

Марс и его каналы

Джованни Скиапарелли (1835–1910), Персиваль Лоуэлл (1855–1916)

Марсианские спутники **Фобос** и **Деймос** были открыты во время великого противостояния 1877 г. благодаря тому, в частности, что **Марс** и Земля выстроились тогда ближе обычного друг к другу, что случается сравнительно редко. Другие ученые использовали эту возможность, чтобы сосредоточиться на самом Марсе, и среди них был итальянский астроном Джованни Скиапарелли. Он составил множество карт, где дал «морям» (темные области) и «континентам» (светлые области) исторические латинские и средиземноморские названия. Скиапарелли наблюдал также на планете тонкие темные линии, которые, по его мнению, могли быть протоками того или иного происхождения. Он использовал для них итальянское слово *canali*, которое может означать как проливы и протоки естественного происхождения, так и вырытые каналы. Но на английский его *canali* было ошибочно переведено как *canals*, а это слово применяется для обозначения каналов искусственного происхождения.

Массачусетский промышленник, писатель-востоковед и энтузиаст астрономии, Персиваль Лоуэлл был без ума от описаний таких линейных структур, данных Скиапарелли и другими. Он был убежден, что более высокое качество наблюдений позволит разглядеть эти структуры подробнее. В 1894 г. он израсходовал часть своего личного состояния на создание высотной обсерватории в Флагстаффе, Аризона, которую оборудовал телескопом-рефрактором производства фирмы *Alvan Clark and Sons* с диаметром объектива 61 см.

Обсерватория Лоуэлла быстро стала одним из главных мировых астрономических центров. Сам Лоуэлл большую часть своего времени был сосредоточен на наблюдении и зарисовках поверхности Марса. В глазах Лоуэлла Марс был размечен сложной сетью пересекающихся темных линий, которые могли быть лишь продуктом деятельности разумных существ. В своей популярной книге 1906 г. «Марс и его каналы» он воображал, что это были водные пути инопланетян, спроектированные для передачи талой воды из полярных шапок к великим городам на экваторе Красной планеты.

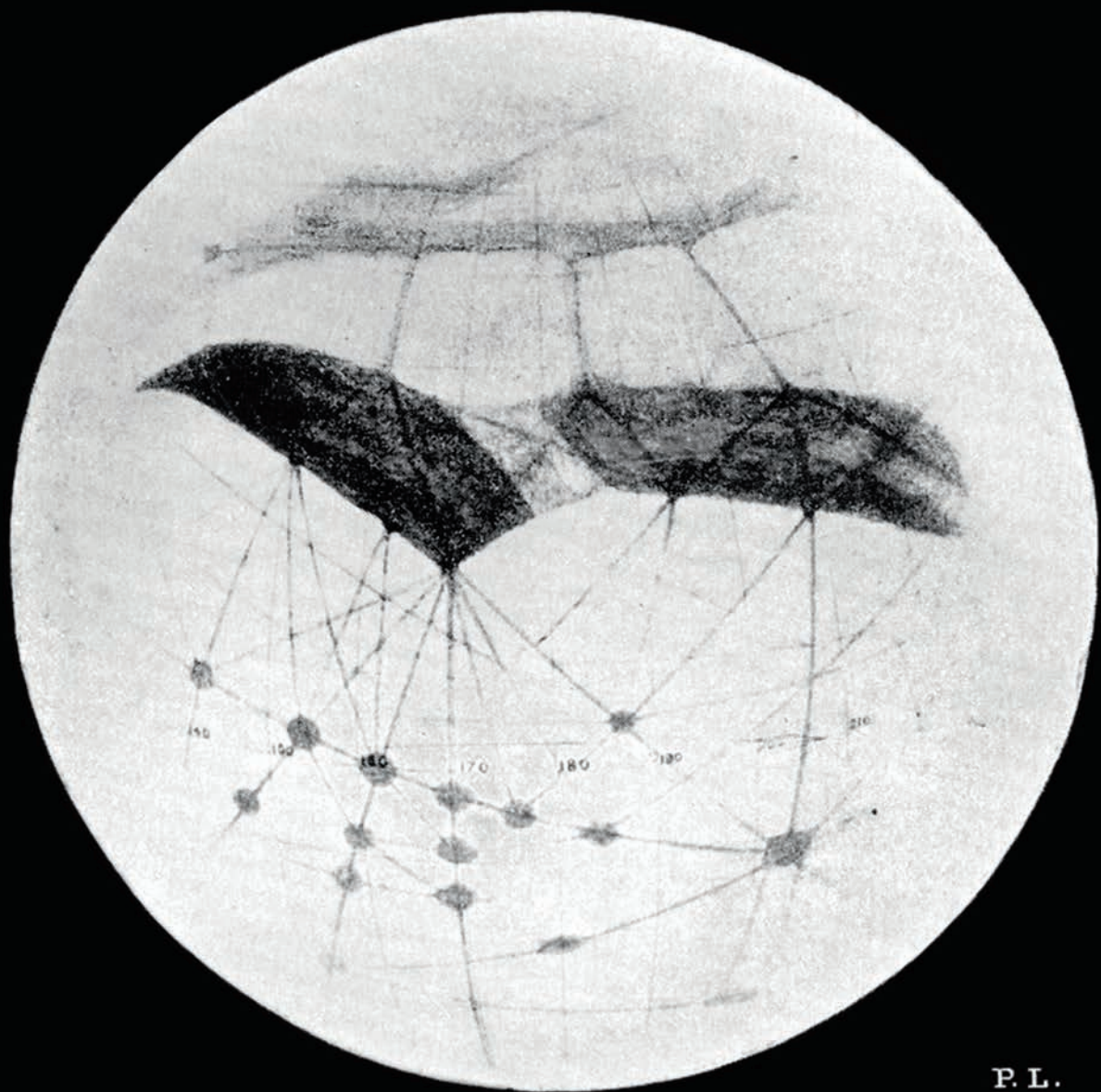
Обсерватория Лоуэлла быстро стала одним из главных мировых астрономических центров. Сам Лоуэлл большую часть своего времени был сосредоточен на наблюдении и зарисовках поверхности Марса. В глазах Лоуэлла Марс был размечен сложной сетью пересекающихся темных линий, которые могли быть лишь продуктом деятельности разумных существ. В своей популярной книге 1906 г. «Марс и его каналы» он воображал, что это были водные пути инопланетян, спроектированные для передачи талой воды из полярных шапок к великим городам на экваторе Красной планеты.

Современные фотографии и космические экспедиции показали, что каналы Скиапарелли и Лоуэлла были скорее всего оптическими иллюзиями. Но общественная (и научная) притягательность мысли, что Марс потенциально может быть обителью жизни, осталась столь же сильна.

СМ. ТАКЖЕ Марс (4,5 млрд до н. э.), Фобос (1877), Деймос (1877), Первые искусственные спутники Марса (1971), «Викинги» на Марсе (1976), Первый марсоход (1997), «Марс Глобал Сервейор» (1997), «Спирит» и «Оппортьюнити» на Марсе (2004), Первые люди на Марсе? (~2035–2050).

СЛЕВА: фотография Персиваля Лоуэлла (1895 г.). **СПРАВА:** один из рисунков Лоуэлла (1900 г.) с примерами тонких линейных структур на Марсе, которые он интерпретировал как свидетельство крупномасштабной сети ирригационных каналов.





P. L.

Тунгусский взрыв

Леонид Кулик (1883–1942)

Многие жители района вблизи реки Подкаменная Тунгуска на территории нынешнего Красноярского края утром 30 июня 1908 г. были в испуге разбужены впечатляющим событием. Около 7:15 утра очевидцы увидели в небе над Сибирью ослепительную вспышку, сопровождавшуюся грозowymi взрывами. Земля дрожала как при землетрясении в 5 баллов, свирепый горячий ветер и пожары ободрали и повалили 80 млн деревьев на площади более 2100 км² – это половина площади штата Род-Айленд. Сейсмические сигналы от этого события были зарегистрированы в Азии и Европе, ночное небо во всем мире несколько дней озарялось зловещим светом.

Ученые предположили, что жители Тунгуски видели соударение с метеороидом. Первые научные группы прибыли в отдаленный необитаемый район только в 1927 г., но русский минералог Леонид Кулик напрасно искал ударный кратер и возможные железо-никелевые остатки метеорита. Несомненно, событие было воздушным взрывом, повреждения на поверхности были вызваны ударной волной, тепловым воздействием и пожарами, но никакого кратера не образовалось.

Ученые-планетологи спорили о природе этого ударного воздействия более столетия. Многие считали, что произошло столкновение с фрагментом ледяной кометы, которая катастрофически распалась при входе в атмосферу. Другие считали, что это был небольшой каменный астероид, возможно, сгусток пыли, слишком рыхлый, чтобы долететь до поверхности. Каким бы ни было его происхождение, наиболее вероятная оценка мощности взрыва – 10–15 мегатонн в тротиловом эквиваленте. Это примерно в 1000 раз больше мощности атомной бомбы времен Второй мировой войны.

Удивительно, но нет никаких данных, что кто-либо погиб при взрыве над Тунгуской. Это событие – звоночек, напоминающий, что даже небольшие объекты, летящие с огромной скоростью, могут оказать катастрофическое воздействие на окружающую нас среду, когда они волей случая обрушиваются на нашу планету.



СМ. ТАКЖЕ Кембрийский взрыв (550 млн до н. э.), Столкновение, убившее динозавров (65 млн до н. э.), Столкновение в Аризоне (50 000 до н. э.).

СЛЕВА: фотография 1927 г. из экспедиции Кулика. СПРАВА: лес на Тунгуске через минуту после воздушного взрыва по представлению художника и ученого-планетолога Уильяма К. Хартмана. Картина написана на вулкане Сент-Хеленс (штат Вашингтон, США), взрыв которого в 1980 г. привел к последствиям, похожим на Тунгусское событие.



Переменные звезды «цефеиды» и стандартные свечи

Генриетта Суон Ливитт (1868–1921),

Эдуард Чарлз Пикеринг (1846–1919), Эйнар Герцшпрунг (1873–1967)

С некоторых пор астрономы знали, что расстояния до ближайших звезд можно измерить по их параллаксу – сдвигу вследствие годичного движения Земли вокруг Солнца. Но как измерить расстояния до отдаленных звезд, чей параллакс не может быть обнаружен даже при наблюдениях в самые большие телескопы мира?

Ответ узнали из трудов Генриетты Суон Ливитт, одного из членов Гарвардской обсерватории, в которой работал Эдуард Чарлз Пикеринг. Ей была поручена черная работа по просмотру миллионов звезд



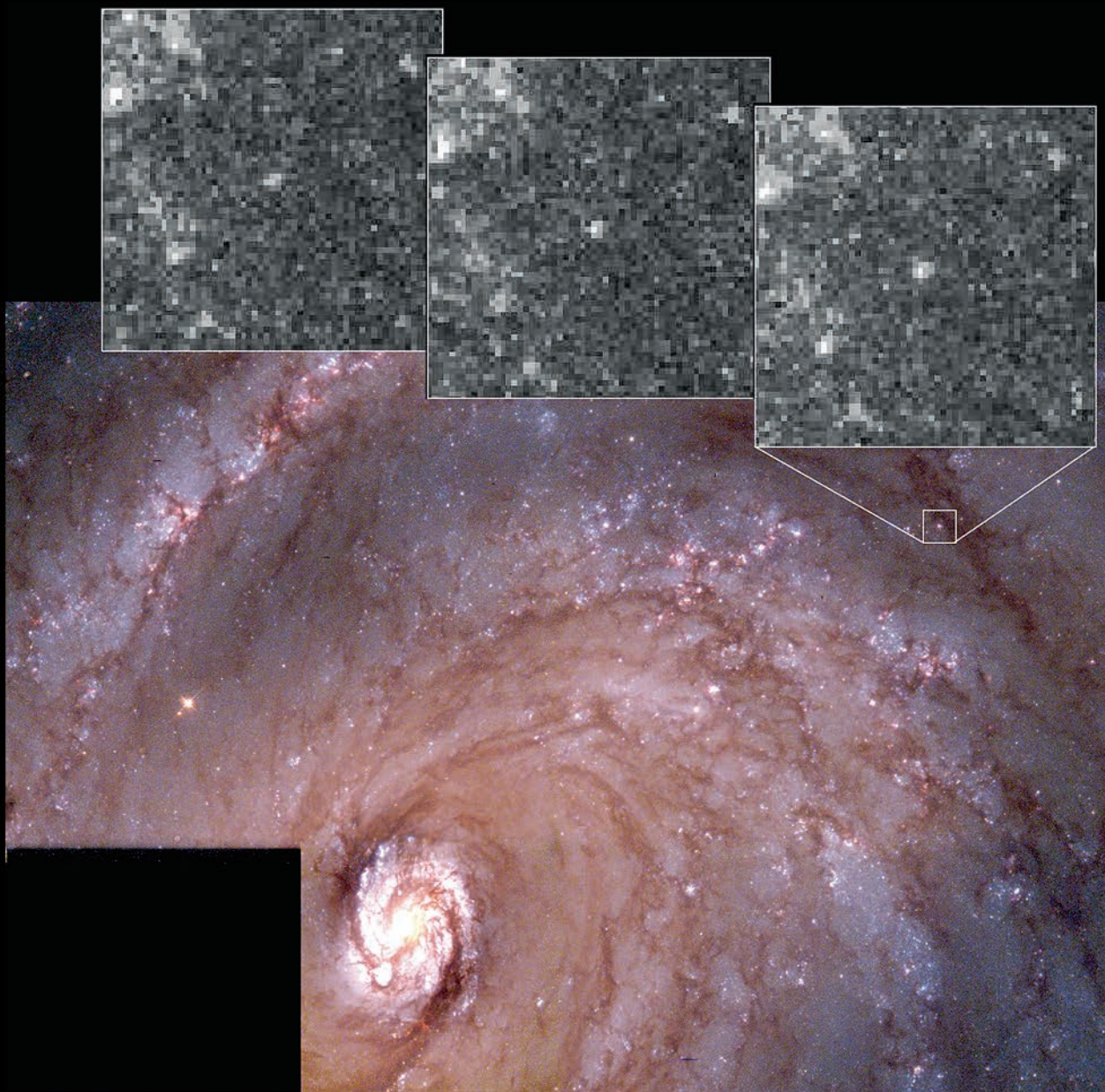
на тысячах фотопластинок. Ливитт анализировала изменения яркости периодически пульсирующих переменных звезд. Она изучила тысячи переменных звезд и обнаружила интересную картину поведения некоторого класса звезд, позже названных «цефеидами» (по одной из первых таких звезд – дельта Цефея). В 1908 г. Ливитт опубликовала свое первое открытие, что чем ярче цефеида, тем больше у нее период пульсации. Такая связь светимости и периода означала, что если цефеиды с одним периодом имеют различную яркость, то они просто по-разному удалены от нас. Если из независимых измерений известны расстояния до каких-то из них, то цефеиды могут быть использованы как так называемые стан-

дартные свечи для определения расстояний до других.

В 1913 г. датский астроном Эйнар Герцшпрунг независимо определил расстояния до нескольких цефеид, используя точные измерения параллакса, что дало ключ к оценке расстояний до других цефеид. Открытие Ливитт (к сожалению, широко не объявленное) и последующий анализ цефеид в туманности Андромеды и других местах доказали, что подобные туманности сами являются независимыми галактиками за пределами Млечного Пути, удаленными от нас на миллионы световых лет.

СМ. ТАКЖЕ Звездная величина (150 до н. э.), Звездный параллакс (1839), Переменные звезды «мириды» (1596), «Гарвардский компьютер» Пикеринга (1901), Главная последовательность (1910), Закон Хаббла (1929).

СЛЕВА: портрет Генриетты Суон Ливитт. **СПРАВА:** фотография спиральной галактики Мессье 100 (M100), сделанная в мае 1994 г. на космическом телескопе «Хаббл». На врезках показано изменение яркости переменной звезды класса цефеид. Используя эту цефеиду в качестве так называемой стандартной свечи, расстояние до M100 определили в 56 ± 6 млн световых лет.



Главная последовательность

Эйнар Герцшпрунг (1873–1967), Генри Норрис Расселл (1877–1957)

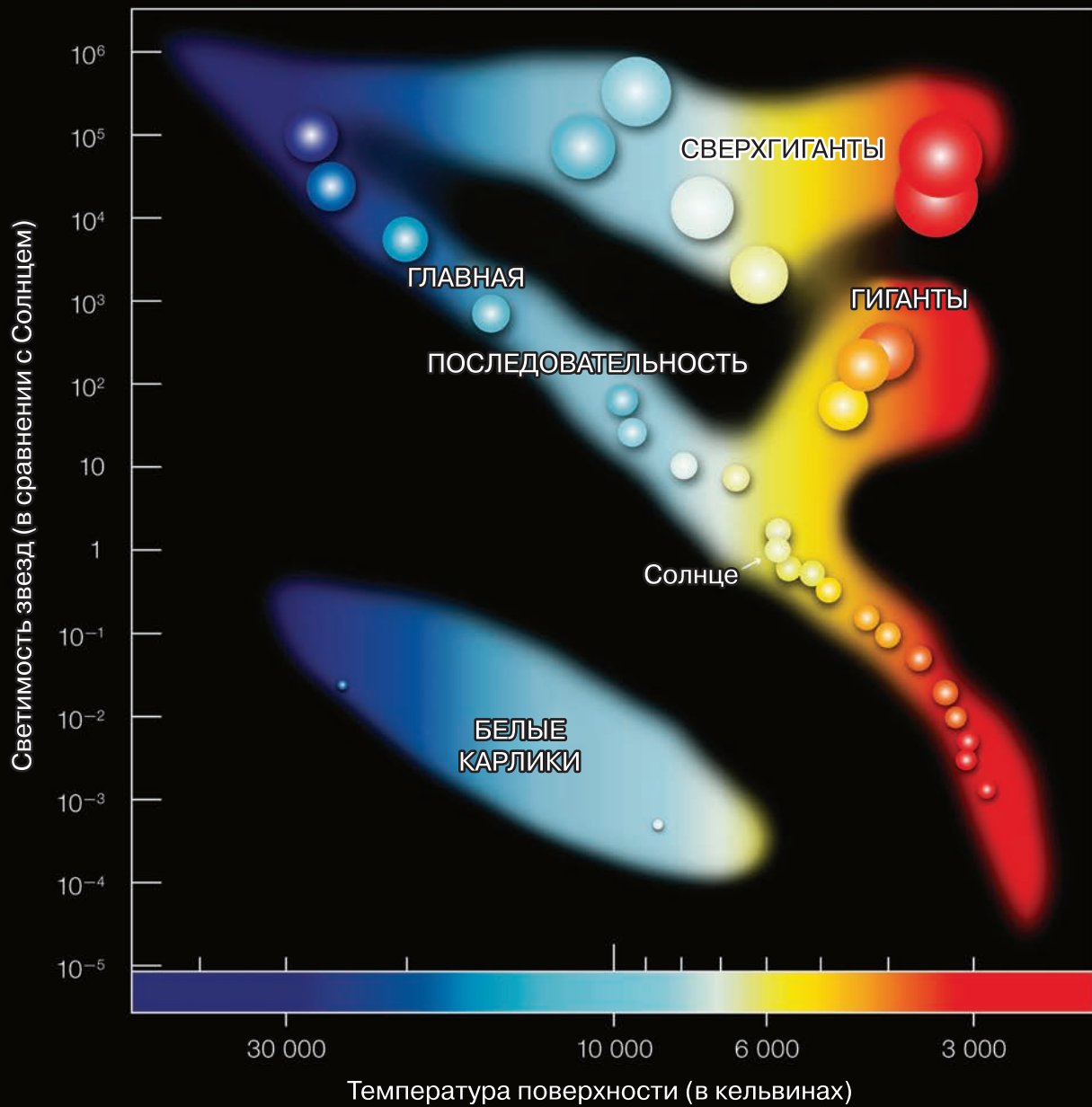
В первые годы XX в. повсюду в мире астрономы были заняты описанием и классификацией огромного числа звезд на основе их цветов и спектральных линий. Среди наиболее важных достижений было независимое наблюдение датским астрономом Эйнаром Герцшпрунгом и американским астрономом Генри Норрисом Расселлом связи между светимостью звезды и ее температурой. Если построить график зависимости светимости (или абсолютной звездной величины, которая получается после того, как в их видимую звездную величину внесены поправки на разную удаленность звезд от нас) от температуры (или спектрального класса звезды), то большинство звезд соберутся в широкой полосе, идущей от верхнего левого угла к правому нижнему. Для описания этой бросающейся в глаза тенденции Герцшпрунг ввел термин «главная последовательность». Подобные графики стали применяться с 1910 г. и называются диаграммами Герцшпрунга–Расселла (Г–Р диаграммами).

В течение нескольких следующих десятилетий астрономы начали понимать, что главная последовательность связана с определенной стадией эволюции звезды и позволяет узнать ее возраст и конечную судьбу. Большинство звезд рождаются, когда давление и температура внутри достаточно высоки для начала **реакций ядерного синтеза** атомов водорода в гелий. Во время этого периода в своей жизни нормальная звезда попадает на главную последовательность, положение на которой зависит от ее массы. На Г–Р диаграмме яркие звезды с массами от нескольких масс Солнца до в 10 раз большей (голубые гиганты) располагаются в верхнем левом углу, а тусклые звезды с массами от одной десятой до половины масс Солнца (красные карлики) попадают в нижний левый угол. По мере старения звезд и выгорания водородного топлива они сходят с главной последовательности и в конечном счете «умирают» типичными способами (зачастую эффектно), которые снова зависят от их масс.

После того как детали внутреннего устройства звезд были поняты астрофизиками, стало возможным предсказать, как будут жить и умирать звезды с данной массой. Наше **Солнце** – звезда главной последовательности со средней массой и среднего возраста, которой предназначено через 5 млрд лет раздуться до красного гиганта, сбросить внешние слои, образовав **планетарную туманность**, и затем постепенно тускнеть в облике **белого карлика**.

СМ. ТАКЖЕ Звездная величина (150 до н. э.), Наблюдение «дневной звезды» (1054), Планетарные туманности (1764), Переменные звезды «мириды» (1596), Цвет звезды и ее температура (1893), Белые карлики (1862), «Гарвардский компьютер» Пикеринга (1901), Переменные звезды «цефеиды» и стандартные свечи (1908), Соотношение Эддингтона «масса–светимость» (1924), Ядерный синтез (1939), Конец Солнца (–5–7 млрд).

Графики зависимости светимости звезд (отложена по оси «у», светимость Солнца принята за единицу) от их цвета или, что эквивалентно, от их температуры (отложена по оси «х»). Ясно видна диагональная полоса главной последовательности звезд, выше которой располагаются яркие голубые и красные гиганты, а ниже – более тусклые белые карлики.



Размер Млечного Пути

Харлоу Шепли (1885–1972), Эдвин Хаббл (1889–1953)

В течение десятилетия после открытия в 1908 г. полезности **цефеид** для измерения космических расстояний ряд астрономов трудились над определением расстояний до спиральных туманностей, **шаровых звездных скоплений** и прочих загадочных объектов, чтобы понять, находятся ли они внутри Млечного Пути или за его пределами. Размер самого **Млечного Пути** тоже был предметом оживленных споров. Многие считали, что он – всего лишь одна из многих отдельных «островных вселенных», как называл отдаленные туманности философ XVIII в. Иммануил Кант.

Первым из астрономов, кто получил экспериментальную оценку размера нашей Галактики, был американец Харлоу Шепли, изучавший распределение шаровых скоплений на небе. Для определения расстояния до ближайшего шарового скопления использовались цефеиды. Далее Шепли предположил, что все шаровые скопления имеют примерно одинаковые размеры, и по изменению видимого диаметра других скоплений вычислил расстояния до них. В 1918 г. он обнаружил, что шаровые скопления образуют своего рода гало вокруг плоского диска нашей Галактики, что позволило ему оценить размер Млечного Пути в поперечнике в 300 000 световых лет. Солнце не находится в центре Галактики, но отстоит от него на 50 000 световых лет (слишком далеко для теории гелиоцентризма). К удивлению многих, размеры Галактики оказались невероятно большими. Это убедило Шепли, что островных вселенных не существует: шаровые скопления и спиральные туманности должны находиться рядом с Млечным Путем или внутри него.

Оценки Шепли размеров Млечного Пути оказались завышенными примерно в три раза – в основном из-за оказавшегося неверным предположения об одинаковости размеров шаровых скоплений. На самом деле диск нашей Галактики имеет около 100 000 световых лет в поперечнике, а толщина его составляет около 1000 световых лет (немного толще в области центрального балджа – вздутия). Солнце находится на расстоянии 27 000 световых лет от центра Галактики. Шепли оказался прав в том, что шаровые скопления находятся в диффузном гало внутри и около Млечного Пути, но ошибся со спиральными туманностями. Как показали в последующие десятилетия Эдвин Хаббл и другие, некоторые «туманности» спиральной и многих других форм являются отдельными галактиками, подобными нашей собственной, некоторые – нет, но все они находятся в миллионах и миллиардах световых лет от нас.

СМ. ТАКЖЕ Млечный Путь (13,3 млрд до н. э.), Туманность Андромеды (964), Шаровые звездные скопления (1664), Переменные звезды «цефеиды» и стандартные свечи (1908), Закон Хаббла (1929).

«Вид сверху» на спиральную галактику NGC 1309. Фотография сделана на космическом телескопе «Хаббл». С яркими голубоватыми областями формирования новых звезд в спиральных рукавах и центральной областью старых желтых звезд, эта галактика, возможно, выглядит так же, как выглядел бы наш Млечный Путь, если бы мы могли взглянуть на него с большой «высоты».



Астероиды семейства «кентавров»

Вальтер Бааде (1893–1960)

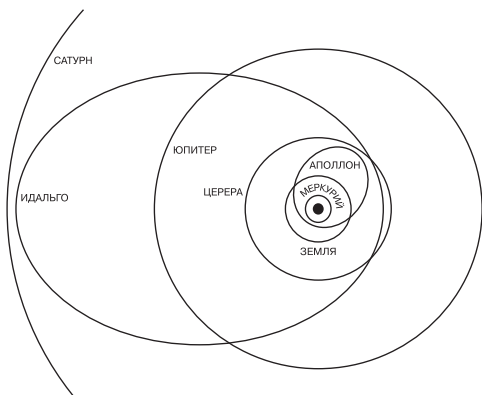
Даже когда полное число открытых астероидов стало приближаться в начале XX в. к 1000, случайное открытие новых загадочных объектов все же продолжало удивлять астрономов. Удачным примером служит открытие в 1920 г. немецким астрономом Вальтером Бааде астероида 944. Этот астероид получил в итоге имя Идальго в честь мексиканского священника и вождя в войне за независимость Мигеля Идальго. Он оказался подобным комете с наклонной и вытянутой орбитой (эксцентриситет 0,66), достигающей в перигелии внутреннего края Главного пояса астероидов (1,95 а. е.), а в афелии уходящей почти так же далеко от Солнца (9,5 а. е.), как Сатурн.

В 1977 г. был открыт другой астероид – 2060 Хирон,двигающийся между Сатурном и Ураном по аналогичной кометоподобной орбите. С тех пор в области между, грубо говоря, Юпитером и Нептуном было открыто несколько сот таких необычных астероидов. В целом эти объекты – частично астероиды, частично кометы – называются кентаврами по имени мифологических существ, являвшихся наполовину людьми, наполовину лошадьми.

У кентавров разный цвет, а значит, и разный состав. Снятые телескопами спектры некоторых из них показывают наличие водного и метанолового льдов и толинов – органических полимеров, образовавшихся под воздействием сол-

нечного ультрафиолетового излучения на метановые и этановые льды. Многие из этих компонентов также обнаруживаются в кометах. У трех кентавров, в том числе у Хирона, найдены слабые комы (облако вокруг ядра кометы) – признак процессов, подобных происходящим на кометах.

Космические корабли пока не встречались ни с кем из кентавров, но многие астрономы думают, что Феба, нерегулярный спутник Сатурна – это захваченный кентавр. Поэтому она может стать отличным образцом для разглядывания вблизи. Мы должны действовать быстро, если хотим узнать больше: кентавры пересекают орбиты гигантских планет, и время их жизни всего несколько миллионов лет перед тем, как их зашвырнет на новые орбиты.



СМ. ТАКЖЕ Главный пояс астероидов (4,5 млрд до н. э.), Феба (1899), Троянские астероиды Юпитера (1906), Объекты в поясе Койпера (1992).

СЛЕВА: орбита кентавра 944 Идальго в сравнении с орбитой Юпитера. **СПРАВА:** на картине художника и планетолога Уильяма К. Хартмана показано воображаемое сближение с астероидом 5145 Фол. Как и другие кентавры, Фол имеет такие физические и орбитальные свойства, которые делают его похожим частично на астероид, частично на комету.



Соотношение Эддингтона «масса–светимость»

Артур Стенли Эддингтон (1882–1944)

Хотя астрономы и стали классифицировать звезды по их свойствам – цвету, температуре, абсолютной звездной величине (светимости), потребовалось гораздо больше времени, чтобы понять, как они функционируют в действительности. Почему они светятся? Откуда они черпают свою энергию? Что происходит внутри звезды? Британский астрофизик Артур Стенли Эддингтон был одним из ученых, чьи работы оказались важными для получения ответов на эти вопросы.

Эддингтон интересовался процессом гравитационного сжатия газопылевой субстанции при формировании звезды. Астрономы знали, что силы гравитации собирают газ в сферу и заставляют сжиматься. Но что останавливает сжимающиеся звезды, не позволяя им достичь все меньших и меньших размеров? В 1924 г. Эддингтон опубликовал обстоятельную теорию того, как направленные наружу силы давления газа и электромагнитного излучения (света), порожденные сверхвысокими температурами и давлением внутри звезды, уравновешивают гравитационные силы притяжения и приводят звезды к достижению равновесных размеров.

Модель Эддингтона внутреннего устройства звезды позволила ему найти простое соотношение между светимостями звезд **Главной последовательности** и их массами: если одна звезда в два раза массивнее другой, то она более чем в десять раз ярче (конкретно, $L \propto M^{3.5}$). Основываясь на работе Эддингтона, можно оценить массу звезды только по видимой яркости и зная расстояние до нее. Таким образом, астрономы смогли показать, что Главная последовательность – это зависящая от массы «линия жизни», в определенной точке которой каждая звезда проводит 90% своей жизни.

Ни сам Эддингтон и никто другой не знали в то время, почему работает так называемое соотношение масса–светимость и какие процессы порождают световое давление внутри звезды. Лидирующей была теория, что энергия создается гравитационным сжатием. Эддингтон высказывал предположение, что требуемая энергия может быть получена в **ядерных реакциях синтеза**, но эта идея вызывала скептицизм вплоть до конца 1930-х гг.



СМ. ТАКЖЕ Рождение Солнца (4,6 млрд до н. э.), Цвет звезды и ее температура (1893), Главная последовательность (1910), Ядерный синтез (1939).

СЛЕВА: фотография Артура Стенли Эддингтона. **СПРАВА:** космический аппарат НАСА SDO (Солнечная динамическая обсерватория) получил в августе 2010 г. этот потрясающий снимок в ультрафиолетовых лучах. В атмосфере Солнца видна темная корональная дыра – область, откуда устремляются в космическое пространство частицы солнечного ветра, порождающие в нашей атмосфере полярные сияния.

