен поперечнику диска Млечного Пути, но масса больше на два порядка.

Ее ядро проявляет весьма высокую активность, генерируя мощные излучения различных частот, хотя и не дотягивает до уровня квазаров. Из ядра исходит исполинский джет протяженностью порядка пяти тысяч световых лет, который еще в 1918 году заметил Гебер Кертис (Heber Curtis) из принадлежащей Калифорнийскому университету Ликской обсерватории. Кстати, термина «джет» в те времена не существовало, его придумали американские астрономы Вальтер Бааде (Walter Baade) и Рудольф Минковский (Rudolph Minkowski) в 1954 году. В общем, это отнюдь не рядовой обитатель ближних окрестностей нашей Галактики.

Рис. 4. Эллиптическая галактика M87 (вверху слева) находится почти в центре скопления Девы и является одной из самых массивных галактик в нем; фото с сайта apod.nasa.gov. Вверху справа — увеличенная центральная часть снимка, на которой хорошо заметен джет, бьющий из центра галактики. Внизу — общий вид центральной части скопления Девы, галактика M87 — это крупное продолговатое пятно чуть ниже и левее центра изображения; изображение с сайта apod.nasa.gov

Наличие у галактики M87 исполинской черной дыры — давно не новость. Об этом, например, убедительно свидетельствовали результаты выполненного в конце прошлого века спектрального мониторинга потоков ионизированного кислорода в ее центре. Сильное уширение спектральных линий свидетельствовало о том, что в ядре имеется чрезвычайно компактный центр сильнейшего притяжения, практически обязанный быть черной дырой с массой не менее 3 млрд солнечных масс. Десять лет назад астрономы пришли к выводу, что дыра тянет без малого на шесть с половиной миллиардов масс Солнца. Результаты коллаборации EHT его полностью подтвердили.

И последнее. Жан-Пьеру Люмине для симуляции визуального образа черной дыры в середине геометрически тонкого и оптически плотного аккреционного диска потребовались относительно скромные компьютерные ресурсы. Для портретирования реальной черной дыры в аккреционном диске галактики M87 коллаборация EHT использовала петабайтный объем первичной информации. Таковы масштабы современной многоканальной астрономии. А то ли еще будет!

Источники:
1) The Event Horizon Telescope Collaboration. First M87 Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of Supermassive Black Hole // The Astrophysical Journal Letters. 2019. V. 875. DOI: 10.3847/2041-8213/ab0ec7.
2) Davide Castelvecchi. Black hole pictured for first time — in spectacular detail // Nature. 2019. DOI: 10.1038/d41586-019-01155-0. (Популярный синопсис об обсуждамом исследовании.)

Алексей Левин,
https://elementy.ru/novosti_nauki/t/1763182/Aleksey_Levin

"АСТРОНОМИЯ". ГЛАВА ИЗ КНИГИ

Владимир Сурдин
Астрономия
Популярные лекции. Развернутые и отредактированные записи некоторых лекций из курса «Основы астрономии». Книга будет полезна не только студентам, но и учителям физики, и любителям астрономии ***Издательство «Литео», 2017***

Глава 4. Планеты земной группы

Внутренняя область Солнечной системы населена разнообразными телами: крупными планетами, их спутниками, а также малыми телами — астероидами и кометами. С 2006 г. в группе планет введена новая подгруппа — планеты-карлики (dwarf planet), обладающие внутренними качествами планет (сфероидальная форма, геологическая активность), но в силу малой массы не способные доминировать в окрестности своей орбиты. Теперь 8 самых массивных планет — от Меркурия до Нептуна — решено называть просто планетами (planet), хотя в разговоре астрономы для однозначности часто называют их «большими планетами», чтобы отличать от планет-карликов. Термин «малая планета», который многие годы применялся к астероидам, теперь не рекомендовано использовать во избежание путаницы с карликовыми планетами.

В области больших планет мы видим четкое деление на две группы по 4 планеты в каждой: внешнюю часть этой области занимают планеты-гиганты, а внутреннюю — значительно менее массивные планеты земной группы. Группу гигантов также обычно делят пополам: газовые гиганты (Юпитер и Сатурн) и ледяные гиганты (Уран и Нептун). В группе планет земного типа тоже намечается деление пополам: Венера и Земля чрезвычайно похожи друг на друга по многим физическим параметрам, а Меркурий и Марс уступают им по массе на порядок и почти лишены атмосферы (даже у Марса она в сотни раз меньше земной, а у Меркурия практически отсутствует).

Следует отметить, что среди двух сотен спутников планет можно выделить не менее 16 тел, обладающих внутренними свойствами полноценных планет. Нередко они превосходят своими размерами и массами планеты-карлики, но при этом находятся под контролем гравитации значительно более массивных тел. Речь идет о Луне, Титане, галилеевых спутниках Юпитера и им подобных. Поэтому было бы естественно ввести в номенклатуру Солнечной системы новую группу для таких «подчиненных» объектов планетного типа, назвав их «планетами-спутниками». Но пока эта идея в стадии обсуждения.

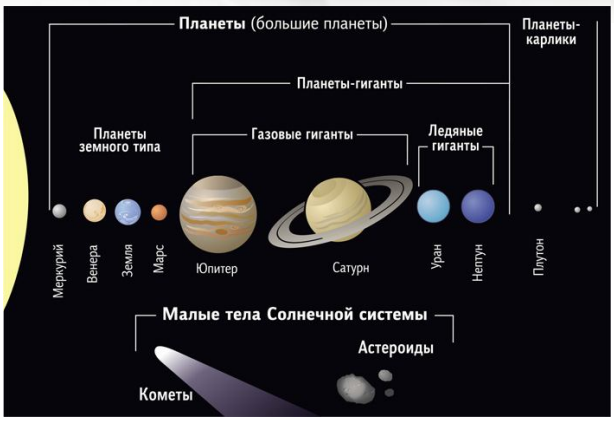


Рис. 4.1. Классификация тел Солнечной системы

Вернемся к планетам земного типа. По сравнению с гигантами они привлекательны тем, что имеют твердую поверхность, на которую могут осуществлять посадку космические зонды. Начиная с 1970-х гг. автоматические станции и самоходные аппараты СССР и США неоднократно садились и успешно работали на поверхности Венеры и Марса. Посадок на Меркурий пока не было, поскольку полеты в окрестности Солнца и посадка на массивное безатмосферное тело технически весьма сложны.

Изучая планеты земного типа, астрономы не забывают и саму Землю. Анализ снимков из космоса позволил многое понять в динамике земной атмосферы, в строении ее верхних слоев (куда не поднимаются самолеты и даже аэростаты), в процессах, происходящих в ее магнитосфере. Сравнивая между собой строение атмосфер землеподобных планет, можно многое понять в их истории и точнее прогнозировать их будущее. А поскольку все высшие растения и животные обитают на поверхности нашей (или не только нашей?) планеты, особенно важны для нас характеристики нижних слоев атмосферы. Эта лекция посвящена планетам земного типа, в основном их внешнему виду и условиям на поверхности.

Яркость планеты. Альбедо

Глядя на планету издалека, мы легко различаем тела с атмосферой и без нее. Присутствие атмосферы, а точнее наличие в ней облаков, делает внешность планеты изменчивой и существенно повышает яркость ее диска. Это ясно видно, если расположить планеты в ряд от совершенно безоблачных (безатмосферных) до полностью закрытых облаками: Меркурий, Марс, Земля, Венера. Каменистые безатмосферные тела похожи друг на друга до почти полной неразличимости: сравните, например, крупномасштабные снимки Луны и Меркурия. Даже опытный глаз с трудом различает между собой поверхности этих темных тел, густо

покрытых метеоритными кратерами. Зато атмосфера придает любой планете неповторимый вид.

Наличием или отсутствием атмосферы у планеты управляют три фактора: температура, гравитационный потенциал у поверхности и глобальное магнитное поле. Такое поле есть только у Земли, и оно существенно защищает нашу атмосферу от потоков солнечной плазмы. Луна потеряла атмосферу (если вообще ее имела) из-за низкой критической скорости у поверхности, а Меркурий — из-за высокой температуры и мощного солнечного ветра. Марс при почти той же гравитации, что у Меркурия, смог сохранить остатки атмосферы, поскольку из-за удаленности от Солнца он холоден и не так интенсивно обдувается солнечным ветром.

По своим физическим параметрам Венера и Земля — почти близнецы. У них весьма схожи размер, масса, а значит, и средняя плотность. Их внутренняя структура — кора, мантия, железное ядро — также должна быть сходной, хотя уверенности в этом пока нет, поскольку сейсмические и прочие геологические данные о недрах Венеры отсутствуют. Разумеется, и в недра Земли мы глубоко не проникали: в большинстве мест — на 3–4 км, в отдельных точках — на 7–9 км и лишь в одной — на 12 км. Это менее 0,2% радиуса Земли. Но сейсмические, гравиметрические и другие измерения позволяют судить о земных недрах весьма детально, а для других планет таких данных почти нет. Детальные карты гравитационного поля получены только для Луны; потоки тепла из недр измерены только на Луне; сейсмометры пока работали тоже лишь на Луне и (не очень чувствительный) на Марсе.

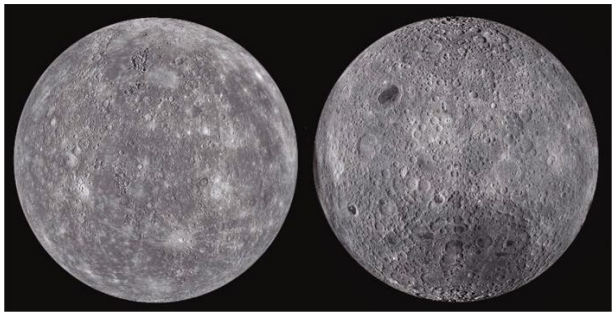


Рис. 4.2. Поверхности Меркурия (слева) и Луны (показана ее сторона, невидимая с Земли) очень похожи. Фото Меркурия получено зондом Messenger (NASA)

О внутренней жизни планет геологи до сих пор судят по особенностям их твердой поверхности. Например, отсутствие признаков литосферных плит у Венеры существенно отличает ее от Земли, в эволюции поверхности которой тектонические процессы (дрейф континентов, спрединг, субдукция и т. п.) играют определяющую роль. В то же время некоторые косвенные данные указывают на возможность тектоники плит на Марсе в прошлом, а также тектоники ледяных полей на Европе, спутнике Юпитера. Таким образом, внешнее сходство планет (Венера — Земля) не гарантирует сходства их внутреннего строения и процессов в их недрах. А планеты, не похожие друг на друга, могут демонстрировать сходные геологические явления.

Вернемся к тому, что доступно астрономам и прочим специалистам для прямого изучения, а именно — к поверхности планет или их облачного слоя. В принципе непрозрачность атмосферы в оптическом диапазоне не является непреодолимым препятствием для изучения твердой поверхности планеты. Радиолокация с Земли и с борта космических зондов позволила изучить поверхности Венеры и Титана сквозь их непрозрачные для света атмосферы. Однако эти работы носят эпизодический характер, а систематические исследования планет до сих пор проводятся оптическими приборами. И что еще более важно: оптическое излучение Солнца служит главным источником энергии для большинства планет. Поэтому способность атмосферы отражать, рассеивать и поглощать это излучение прямо влияет на климат у поверхности планеты.

Рис. 4.3. Фото Земли и Луны, полученное зондом «Галилео» (NASA)

Яркость поверхности планеты зависит от ее расстояния от Солнца, а также от наличия и свойств ее атмосферы. Облачная атмосфера Венеры отражает свет в 2–3 раза лучше, чем частично облачная атмосфера Земли, а безатмосферная поверхность Луны — втрое хуже земной атмосферы. Ярчайшее светило на ночном небе, не считая Луну, — Венера. Она очень яркая не только из-за относительной близости к Солнцу, но и из-за плотного облачного слоя из капель концентрированной серной кислоты, прекрасно отражающего свет. Наша Земля тоже не слишком темная, поскольку 30–40% земной атмосферы заполнены водяными облаками, а они тоже хорошо рассеивают и отражают свет. Вот фотография (рис.

4.3), где в кадр одновременно попали Земля и Луна. Этот снимок сделал космический зонд «Галилео», пролетая мимо Земли по пути к Юпитеру. Посмотрите, насколько Луна темнее Земли и вообще темнее любой планеты с атмосферой. Это общая закономерность: безатмосферные тела очень темные. Дело в том, что под воздействием космической радиации любое твердое вещество постепенно темнеет.

Утверждение, что поверхность Луны темная, обычно вызывает недоумение: на первый взгляд лунный диск выглядит очень ярким, безоблачной ночью он даже ослепляет нас. Но это лишь по контрасту с еще более темным ночным небом. Для характеристики отражающей способности любого тела используют величину под названием альбедо. Это степень белизны, то есть коэффициент отражения света. Альбедо, равное нулю, — абсолютная чернота, полное поглощение света. Альбедо, равное единице, — полное отражение. У физиков и астрономов есть несколько различных подходов к определению альбедо. Ясно, что яркость освещенной поверхности зависит не только от типа материала, но и от его структуры и ориентации относительно источника света и наблюдателя. Например, пушистый свежевыпавший снег имеет одно значение коэффициента отражения, а снег, в который вы наступили ботинком, — совсем другое. А зависимость от ориентации легко продемонстрировать зеркальцем, пуская солнечных зайчиков. Точное определение альбедо различного типа дано в главе «Краткий справочник» (с. 265). Знакомые поверхности с разным альбедо — бетон и асфальт. Освещенные одинаковыми потоками света, они демонстрируют разную визуальную яркость: у свежевымытого асфальта альбедо около 10%, а у чистого бетона — около 50%.

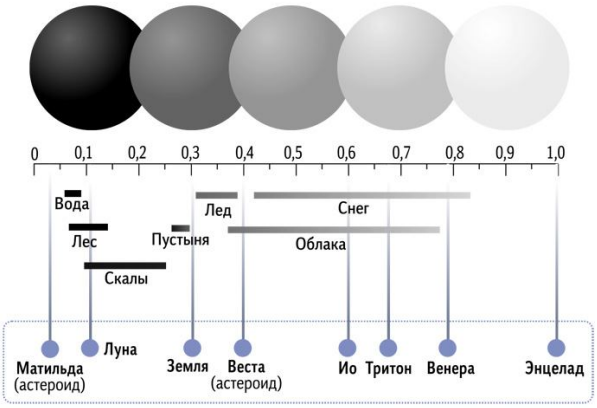


Рис. 4.4. Альбедо — доля солнечного света, отраженная поверхностью. Показан диапазон значений альбедо типичных поверхностей на Земле, а также альбедо Бонда некоторых космических тел

Весь диапазон возможных значений альбедо перекрыт известными космическими объектами. Скажем, Земля отражает около 30% солнечных лучей, в основном благодаря облакам, а сплошной облачный покров Венеры отражает 77% света. Наша Луна — одно из самых темных тел, в среднем отражающее около 11% света, а ее видимое полушарие из-за наличия обширных темных «морей» отражает свет еще хуже — менее 7%. Но встречаются и еще более темные объекты — например, астероид 253 Матильда с его альбедо в 4%. С другой стороны, есть удивительно светлые тела: спутник Сатурна Энцелад отражает 81% видимого света, а его геометрическое альбедо просто фантастическое — 138%, т. е. он ярче идеально белого диска такого же сечения. Даже трудно понять, как ему это удается. Чистый снег на Земле и то хуже отражает свет; какой же снег лежит на поверхности маленького и симпатичного Энцелада?

Тепловой баланс

Рис. 4.5. Огюст Пикар готовится к полету на стратостате FNRS-1 (1931 г.)

Температура любого тела определяется балансом между притоком к нему тепла и его потерями. Известны три механизма обмена теплом: излучение, теплопроводность и конвекция. Два последних процесса требуют прямого контакта с окружающей средой, поэтому в космическом вакууме важнейшим и, по сути, единственным становится первый механизм — излучение. Для конструкторов космической техники это создает немалые проблемы. Им приходится учитывать несколько источников тепла: Солнце, планету (особенно на низких орбитах) и внутренние агрегаты самого космического аппарата. А для сброса тепла есть лишь один способ — излучение с поверхности аппарата. Для поддержания баланса тепловых потоков конструкторы космической техники регулируют эффективное альбедо аппарата с помощью экранно-вакуумной изоляции и радиаторов. Когда такая система дает сбой, условия в космическом корабле могут стать весьма некомфортными, о чем напоминает нам история экспедиции «Аполлон-13» к Луне.

Но впервые с этой проблемой столкнулись еще в первой трети XX в. создатели высотных аэростатов — так называемых стратостатов. В те годы еще не умели создавать сложные системы терморегулирования герметичной гондолы, поэтому ограничивались простым подбором альбедо ее внешней поверхности. Насколько чувствительна температура тела к его альбедо, говорит история первых полетов в стратосферу. Швейцарец Огюст Пикар покрасил гондолу своего стратостата FNRS-1

с одной стороны в белый, а с другой — в черный цвет. Предполагалось регулировать температуру в гондоле, поворачивая сферу той или иной стороной к Солнцу: для этой цели снаружи установили пропеллер. Но устройство не заработало, солнце светило с «черной» стороны, и внутренняя температура в первом полете поднялась до +38°С. В следующем полете всю капсулу просто покрыли серебряной краской для отражения солнечных лучей. Внутри стало минус 16°С.

Рис. 4.6. Экипаж стратостата Explorer II (1935 г.)

Американские конструкторы стратостата Explorer учли опыт Пикара и приняли компромиссный вариант: покрасили верхнюю часть капсулы в белый, а нижнюю — в черный цвет. Идея состояла в том, что верхняя половина сферы будет отражать солнечное излучение, а нижняя — поглощать тепло от Земли. Этот вариант оказался неплохим, но тоже не идеальным: во время полетов в капсуле было +5°С.

Советские стратонавты просто теплоизолировали алюминиевые капсулы слоем войлока. Как показала практика, такое решение было самым удачным. Внутреннего тепла, в основном выделяемого экипажем, оказалось достаточно для поддержания стабильной температуры.

Но если планета не имеет собственных мощных источников тепла, то значение альбедо очень важно для ее климата. Например, наша планета поглощает 70% падающего на нее солнечного света, перерабатывая его в собственное инфракрасное излучение, поддерживая за счет него круговорот воды в природе, запасая его в результате фотосинтеза в биомассе, нефти, угле, газе. Луна поглощает почти весь солнечный свет, «бездарно» превращая его в высокоэнтропийное инфракрасное излучение и за счет этого поддерживая свою довольно высокую температуру. Зато Энцелад своей идеально белой поверхностью гордо отталкивает от себя почти весь солнечный свет, за что и расплачивается чудовищно низкой температурой поверхности: в среднем около −200°С, а местами до −240°С. Впрочем, этот спутник — «весь в белом» — не сильно страдает от наружного холода, поскольку у него есть альтернативный источник энергии — приливное гравитационное влияние соседа-Сатурна (глава 6), поддерживающее его подледный океан в жидком состоянии.

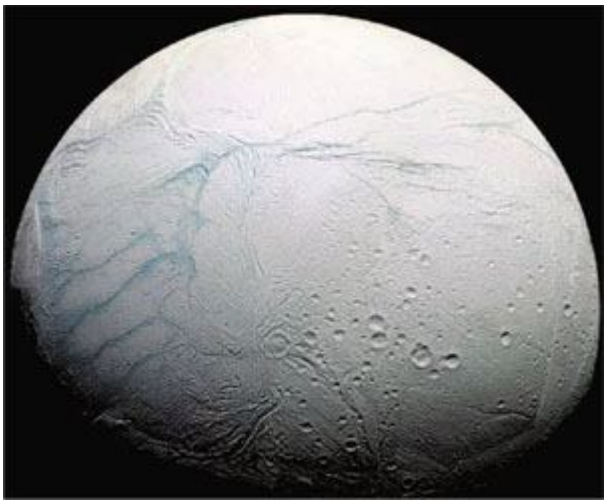


Рис. 4.7. Энцелад — спутник Сатурна, обладающий чрезвычайно высоким альбедо. Фото зонда «Кассини» (NASA)

Но у планет земного группы внутренние источники тепла очень слабы, поэтому температура их твердой поверхности в значительной степени зависит от свойств атмосферы — от ее способности, с одной стороны, отражать часть солнечных лучей обратно в космос, а с другой — удерживать энергию излучения, прошедшего сквозь атмосферу к поверхности планеты.

Парниковый эффект и климат планеты

В зависимости от того, как далеко от Солнца находится планета и какую долю солнечного света она поглощает, формируются температурные условия на поверхности планеты, ее климат. Как выглядит спектр любого самосветящегося тела, например звезды? В большинстве случаев спектр звезды — это «одногорбая», почти планковская кривая, у которой положение максимума зависит от температуры поверхности звезды. В отличие от звезды, у спектра планеты два «горба»: часть звездного света она отражает в оптическом диапазоне, а другую часть поглощает и переизлучает в инфракрасном диапазоне. Относительная площадь под этими двумя горбами как раз и определяется степенью отражения света, то есть альбедо.

Посмотрим на две ближайшие к нам планеты — Меркурий и Венеру. На первый взгляд ситуация парадоксальная. Венера отражает почти 80% солнечного света и лишь около 20% поглощает, а Меркурий почти ничего не отражает, а всё поглощает. К тому же Венера дальше от Солнца, чем

Меркурий; на единицу ее облачной поверхности падает в 3,4 раза меньше солнечного света. С учетом разницы в альбедо каждый квадратный метр твердой поверхности Меркурия получает почти в 16 раз больше солнечного тепла, чем такой же участок на Венере. И тем не менее на всей твердой поверхности Венеры адские условия — огромная температура (олово и свинец плавятся!), а Меркурий прохладнее! На полюсах там антарктический холод, а на экваторе средняя температура +67°С. Конечно, днем поверхность Меркурия нагревается до 430°С, а ночью остывает до −170°С. Но уже на глубине 1,5–2 метров суточные колебания сглаживаются, и мы можем говорить о средней температуре поверхности +67°С. Жарковато, конечно, но жить можно. А в средних широтах Меркурия вообще комнатная температура.

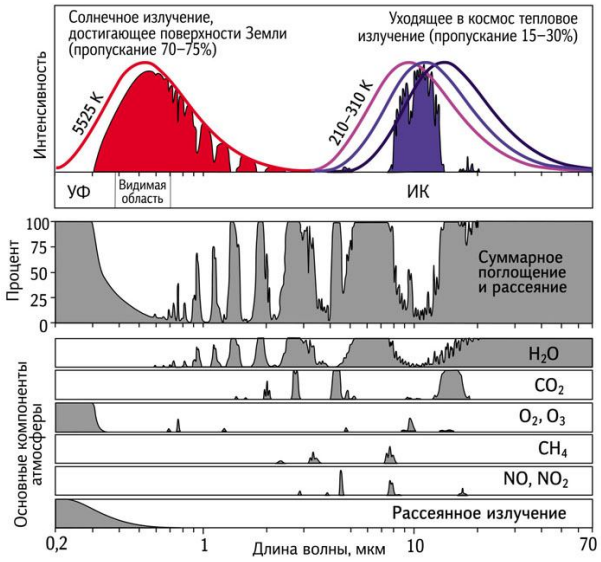


Рис. 4.8. Спектры отраженного атмосферой и поглощенного земной поверхностью солнечного излучения и вклад отдельных компонентов атмосферы в поглощение

В чем же дело? Почему близкий к Солнцу и охотно поглощающий его лучи Меркурий нагрет до комнатной температуры, а Венера, более далекая от Солнца и активно отражающая его лучи, раскалена как печь? Как объяснит это физика?

Атмосфера Земли почти прозрачна: она пропускает 80% приходящего солнечного света. «Убежать» в космос в результате конвекции воздух не может — планета не отпускает его. Значит, охлаждаться она может только в виде инфракрасного излучения. А если ИК-излучение остается запертым, то оно нагревает те слои атмосферы, которые его не выпускают.

Эти слои сами становятся источником тепла и частично направляют его обратно к поверхности. Некоторая часть излучения уходит в космос, но основная его часть возвращается к поверхности Земли и греет ее до тех пор, пока не установится термодинамическое равновесие. А как оно устанавливается?

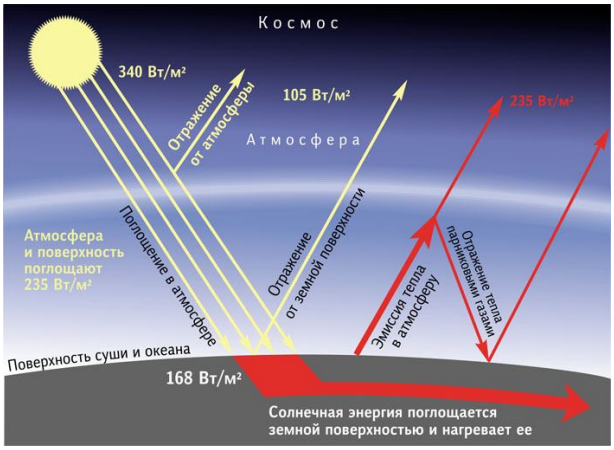


Рис. 4.9. Потоки тепла у Земли. Указаны средние потоки лучистого тепла на единицу поверхности.

Температура растет, и максимум в спектре смещается (закон Вина) до тех пор, пока не найдет в атмосфере «окно прозрачности», сквозь которое ИК-лучи уйдут в космос. Баланс тепловых потоков устанавливается, но при более высокой температуре, чем могло бы быть при отсутствии атмосферы. Это и есть парниковый эффект.

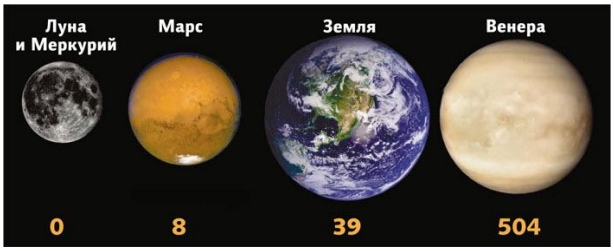


Рис. 4.10. Влияние парникового эффекта (ΔT, K) на среднюю температуру поверхности планет

В своей жизни мы довольно часто сталкиваемся с парниковым эффектом. И не только в виде садового парника или толстой шубы, которую надевают в морозный день, чтобы согреться (хотя сама шуба не выделяет, а лишь удерживает тепло). Как раз эти примеры не демонстрируют чистый парниковый эффект, поскольку в них уменьшается как лучистый, так и конвективный отвод тепла.

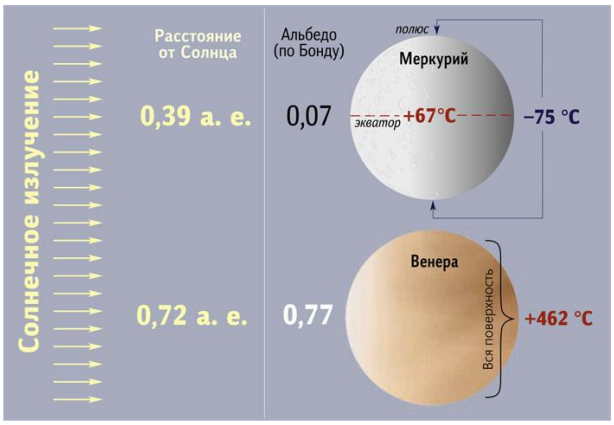


Рис. 4.11. Несмотря на относительную удаленность от Солнца и высокое альбедо, температура поверхности Венеры в результате парникового эффекта значительно выше средней температуры поверхности Меркурия

Гораздо ближе к описанному эффекту пример ясной

морозной ночи. При сухом воздухе и безоблачном небе (например, в пустыне) после захода солнца земля быстро остывает, а влажный воздух и облака сглаживают суточные колебания температуры. К сожалению, этот эффект хорошо знаком астрономам: ясные звездные ночи бывают особенно холодными, что делает работу у телескопа весьма некомфортной. Вернувшись к рис. 4.8, мы увидим причину: именно пары воды в атмосфере служат главным препятствием для уносящего тепло ИК-излучения.

У Луны нет атмосферы, а значит, нет и парникового эффекта. На ее поверхности термодинамическое равновесие устанавливается в явном виде, никакого обмена излучением между атмосферой и твердой поверхностью нет. У Марса разреженная атмосфера, но все-таки ее парниковый эффект добавляет свои 8°С. А Земле он добавляет почти 40°С. Если бы у нашей планеты не было такой плотной атмосферы, температура Земли была бы на 40° ниже. Сегодня она составляет по всему земному шару в среднем +15°С, а было бы −25°С. Все океаны замерзли бы, поверхность Земли от снега стала бы белой, альбедо повысилось и температура упала бы еще ниже. В общем — страшное дело! Хорошо, что парниковый эффект в нашей атмосфере работает и греет нас. И еще гораздо сильнее он работает на Венере — более чем на 500°С поднимает среднюю венерианскую температуру.

Поверхность планет

До сих пор мы не приступали к детальному изучению иных планет, в основном ограничиваясь наблюдением их поверхности. А насколько важна для науки информация о внешнем виде планеты? Что ценного может поведать нам изображение ее поверхности? Если это газовая планета, как Сатурн или Юпитер, или же твердая, но покрытая плотным слоем облаков, как Венера, то мы видим лишь верхний облачный слой и, следовательно, почти никакой информации о самой планете не имеем. Облачная атмосфера, как говорят геологи, — это супермолодая поверхность: сегодня она такая, а завтра будет иной (или не завтра, а через 1000 лет, что лишь миг в жизни планеты).

Большое Красное Пятно на Юпитере или два планетарных циклона на Венере наблюдаются уже 300 лет, но говорят нам лишь о некоторых общих свойствах современной динамики их атмосфер. Наши потомки, глядя на эти планеты, будут видеть совсем иную картину, а какую картину могли видеть наши предки, мы никогда не узнаем. Таким образом, глядя со стороны на планеты с плотной атмосферой, мы не можем судить об их прошлом, поскольку видим лишь изменчивый облачный слой. Совсем другое дело — Луна или Меркурий, поверхности которых хранят следы метеоритных бомбардировок и геологических процессов, происходивших в течение последних миллиардов лет.

Рис. 4.12. Фрагменты кометы Шумейкеров-Леви-9 (май 1994 г.). Фото космического телескопа «Хаббл» (NASA)

А подобные бомбардировки планет-гигантов практически не оставляют следов. Одно из таких событий произошло в конце XX века прямо на глазах астрономов. Речь идет о комете Шумейкеров-Леви-9. В 1993 г. недалеко от Юпитера была замечена странная цепочка из двух десятков небольших комет. Расчет показал, что это фрагменты одной кометы, пролетавшей рядом с Юпитером в 1992 г. и разорванной на части приливным эффектом его мощного гравитационного поля. Сам эпизод распада кометы астрономы не видели, а застали лишь тот момент, когда цепочка кометных осколков «паровозиком» удалялась от Юпитера. Если бы не произошло распада, то комета, подлетев к Юпитеру по гиперболической траектории, по второй ветви гиперболы ушла бы вдаль и, скорее всего, больше никогда не сблизилась бы с Юпитером. Но тело кометы не выдержало приливного напряжения и разрушилось, а затрата энергии на деформацию и разрыв тела кометы уменьшила кинетическую энергию ее орбитального движения, переведя осколки с гиперболической орбиты на эллиптическую, замкнутую вокруг Юпитера. Расстояние орбиты в перицентре оказалось меньше радиуса Юпитера, и в 1994 г. осколки врезались в планету один за другим.

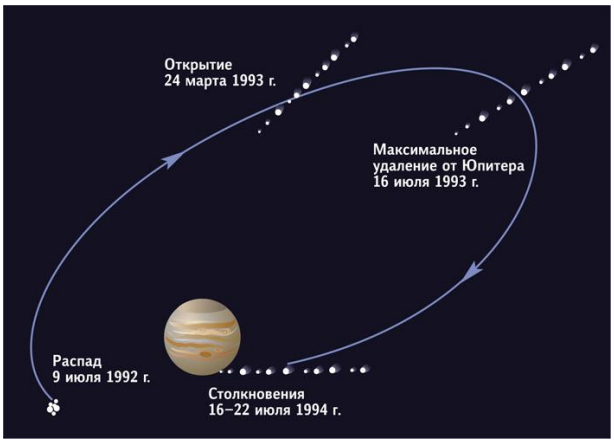


Рис. 4.13. Траектория кометы Шумейкеров-Леви-9

Происшествие было грандиозное. Каждый «осколочек» кометного ядра — это ледяная глыба размером 1–1,5 км. Они по очереди влетали в атмосферу гигантской планеты со скоростью 60 км/с (вторая космическая скорость для Юпитера), обладая удельной кинетической энергией в $(60/11)^2$ = 30 раз большей, чем если бы это было столкновение с Землей. Астрономы с большим интересом, находясь в безопасности на Земле, наблюдали космическую катастрофу на Юпитере. К сожалению, осколки кометы били в Юпитер с той стороны, которую не было в этот момент видно с Земли. К счастью, как раз в это время на пути к Юпитеру был космический зонд «Галилео», он

увидел эти эпизоды и показал их нам. За счет быстрого суточного вращения Юпитера области столкновения через несколько часов становились доступны и наземным телескопам, и, что особенно ценно, околоземным, таким как космический телескоп «Хаббл». Это было очень полезно, поскольку каждая глыба, врезаясь в атмосферу Юпитера, вызывала колоссальный взрыв, разрушающий верхний облачный слой и создающий на некоторое время окно видимости вглубь юпитерианской атмосферы. Так благодаря кометной бомбардировке мы ненадолго смогли туда заглянуть. Но прошло два месяца — и никаких следов на облачной поверхности не осталось: облака затянули все окна, как будто ничего не произошло.

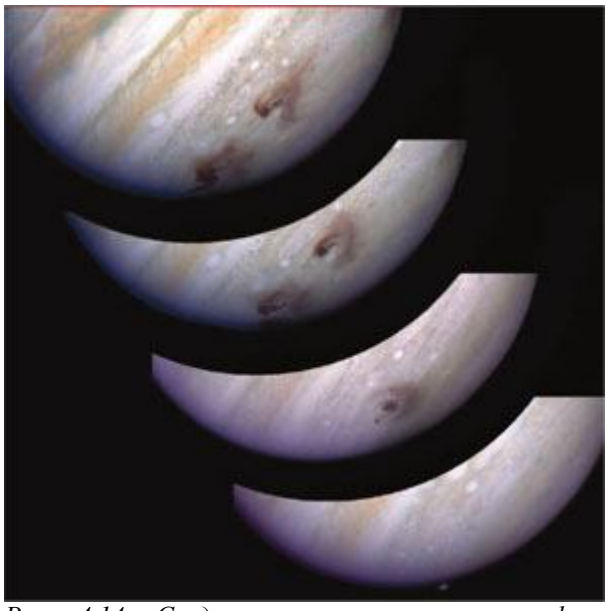


Рис. 4.14. Следы на поверхности атмосферы Юпитера от столкновения с кометой были заметны в течение нескольких месяцев. Наблюдение за последствиями этого редкого космического события вели многие наземные и космические исследовательские станции. Серия снимков сделана космическим телескопом «Хаббл» (последовательность кадров — справа налево)

Иное дело — Земля. На нашей планете метеоритные шрамы остаются надолго. Перед вами самый популярный метеоритный кратер диаметром около 1 км и возрастом около 50 тыс. лет (рис. 4.15). Он все еще хорошо виден. Но кратеры, образовавшиеся более 200 млн лет назад, можно найти лишь с помощью тонких геологических методов. Сверху их не видно.

Кстати, есть довольно надежное соотношение между размером упавшего на Землю крупного метеорита и диаметром образованного им кратера — 1:20. Кратер километрового диаметра в Аризоне образовался от удара маленького астероида диаметром около 50 м. А в далекие времена по Земле ударяли и более крупные «снаряды» — и километровые, и даже десятикилометровые. Мы знаем сегодня около 200 крупных кратеров; их называют астроблемами («небесными ранами») и каждый год обнаруживают несколько новых. Крупнейший, диаметром 300 км, найден на юге Африки, его возраст — около 2 млрд лет. На территории России крупнейший кратер — Попигай в Якутии, диаметром 100 км. Известны и более крупные, например южноафриканский кратер Вредефорт диаметром около 300 км или еще не изученный кратер Земли Уилкса под ледяным щитом Антарктиды, диаметр которого оценивается в 500 км. Он выявлен по данным радиолокации и гравиметрических измерений.

Рис. 4.15. Аризонский метеоритный кратер. Фото: Stephen Alvarez

На поверхности Луны, где нет ни ветра, ни дождя, где отсутствуют тектонические процессы, метеоритные кратеры сохраняются миллиарды лет. Глядя на Луну в телескоп, мы читаем историю космической бомбардировки. На обратной стороне — еще более полезная для науки картина. Похоже, что туда по какой-то причине никогда не падало особенно крупных тел либо, падая, они не могли пробить лунную кору, которая на обратной стороне вдвое толще, чем на видимой. Поэтому вытекавшая лава не заполняла крупные кратеры и не скрывала исторические детали. На любом клочке лунной поверхности есть метеоритный кратер, большой или маленький, и их так много, что более молодые разрушают те, что образовались раньше. Произошло насыщение: Луна уже не может стать более кратенированной, чем она есть; везде кратеры. И это замечательная летопись истории Солнечной системы: по ней выделено несколько эпизодов активного кратерообразования, в том числе эпоха тяжелой метеоритной бомбардировки (4,1–3,8 млрд лет назад), оставившая следы на поверхности всех планет земного типа и многих спутников. Почему потоки метеоритов обрушивались на планеты в ту эпоху, нам еще предстоит понять. Нужны новые данные о строении лунных недр и составе вещества на разной глубине, а не только на поверхности, с которой до сих пор были собраны образцы.

Меркурий внешне похож на Луну, поскольку, как и она, лишен атмосферы. Его каменистая поверхность, не подверженная газовой и водной эрозии, длительное время сохраняет следы метеоритной бомбардировки. Среди планет земного типа Меркурий хранит самые старые геологические следы возрастом около 4 млрд лет. Но на поверхности Меркурия нет крупных морей, заполненных темной застывшей лавой и похожих на лунные моря, хотя крупных ударных кратеров там не меньше, чем на Луне.

Размером Меркурий примерно в полтора раза больше Луны, но своей массой он превосходит Луну в 4,5 раза. Дело в том, что Луна — почти целиком каменистое тело, тогда как у Меркурия имеется огромное металлическое ядро, состоящее, по-видимому, в основном из железа и никеля. Радиус ядра составляет около 75% радиуса планеты (у Земли — лишь 55%), объем — 45% объема планеты (у Земли — 17%).

Поэтому средняя плотность Меркурия (5,4 г/см^3) почти равна средней плотности Земли (5,5 г/см^3) и существенно превосходит среднюю плотность Луны (3,3 г/см^3). Имея большое металлическое ядро, Меркурий мог бы своей средней плотностью превосходить Землю, если бы не малая сила тяжести на его поверхности. Имея массу всего 5,5% земной, он обладает почти втрое меньшей силой тяжести, которая не в состоянии так уплотнить его недра, как уплотнились недра Земли, у которой даже силикатная мантия имеет плотность около 5 г/см^3.

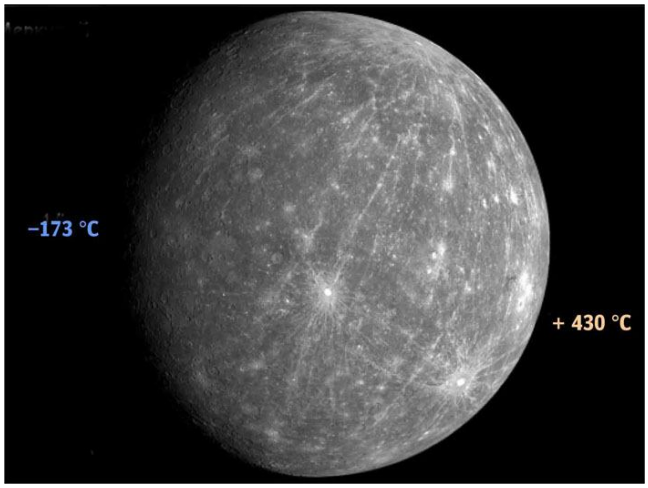


Рис. 4.16. Температура на Меркурии. Данные зонда «Мессенджер» (NASA), 2008 г.

Меркурий трудно исследовать, поскольку он движется близко к Солнцу. Чтобы запустить к нему межпланетный аппарат с Земли, его нужно сильно затормозить, т. е. разогнать в направлении, противоположном орбитальному движению Земли: только тогда он начнет «падать» в сторону Солнца.

Сделать это сразу с помощью ракеты невозможно. Поэтому в двух до сих пор осуществленных полетах к Меркурию были использованы гравитационные маневры в поле Земли, Венеры и самого Меркурия для торможения космического зонда и перевода его на орбиту Меркурия.

Впервые к Меркурию отправился в 1973 г. «Маринер-10» (NASA). Он сначала сблизился с Венерой, притормозил в ее гравитационном поле и затем трижды прошел вблизи Меркурия в 1974–1975 гг. Поскольку все три встречи происходили в одной и той же области орбиты планеты, а ее суточное вращение синхронизовано с орбитальным, все три раза зонд фотографировал одно и то же полушарие Меркурия, освещенное Солнцем.

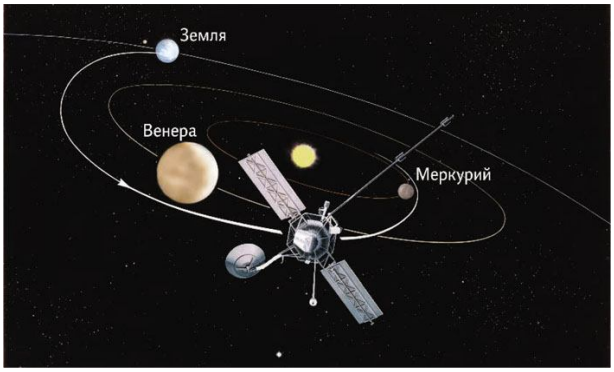


Рис. 4.17. Траектория полета зонда «Маринер-10» с гравитационным маневром около Венеры

В течение следующих нескольких десятилетий полетов к Меркурию не было. И только в 2004 г. удалось запустить второй аппарат — MESSENGER (Mercury Surface, Space Environment, Geochemistry, and Ranging; NASA). Осуществив несколько гравитационных маневров вблизи Земли, Венеры (дважды) и Меркурия (трижды), зонд в 2011 г. вышел на орбиту вокруг Меркурия и 4 года вел исследования планеты.

Рис. 4.18. Зонд «Мессенджер» во время одного из наземных испытаний

Работа вблизи Меркурия осложняется тем, что планета в среднем в 2,6 раза ближе к Солнцу, чем Земля, поэтому поток солнечных лучей там почти в 7 раз больше. Без специального «солнечного зонтика» электронная начинка зонда перегрелась бы. Сейчас готовится третья экспедиция к Меркурию под названием BepiColombo, в ней участвуют европейцы и японцы. Запуск намечен на осень 2018 г. Полетят сразу два зонда, которые выйдут на орбиту вокруг Меркурия в конце 2025 г. после пролета вблизи Земли, двух пролетов вблизи Венеры и шести вблизи Меркурия. Кроме детального исследования поверхности планеты и ее гравитационного поля, намечено подробное изучение магнитосферы и магнитного поля Меркурия, представляющего для ученых загадку. Хотя Меркурий вращается очень медленно, а его металлическое ядро должно было давно остыть и затвердеть, планета имеет дипольное магнитное поле, уступающее земному по напряженности в 100 раз, но все же поддерживающее вокруг планеты магнитосферу. Современная теория генерации магнитного поля у небесных тел, так называемая

теория турбулентного динамо, требует наличия в недрах планеты слоя жидкого проводника электричества (у Земли это внешняя часть железного ядра) и сравнительно быстрого вращения. По какой причине ядро Меркурия до сих пор остается жидким, пока не ясно.

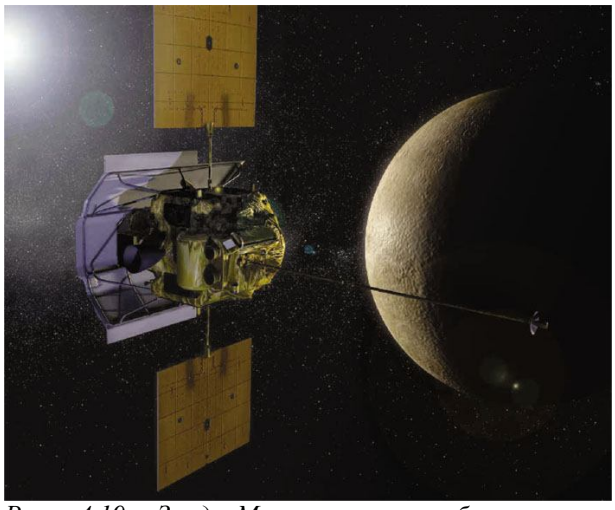


Рис. 4.19. Зонд Messenger на орбите вокруг Меркурия. Рисунок: NASA

У Меркурия есть удивительная особенность, которой нет больше ни у одной планеты. Движение Меркурия по орбите вокруг Солнца и его вращение вокруг своей оси четко синхронизованы друг с другом: за время двух орбитальных периодов он совершает три оборота вокруг оси. Вообще говоря, с синхронным движением астрономы были знакомы давно: наша Луна синхронно вращается вокруг оси и обращается вокруг Земли, периоды этих двух движений одинаковы, т. е. они находятся в соотношении 1:1. И у других планет некоторые спутники демонстрируют ту же особенность. Это результат действия приливного эффекта.

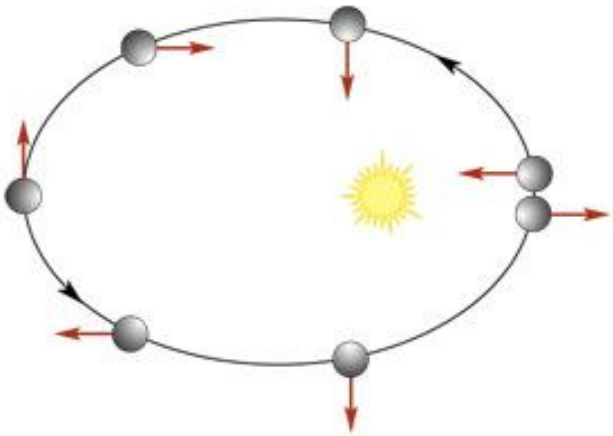


Рис. 4.20. Схема орбитального и суточного движений Меркурия

Чтобы проследить за движением Меркурия, поставим на его поверхности стрелочку (рис. 4.20). Видно, что за один оборот вокруг Солнца, т. е. за один меркурианский год, планета повернулась вокруг оси ровно полтора раза. За это время день в районе стрелки сменился ночью, прошла половина солнечных суток. Еще один годичный оборот — и в районе стрелки вновь наступает день, истекли одни солнечные сутки. Таким образом, на Меркурии солнечные сутки длятся два меркурианских года.

Подробно говорить о приливах мы будем в главе 6. Именно в результате приливного влияния со стороны Земли Луна синхронизовала два своих движения — осевое вращение и орбитальное обращение. Земля очень сильно влияет на Луну: вытянула ее фигуру, стабилизировала вращение. Орбита Луны близка к круговой, поэтому Луна движется по ней с почти постоянной скоростью на почти постоянном расстоянии от Земли (степень этого «почти» мы обсуждали в главе 1). Поэтому приливный эффект меняется слабо и контролирует вращение Луны вдоль всей орбиты, приводя к резонансу 1:1.

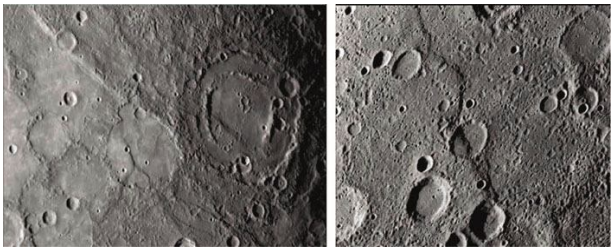


Рис. 4.21. Участки поверхности Меркурия, на которых видны уступы. Эти «морщины» возникли от взаимного надвигания слоев коры планеты при остывании и сжатии ее недр. Фото: NASA

В отличие от Луны, Меркурий движется вокруг Солнца по существенно эллиптичной орбите, то приближаясь к светилу, то удаляясь от него. Когда он далеко, в районе афелия орбиты, приливное влияние Солнца ослабевает, поскольку оно зависит от расстояния как $1/R^3$. Когда Меркурий приближается к Солнцу, приливы действуют намного сильнее, поэтому лишь в области перигелия Меркурий эффективно синхронизует два своих движения — суточное и орбитальное. Второй закон Кеплера гласит, что угловая скорость орбитального движения максимальна в точке перигелия. Именно там происходят «приливный захват» и синхронизация угловых скоростей Меркурия — суточной и орбитальной. В точке перигелия они в точности равны друг другу. Двигаясь дальше, Меркурий почти перестает ощущать приливное влияние Солнца и сохраняет свою угловую скорость вращения, постепенно снижая угловую скорость орбитального движения. Поэтому за один орбитальный период он успевает сделать полтора суточных оборота и вновь попадает «в лапы» приливного эффекта. Очень простая и красивая физика.

Поверхность Меркурия почти неотличима от лунной. Даже профессиональные астрономы, когда появились первые детальные снимки Меркурия, показывали их друг другу и спрашивали: «А ну-ка угадай, Луна это или Меркурий?». Угадать действительно трудно: и там, и там избитая метеоритами поверхность. Но особенности, конечно, есть. Хотя крупные лавовые моря на Меркурии отсутствуют, его поверхность неоднородна: есть области более старые и более молодые (основанием для этого служит подсчет метеоритных кратеров).

От Луны Меркурий отличается и наличием характерных уступов и складок на поверхности, возникших в результате сжатия планеты при остывании ее огромного металлического ядра.

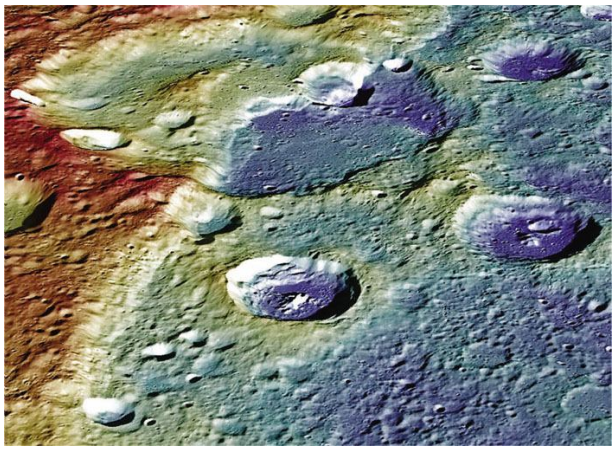


Рис. 4.22. Рельеф Меркурия. Цвета условные (показывают высоту элементов рельефа)

Перепады температуры на поверхности Меркурия больше, чем на Луне: в дневные часы на экваторе +430°С, а ночью −173°С. Но грунт Меркурия служит хорошим теплоизолятором, поэтому на глубине около 1 м суточные (или двухгодичные?) перепады температуры уже не чувствуются. Так что если вы прилетите на Меркурий, то первое, что нужно сделать, — вырыть землянку. В ней на экваторе будет около +70°С: жарковато. Но в районе географических полюсов в землянке будет около −70°С. Так что без труда можно найти географическую широту, на которой в землянке окажется комфортно.

Самые низкие температуры наблюдаются на дне полярных кратеров, куда никогда не попадают солнечные лучи. Именно там обнаружились залежи водяного льда, которые прежде были «нащупаны» радиолокаторами с Земли, а затем подтверждены приборами космического зонда MESSENGER. Происхождение этого льда пока обсуждается. Его источниками могут быть как кометы, так и выходящие из недр планеты пары воды.

Цвет у Меркурия есть, хотя на глаз он выглядит темно-серым. Но если повысить цветовой контраст (как на рис. 4.23), то планета приобретает красивый и таинственный вид.

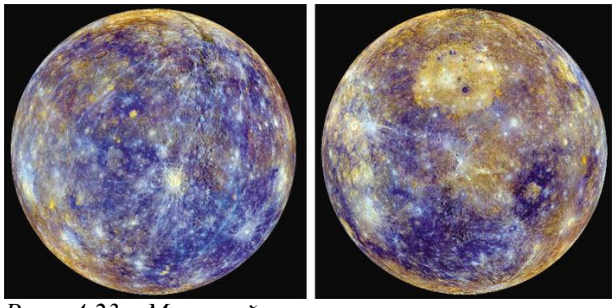


Рис. 4.23. Меркурий при повышенном цветовом контрасте. Хотя поверхность планеты выглядит темно-серой, в действительности она имеет цветовые оттенки

На Меркурии есть один из самых больших ударных кратеров в Солнечной системе — Равнина Жары (Caloris Basin) диаметром 1550 км. Это след от удара астероида диаметром не менее 100 км, чуть не расколовшего маленькую планету. Случилось это около 3,8 млрд лет назад, в период так называемой «поздней тяжелой бомбардировки» (Late Heavy Bombardment), когда по не до конца понятным причинам увеличилось число астероидов и комет на орбитах, пересекающих орбиты планет земной группы.

Когда в 1974 г. «Маринер-10» сфотографировал Равнину Жары, мы еще не знали, что получилось на противоположной стороне Меркурия после этого страшного удара. Ясно, что если по шару стукнули, то возбуждаются звуковые и поверхностные волны, которые распространяются симметрично, проходят через «экватор» и собираются в антиподной точке, диаметрально противоположной точке удара. Возмущение там стягивается в точку, и амплитуда сейсмических колебаний стремительно возрастает. Это похоже на то, как погонщики скота щелкают своим кнутом: энергия и импульс волны практически сохраняются, а толщина кнута стремится к нулю, поэтому скорость колебания увеличивается и становится сверхзвуковой. Ожидалось, что в области Меркурия, противоположной бассейну Caloris, будет картина невероятного разрушения. В общем, почти так и оказалось: там обнаружилась обширная холмистая область с рифленой поверхностью, хотя я ожидал, что там будет кратер-антипод. Мне представлялось, что при схлопывании сейсмической волны произойдет явление, «зеркальное» падению астероида. Мы наблюдаем это при падении капли на спокойную поверхность воды: сначала она создает маленькое углубление, а затем вода устремляется обратно и выкидывает небольшую новую каплю вверх. На Меркурии этого не случилось, и мы теперь понимаем, почему: его недра оказались неоднородными, и точной фокусировки волн не произошло.

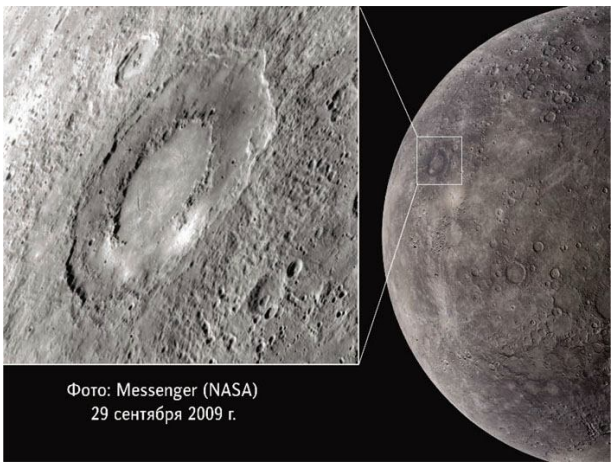


Рис. 4.24. Кратер Рахманинов на Меркурии

В целом рельеф Меркурия более гладкий, чем у Луны. Например, стенки меркурианских кратеров не такие высокие. Причина этого, вероятно, в большей силе тяжести и более теплых и мягких недрах Меркурия

Рис. 4.25. Облачный покров атмосферы Венеры. Основой для этого синтетического изображения стали снимки «Маринера-10» (NASA), полученные в оптическом и ультрафиолетовом диапазонах спектра. Оптический дал распределение цвета, а ультрафиолетовый позволил повысить контраст и более четко выделить детали. Обработка: Mattias Malmer

Венера — вторая планета от Солнца и самая загадочная из планет земной группы. Не ясно, каково происхождение ее очень плотной атмосферы, почти целиком состоящей из углекислого газа (96,5%) и азота (3,5%) и обеспечивающей мощный парниковый эффект. Непонятно, почему Венера так медленно вращается вокруг оси — в 244 раза медленнее Земли, и к тому же в противоположном направлении. При этом массивная атмосфера Венеры, а точнее ее облачный слой, за четверо земных суток облетает вокруг планеты. Это явление называют суперротацией атмосферы. При этом атмосфера трется о поверхность планеты и давно должна была бы притормозиться, ведь не может она долго двигаться вокруг планеты, твердое тело которой практически стоит на месте. Но атмосфера вращается, да еще и в направлении, противоположном вращению самой планеты. Понятно, что от трения о поверхность энергия атмосферы рассеивается, а ее момент импульса передается телу планеты. Значит, есть приток энергии (очевидно — солнечной), за счет которой работает тепловая машина. Вопрос: как реализована эта машина? Как энергия Солнца трансформируется в движение венерианской атмосферы?

Из-за медленного вращения Венеры кориолисовы силы на ней слабее, чем на Земле, поэтому атмосферные циклоны там менее компактны. По сути, их всего два: один в северном полушарии, другой в южном. Каждый из них «наматывается» от экватора на свой полюс.

Верхние слои венерианской атмосферы детально исследовали пролетные (в процессе гравитационного маневра) и орбитальные зонды — американские, советские, европейский и японский. Аппараты серии «Венера» в течение нескольких десятилетий запускали туда советские инженеры, и это был самый успешный наш прорыв в области исследования планет. Главной задачей было посадить на поверхность спускаемый аппарат, чтобы посмотреть, что там под облаками.

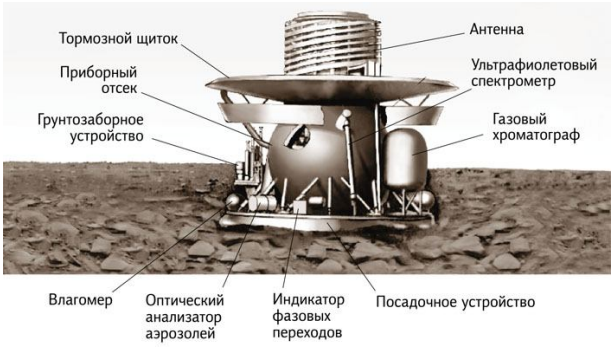


Рис. 4.26. Спускаемый аппарат серии «Венера»

Конструкторы первых зондов, как и авторы научно-фантастических произведений тех лет, ориентировались на результаты оптических и радиоастрономических наблюдений, из которых следовало, что Венера — это более теплый аналог нашей планеты. Именно поэтому в середине XX в. все фантасты — от Беляева, Казанцева и Стругацких до Лема, Брэдбери и Хайнлайна — представляли Венеру как негостеприимный (жаркий, болотистый, с ядовитой атмосферой), но в целом подобный Земле мир. По этой же причине первые посадочные аппараты венерианских зондов делали не очень прочными, не способными сопротивляться большому давлению. И они гибли, спускаясь в атмосфере, один за другим. Затем их корпуса стали делать покрепче, с расчетом на давление в 20 атмосфер, но и этого оказалось мало. Тогда конструкторы, «закусив удила», создали титановый зонд, выдерживающий давление в 180 атм. И он благополучно сел на поверхность («Венера-7», 1970). Заметим, что далеко не каждая подводная лодка выдерживает такое давление, царящее на глубине около 2 км в океане. Выяснилось, что у поверхности Венеры давление не опускается ниже 92 атм (9,3 МПа, 93 бар), а температура составляет 464°С.

Рис. 4.27. Снимки поверхности Венеры, сделанные аппаратом «Венера-14»

С мечтой о гостеприимной Венере, похожей на Землю каменноугольного периода, было окончательно покончено именно в 1970 г. Впервые аппарат, рассчитанный на такие адские условия («Венера-8»), успешно опустился и работал на

поверхности в 1972 г. С этого момента посадки на поверхность Венеры стали рутинной операцией, однако долго поработать там не удается: через 1–2 часа внутренность аппарата нагревается и электроника выходит из строя.

Первые искусственные спутники появились у Венеры в 1975 г. («Венера-9 и -10»). В целом чрезвычайно удачной оказалась работа на поверхности Венеры спускаемых аппаратов «Венера-9…-14» (1975–1981 гг.), изучивших как атмосферу, так и поверхность планеты в месте посадки, сумевших даже взять пробы грунта и определить его химический состав и механические свойства. Но наибольший эффект среди поклонников астрономии и космонавтики вызвали переданные ими фотопанорамы мест посадки, сначала черно-белые, а позже — цветные. Кстати, венерианское небо при взгляде с поверхности оранжевое. Красиво! До сих пор (2017 г.) эти снимки остаются единственными и вызывают у планетологов большой интерес. Их продолжают обрабатывать и время от времени находят на них новые детали.

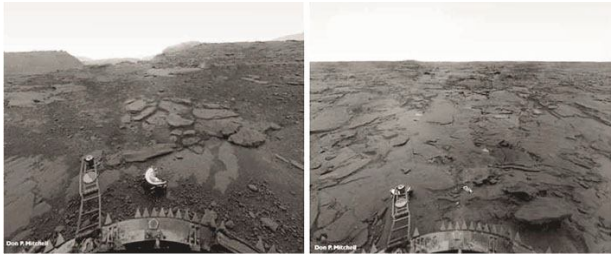


Рис. 4.28. Изображения, переданные «Венерой-13» 1 марта 1982 г. (слева) и «Венерой-14» 5 марта 1982 г. Спустя десятки лет удалось исправить искаженную перспективу и смягчить контраст. Но следует учесть, что эти изображения мозаичны: нижняя часть кадра взята из середины панорамы, а дальняя часть, где виден горизонт — с краев. Это работа Дона Митчелла (Don P. Mitchell), Venera: The Soviet Exploration of Venus

Существенный вклад в изучение Венеры в те годы внесла и американская космонавтика. Пролетные аппараты «Маринер-5 и -10» изучали верхние слои атмосферы. «Пионер-Венера-1» (1978 г.) стал первым американским спутником Венеры и провел радиолокационные измерения. А «Пионер-Венера-2» (1978 г.) послал в атмосферу планеты 4 спускаемых аппарата: один большой (315 кг) с парашютом в экваториальную область дневного полушария и три малых (по 90 кг) без парашютов — в средние широты и на север дневного полушария, а также на ночное полушарие. Ни один из них не создавался для работы на поверхности, однако один из малых аппаратов благополучно приземлился (без парашюта!) и проработал на поверхности более часа. Этот случай позволяет почувствовать, насколько велика плотность атмосферы у поверхности Венеры. Атмосфера Венеры почти в 100 раз массивнее земной, а ее плотность у поверхности составляет 67 кг/м^3, что в 55 раз плотнее земного воздуха и лишь в 15 раз уступает плотности жидкой воды.

Весьма непросто было создать прочные научные зонды, которые выдерживают давление венерианской атмосферы, такое же, как на километровой глубине в земных океанах. Но еще сложнее было заставить их противостоять окружающей температуре (+464°С) при столь плотном воздухе. Поток тепла сквозь корпус колоссальный, поэтому даже самые надежные аппараты работали не более двух часов. Чтобы скорее опуститься на поверхность и продлить там работу, «Венеры» в ходе посадки сбрасывали парашют и продолжали спуск, тормозясь лишь небольшим щитком на своем корпусе. Удар о поверхность смягчало специальное демпфирующее устройство — посадочная опора. Конструкция оказалась настолько удачной, что «Венера-9» без проблем села на склон с наклоном 35° и нормально работала.

Такие панорамы Венеры (рис. 4.27) публиковались сразу после их получения. Здесь можно заметить любопытное событие. Во время спуска каждую камеру защищала полиуретановая крышка, которая после посадки отстреливалась и падала вниз. На верхнем снимке эта белая полукруглая крышка видна у посадочной опоры. А где она на нижнем снимке? Лежит левее центра. Именно в нее, распрямляясь, вонзил свой пробник прибор для измерения механических свойств грунта. Измерив ее твердость, он подтвердил, что это полиуретан. Прибор, так сказать, был испытан в полевых условиях. Вероятность этого печального события была близка к нулю, но оно произошло!

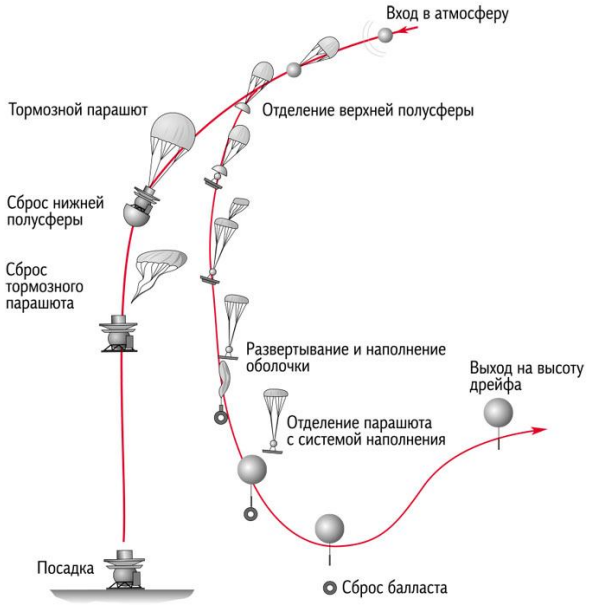


Рис. 4.29. Схема проекта «ВеГа»

Учитывая высокое альбедо Венеры и колоссальную плотность ее атмосферы, ученые сомневались, что у поверхности будет достаточно солнечного света для фотографирования. К тому же у дна газового океана Венеры вполне мог висеть плотный туман, рассеивающий солнечный свет и не позволяющий получить контрастное изображение. Поэтому на первых посадочных аппаратах ставили галогенные ртутные лампы для освещения почвы и создания светового контраста. Но оказалось, что

естественного света там вполне достаточно: на Венере светло, как в пасмурный день на Земле. И контраст при естественном освещении тоже вполне приемлемый.

Рис. 4.30. Аэростат в атмосфере Венеры. Рисунок: ESA

В октябре 1975 г. посадочные аппараты «Венера-9 и -10» через свои орбитальные блоки передали на Землю первые в истории снимки поверхности другой планеты (если не брать в расчет Луну). На первый взгляд перспектива на этих панорамах выглядят странно искаженной: причиной служит поворот направления съемки. Эти снимки получены телефотометром (оптикомеханическим сканером), «взгляд» которого медленно перемещался от горизонта под «ноги» посадочного аппарата и затем к другому горизонту: получалась развертка на 180°. Два телефотометра на противоположных бортах аппарата должны были дать полную панораму. Но крышки на объективах открывались не всегда. Например, на «Венере-11 и -12» не открылась ни одна из четырех.

Один из наиболее красивых экспериментов по исследованию Венеры был проделан с помощью зондов «ВеГа-1 и -2» (1985 г.). Их название расшифровывается как «Венера — Галлей», поскольку после отделения спускаемых аппаратов, направленных к поверхности Венеры, полетные части зондов ушли исследовать ядро кометы Галлея и впервые успешно это сделали. Посадочные аппараты были тоже не совсем обычными: главная часть аппарата садилась на поверхность, а при спуске от нее отделялся аэростат, изготовленный французскими инженерами, который около двух суток летал в атмосфере Венеры на высоте 53–55 км, передавая на Землю данные о температуре, давлении, освещенности и видимости в облаках. Благодаря мощному ветру, дующему на этой высоте со скоростью 250 км/ч, аэростаты успели облететь значительную часть планеты.

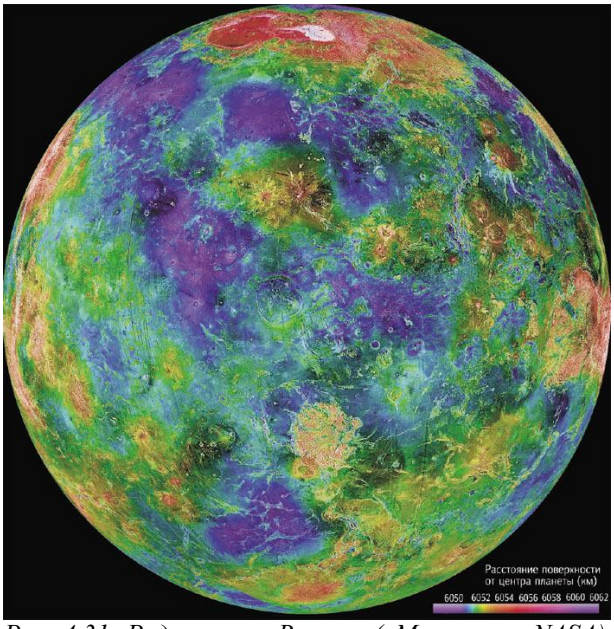


Рис. 4.31. Радиокарта Венеры («Магеллан», NASA). Голубым показаны низменности, зеленовато-желтым — средний уровень, красное и (особенно) белое — горы

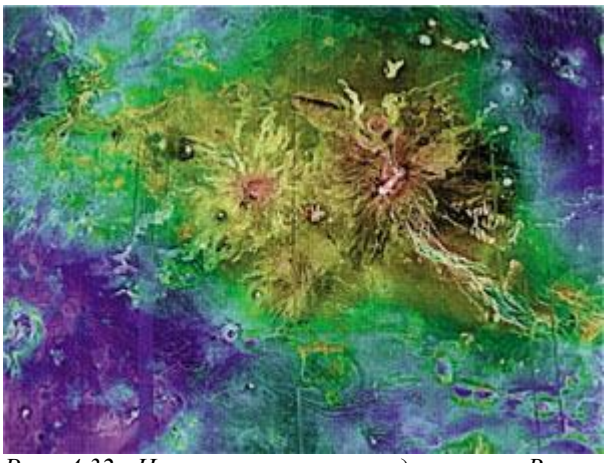


Рис. 4.32. На этом участке радиокарты Венеры виден вулкан

На фотографиях с мест посадки видны лишь небольшие участки венерианской поверхности. А можно ли увидеть всю Венеру сквозь облака? Можно! Радиолокатор видит сквозь облака. К Венере летали два советских спутника с радиолокаторами бокового обзора и один американский. По их наблюдениям составлены радиокарты Венеры с весьма высоким разрешением. На общей карте его трудно продемонстрировать, но на отдельных фрагментах карты оно ясно видно. Цветом на радиокартах показаны уровни: голубой и синий — это низменности; будь на Венере вода, это были бы океаны. Но жидкая вода на Венере существовать не может, да и газообразной воды там практически нет. Зеленоватые и желтоватые области

— это континенты (назовем их так). Красное и белое — самые высокие точки на Венере, это венерианский «Тибет» — самое высокое плато. Высочайшая вершина на нем — гора Максвелл — возвышается на 11 км.

Венера вулканически активна, активнее, чем сегодняшняя Земля. Это не совсем понятно. В Новосибирске работает известный геолог, академик Николай Леонтьевич Добрецов, у него имеется интересная теория по поводу эволюции Земли и Венеры («Венера как возможное будущее Земли», «Наука из первых рук» № 3 (69), 2016).

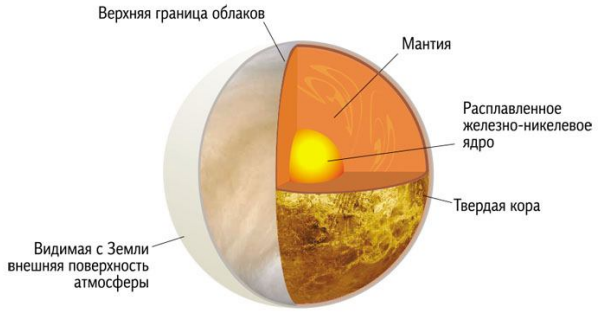


Рис. 4.33. Строение Венеры. Над поверхностью планеты простирается плотная облачная атмосфера, верхняя граница облаков проходит на высоте 65–70 км. Внешняя, видимая с Земли «поверхность» атмосферы характеризуется наиболее резкими температурными колебаниями

О недрах Венеры, о ее внутреннем строении надежных фактов нет, поскольку сейсмические исследования там до сих пор не проводились. К тому же медленное вращение планеты не позволяет измерить ее момент инерции, который мог бы рассказать о распределении плотности с глубиной. Пока теоретические представления базируются на сходстве Венеры с Землей, а видимое отсутствие тектоники плит на Венере объясняется отсутствием на ней воды, которая на Земле служит «смазкой», позволяя плитам скользить и подныривать друг под друга. Вкупе с высокой температурой поверхности это приводит к замедлению или даже полному отсутствию конвекции в теле Венеры, снижает скорость охлаждения ее недр и может объяснить отсутствие у нее магнитного поля. Все это выглядит логично, но требует экспериментальной проверки.

Кстати, о Земле. Подробно обсуждать третью от Солнца планету не буду, поскольку я не геолог. К тому же каждый из нас имеет общее представление о Земле даже на основе школьных знаний. Но в связи с изучением других планет замечу, что и недра своей планеты нам понятны не до конца. Почти каждый год происходят крупные открытия в геологии, порой обнаруживают даже новые слои в недрах Земли, однако мы до сих пор неточно знаем температуру в ядре своей планеты. Посмотрите свежие обзоры: некоторые авторы считают, что температура на границе внутреннего ядра около 5000 K, а другие — что более 6300 K. Это результаты теоретических расчетов, в которых фигурируют не вполне надежные параметры, описывающие свойства вещества при температуре в тысячи кельвинов и давлении в миллионы бар. Пока эти свойства не будут надежно изучены в лаборатории, точных знаний о недрах Земли мы не получим.

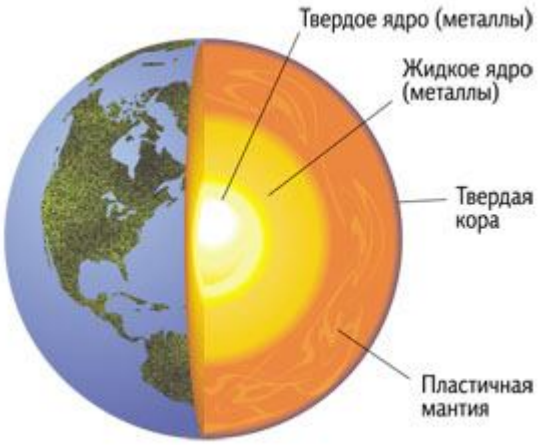


Рис. 4.34. Строение Земли. Конвективные потоки в расплавленном веществе мантии обеспечивают магнитное поле планеты

Уникальность Земли среди подобных ей планет состоит в наличии магнитного поля и жидкой воды на поверхности, причем второе, по-видимому, является следствием первого: магнитосфера Земли защищает от потоков солнечного ветра нашу атмосферу и, опосредованно, гидросферу. Для генерации магнитного поля, как сейчас представляется, в недрах планеты должны быть жидкий электропроводящий слой, охваченный конвективным движением, и быстрое суточное вращение, обеспечивающее кориолисову силу. Только при этих условиях включается динамо-механизм, усиливающий магнитное поле. Венера практически не вращается, поэтому у нее нет магнитного поля. Железное ядро у маленького Марса давно остыло и отвердело, поэтому он также лишен магнитного поля. Меркурий, казалось бы, очень медленно вращается и должен был остыть раньше Марса, но вполне ощутимое дипольное магнитное поле с напряженностью раз в 100 слабее земного у него есть. Парадокс! Ответственным за поддержание железного ядра Меркурия в расплавленном состоянии сейчас считается приливное влияние Солнца. Пройдут миллиарды лет, остынет и затвердеет железное ядро Земли, лишив нашу планету магнитной защиты от солнечного ветра. И единственной твердой планетой с магнитным полем останется, как это ни странно, Меркурий.

А теперь обратимся к Марсу. Его внешний вид сразу же привлекает нас по двум причинам: даже на фотографиях, полученных издалека, видны белые полярные шапки и полупрозрачная атмосфера. Это роднит Марс с Землей: полярные шапки рождают мысль о наличии воды, а атмосфера — о возможности дыхания. И хотя на Марсе с водой и воздухом не всё так благополучно, как кажется на первый взгляд, эта планета давно привлекает исследователей.

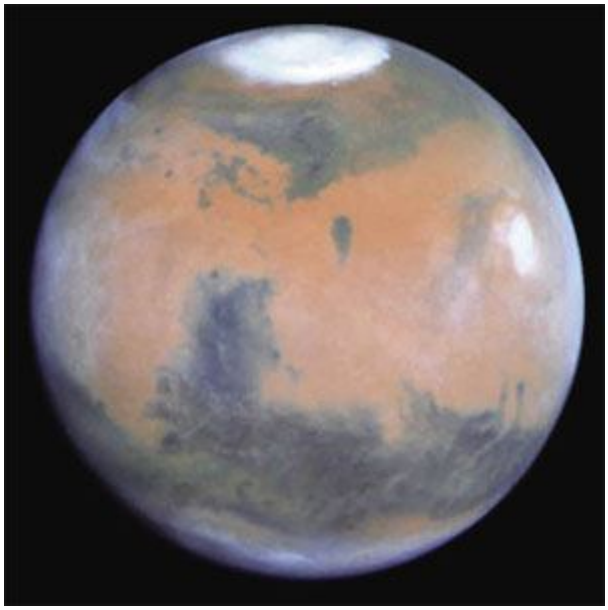


Рис. 4.35. Марс. Фото космического телескопа «Хаббл», февраль 1996 г.

Раньше астрономы изучали Марс в телескоп и поэтому с нетерпением ожидали моментов, называемых противостояниями Марса. Что же чему в эти моменты противостоит?

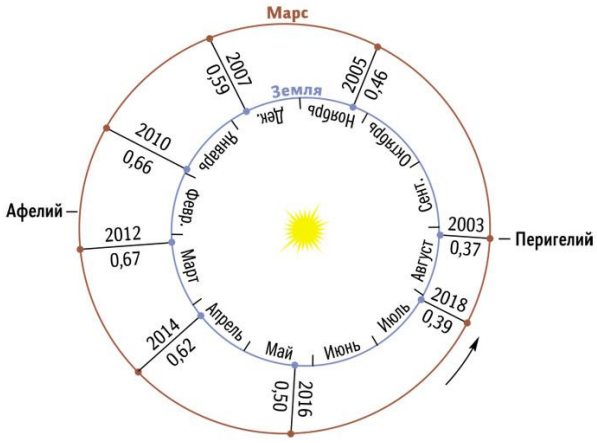


Рис. 4.36. Противостояния Марса

Рис. 4.37. Рисунок Марса при наблюдении в телескоп с Земли

С точки зрения земного наблюдателя в момент противостояния Марс оказывается по одну сторону от Земли, а Солнце — по другую. Понятно, что именно в эти моменты Земля и Марс сближаются на минимальное расстояние, Марс виден на небе всю ночь и хорошо освещен Солнцем. Земля делает свой оборот вокруг Солнца за год, а Марс — за 1,88 года, поэтому средний промежуток времени между противостояниями занимает немногим более двух лет. Последнее противостояние Марса наблюдалось в 2016 г., правда, оно было не особенно близким. Орбита у Марса заметно эллиптическая, поэтому максимальные сближения с ним Земли случаются, когда Марс находится в районе перигелия своей орбиты. На Земле (в нашу эпоху) это конец августа. Поэтому августовские и сентябрьские противостояния называют «великими»; в эти моменты, наступающие раз в 15–17 лет, наши планеты сближаются менее чем на 60 млн км. Такое будет в 2018 г. А супертесное противостояние состоялось в 2003 г.: тогда до Марса было всего 55,8 млн км. В связи с этим родился новый термин — «величайшие противостояния Марса»: такими теперь считают сближения менее чем на 56 млн км. Они происходят 1–2 раза в столетие, однако в нынешнем веке их будет даже три — ждите 2050 и 2082 гг.

Но даже в моменты великих противостояний в телескоп с Земли на Марсе мало что видно. Вот (рис. 4.37) рисунок астронома, который смотрит на Марс в телескоп. Неподготовленный человек посмотрит и разочаруется — вообще ничего не увидит, лишь маленькую розовую «капельку», но опытный глаз астронома в тот же самый телескоп видит больше. Полярную шапку астрономы заметили давно, еще столетия назад. А также — темные и светлые области. Темные по традиции назвали морями, а светлые — континентами.

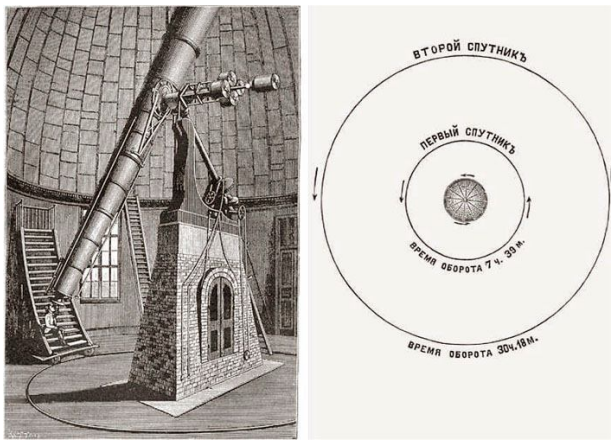


Рис. 4.38. Большой экваториал Вашингтонской обсерватории, с помощью которого были открыты спутники Марса, и рисунок из книги Асафа Холла (1877)

Повышенный интерес к Марсу возник в эпоху великого противостояния 1877 г.: к тому времени уже были построены хорошие телескопы и астрономы сделали несколько важных открытий. Американский астроном Асаф Холл обнаружил спутники Марса Фобос и Деймос, а итальянский астроном Джованни Скиапарелли зарисовал

загадочные линии на поверхности планеты — марсианские каналы. Конечно, Скиапарелли не был первым, кто увидел каналы: некоторые из них замечали и до него (например, Анджело Секки). Но после Скиапарелли эта тема на многие годы стала доминирующей в изучении Марса.

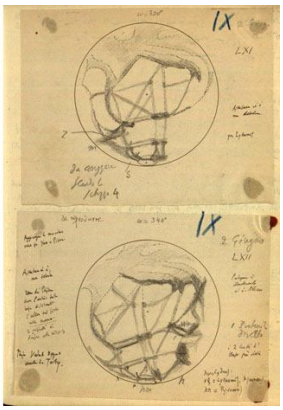


Рис. 4.39. Джованни Скиапарелли. Рис. 4.40. Зарисовки каналов на Марсе, выполненные Дж. Скиапарелли

Наблюдения деталей поверхности Марса, таких как «каналы» и «моря», положили начало новому этапу в изучении этой планеты. Скиапарелли считал, что «моря» Марса действительно могут быть водоемами. Поскольку соединяющим их линиям нужно было дать название, Скиапарелли назвал их «каналами» (canali), подразумевая под этим морские проливы, а отнюдь не рукотворные сооружения.

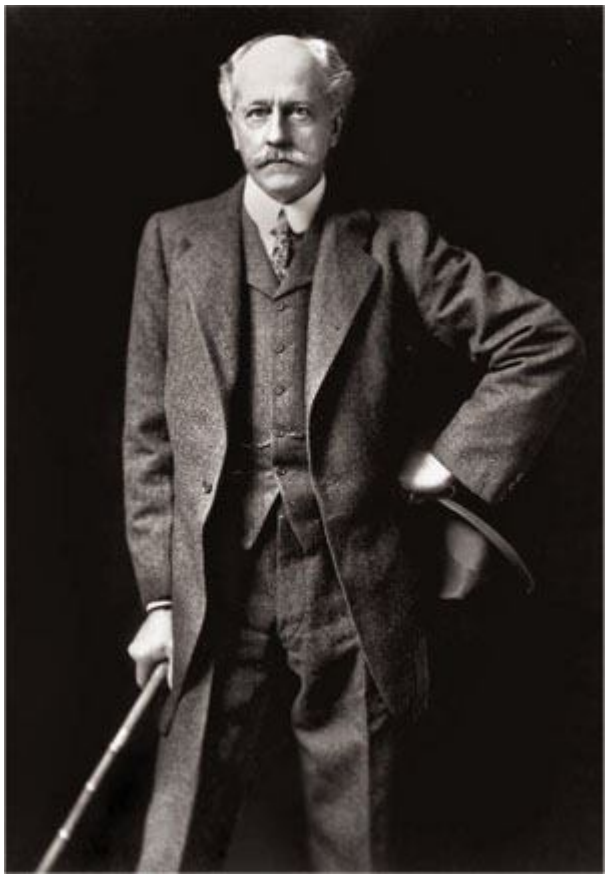


Рис. 4.41. Персиваль Ловелл, американский бизнесмен, дипломат, путешественник и журналист, вдохновленный идеей о марсианских каналах, построил первоклассную обсерваторию для изучения Марса

Он полагал, что по этим каналам в приполярных областях в период таяния полярных шапок действительно течет вода. После открытия на Марсе «каналов» некоторые ученые высказали предположение об их искусственной природе, что послужило основанием для гипотез о существовании на Марсе разумных существ. Но сам Скиапарелли не считал эту гипотезу научно обоснованной, хотя и не исключал наличия на Марсе жизни, возможно, даже разумной. Однако мысль об искусственной системе оросительных каналов на Марсе стала укрепляться в других странах. Отчасти этому способствовало то, что итальянское canali было представлено на английском как canal (рукотворная водная магистраль), а не как channel (природный морской пролив). Да и на русском слово «канал» подразумевает искусственное сооружение. Идея о марсианах увлекла тогда многих, и не только писателей (вспомним Герберта Уэллса с его «Войной миров», 1897), но и исследователей. Самым известным из них стал Персиваль Ловелл. Этот американец получил прекрасное образование в Гарварде, в равной степени овладев математикой, астрономией и гуманитарными предметами. Но, как отпрыск родовитого семейства, он скорее стал бы дипломатом, писателем или путешественником, чем астрономом. Однако, прочитав работы Скиапарелли о каналах, он увлекся Марсом и поверил в существование жизни и цивилизации на нем. В общем, он забросил все прочие дела и занялся изучением Красной планеты.

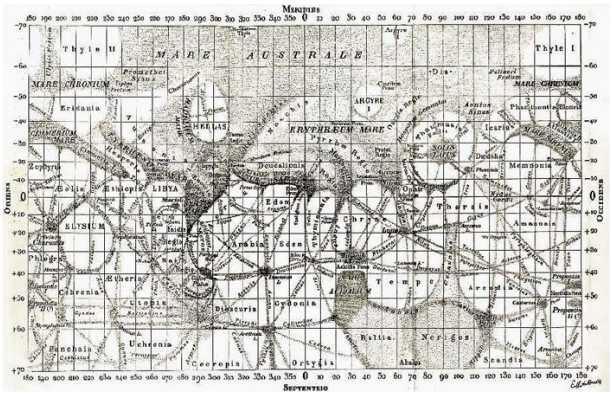


Рис. 4.42. Карта Марса с каналами (по Фламмариону и Антониади) из энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона (1910-е гг.)

На деньги своего богатого семейства Ловелл построил обсерваторию и начал рисовать каналы. Заметим, что фотография тогда была в зачаточном состоянии, а глаз опытного наблюдателя способен заметить мельчайшие детали в условиях атмосферной турбулентности, искажающей изображения далеких объектов. Карты марсианских каналов, созданные в Ловелловской обсерватории, были самыми детальными. К тому же, будучи хорошим литератором, Ловелл написал несколько занимательнейших книг — Mars and its canals (1906), Mars as the abode of life (1908) и др. Только одна из них была переведена на русский еще до революции: «Марс и жизнь на нем» (Одесса: Матезис, 1912). Эти книги увлекли целое поколение надеждой встретить марсиан. Зима — полярная шапка огромная, а каналов не видно. Лето — шапка растаяла, вода

потекла, каналы появились. Они стали видны издалека, поскольку по берегам каналов зазеленели растения. Убедительно?

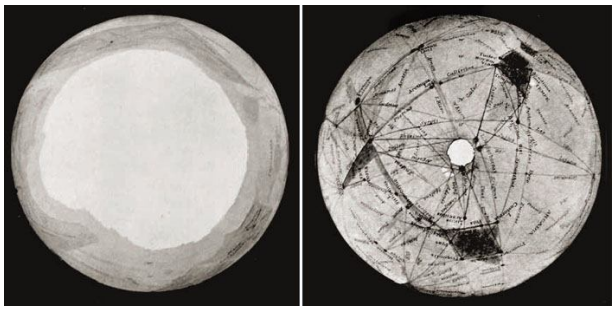


Рис. 4.43. Полярные шапки Марса, 1905 г. Рисунки из книги П. Ловелла «Марс как прибежище жизни» (P. Lowell, Mars as the abode of life, 1908)

Следует признать, что история с марсианскими каналами так и не получила исчерпывающего объяснения. Есть старые рисунки с каналами и современные фотографии — без них (рис. 4.44). Где каналы?

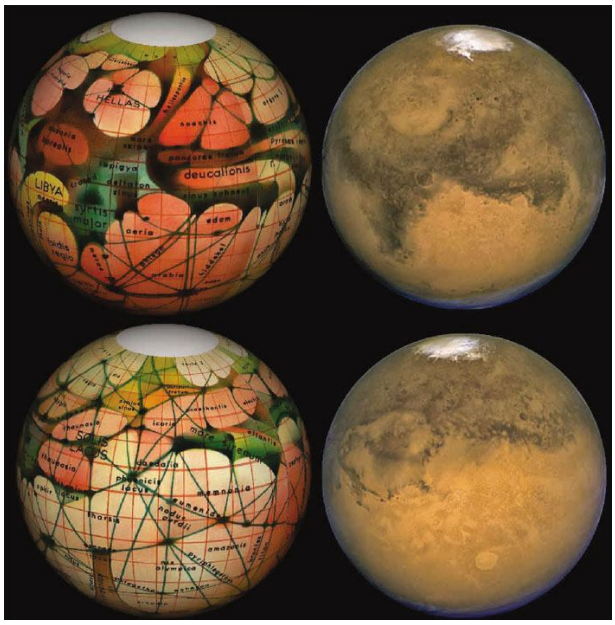


Рис. 4.44. Глобус Марса, сделанный на основе карт XX в, и современные снимки тех же полушарий планеты (космический телескоп «Хаббл»)

Что это было? Заговор астрономов? Массовое помешательство? Самовнушение? Трудно упрекнуть в этом ученых, отдавших жизнь науке. Возможно, разгадка этой истории ждет нас впереди.

А сегодня мы изучаем Марс, как правило, не в телескоп, а при помощи межпланетных зондов (хотя и телескопы до сих пор используются для этого и порой приносят важные результаты). Полет зондов к Марсу осуществляется по самой энергетически выгодной полуэллиптической траектории (см. рис. 3.7 на с. 63). С помощью третьего закона Кеплера легко вычислить длительность такого перелета. Из-за большого эксцентриситета марсианской орбиты время перелета зависит от сезона запуска. В среднем полет с Земли на Марс длится 8–9 месяцев.

Можно ли отправить пилотируемую экспедицию на Марс? Это большая и интересная тема. Казалось бы, для этого нужны лишь мощная ракета-носитель и удобный космический корабль. Достаточно мощных носителей пока ни у кого нет, но над ними работают американские, российские и китайские инженеры. Можно не сомневаться, что такая ракета в ближайшие годы будет создана государственными предприятиями (например, наша новая ракета «Ангара» в своем самом мощном варианте) или частными компаниями (Илон Маск — почему бы и нет).

А существует ли корабль, в котором космонавты проведут многие месяцы по пути к Марсу? Пока такого нет. Все существующие («Союз», «Шэньчжоу») и даже проходящие испытания (Dragon V2, CST-100, Orion) — очень тесные и пригодны лишь для полета на Луну, куда всего три дня пути. Правда, есть идея после взлета надувать дополнительные помещения. Осенью 2016 г. надувной модуль был испытан на МКС и неплохо себя показал.

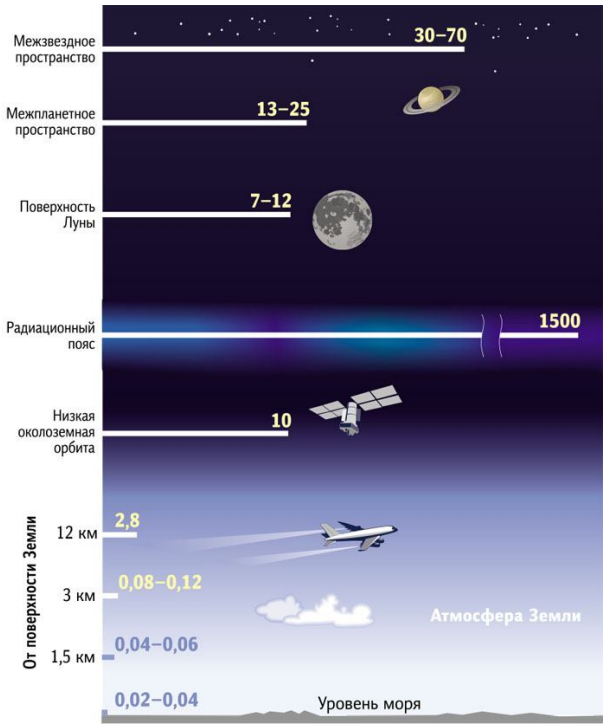


Рис. 4.45. Годовые дозы облучения (в бэр), которые получит человек на различном расстоянии от Земли

Таким образом, техническая возможность перелета на Марс скоро появится. Так в чем же проблема? В человеке! На рис. 4.45 указана годовая доза облучения человека фоновой радиацией в разных местах — на уровне моря, в стратосфере, на околоземной орбите и в открытом космосе. Единица измерения — бэр (биологический эквивалент рентгена). Мы постоянно подвергаемся облучению естественной радиоактивностью земных пород, потоками космических частиц или искусственно созданной радиоактивностью. У поверхности Земли фон слаб: нас защищают, прикрывая нижнюю полусферу, магнитосфера и атмосфера планеты, а также ее тело. На низкой околоземной орбите, где работают космонавты МКС, атмосфера уже не

помогает, поэтому радиационный фон возрастает в сотни раз. В открытом космосе он еще в несколько раз выше. Это существенно ограничивает длительность безопасного пребывания человека в космосе. Отметим, что работникам атомной промышленности запрещается в год получать больше 5 бэр — это почти безопасно для здоровья. Космонавтам в год разрешают получать до 10 бэр (приемлемый уровень опасности), что и ограничивает длительность их работы на МКС одним годом. А полет на Марс с возвращением на Землю в лучшем случае (если не произойдет мощных вспышек на Солнце) приведет к дозе в 80 бэр, что обусловит большую вероятность онкологического заболевания. Именно это и есть главное препятствие для полета человека на Марс.

Рис. 4.46. Возможно, так будет выглядеть корабль для полета на Марс (проект Inspiration Mars)

Можно ли защитить астронавтов от радиации? Теоретически — можно. На Земле нас защищает атмосфера, толщина которой по количеству вещества на 1 см^2 эквивалентна 10-метровому слою воды. Легкие атомы лучше рассеивают энергию космических частиц, поэтому защитный слой космического корабля может иметь толщину 5 метров. Но даже в тесном корабле масса этой защиты будет измеряться сотнями тонн. Отправить такой корабль к Марсу не под силу современной и даже перспективной ракете.

Ну хорошо, допустим, нашлись добровольцы, готовые рискнуть своим здоровьем и отправиться на Марс в одну сторону без радиационной защиты. Смогут ли они после посадки там работать? Можно ли рассчитывать, что они выполнят задание? Вспомните, как космонавты, проведя полгода на МКС, чувствуют себя сразу после посадки на землю: их выносят на руках, кладут на носилки, и две-три недели они реабилитируются, восстанавливая крепость костей и силу мышц. А на Марсе их никто на руках не вынесет. Там нужно будет самостоятельно выходить и работать в тяжелых пустотных скафандрах, как на Луне: ведь давление атмосферы на Марсе практически нулевое. Скафандр очень тяжелый. На Луне двигаться в нем было относительно легко, поскольку сила тяжести там составляет 1/6 земной, а за три дня полета к Луне мышцы не успевают ослабнуть. На Марс же космонавты прибудут, проведя многие месяцы в условиях невесомости и радиации, а сила тяжести на Марсе в два с половиной раза больше лунной. К тому же и на самой поверхности Марса радиация почти такая же, как в открытом космосе: магнитного поля у Марса нет, и атмосфера у него слишком разреженная, чтобы служить защитой. Так что кинофильм «Марсианин» — это фантастика, очень красивая, но нереальная.

Некоторые варианты защиты от радиации в межпланетном полете

Вещество	Характеристики
Вода	
H_2O	Требуется слой толщиной 5 м. Масса резервуара составит около 500 т.
Полиэтилен	
$(CH_2)_n$	Содержание водорода выше. Резервуар не требуется, но масса вещества - не менее 400 т.
Чистый водород	
H_2	Легкий. Требуется массивный герметичный бак.

Как мы себе раньше представляли марсианскую базу? Прилетели, поставили на поверхности лабораторные модули, живем в них и работаем. А теперь вот как: прилетели, окопались, соорудили убежища на глубине минимум 2–3 метра (это достаточно надежная защита от радиации) и стараемся пореже и ненадолго выходить на поверхность. В основном сидим под грунтом и управляем работой марсоходов. Ну так ведь ими и с Земли можно управлять, даже еще эффективнее, дешевле и без риска для здоровья. Что и делается уже несколько десятилетий.

О том, что узнали о Марсе роботы, - в следующей лекции.

Владимир Сурдин, *астроном*
https://elementy.ru/bookclub/book/695/Astronomiya
https://elementy.ru/bookclub/publisher/5183879/Liteo

История астрономии начала 21 века

2005г 5 января в 19:20 UTC во время повторного анализа снимка, сделанного 21 октября 2003 года в 6:25 UTC, группой американских астрономов в составе: Майкл Браун (Калифорнийский технологический институт), Дэвид Рабиновиц (Йельский университет), Чедвик Трухильо (обсерватория Джемини) открыт самый массивный (на 2014г) транснептуновых объект Эри́да (2003 UB313, 136199 Eris по каталогу ЦМП, ранее известная под названием Ксена (Зена)) диаметром 3000 км. К моменту открытия Эриды они уже несколько лет вели систематические поиски объектов и успели прославиться открытиями таких крупных объектов, как (50000) Квавар и (90377) Седна. Группа использовала 122-сантиметровый телескоп имени Самуэля Ошина со 112 ПЗС-матрицами, который расположен в Паломарской обсерватории, а также специальную программу для поиска движущихся объектов на снимках.

31 марта этой же группой открыта Макемаке (136472, Makemake) — карликовая планета, плутоид, классический объект пояса Койпера. Первоначально обозначался как 2005 FY9.

Объявлено об открытии 29 июля 2005 года — в один день с двумя другими крупными транснептуновыми объектами: Хаумеа и Эридой. Спектр Макемаке похож на спектр Плутона и Эриды. В 2007 году группа испанских астрономов под руководством Х. Ортиса установила по изменению яркости Макемаке его период вращения — 22,48 часа.

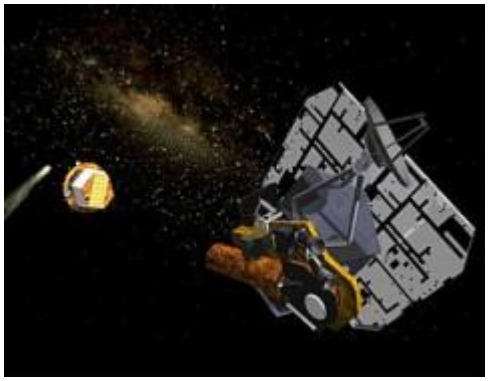
В 2008 года Международный астрономический союз по предложению Майкла Брауна присвоил объектам название Эрида - греческой богини раздора, которую Браун назвал своей любимой богиней, а Макемаке — в честь божества рапануйской мифологии.

2005г Американские астрономы с помощью рентгеновскому телескопу "Чандра" зафиксировали космический взрыв небывалой мощи при поглощении гигантской "черной дырой" эквивалента 300 млн. звезд величиной с наше Солнце. Сейчас эта "черная дыра" продолжает выделять огромное количество газа массой, равной триллиону Солнц, говорится в сообщении Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства США.

Вызванное черной дырой космическое "извержение", считают астрономы, длится уже примерно 100 млн лет и привело к возникновению внутри галактик двух колоссальных пузырей-каверн, из которых выдуты все звезды.

Каждый из пузырей имеет в поперечнике примерно 650 тысяч световых лет. Катаклизм разыгрался на расстоянии 2,6 млрд световых лет от Земли.

2005г Космический телескоп NASA Galaxy Evolution Explorer (GALEX) обнаружил формирующиеся большие галактики, отбросив всякие сомнения в теории, которая говорит о том, что только небольшие галактики продолжают формироваться в настоящее время, а большие галактики формировались только непосредственно после Большого Взрыва. Эти новые галактики обнаружены в ультрафиолетовом диапазоне, и находятся на расстоянии 2-4 миллиарда световых лет от Нашей Галактики. Их возраст составляет от 100 миллионов до одного миллиарда лет. GALEX осмотрел тысячи галактик и обнаружил эти несколько десятков галактик, светящихся в ультрафиолете. В этих галактиках звездообразование только начинается.



2005г 12 января был запущен Дип Импакт (Deep Impact) — космический аппарат НАСА, предназначенный для изучения кометы Темпеля 1. Космический аппарат состоял из двух основных секций: отстреливаемого ударного устройства «Smart Impactor» («импактор»), который врезался в комету, и «Flyby» («Облёт»), который снимал комету с безопасного расстояния во время удара.

4 июля 2005 зонд КА впервые в истории сбросил на комету 370 кг зонд, который врезался в её поверхность (а также сфотографировал с близкого расстояния), вызвав выброс кометного вещества, масса которого оценивается в 250 тысяч (четверть миллиона) тонн. Эти данные были получены космическим телескопом NASA Swift, который

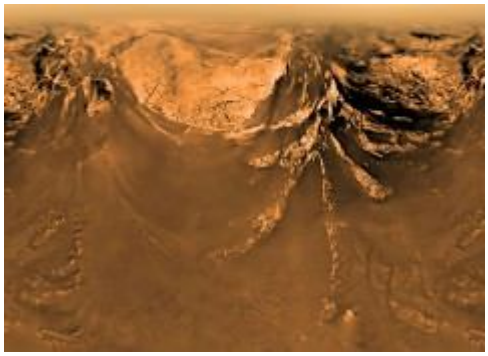
ведет наблюдения за всплесками гамма-излучения. Анализ состава выброшенного вещества показал, что комета состоит из водяного льда, летучих фракций, карбонатов, полиядерных ароматических углеводородов, сульфидов и других компонентов. Химический состав оказался не соответствующим ранее принятым моделям. Некоторые из обнаруженных минералов образуются при температурах 1100—1200 К. В то же время, в составе были обнаружены летучие газы, которые стабильны лишь при температуре ниже 100 К. Это говорит о том, что комета содержит в себе смеси материалов, которые образовывались в разных условиях и, возможно, в разное время и в разных местах. Комета имела три небольших кармана со льдом, который выходил на ее поверхность и имеет площадь в 27,871 кв. метра. По оценкам, только 6% льда были чистой замерзшей водой, а остальная его часть представляла собой смесь с пылью. Общая площадь поверхности ядра кометы 117 кв. километров. Ученым также удалось установить, что часть выброшенной при "бомбардировке" пыли содержит углерод.

После пролёта кометы Темпеля орбитальная часть аппарата оставалась в работоспособном состоянии на орбите вокруг Солнца. НАСА приняло решение направить его к комете 103P/Хартли, пролёт мимо которой состоялся 4 ноября 2010 года. Аппарат в самой близкой точке сблизился с кометой на расстояние около 700 километров. Ядро кометы 103P/Хартли самое маленькое из всех снятых в настоящее время (2010 год): в длину оно составляет всего около 2 километров. При сближении с кометой 103P/Хартли бортовой аппаратуре удалось обнаружить необычные струи газа и пыли, срывающиеся с поверхности концов кометы. Некоторые частицы в составе струй достигали размеров баскетбольного мяча. По инфракрасному спектру ученые определили, что струя состоит из сублимирующего углекислого газа, подхватывающего и уносящего снег и льдинки.

Последний успешный сеанс связи с КА состоялся 8 августа 2013 года, после чего связь с ним была утеряна. 20 сентября 2013 года NASA объявила о завершении миссии.

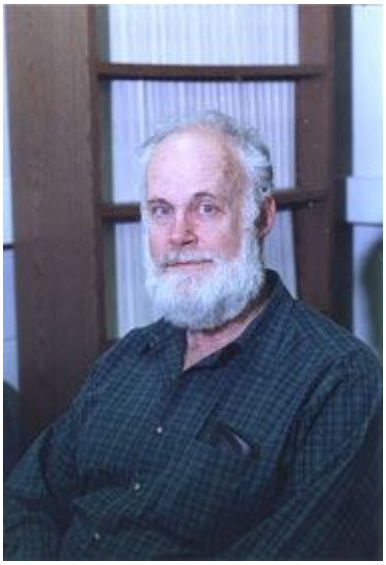
2005г Космический телескоп NASA "Спитцер" обнаружил пылевое кольцо на орбите близкой звезды Вега (25,3 св.года) в созвездии Лиры, пятая по яркости звезда ночного неба, которое, вероятно, является результатом столкновения протопланет.

Это пылевое кольцо постоянно находится под интенсивным излучением Веги, и вряд ли она имела бы на орбите такое кольцо на протяжении всего периода жизни звезды. Отсюда делается вывод, что кольцо сформировано недавно, когда объекты типа Плутона столкнулись в системе Веги около миллиона лет назад. Расстояние внутренней границы пыли от звезды оценивается в 71—102 а.е. или 11±2 угловых секунды. Такая чёткая граница диска возникла потому, что Вега своим излучением отталкивает частицы пыли, в то же время удерживая пылевой диск за счёт притяжения, поэтому пылевой диск относительно стабилен.



2005г Зонд «Гюйгенс» отделившись от «Кассини» 25 декабря 2004 года, 14 января 2005 года осуществив спуск на парашютах сквозь атмосферу спутника Сатурна Титана и через 2 час. 27 мин. 50 сек. опустился на твердую поверхность названную в 2007г в честь Юбера Кюрьена — одного из основателей Европейского космического агентства. «Гюйгенс» — первый аппарат, созданный человеком, находящийся на поверхности спутника планеты (за исключением посадок КА на Луну).

Во время спуска «Гюйгенс» отбирал пробы атмосферы. Скорость ветра при этом (на высоте от 9 до 16 км) составила приблизительно 26 км/ч. Бортовые приборы обнаружили плотную метановую дымку (ярусы облаков) на высоте 18—19 км, где атмосферное давление составляло приблизительно 50 кПа (380 мм ртутного столба). Внешняя температура в начале спуска составляла −202 °C, в то время как на поверхности Титана оказалась немного выше: −179 °C. С помощью внешнего микрофона удалось сделать запись звука ветра на Титане. Снимки, сделанные в ходе спуска, показали сложный рельеф со следами действия жидкости а на снимках, полученных с поверхности, видны камни округлой формы размером до 15 см, несущие следы воздействия жидкости (галька).



2005г Майкл АХЕРН (Michael A'Hearn, 17.11.1940-29.05.2017, США)—американский астрофизик, главный исследователь космического проекта «Дип Импакт» («Глубокое воздействие»), профессор астрономии из университета штата Мэриленд.

Изучал физику и астрономию в университетах Бостона и Висконсина, с 1966 года — сотрудник университета в штате Мэриленд, с 1985 года — директор астрономической программы университета. Участвовал в разработке и реализации нескольких космических проектов НАСА.

Ученый специализируется на изучении малых небесных тел — комет и астероидов. Теоретические исследования профессора специализируются на структуре, составе, физических и химических свойствах комет. Его именем назан в 1986 году астероид 3192 Ахерн.

2005г Астрономы обнаружили три самые большие звезды. Это красные сверхгиганты, которые являются самыми большими звездами, обнаруженными до настоящего времени. Это звезды KW Стрельца (расстояние до нее 9800 световых лет), V354 Цефея (расстояние до нее 9000 световых лет) и KY Лебедя (расстояние до нее 5200 световых лет). Все три звезды в 1500 раз больше, чем наше Солнце по диаметру. Если такую звезду поместить в центр Солнечной системы, то она поглотит все планеты от Меркурия до Юпитера. Лишь Сатурн и оставшиеся планеты останутся за пределами такой звезды. По массе эти звезды не такие уж и большие - они всего в 25 раз тяжелее Солнца (есть звезды, которые имеют массу в 150 раз больше солнечной).

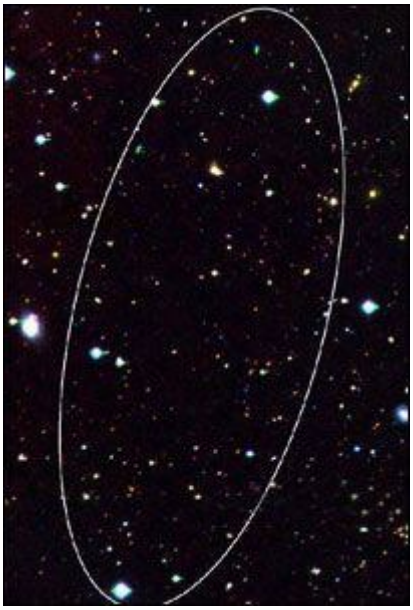
Список крупнейших звёзд Список наиболее массивных звёзд

2005г Robert C. Byrd при помощи 100-метрового радиотелескопа GBT в Западной Вирджинии открыл, что плотное шаровое скопление около центра Млечного Пути содержит десятки быстровращающихся пульсаров с периодом в микросекунды. Многие из этих пульсаров очень интересны. 13 из них находятся в двойных системах. Другие два пульсара имеют скорость вращения 600 раз в секунду.

2005г Астрономам удалось обнаружить объект, воспроизводящий в уменьшенном виде Солнечную систему в момент зарождения планет. Коричневый карлик OTS 44, окружённый пылевым облаком, был найден с помощью космического телескопа Spitzer.

OTS 44 тяжелее Юпитера всего в 15 раз и находится на расстоянии около 500 световых лет от Солнца. Он окружен пылевым диском, подобным тому, который согласно одной из гипотез, окружал Солнце в период формирования планет. Есть ли уже планеты вблизи OTS 44, или им еще предстоит образоваться, не позволяют пока определить возможности телескопа. Как отметил Кевин Луман (Kevin Luhman), возглавляющий группу исследователей Гарвард-Смитсоновского астрофического центра в Кембридже, их открытие заставит задаться новым вопросом - возможно ли наличие воды и других условий для зарождения жизни в планетарной системе заметно отличной от Солнца звезды.

2005г 22 февраля международная группа астрономов из Британии, Франции, Италии и Австралии объявила об открытии галактики без звезд при наблюдениях на радиотелескопе излучения нейтрального водорода на длине волны 21 см. Таинственный объект вращается наподобие галактики, но, похоже, почти целиком состоит из темной материи, которую невозможно наблюдать напрямую, ее можно зарегистрировать лишь при помощи косвенных измерений, к примеру, по излучаемым ею радиоволнам. Объект находится на расстоянии около 50 млн. световых лет от Земли, в скоплении Девы. Его масса в сотню миллионов раз больше массы Солнца.



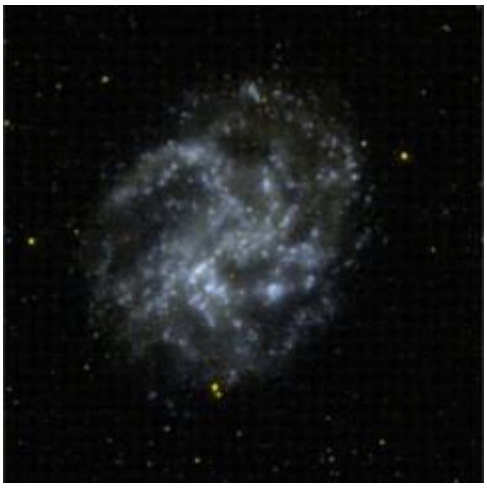
Объект получил название VIRGO HI21. Это первая подобная галактика, состоящая полностью из темной материи, которую удалось обнаружить астрономам. Однако более поздние наблюдения на радиотелескопе Arecibo и на радиотелескопе с синтезированной апертурой Westerbork (Нидерланды) выяснили, что VirgoHI 21 представляет собой вращающееся облако водорода, правда доля водорода в этой галактике составляет 1%, а остальное, скорее всего, является так называемой темной материей, масса которой более, чем в 10 млрд раз превышает массу нашего Солнца.

Однако эти результаты, возможно, позволят решить давнишнюю загадку соседней галактики NGC 4254 (M 99), которую можно назвать лишь "относительно нормальной" спиральной галактикой. NGC 4254 довольно кривобока, у нее один спиральный рукав намного больше второго. Обычно такая конфигурация возникает под влиянием относительно недалекой соседней галактики. Но в окрестностях NGC 4254 нет такой галактики. Во всяком случае, ее не видно в оптическом диапазоне. Поэтому астрономы предположили, что галактику NGC 4254 исказила темная материя галактики VirgoHI 21.

2005г 12 марта объявлено, что посредством космического телескопа "Spitzer" были найдены три мертвые галактики. Эти галактики были обнаружены около двух лет назад, однако данные, переданные с телескопа, были дешифрованы таким образом, что окрашенные в

красный цвет галактики, были интерпретированы как очень старые. Однако теперь астрономы Обсерватории Карнеги в Пасадене пришли к выводу, что красным цветом на снимках телескопа окрашиваются также и мертвые галактики.

Удивительным остается тот факт, что по предварительным подсчетам астрономов, эти галактики полностью сформировались и умерли, когда возраст Вселенной составил лишь одну пятую от нынешнего возраста. Кроме того, было констатировано, что как минимум 1,5 млрд. лет в этой области не зародилось ни одной новой звезды. Выводы астрономов о возрасте галактик последовали вследствие того, что согласно существующей теории галактики способны порождать новые звезды, когда им даже больше 10 млрд. лет. Это подтверждает и тот факт, что Млечный Путь, возраст которого оценивается в 13 млрд. лет, до сих пор порождает новые планеты.



2005г Сверхмассивные черные дыры в центре почти каждой галактики и по массе зависят от размера их материнской галактики. Международная группа астрономов обнаружила самую маленькую черную дыру на данный момент в центре галактики NGC 4395 в созвездии Гончие Псы в 11 млн. световых лет от Земли. Ее масса – всего в миллион раз больше массы нашего Солнца. Вообще, сверхмассивные черные дыры имеют среднюю массу в 100 раз большую, чем данная черная дыра, а NGC 4395 - одна из галактик, которые по теории должны иметь сверхмассивные черные дыры.

Группа европейских ученых выявила что вещество, падающее на черную дыру прежде чем будет проглочено прожорливой черной дырой, оно обращается вокруг чудовищной массы со скоростью, почти равной скорости света. Выделяющаяся при этом энергия переходит в излучение, регистрируемое, как рентгеновские вспышки. Исследователи из Европы изучили атомы железа, которые обращаются вокруг черных дыр и подтвердили подверженность релятивистским эффектам, поскольку они перемещаются с субсветовой скоростью. Группа усреднила рентгеновское излучение от 100 отдаленных черных дыр, чтобы обнаружить «отпечатки» вещества захваченного черной дырой.

2005г 16 марта астрономы объявили, что при использовании Европейского Южного Телескопа VLT в Чили диаметром 8.2 м впервые обнаружили вполне сформировавшуюся звезду OGLE-TR-122 B - красный карлик, подобную нашему собственному Солнца, радиус равен 0,12 солнечных - это только на 16% большей, чем Юпитер; хотя масса ее в 96 раз больше юпитерианской а плотность превышает солнечную более чем в 50 раз. Масса OGLE-TR-122 B вплотную приближается к нижнему пределу массы звёзды (0,07—0,08 масс Солнца), при котором в её недрах могут протекать термоядерные реакции превращения легкого изотопа водорода в гелий.

В рамках проекта OGLE (Optical Gravitational Lense Experiment — Оптический гравитационно-линзовый эксперимент) астрономы отслеживали 60 звезд, которые имеют регулярное изменение яркости, по причине того, что более тусклый объект на орбите звезды проходит перед ее диском.

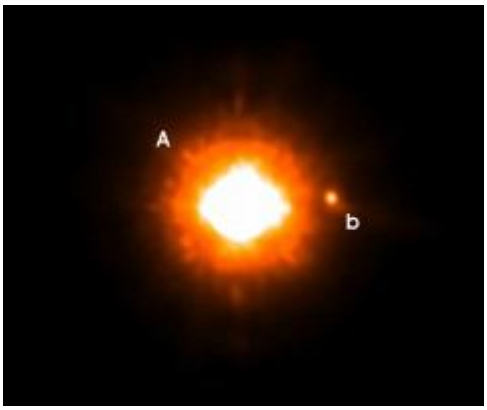
OGLE-TR-122 — двойная звезда в созвездии Киля, содержащая одну из самых маленьких (из известных) звёзд главной последовательности с непосредственно измеренным радиусом. Звёзды обращаются вокруг центра масс примерно за 7,3 суток. Первый компонент системы OGLE-TR-122 A по физическим характеристикам похож на Солнце.

Этот эксперимент позволил обнаружить 7 таких звезд с малой массой, которые затмевают их более яркого компаньона.

2005г В конце марта было сообщено о первом успешном результате выполнения программы Слоановского обзора неба (SDSS – Sloan Digital Sky Survey) - открытии еще одной, удаленной от нас на 100 кпк, карликовой сфероидальной галактики размером в 250 пк в созвездии Большой Медведицы – одиннадцатой по счету среди себе подобных, и соответственно, тринадцатой в ряду всех спутников Млечного Пути, включая Большое и Малое Магеллановы Облака. Обнаруженные на широкоугольном 2.5-м телескопе Исаака Ньютона на Канарских островах командой Бет Вилман 50 звезд на площадке в 200 кв. угловых минут выстраиваются в последовательность красных гигантов на диаграмме Герцшпрунга-Рессела очень похожую на ту, которую образуют звезды другого спутника Млечного Пути – карликовой сфероидальной галактики в созвездии Секстант. Тринадцатый спутник нашей Галактики побил все рекорды по светимости, которая оказалась предельно низкой. Оценки в полосе V дают абсолютную звездную величину MV = -6.75, т.е. все звезды галактики излучают как одна звезда-сверхгигант, например, Денеб – ярчайшая звезда в созвездии Лебедя. Оценки возраста галактики – 13 млрд. лет. Напомним что девятая карликовая галактика в созвездии Стрельца была обнаружена в 1994 году (она же стала ближайшим спутником), десятая – в 2004 году в созвездии Большого Пса на низкой галактической широте.

Программа Слоановского обзора неба начата в 2002 году командой астрономов под руководством Бет Вилман с целью поиска галактик, являющихся спутниками Млечного Пути. Обзор предполагается завершить летом 2005 года.

Также как и шаровые скопления карликовые сфероидальные галактики не содержат газа, однако процесс звездообразования в них шел постепенно, о чем говорит размытость основных звездных последовательностей на диаграмме Герцшпрунга-Рессела, в то время как звезды шаровых скоплений образовались в результате одномоментной вспышки звездообразования. Но главное отличие, имеющее космологические последствия, заключается в том, что кинематика звезд карликовых галактик говорит о присутствии в них значительной массы пресловутого темного вещества.



2005г 7 апреля астрономам впервые удалось получить настоящую фотографию планеты, расположенной за пределами Солнечной системы. Это молодая звезда GQ Lupi и ее планета GQ Волка b. Находятся они в южном созвездии Волка на расстоянии около 500 световых лет от Земли. Планета по массе максимум вдвое тяжелее Юпитера и вдвое больше его по размерам. Масса звезды GQ Lupi составляет примерно 70% от массы Солнца. Звезда очень молодая, ей всего около 1 млн лет, поэтому планета у нее очень горячая (температура ее поверхности составляет около 2300оС). И именно поэтому астрономам с ней повезло. Планету удалось увидеть только потому, что ее яркость всего в 156 раз меньше, чем яркость звезды. Если бы планета была холодная, то телескопы не смогли бы различить ее тусклый отраженный свет на фоне мощного излучения звезды. Добавило везения и то, что эта планета располагается очень далеко от своей звезды: радиус ее орбиты примерно в 115 раз больше радиуса орбиты Земли.

Параллельно с 2M1207 b, является одной из первых кандидатов экзопланет, имеющих непосредственное изображение, которое получено на VLT телескопе в Паранальской обсерватории, Чили 25 Июня, 2004 года.

2005г В апреле космический телескоп Spitzer, который работает в ИК-диапазоне длин волн, обнаружил у звезды HD69830, которая находится в созвездии Корма на расстоянии 41 световой год от Земли, теплое пылевое облако, которое выглядит очень похоже на пояс астероидов, сообщает NASA. Если в результате дальнейших исследований это предположение подтвердится, то это будет первый пояс астероидов, обнаруженный у звезды, имеющей примерно такой же возраст и примерно такую же массу как у нашего Солнца. До сих пор подобные пояса астероидов были обнаружены только у двух звезд, и обе эти звезды намного моложе и намного массивнее нашего Солнца.

2005г Группа европейских астрономов обнаружила необычные объекты в центральной части Нашей Галактики, которые испускают гамма-лучи очень высокой энергии. Самое необычное то, что эти объекты невидимы в оптическом и рентгеновском диапазоне. Что они из себя представляют - полная тайна! Проводя исследования, ученые пришли к выводу, что эти объекты очень большие; возможно несколько световых лет в диаметре. Наблюдения были сделаны на стереоскопической системе для наблюдения за источниками высоких энергий High Energy Stereoscopic System (HESS) в Намибии.

2005г Американский межпланетный зонд Cassini сделал снимки 1 и 2 мая маленького спутника в районе внешнего кольца Сатурна. По ним К. Порко удалось 6 мая определить размеры и яркость спутника, обозначенного пока как S/2005 S1 (Сатурн XXXV, в июле 2006г получил имя Дафнис). Он около 7 км в диаметре и отражает примерно половину света, который попадает на него. От поверхности Сатурна спутник удален на 137 тыс. км.

2005г 9 мая астрономы впервые пронаблюдали рождение черной дыры. Гамма-обсерватория на орбите - "Свифт" - зафиксировала мощный гамма-всплеск в созвездии Волос Вероники при помощи детектора BAT, который одним взглядом охватывает шестую часть неба. Минута понадобилась "Свифту", чтобы развернуться точно на источник излучения. Причиной этого всплеска стало столкновение двух нейтронных звезд или даже двух черных дыр, которое продолжалось всего 50 миллисекунд. О рождении черной дыры сразу были оповещены крупнейшие наземные обсерватории, и их сотрудники смогли пронаблюдать за затуханием слабого оптического сигнала несколько часов спустя. Чтобы сфотографировать объект, получивший название GRB 050509B, понадобилось несколько минут.

По данным с телескопа Swift примерно половина зафиксированных им продолжительных гамма вспышек сопровождалась несколькими взрывами. Особенно отчетливо эта картина наблюдалась во время гамма-вспышки, произошедшей 2 мая 2005г в созвездии Льва и получившей наименование GRB 050502B. Спустя 500 секунд после первой вспышки телескоп Swift зафиксировал мощный всплеск рентгеновского излучения, яркость которого была

примерно в 100 раз больше, чем у любой другой рентгеновской вспышки из наблюдавшихся до сих пор.

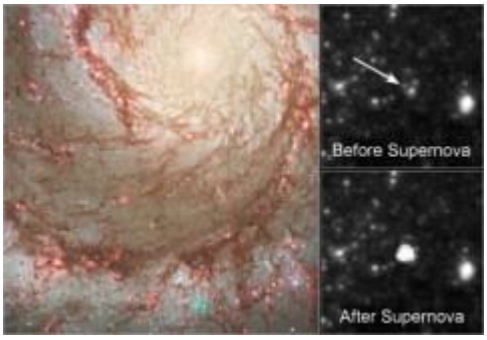
2005г 13 июня Эугенио Риверой с коллегами объявлено об открытии экзопланеты "двойника" Земли Глизе 876 d с массой равной 7,5 масс Земли и в два раза больше ее по размерам. На момент открытия в системе красного карлика Глизе 876 в созвездии Водолея уже было известно две планеты, названные Глизе 876 b и Глизе 876 c, находящиеся в орбитальном резонансе 2:1. Климат на ней не очень подходящий для человека: по оценкам ученых, температура на ее поверхности может достигать от 200 до 400 градусов Цельсия. А год на "новой Земле" равен примерно двум земным суткам.

2005г 15 июня открыты два естественных спутника у Плутона.

По снимкам сделанным 15 и 18 мая 2005 года космическим телескопом «Хаббл» обнаружен спутник Гидра (134340 III, S/2005 P 1).

Алан Штерн и Марк В. Буйе обнаружили на данных фотографиях спутник Никта (134340 II Nix, S/2005 P 2).

После проведения дополнительных исследований и проверок, 31 октября 2005 года открытие было обнародо. В 2006 году спутники получили собственные имена.



2005г SN 2005cs — сверхновая звезда типа II-P, вспыхнула 28 июня 2005 года в рукаве спиральной галактики Водоворот созвездия Гончие Псы, которая находится от нас на расстоянии 37 миллионов световых лет. Зарегистрировал её немецкий астроном-любитель Вольфганг Клоэр (Wolfgang Kloehr). Фотографии галактики космического телескопа Хаббл до вспышки показали, что взорвавшаяся звезда была красным сверхгигантом, её спектральный класс определяется между K и поздним M-классом. Анализ снимков позволил сделать предположение, что звезда находилась в окружении плотного пылевого кокона перед коллапсом. Сотрудниками Государственного астрономического института им. П.К.Штернберга у SN 2005cs была обнаружена рекордная для сверхновых звезд линейная поляризация света (p = 8%) и признаки нерелятивистского джета, взаимодействующего с окружающим межзвёздным веществом. Более поздние расчёты позволили выяснить некоторые свойства прародителя сверхновой: масса звезды должна была равняться примерно 17,3 массам Солнца, а радиус — 600 солнечных. При этом энергия взрыва должна была составлять порядка 4,1×1050 Эрг. Вспышка сверхновой помогла определить более точно расстояние до галактики Водоворот. В этой галактике была также ещё зарегистрирована сверхновая.

2005г 1 июля открыта N2K Consortium (исследовали звёзды на предмет наличия у них планет с малым радиусом орбиты, таких как 51 Пегаса b - Б. Сато, Д. Фишер, Дж. Генри и др. в Обсерватория Кек) у одной из звезд HD 149026 созвездия Геркулеса на расстоянии 257 световых лет от Земли необычная твердая экзопланета Смертриос (ранее HD 149026 b), диаметр которой в 8 раз больше диаметра Земли, а ее масса в 70 раз превышает массу Земли. Хотя теоретически масса твердой планеты должна максимум в 30 раз превышать земную. В общем, это какое-то особенное небесное тело не соответствующее законам физики. Открытие было сделано с помощью метода Доплера.

2005г В июле Мацей Конацки (Maciej Konacki) из гавайской обсерватории Mauna Kea обнаружил в созвездии Лебедя планету, расположенную в системе тройной звезды HD 188753 Ab. Открытие сделали с помощью одного из двух 10-метровых телескопов-"близнецов" - Keck I.

Планета-гигант, напоминающая Юпитер, движется с периодом 3,3 земных суток по замкнутой траектории вблизи первого "солнца", вокруг которого, в свою очередь, тесная пара двух других совершает полный оборот за 25,7 лет. Три звезды и планета удалены от Земли на 149 световых лет. Саму планету разглядеть на таком расстоянии невозможно, и автор открытиятт смог его сделать благодаря заметным с Земли колебаниям траекторий звезд. Чтобы уточнить массы и периоды обращения, понадобилась компьютерная модель - как известно, задача о взаимном воздействии трех (и более) тел не имеет явного решения.

Анатолий Максименко,
любитель астрономии, http://astro.websib.ru

Бредихинские места вблизи г.Заволжск Ивановской области

Рис.1. 4-дюймовый телескоп-рефрактор «Мерц» Бредихина в экспозиции Заволжского художественно-краеведческого музея (источник: http://avangardz.ru/wp-content/uploads/2016/03/Рефрактор-Мерца.jpg)

Федор Александрович Бредихин является одним из крупнейших отечественных астрономов второй половины XIX века. Круг его научных интересов был чрезвычайно широк и включал в себя астрофизику, небесную механику, астрометрию, гравиметрию, практическую астрономию и другие разделы науки о Вселенной. Федор Александрович был также известен работами по истории астрономии и даже своими переводами итальянских трагедий. За свою научную карьеру Бредихин успел возглавить две крупные отечественные обсерватории того времени – Московскую, где он был директором с 1873 по 1890 гг., и Пулковскую, которой он руководил с 1890 по 1895 гг. Благодаря его усилиям, наблюдения на этих обсерваториях, носившие до этого в основном классический астрометрический характер, были заметно расширены астрофизическими исследованиями. При Федоре Александровиче здесь началось широкое использование фотографических, фотометрических и спектроскопических методов наблюдений при изучении природы различных небесных объектов. Сам же Бредихин по праву считается одним из основателем астрофизической школы в нашей стране.

Мировую же известность Бредихину принесли его труды по кометной и метеорной астрономии. Созданная им механическая теория форм кометных хвостов легла в основу современной физики этих удивительных объектов Солнечной системы. В частности, Бредихиным были получены более точные формулы, чем, например, у знаменитого немецкого астронома Ф.В. Бесселя, позволяющие рассчитывать траектории движения частиц, выделяющихся при дезинтеграции кометных ядер и образующих кому и хвосты комет. Сами же кометы всегда представляли основной объект исследований Бредихина.

Бредихин родился 14 декабря (1 декабря по старому стилю) 1831г. в городе Николаев Херсонской губернии, расположенном на территории современной Украины. Происходил Федор Александрович из старинной дворянской семьи, многие представители которой были потомственными моряками. Мы не будем здесь подробно останавливаться на всей биографии Бредихина, т.к. в данной статье нас в первую очередь будет интересовать период его жизни, связанный с местами, расположенными вблизи современного небольшого г.Заволжск Ивановской области, где ученым были проведены многие прекрасные моменты его жизни, и где Федор Александрович нашел место своего последнего упокоения после своей смерти. Сам город Заволжск был образован в середине XX века, во времена же Бредихина на этой территории располагались несколько деревень, в частности, село Владычное, где впоследствии были похоронен сам Бредихин, а также его жена и сын.

Рис. 1. Единственное сохранившееся совместное фото Бредихина с его женой Анной Дмитриевной (источник: https://pbs.twimg.com/media/CVpsFenUAAAIN_9.jpg)

В эти красивые места Центральной России, расположенные на высокой живописной равнине левого берега Волги напротив Кинешмы, Бредихин попал после того, как в 1860г. женился на дворянке Анне Дмитриевне Бологовской, получившей в приданное усадьбу «Погост» в Кинешемском уезде (ныне это Заволжский район). Необычное название усадьбы, по-видимому, никак не связано с трактовкой слова «погост», означающей сельское кладбище. Раньше погостами также назывались небольшие поселения, и происхождение названия усадьбы, скорее всего, связано именно с этим вторым значением термина. Усадьба «Погост» ведет свою историю еще с XVIII века и изначально принадлежала дворянам Румянцевым, а позже имение перешло во владение Бологовских.

После свадьбы Федора Александровича и Анны Дмитриевны летом 1860г. они отправляются в «Погост», и с тех пор летний отдых в этих местах у Бредихиных становится своего рода традицией. Осень и зиму они проводят в Москве, а весной на все лето уезжают в свое имение. Заволжские места сразу очаровали Бредихина своей красотой, здесь он очень любил отдыхать, а покой и умиротворенность этих мест способствовали плодотворным занятиям Федора Александровича наукой. Именно в этот период времени Бредихин пишет и с успехом защищает в 1862г. свою магистерскую диссертацию – «О хвостах комет», а затем готовит и докторскую диссертацию «О возмущениях комет, не зависящих от планетных притяжений», защита которой прошла в 1865г. В «Погосте» Федором Александровичем было написано и множество других трудов по астрономии.

Практически вся организация хозяйственного быта усадьбы была возложена на хрупкие плечи Анны Дмитриевны. Она буквально по-матерински заботилась о своем муже и всеми силами старалась обеспечить комфортные условия для его научной работы, чтобы ничто постороннее не отвлекало ее ученого супруга от его трудов. В усадьбе господствовал свой распорядок дня, который так или иначе был подчинен режиму сна и бодрствования Федора Александровича. Бредихин часто работал по ночам, поэтому он поздно ложился спать и поздно вставал. В связи с этим завтрак в доме был поздним, а до полудня в усадьбе запрещались хождения, не разрешалось шуметь, громко разговаривать и греметь посудой. Зато, когда Бредихин просыпался, жизнь здесь снова входила в свое нормальное русло. По словам современников Бредихина, его жена Анна Дмитриевна отличалась старинным русским радушием и гостеприимством, а в усадьбе очень часто бывало много гостей, среди которых были ученики Бредихина, а также его коллеги-астрономы. Среди гостей на усадьбе «Погост» бывал и знаменитый отечественный драматург Александр Николаевич Островский, имение которого в Щелыково располагалось в нескольких километрах от усадьбы Бредихиных.

На территории усадьбы «Погост» располагался большой парк, были разбиты цветочные клумбы, устроены аллеи, а также были выкопаны два пруда, в которых водились караси. В одном из прудов была устроена купальня, а в середине второго располагался небольшой островок, к которому вели специальные мостки с перилами. На самом островке росли несколько небольших деревьев, между которыми располагалась скамейка со спинкой, где очень любил сидеть и отдыхать Бредихин. Хотя заволжские леса в те времена были полны различной дичью, Федор Александрович никогда не был охотником, как, например, его знаменитый сосед по усадьбе А.Н. Островский. Зато Бредихин любил периодически разгуливать со своим шотландским сеттером по местным лесам и собирать грибы.

Рис. 1. Усадьба Бредихина «Погост» (источник: http://culture37.ru/wp-content/uploads/2017/07/imgpas_008-3.jpg)

Собираться в «Погост» Бредихины начинали задолго до отъезда. Перед дорогой они покупали множество подарков для жителей усадьбы и дворовых работников. Подарки обычно закупались с некоторым «запасом» на случай рождения детей в семьях жителей усадьбы. Приезд Бредихиных на лето в «Погост» всегда был большим событием и праздником, а жизнь в усадьбе заметно оживлялась. В первый же день своего приезда Федор Александрович отправлялся к местному роднику, расположенному в окрестности одной из близлежащих деревень. Там его встречали местные крестьянки в нарядной одежде, выносившие ему поднос, на котором стояла кружка со студеной водой. Бредихин выпивал воду, умывался, после чего в знак благодарности оставлял на подносе щедрую сумму денег. Вообще же, несмотря на дворянское происхождение и признанные во всем мире достижения в науке, Бредихин был очень прост в общении с крестьянами. С ними он всегда обращался дружелюбно и приветливо и даже приглашал их посмотреть на небесные объекты в свой 4-дюймовый телескоп-рефрактор немецкой фирмы «Мерц», установленный Бредихиным в усадьбе.

История этого телескопа заслуживает отдельного внимания. Он был приобретен Бредихиным в 1872г. на средства, полученные им за чтение публичных научно-популярных лекций по астрономии, на которые стекалась буквально вся столичная интеллигенция. Труба этого телескопа была сделана из дерева, а оправа линзового

объектива телескопа, фокусировочный механизм и искатель инструмента были выполнены из металла. При помощи двух металлических колец телескоп крепится на небольшую экваториальную монтировку немецкого типа, установленную на специальной колонне. В усадьбе для телескопа была сколочена специальная деревянная будка, из которой Бредихин периодически проводил свои астрономические наблюдения. Иногда телескоп выставлялся на балкон особняка, откуда ученый показывал небесные светила своим гостям. С помощью этого телескопа Бредихин в основном занимается систематическими наблюдениями за Солнцем. На инструмент устанавливался специальный прибор – протуберанц-спектроскоп – который давал возможность наблюдать солнечные протуберанцы вне затмения. Вскоре после создания в 1888г. Нижегородского кружка любителей физики и астрономии, Бредихин за чисто символическую плату передает ему свой замечательный телескоп с целым набором вспомогательных приборов к нему, среди которых были микрометры, гелиоскоп, спектроскоп и фотокамера. Этим телескопом Федор Александрович очень помог вновь возникшему сообществу астрономов-любителей. В частности, известный впоследствии советский астроном Борис Васильевич Кукаркин когда-то начинал свои исследования переменных звезд именно при помощи телескопа Бредихина. Телескоп принадлежал Нижегородскому кружку почти 100 лет, а в 1983г. был возвращен обратно в усадьбу «Погост», где на тот момент была создана обновленная музейная экспозиция, посвященная памяти Ф.А. Бредихина.

В 1888г. в семье Бредихиных случается несчастье – их единственный сын Дмитрий, которому на тот момент было 27 лет, покончил жизнь самоубийством. Причины этого поступка, к сожалению, так и остались неизвестными. Дмитрий был похоронен недалеко от усадьбы Бредихиных, на кладбище вблизи села Владычное рядом с Богоявленским храмом. В настоящее время это территория г.Заволжска. После смерти сына Федор Александрович приступает к проектированию семейной усыпальницы, строительство которой было закончено к началу XX века.

В 1898г., когда Бредихины жили некоторое время Одессе, Федора Александровича настигает новое несчастье – умирает его жена Анна Дмитриевна. Бредихин увозит ее тело обратно на заволжскую землю и хоронит в семейном склепе рядом с их сыном Дмитрием. Уже немолодой Бредихин, никогда особенно не ведавший хозяйственными вопросами усадьбы и, не имея ни сил, ни опыта, ни желания и времени для управления имением, попадает в непростую ситуацию. Вдобавок ко всему, усадьба была обременена значительными долгами, а ее хозяйство пришло в значительный упадок. Как раз в это время Бредихин знакомится с местным помещиком и земским деятелем Иваном Васильевичем Щулепниковым, между которыми, по-видимому, завязались дружеские отношения. Бредихин передает свои права на имение «Погост» со всем имуществом Щулепникову с тем условием, что последний погасит висевший на усадьбе долг, а сам Бредихин будет обладать пожизненным правом приезжать сюда отдыхать каждое лето, занимая верхний этаж усадебного дома. Щулепников принял условия Бредихина, а их сделка была нотариально оформлена. Зиму и осень Бредихин по-прежнему проводит в Санкт-Петербурге, а на лето приезжает в «Погост», где, по словам его современников, он едва ли не каждый день приезжает на кладбище села Владычное, навещая захоронения своих жены и сына. Щулепников же в кратчайшие сроки полностью погасил долги усадьбы, а будучи крепким хозяйственником, превратил со временем имение в процветающее аграрное предприятие. Здесь применялась различная сложная сельскохозяйственная техника, использовались минеральные удобрения, разводились породистые виды скота и т.д.

Федор Александрович пережил свою жену на 6 лет. В первых числах мая 1904г. Бредихин, будучи в Санкт-Петербурге, подхватывает легкую простуду, которая впоследствии обернулась для него фатальными осложнениями. Федор Александрович поначалу слег, а 14 мая (1 мая по старому стилю) 1904г. великого ученого не стало. Бредихин скончался на 73 году жизни на руках своей младшей сестры Людмилы Александровны Бредихиной-Маврокордато. В своем завещании астроном просил похоронить его в семейной усыпальнице рядом с женой и сыном. Сестра Бредихина, его коллеги, ученики и многочисленные знакомые выполнили последнюю волю ученого. 16 мая гроб с телом Бредихина был отправлен из Санкт-Петербурга на его любимую заволжскую землю – сначала в Кинешму, а затем через Волгу в «Погост». Здесь, в бывшем имении Бредихина, 20 мая состоялась траурная панихида и прощание с великим ученым, после чего по дороге, устланной цветами, гроб с его телом несли на руках от ворот самой усадьбы до кладбища села Владычное, где размещался семейный склеп Бредихиных. На похоронах присутствовало много людей: коллеги-ученые, ученики, представители местных властей и духовенства, а также просто почитатели таланта Бредихина. Были произнесены трогательные прощальные речи, после чего гроб с телом ученого был помещен в усыпальницу. На крышку гроба были положены награды Бредихина (орден святого Владимира и орден святой Анны), а также шпага, дарованная Федору Александровичу императором.

После смерти Бредихина и до революционных событий 1917г. усадьба «Погост» принадлежала Щулепниковым, после чего была национализирована. В советское время в усадьбе располагалось подсобное хозяйство Заволжского химического завода М.В. Фрунзе. Комнаты усадебного дома были приспособлены под кабинеты, жилые помещения для работников, а также для других нужд.

К большому сожалению, многие сведения и факты из биографии Бредихина а также его жены и сына остались навсегда потерянными, т.к. перед самой смертью Федор Александрович повелел своей сестре сжечь свой семейный архив. Сестра сдержала данное брату слово и с болью в сердце уничтожила документы.

Память о Ф.А. Бредихине на Заволжской земле

Первый небольшой музей, посвященный великому астроному, появился в 1963г. в одной из комнат бывшей усадьбы Бредихина. Эта идея принадлежала Виктору Эмильевичу Рейнфарту, который на тот момент был директором Заволжского химического завода, подсобное хозяйство которого размещалось в здании бывшего имения Бредихиных.

В декабре 1981г., в честь 150-летия со дня рождения Федора Александровича, в усадьбе «Погост» был открыт обновленный музей Бредихина с расширенной экспозицией, размещавшийся уже в двух комнатах усадьбы. В экспозицию были добавлены различные вещи ученого (мебель, предметы быта, книги и т.д.) из имения Бредихиных, найденные и хранившиеся у жителей Заволжска и переданные впоследствии музею. В 1983г. в музее появился 4-дюймовый бредихинский рефрактор фирмы «Мерц», который до этого принадлежал Нижегородскому кружку любителей физики и астрономии. Телескоп решили вернуть обратно после некоторых переговоров с руководством кружка.

Осенью 1994г. в усадьбе, где располагался музей Ф.А. Бредихина, вспыхнул пожар, в результате которого очень сильно пострадал сам особняк: сгорела крыша дома и ряд его перекрытий. К счастью, большинство экспонатов музея успели спасти. Во время пожара вещи Бредихина буквально выбрасывали через окна дома.

В 2014г. экспозиция, посвященная Федору Александровичу Бредихину, была восстановлена в г.Заволжске на базе Заволжского художественно-краеведческого музея, где теперь любой желающий может познакомиться с вещами, мебелью и предметами быта, которыми пользовался знаменитый астроном.

Сама же усадьба «Погост», хотя и относится к памятникам архитектуры федерального значения, на данный момент является практически полностью разрушенной. Крыша дома сгорела еще при пожаре в 1994г., и на сегодняшний день от усадебного дома остались лишь несколько обвалившихся стены с зияющими оконными проемами, а также сильно разрушенные колонны усадьбы. По-видимому, особняк восстановлению уже не подлежит. Парк около имения давно зарос травой, а усадебные пруды покрылись тиной и ряской.

Склеп Бредихиных относительно неплохо сохранился и до наших дней. Он выполнен из красного кирпича и чем-то похож на небольшую часовню, а полусферическая металлическая крыша усыпальницы очень напоминает собой купол обсерватории, как бы указывая на ту область деятельности, с которой при жизни был связан упокоившийся здесь Федор Александрович Бредихин. Крыша склепа изначально была увенчана длинным шпилем с небольшим круглым наконечником. Позже шпиль на крыше усыпальницы был заменен православным крестом. В советское время в склеп Бредихина проникли вандалы, разобрав часть металлического пола в усыпальнице. Оттуда ими были похищены императорская шпага и награды ученого. Где сейчас находятся украденные вещи, к сожалению, так и осталось неизвестно. В наше время семейная усыпальница Бредихина относится к памятникам архитектуры федерального значения. Ежегодно, 14 мая – в дату смерти Бредихина – в склепе совершается небольшая церковная панихида по ученому, его жене Анне Дмитриевне и их сыну Дмитрию.

В честь знаменитого астронома поселок совхоза «Пятилетка», располагавшийся раньше вблизи усадьбы «Погост», Указом Президиума Верховного Совета РСФСР был переименован в 1981г. в «Бредихино». На гербе же Заволжского района изображена устремленная вверх слегка вытянутая пятиконечная звезда с острым хвостом, символизирующая собой летящую комету, исследованиям которых Федор Александрович посвятил большую часть своей научной карьеры.

В самом Заволжске именем Бредихина названа площадь, улица и переулок.

В память об ученом также была создана специальная Международная научная конференция, получившая название «Бредихинских чтений». Первые «Бредихинские чтения» прошли в 1983г. в самом Заволжске.

Большую роль в сохранении памяти о Бредихине на заволжской земле сыграла София Петровна Волкова – местный краевед. Именно при ее деятельном участии в 80-х годах прошлого века была воссоздана обновленная бредихинская экспозиция в бывшем усадебном доме, а также организованы «Бредихинские чтения». Ею же был собран целый ряд ценных воспоминаний тех людей, чьи родственники непосредственно успели застать Ф.А. Бредихина при его жизни.

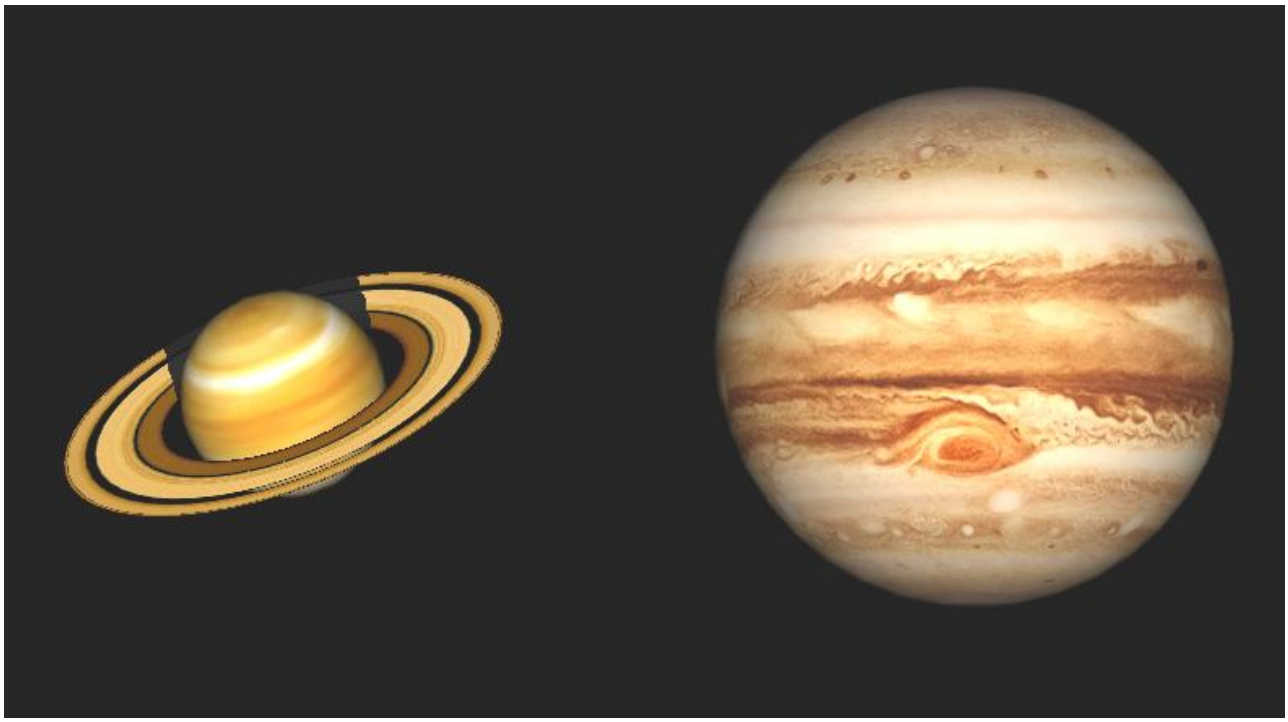
P.S. Со своей стороны хотелось бы принести огромную благодарность Светлане Вадимовне Касаткиной – директору Заволжского художественно-краеведческого музея – за очень теплый прием в уютных стенах замечательного музея г.Заволжска, а также за разъяснение некоторых моментов и вопросов, касающихся жизни Бредихина и членов его семьи на заволжской земле.

Литература:

- Федор Александрович Бредихин (1831-1904) / Касаткина С. В., Сачков М. Е.. - Москва: Планета, 2013.
- Федор Александрович Бредихин. Его жизнь и деятельность. / Зигель Ф.Ю. – Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1957.
- Федор Александрович Бредихин (1831 – 1904) / Невская Н.И. – Москва-Ленинград: Наука, 1964.

***Антон Горшков,** любитель астрономии*
заведующий астрономической обсерваторией Костромского планетария // сотрудник международной астрономической обсерватории «пик Терскол»

ИЮНЬ - 2019



Избранные астрономические события месяца (время всемирное - UT)

1 июня - Луна (Ф= 0,03-) близ Венеры,
2 июня - долгопериодическая переменная звезда T Геркулеса близ максимума блеска (7m),
3 июня - Луна (Ф= 0,0) близ Альдебарана,
3 июня - долгопериодическая переменная звезда RS Лебедя близ максимума блеска (6m),
3 июня - новолуние,
4 июня - Луна (Ф= 0,02+) близ Меркурия,
4 июня - долгопериодическая переменная звезда R Змеи близ максимума блеска (6m),
5 июня - Луна (Ф= 0,05+) проходит точку максимального склонения к северу от небесного экватора,
5 июня - Луна (Ф= 0,06+) близ Марса,
5 июня - Луна (Ф= 0,08+) в восходящем узле своей орбиты,
7 июня - Луна (Ф= 0,25+) в перигее своей орбиты на расстоянии 368505 км от центра Земли,
7 июня - Луна (Ф= 0,18+) проходит через звездное скопление Ясли (M44),
8 июня - Луна (Ф= 0,34+) близ Регула,
9 июня - Венера проходит в 5 гр. южнее рассеянного звездного скопления Плеяды,
10 июня - Луна в фазе первой четверти,
10 июня - Юпитер в противостоянии с Солнцем,
12 июня - покрытие на 87 секунд звезды UCAC5 567-046961 из созвездия Волосы Вероники астероидом Паллада (2) при видимости в Казахстане и Сибири,
16 июня - Луна (Ф= 0,99+) близ Юпитера,
17 июня - Венера проходит в 4,7 гр. севернее Альдебарана,
17 июня - полнолуние,
18 июня - Луна (Ф= 0,99-) проходит точку максимального склонения к югу от небесного экватора,
18 июня - Меркурий проходит в 0,2 гр. севернее Марса,
19 июня - Луна (Ф= 0,97-) в нисходящем узле своей орбиты,
19 июня - долгопериодическая переменная звезда R Возничего близ максимума блеска (6,5m),
19 июня - покрытие Луной (Ф= 0,97-) Сатурна при видимости в Африке, Южной Америке и акватории Тихого, Индийского и Атлантического океанов,
20 июня - Меркурий проходит в 5,5 гр. южнее Поллукса,
21 июня - летнее солнцестояние,
21 июня - Марс проходит в 5,5 гр. южнее Поллукса,
21 июня - долгопериодическая переменная звезда RT Лебедя близ максимума блеска (6,5m),
22 июня - Нептун в стоянии с переходом от прямого к попятному движению,
23 июня - Луна (Ф= 0,69-) в апогее своей орбиты на расстоянии 404548 км от центра Земли,
23 июня - Меркурий в максимальной восточной (вечерней) элонгации,
24 июня - Луна (Ф= 0,63-) близ Нептуна,

24 июня - долгопериодическая переменная звезда W Лиры близ максимума блеска (6,5m),
24 июня - покрытие Луной (0,54-) звезды 30 Рыб (4,4m) при видимости в Сибири,
25 июня - покрытие Луной (0,54-) звезды 33 Рыб (4,6m) при видимости в Сибири,
25 июня - Луна в фазе последней четверти,
27 июня - максимум действия метеорного потока Июньские Боотиды (поток переменный, ZHR= 0 – 100) из созвездия Волопаса,
28 июня - долгопериодическая переменная звезда R Стрельца близ максимума блеска (6,5m),
28 июня - Луна (Ф= 0,27-) близ Урана,
30 июня - Луна (Ф= 0,06-) близ Альдебарана,
30 июня - долгопериодическая переменная звезда T Цефея близ максимума блеска (5m).

Обзорное путешествие по небу июня в журнале «Небосвод» (http://astronet.ru/db/msg/1234339).

Солнце движется по созвездию Тельца до 21 июня (день летнего солнцестояния), а затем переходит в созвездие Близнецов и остается в нем до конца месяца. Склонение дневного светила постепенно увеличивается, а продолжительность дня увеличивается от 17 часов 11 минут в начале месяца до 17 часов 32 минут в день солнцестояния. Солнце в этот день как бы замирает в верхней точке максимального склонения (23,5 градуса), а затем начинает опускаться к югу. Приведенные данные по продолжительности дня справедливы для широты Москвы, где полуденная высота Солнца в течение месяца имеет значение около 57 градусов. На широте С._Петербурга наступают белые ночи, а севернее 66 широты наступает полярный день. Достаточно благоприятные условия для наблюдения звездного неба остаются лишь в южных широтах страны. Для средних широт глубокое звездное небо откроется лишь к концу июля. Для наблюдений Солнца июнь - самый благоприятный период в году. Наблюдения пятен и других образований на поверхности дневного светила можно проводить в телескоп или бинокль и даже невооруженным глазом (если пятна достаточно крупные). **Но нужно помнить, что визуальное изучение Солнца в телескоп или другие оптические приборы нужно проводить обязательно (!!) с применением солнечного фильтра** (рекомендации по наблюдению Солнца имеются в журнале «Небосвод» http://astronet.ru/db/msg/1222232).

Луна начнет движение по июньскому небу при фазе 0,07- в созвездии Кита около границы с созвездием Овна. В первый день лета Луна перейдет в созвездие Овна, а к концу этого дня достигнет созвездия Тельца при фазе 0,03-, пройдя южнее Венеры. Здесь тончайший серп 3 июня сблизится с Альдебараном и примет фазу новолуния. Текущая серия покрытий Альдебарана закончилась, а в следующий раз Луна покроет эту звезду только 18 августа 2033 года. Перейдя на вечернее небо, молодой месяц сблизится с Меркурием 4 июня, пройдя южнее быстрой планеты. В этот же день, посетив северную часть созвездия Ориона, лунный серп перейдет в созвездие Близнецов, где сблизится с Марсов 5 июня при фазе 0,06+ около максимального склонения к северу от небесного экватора. В этот же день Луна (Ф= 0,08+) пройдет восходящий узел своей орбиты. Благополучно миновав созвездие Близнецов, растущий серп достигнет созвездия Рака при фазе 0,13+ 6 июня, где на следующий день пересечет звездное скопление Ясли (M44) при фазе 0,18+. 7 июня ночное светило достигнет перигея своей орбиты на расстоянии 368505 км от центра Земли, а 8 июня при фазе 0,25+ перейдет в созвездие Льва. В этот же день растущий серп пройдет в 3 градусах севернее Регула при фазе 0,34+, а 10 июня примет фазу первой четверти. Границу с созвездием Девы Луна пересечет в этот же день при фазе 0,52+. Здесь 12 июня Луна (Ф= 0,75+) пройдет в 7 градусах севернее Спики. 13 июня при фазе 0,84+ Луна перейдет в созвездие Весов и пробудет здесь до 15 июня, увеличив фазу до 0,96+. В созвездии Скорпиона яркий лунный диск побывает 15 июня, перейдя в этот же день в созвездие Змееносца, где примет фазу полнолуния 17 июня, наблюдаясь на ночном небе низко над горизонтом левее Юпитера. В этот же день полная Луна перейдет в созвездие Стрельца, где пройдет точку максимального склонения к югу от небесного экватора при фазе 0,99- 18 июня. 19 июня Луна (Ф= 0,97-) достигнет нисходящего узла своей орбиты и покроет Сатурн при видимости в Африке, Южной Америке и акватории Тихого, Индийского и Атлантического океанов. В созвездии Стрельца Луна пробудет до 20 июня, когда перейдет в созвездие Козерога при фазе 0,93-. 22 июня лунный овал при фазе 0,78- войдет в созвездие Водолея, где 23 июня достигнет апогея своей орбиты (Ф= 0,69-) на расстоянии 404548 км от центра Земли. 24 июня Луна при фазе 0,63- пройдет в 3,5 градусах южнее Нептуна, в этот же день перейдя в созвездие Рыб при фазе 0,55-. Продолжая уменьшать фазу, Луна примет фазу последней четверти 25 июня, перейдя в этот же день в созвездие Кита при фазе 0,49-, наблюдаясь на ночном и утреннем небе. 26 июня стареющий месяц при фазе 0,38- вновь перейдет в созвездие Рыб, а 27 июня еще раз вступит в созвездие Кита при фазе 0,28-, сблизившись с Ураном. 28 июня при фазе 0,22- тающий серп перейдет в созвездие Овна, а 29 июня еще раз за месяц посетит созвездие Тельца, пересекая его границу при фазе 0,14-. Здесь тонкий лунный серп второй раз в июне пройдет севернее Альдебарана (Ф= 0,06-) и закончит свой путь по июньскому небу в созвездии Тельца при фазе 0,04-.

Большие планеты Солнечной системы. **Меркурий** перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Тельца, 5 июня переходя в созвездие Близнецов, а 24 июня - в созвездие Рака. Меркурий наблюдается на вечернем небе весь месяц. В начале июня видимый диаметр Меркурия имеет значение около 6 угловых секунд, медленно увеличиваясь за месяц до 9 секунд дуги. Фаза планеты постепенно уменьшается за месяц от 0,82 до 0,28. Это означает, что при наблюдении в телескоп в первую половину месяца Меркурий будет иметь вид овала, превращающегося в полудиск, а во второй половине июня будет выглядеть серпом. Элонгация за описываемый период увеличится от 14 до 25 градусов. Максимальное удаление от Солнца (вечерняя элонгация) наступит 23 июня. Блеск быстрой планеты постепенно уменьшается от -1m в

начале месяца до +1m в конце описываемого периода..11 ноября 2019 года Меркурий пройдет по диску Солнца.

Венера движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Овна, 3 июня переходя в созвездие Тельца. В середине июня Венера пройдет между Гиадами и Плеядами. Планета видна низко над горизонтом в утреннее время, уменьшая угловое удаление к западу от Солнца от 20 до 12 градусов В телескоп наблюдается овал без деталей. Видимый диаметр Венеры составляет около 10", а фаза имеет значение около 1 при блеске около -4m.

Марс перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Близнецов, 28 июня переходя в созвездие Рака. Планета наблюдается на фоне вечерних сумерек в виде красноватой звезды. Блеск планеты составляет +1,8m, а видимый диаметр имеет значение около 4". Марс 27 июля 2018 года прошел великое противостояние с Солнцем, а следующее противостояние (близкое к великому) будет иметь место в следующем году 13 октября. Крупные детали на поверхности планеты можно наблюдать в инструмент с диаметром объектива от 100 мм, и, кроме этого, фотографическим способом с последующей обработкой на компьютере.

Юпитер перемещается попятно по созвездию Змееносца (выше звезды тета Oph с блеском 4,2m). Газовый гигант наблюдается всю ночь. Угловой диаметр самой большой планеты Солнечной системы возрастает от 45,7" до 46,0" при блеске -2,5m. Диск планеты различим даже в бинокль, а в небольшой телескоп на поверхности видны полосы и другие детали. Четыре больших спутника видны уже в бинокль, а в телескоп в условиях хорошей видимости можно наблюдать тени от спутников на диске планеты. Сведения о конфигурациях спутников имеются в таблицах выше.

Сатурн перемещается попятно по созвездию Стрельца рядом с треугольником звезд пи, омикрон и кси Sgr. Наблюдать окольцованную планету можно на ночном и утреннем небе. Блеск планеты увеличивается от +0,3m до +0,1m при видимом диаметре, достигающем 18,5". 19 июня Сатурн покроется Луной, но это покрытие в России и СНГ не видно. В небольшой телескоп можно наблюдать кольцо и спутник Титан, а также другие наиболее яркие спутники. Видимые размеры кольца планеты составляют в среднем 40x15" при наклоне к наблюдателю 24 градуса.

Уран (5,9m, 3,4") перемещается в одном направлении с Солнцем по созвездию Овна (близ звезды омикрон Psc с блеском 4,2m). Планета видна в утренних сумерках. Разглядеть диск Урана (в период видимости) поможет телескоп от 80 мм в диаметре с увеличением более 80 крат и прозрачное небо. Невооруженным глазом планету можно увидеть в периоды новолуний на темном чистом небе в конце лета, осенью и зимой. Спутники Урана имеют блеск слабее 13m.

Нептун (7,9m, 2,3") движется в одном направлении с Солнцем по созвездию Водолея близ звезды фи Aqr (4,2m). Планета видна в утренние часы. Для поисков самой далекой планеты Солнечной системы в период видимости понадобится бинокль и звездные карты в Астрономическом календаре на 2019 год, а диск различим в телескоп от 100 мм в диаметре с увеличением более 100 крат (при прозрачном небе). Фотографическим путем Нептун можно запечатлеть самым простым фотоаппаратом с выдержкой снимка около 10 секунд. Спутники Нептуна имеют блеск слабее 13m.

Из комет, видимых в июне с территории нашей страны, расчетный блеск около 12m и ярче будут иметь, по крайней мере, две кометы: P/West-Hartley (123P) и Iwamoto (C/2018 Y1). Первая при максимальном расчетном блеске около 12m движется по созвездию Льва и Девы. Вторая перемещается по созвездию Персея и Возничего при максимальном расчетном блеске также около 12m. Подробные сведения о других кометах месяца имеются на http://aerith.net/comet/weekly/current.html , а результаты наблюдений - на http://195.209.248.207/ .

Среди астероидов самыми яркими в июне будут Церера (7,0m) - в созвездиях Скорпиона и Весов, а также Веста (8,2m) - в созвездиях Рыб и Кита. Эфемериды этих и других доступных малым телескопам астероидов даны в таблицах выше. Карты путей этих и других астероидов (комет) даны в приложении к КН (файл mapkn062019.pdf). Сведения о покрытиях звезд астероидами на http://asteroidoccultation.com/IndexAll.htm .

Из относительно ярких долгопериодических переменных звезд (наблюдаемых с территории России и СНГ) максимума блеска в этом месяце по данным AAVSO достигнут: T Геркулеса 8,0m - 2 июня, RS Лебедя 7,2m - 3 июня, X Андромеды 9,0m - 4 июня, R Змеи 6,9m - 4 июня, S Пегаса 8,0m - 5 июня, S Гидры 7,8m - 6 июня, T Журавля 8,6m - 7 июня, RR Персея 9,2m - 14 июня, V Возничего 9,2m - 16 июня, R Возничего 7,7m - 19 июня, RT Лебедя 7,3m - 21 июня, Z Кита 8,9m - 22 июня, ST Андромеды 8,2m - 22 июня, W Лиры 7,9 m - 24 июня, V Близнецов 8,5m - 25 июня, R Стрельца 7,3m - 28 июня, T Андромеды 8,5m - 29 июня, T Цефея 6,0m - 30 июня. Больше сведений на http://www.aavso.org/ .

Среди основных метеорных потоков 27 июня максимума действия достигнут Июньские Боотиды (поток переменный, ZHR= 0 - 100). Луна в период максимума этого потока имеет фазу, близкую к новолунию, поэтому условия наблюдений потока будут идеальные. Подробнее на http://www.imo.net.

Ясного неба и успешных наблюдений!

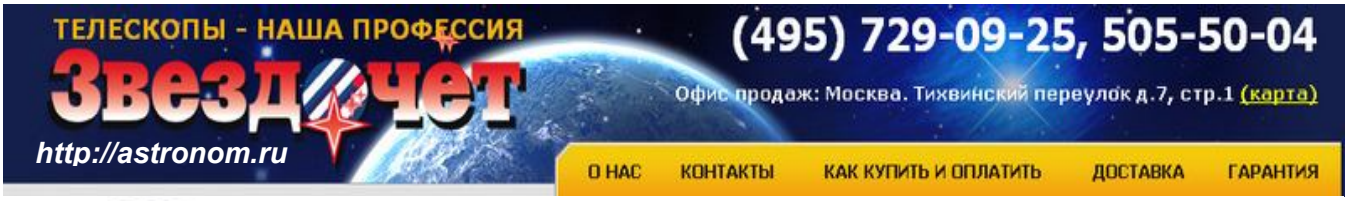
Дополнительно в Астрономическом календаре на 2019 год - http://www.astronet.ru/db/msg/1364101

Оперативные сведения о небесных телах и явлениях всегда можно найти на http://www.astronomy.ru/forum/index.php и на форуме Старлаб http://www.starlab.ru/forumdisplay.php?f=58
Эфемериды планет, комет и астероидов, а также карты их видимых путей по небесной сфере имеются в **Календаре наблюдателя № 06 за 2019 год http://www.astronet.ru/db/news/**

***Александр Козловский,** журнал «Небосвод»*

Астрономический календарь на 2019 год
http://www.astronet.ru/db/msg/1364101

Астрономия .РФ
http://астрономия.рф/
Общероссийский астрономический портал



бв большая вселенная
http://www.biguniverse.ru

Силуэт космической
станции на фоне Луны
Небосвод 06 - 2019
Eric Holland