

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА 24

ГАЛАКТИКА 176

ВСЕЛЕННАЯ 242

ЗАГАДКИ ВСЕЛЕННОЙ 280

Туманность Ориона со звездой LP Ориона в нижнем левом углу.

Изображение построено на основе данных наблюдений в видимом свете и рентгеновском диапазоне, на нем виден «пузыреобразный» остаток сверхновой SNR 0509–67.5, расположенный в галактике Большое Магелланово Облако. Нагретое вещество показано зеленым и голубым цветом, а розовая оболочка представляет собой ударную волну от сверхновой в межзвездной среде.



ВВЕДЕНИЕ

Во Вселенной раньше все было так просто. Ведь на протяжении большей части истории человечества люди, которые задумывались о таких вещах, представляли Землю как неподвижный центр творения, вокруг которого двигаются небесные тела — звезды и планеты. В древних мифологиях Земля обычно была плоской, а движение Солнца по небу происходило из-за действий бога или богини. Но начиная примерно с V века до нашей эры в области восточного Средиземноморья начал развиваться новый взгляд на Вселенную, не зависящий от прихоти богов. Так человечество явилось на свет из мира, который Карл Саган считал «миром, населенным демонами». Греческие философы стали создавать модели Вселенной, которые могут показаться нам примитивными. Однако у них была интересная новая особенность — они подчинялись исключительно естественным законам без какого бы то ни было сверхъестественного вмешательства. Многие ученые считают это началом науки.

У всех этих моделей общими были два основных неоспоримых предположения. Первое состояло в том, что Земля считалась неподвижной и находилась в центре Вселенной, а все остальное — Солнце, Луна и планеты — вращалось вокруг нее. Согласно второму предположению, на небесах, которые считались чистыми и вечными, все двигалось по окружностям. (Это предположение основано на представлении о том, что окружность является наиболее совершенной геометрической формой и, следовательно, наиболее подходящей фигурой для царства чистоты.) В этих моделях звезды и планеты считались прикрепленными к твердым хрустальным сферам, вращение которых определяло их видимое движение на небе. (Этим, кстати, объясняется, почему кометы были столь серьезной проблемой для древних астрономов — ведь при своем движении они должны были разрушить хрустальные сферы. Вот почему, в частности, Аристотель считал кометы воспламеняющимися атмосферными испарениями.) Со временем эти модели усложнились, планеты были помещены на малые сферы, которые вращались, будучи прикрепленными к большим сферам.

Учитывая «уютный» характер этой модели, довольно удивительно, что в Древнем мире велись оживленные дискуссии по вопросу о том, была ли Вселенная конечной или бесконечной по протяженности. Философ Архит Тарентский (428–327 гг. до н. э.) выдвинул интересный довод в пользу безграничности Вселенной. Предположим, что у Вселенной есть граница или край. Тогда воин с копьем мог бы подойти к этому краю и бросить копье наружу. Копье должно приземлиться где-нибудь, и это место будет за краем. Независимо от того, насколько далеко находится предполагаемая граница, копеец всегда сможет найти что-то за ее пределами. Поэтому, как утверждал Архит, Вселенная должна не иметь границ, быть бесконечной.

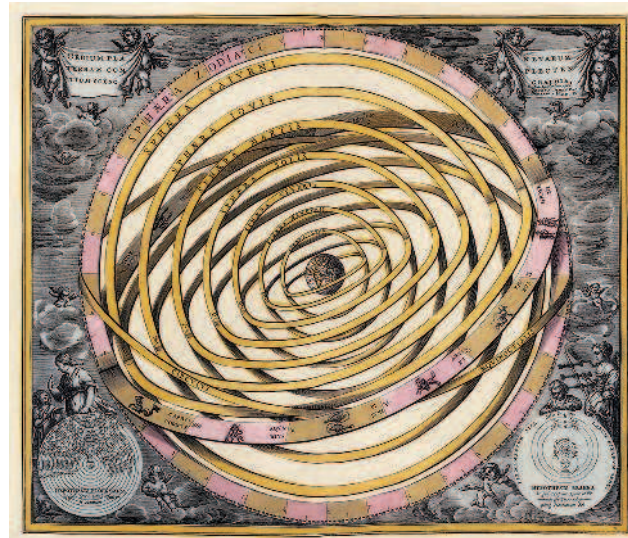
Следуя рассуждениям Архита, мы можем отметить события, которые расширили взгляд человечества на Вселенную, уподобив каждое из таких событий очередному броску копья.

И действительно, мы далее встретим трех копеецников, каждый из которых расширил нашу Вселенную.

ПЕРВЫЙ КОПЕЙЩИК

Первым был польский священник Николай Коперник (1473–1543). Он создал первую серьезную модель Солнечной системы, в которой Солнце находилось в центре, а Земля обращалась вокруг него по орбите, как и другие планеты. В своей книге «О вращении небесных сфер» он писал: «Наконец, само Солнце будем считать занимающим центр мира; во всем этом нас убеждает разумный порядок, в котором следуют друг за другом все светила, и гармония всего мира, если только мы захотим взглянуть на само дело обоями (как говорят) глазами» [пер. И. Н. Веселовского]. Благодаря Копернику Вселенная для людей резко изменилась. Земля и человечество

Армиллярная сфера — модель небес с расположенной в центре Землей и созвездиями зодиака по краю. Это общепринятое изображение Вселенной до эпохи Коперника. Внизу с двух сторон от сферы схематически изображены модели мира астрономов Птолемея и Тихо Браге.



Польский астроном Николай Коперник совершил переворот в астрономии, предложив новую модель мира, в центре которого находилось Солнце. Его революционная книга «О вращении небесных сфер» была опубликована в 1543 году.





перестали быть в самом центре всего сущего, и люди оказались обитателями всего лишь одного из множества тел, вращающихся вокруг Солнца. В этой книге прослеживается так называемый коперниканский принцип — представление о том, что человечество и породившая его планета не занимают какого бы то ни было особого места в мире.

После Коперника Вселенная также стала намного больше. Люди перестали жить в пространстве, ограниченном небом, что висит в нескольких милях над их головами, и землей под их ногами. Астрономы после Коперника пришли к выводу, что Солнечная система огромна по сравнению с Землей. Если представить себе Землю в виде шара размером с нью-йоркский квартал, то Солнце было бы шаром размером примерно с реку Миссисипи, а внешние планеты оказались бы в Азии — довольно резкая смена перспективы для тех, кто всю жизнь провел в этом городском квартале.

ВТОРОЙ КОПЕЙЩИК

Второе копьё было брошено немецким астрономом по имени Фридрих Бессель в начале XIX века. С помощью самых совершенных на то время телескопов он впервые определил расстояния до ближайших звезд. И вновь Вселенная невероятно расширилась. Если представить, что Солнечная система занимает область пространства размером с футбольное поле, то типичная звезда оказалась бы в совершенно другом городе на расстоянии нескольких сотен миль.

В XIX веке астрономы осознали, что наше собственное Солнце — всего лишь одна из

звезд, причем весьма заурядная, в могучем звездном единстве под названием Млечный Путь. Наше Солнце и вся Солнечная система, которая представлялась такой большой, стали одной из миллиардов звезд и одной из миллиардов планетных систем. Пришло понимание, что не все звезды одинаковы, и астрономы стали составлять звездные каталоги. Они также заметили на небе бледные пятна, которые называли туманностями, но с помощью имевшихся тогда телескопов невозможно было разглядеть, из чего состоят эти облака. Мир готовился к третьему копыю.

ТРЕТИЙ КОПЕЙЩИК

Это был американец, и звали его Эдвин Хаббл. Он работал на новейшем телескопе на горе Маунт-Уилсон в штате Калифорния, и было это в 20-х годах прошлого века. С помощью этого телескопа Хаббл смог детально изучить туманности, выделив в них отдельные звезды. На основании полученных данных он смог определить, насколько далеко находятся эти туманности. Копье снова полетело прочь. Хаббл обнаружил, что многие туманности на самом деле представляют собой гигантские звездные города, совсем как наш Млечный Путь. Хаббл установил, что Вселенная состоит из того, что мы сейчас называем галактиками. В каком-то смысле это было просто продолжением учения Коперника. Земля — это всего лишь одна из многих планет в Солнечной системе, Солнце — одна из бесчисленных звезд Млечного Пути, а сам Млечный Путь — лишь одна из миллиардов галактик во Вселенной.

Но это было не единственное, что обнаружил Хаббл. Он установил, что другие галактики удаляются от нас, что Вселенная расширяется. Это открытие привело нас, в свою очередь, к наиболее точной на данный момент картине происхождения Вселенной — сценарию, который мы называем Большим взрывом. В этом сценарии Вселенная зародилась невообразимо горячей и в сверхплотном состоянии около 14 миллиардов лет назад, и с тех пор она расширяется и охлаждается. Поразительно, что ученым уда-

Пять галактик, известных как Квинтет Стефана, на самом деле представляют собой четыре взаимодействующих галактики вместе с пятой (голубоватая спираль в верхнем левом углу), которая оказалась моложе и намного ближе к нашей. Две центральные галактики сталкиваются, и в процессе столкновения рождаются новые звезды, видимые в расположенных по краям галактик голубых звездных скоплениях. Рукава спиральной галактики с перемычкой в правом верхнем углу искажены влиянием гравитационных полей соседних систем.

лось создать модели, позволяющие надежно проследить этот процесс в обратном направлении, вплоть до доли секунды после первоначального события.

Вполне возможно, что очередной копейщик, имя которого пока неизвестно, уже приближается к границам нашей Вселенной. Если же некоторые современные теории подтвердятся, то наша собственная Вселенная может оказаться всего лишь одной из множества вселенных так называемой мультивселенной. Такое развитие событий, конечно, было бы окончательным подтверждением тезиса Николая Коперника, хотя он вряд ли мог предположить, что все закончится именно так.

ЧЕТЫРЕ ВСЕЛЕННЫЕ

Изложение в этой книге построено так, чтобы читатель следовал за копейщиками Архита. Представьте, что наш мир состоит из ряда вложенных «вселенных», каждая из которых, кажется, охватывает все творение, пока не появится очередной копейщик и не выведет нас в следующую вселенную.

Первая, самая близкая вселенная — это, конечно же, наша Солнечная система. До изобретения телескопа она состояла из шести внутренних планет, и внимание ученых было сосредоточено на том, чтобы понять, как движутся планеты, — по сути, астрономы хотели знать, где



планеты находятся. В XIX веке ситуация стала меняться, и вплоть до сегодняшнего дня нас скорее интересуют устройство и происхождение планет, чем их расположение. Кроме того, оказалось, что Солнечная система гораздо сложнее, чем представляли ученые древности. После открытия Галилеем спутников Юпитера мы начали понимать, что Солнечная система — это нечто гораздо большее, чем несколько планет. По сути, каждый спутник планеты оказывался новым миром со своей историей, своими особенностями, своими собственными тайнами. Даже в холодной темной области за орбитой Плутона обнаруживались структуры такой сложности, какой мы и представить себе не могли. Этой новой Солнечной системе посвящена первая глава нашей книги.

ГАЛАКТИКА

Вторая вселенная — это наша собственная Галактика, Млечный Путь. Как и в случае с Солнечной системой, ученые начали с простых вопросов: «Где находятся звезды?», «Насколько они яркие?» и тому подобных, и точно так же в XIX веке постепенно стали возникать новые вопросы: «Из чего состоят звезды?», «Как они устроены?», «Какие процессы происходят в них?». Но только в 30-х годах прошлого века новая наука, ядерная физика, позволила установить источник энергии звезд — им оказались термоядерные реакции, — и пришло понимание, что звезды не вечны. У них, как и у всего на свете, есть свой жизненный цикл — начало, середина и конец. Мы осознали, что Млечный Путь (и другие галактики) — это гигантская фабрика,

Исследование совокупности галактик, образующей так называемое скопление Пандора, дает представление о существовании загадочной темной материи. Сталкивающиеся галактики в скоплении составляют всего около 5 процентов его массы, а газ (окрашен красным цветом) — еще 20 процентов. Остальная масса скопления (окрашена в синий цвет) представлена темным веществом, которое невидимо, но обнаруживается по его гравитационному воздействию.

где первичный водород во Вселенной перерабатывается в более тяжелые элементы, из которых состоят планеты и люди. Попутно мы обнаружили всевозможные виды новых и интересных объектов, от черных дыр до планетных систем вокруг других звезд. Мы также обнаружили, что большая часть материи в Млечном Пути и других галактиках — это не привычное вещество, из которого состоим мы, а нечто новое под названием «темное вещество». Этой вселенной посвящена вторая глава книги.

ВСЕЛЕННАЯ

Третья вселенная — это громадная совокупность галактик, которую мы обычно называем этим словом. Начало и конец нашей Вселенной стали предметом изучения многих ученых в последние несколько десятилетий. Мы отследили эволюцию Вселенной назад во времени к самому началу методами физики элементарных частиц, а также ее эволюцию в будущем, до самого конца, используя методы наблюдательной астрономии. Вопреки всем ожиданиям, астрономы в 90-х годах прошлого века обнаружили, что расширение Вселенной не замедляется, а ускоряется. Это открытие, в свою очередь, привело к осознанию того, что большая часть ее массы сосредоточена в неизвестном компоненте — так называемой темной энергии. От того, что такое темная энергия и каковы ее свойства, зависит судьба Вселенной. В третьей главе книги мы рассмотрим Вселенную такой, как мы понимаем ее сегодня.

Наконец, в случае четвертой (и последней) вселенной мы выходим за пределы четких данных в умозрительный мир теоретической физики. В некоторых современных теориях наша Вселенная представляется лишь одной из огромного множества подобных вселенных, которое теоретики называют мультивселенной. На этом наш тур по вселенным, в которых мы живем, оканчивается.

Вы когда-нибудь видели ночное небо во всей красе, вдали от городских огней? Если да, то вы помните сияние звезд на фоне бархатной черноты неба.

I КОСМИЧЕСКИЕ ПОЛЕТЫ

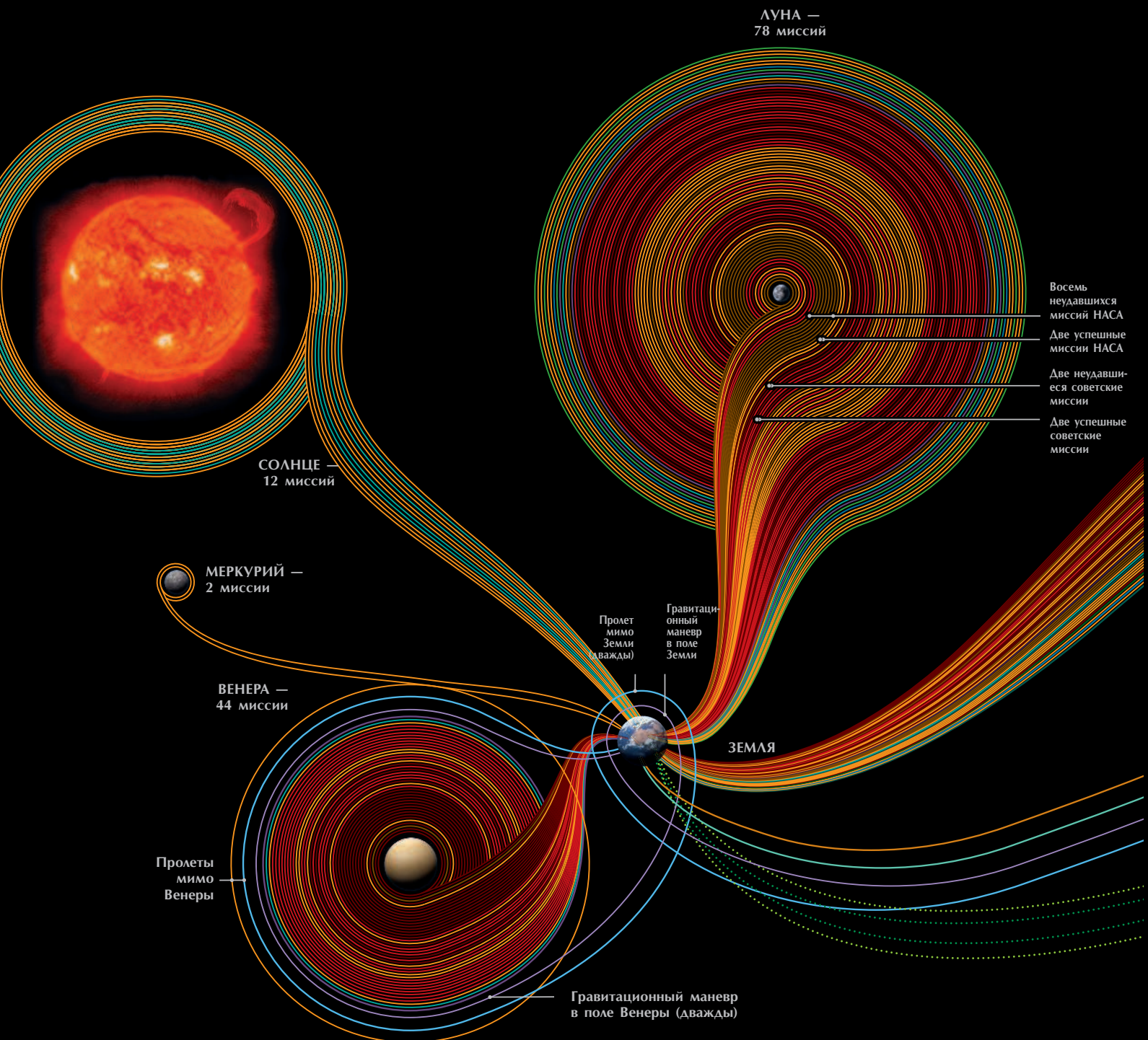
Со времени посадки первого космического аппарата на Луну целая космическая армада была отправлена с Земли для изучения Солнечной системы. Каждая линия на этом рисунке изображает одну из этих миссий.

МИССИИ ВО ВНУТРЕННЮЮ ЧАСТЬ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

- НАСА;
- СССР/Россия;
- Европейское космическое агентство или страна Европы;
- Япония;
- Китай;
- Индия;
- Неудавшаяся миссия
- Неудавшаяся
- Неудавшаяся
- Неудавшаяся
- Неудавшаяся
- Неудавшаяся

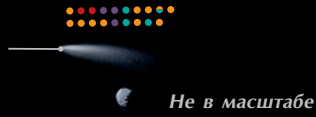
МИССИИ В ДАЛЬНИЙ КОСМОС

- ... Пионер — НАСА
- ... Вояджер — НАСА
- Галилео — НАСА и Европейское космическое агентство
- Кассини-Гюйгенс — НАСА и Европейское космическое агентство
- Новые горизонты — НАСА
- Юнона — НАСА



АСТЕРОИДЫ И КОМЕТЫ — 19 миссий

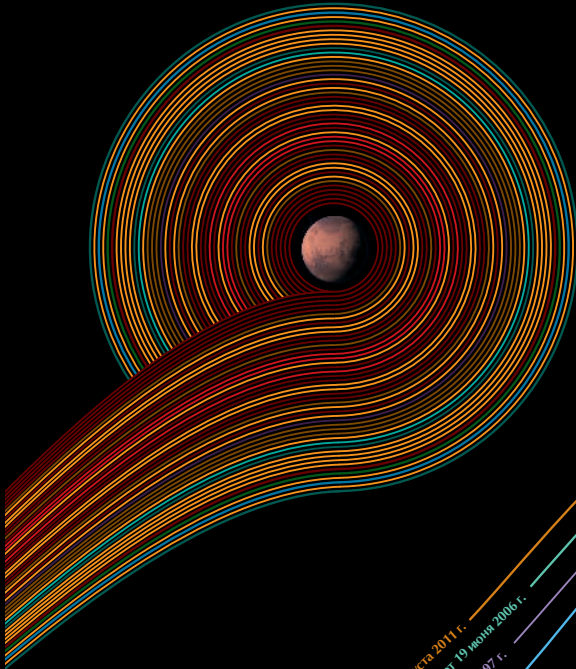
Космический аппарат «Филы» первым в истории совершил посадку на комету (комета Чурюмова — Герасименко) 12 ноября 2014 года



Космический аппарат NEAR Shoemaker впервые в истории вышел на орбиту вокруг астероида (Эрос) и совершил посадку на него 12 февраля 2001 года



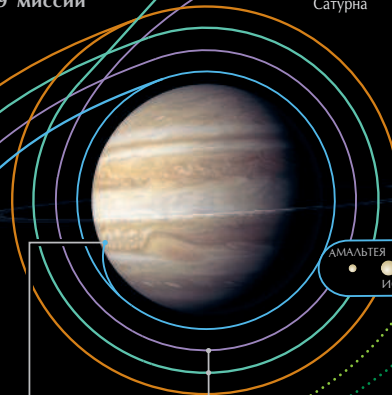
МАРС — 46 миссий



ЦЕРЕРА (карликовая планета) — 1 миссия
Не в масштабе



ЮПИТЕР — 9 миссий



Миссия завершилась падением аппарата на Юпитер 21 сентября 2001 года

Пролет вблизи астероида Ида, открытие Дактия

Гравитационный маневр в поле Юпитера

Зарегистрировал новые кольца Сатурна

Пересек орбиту Сатурна 8 июня 2008 года

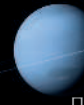
Не в масштабе

ПЛУТОН (карликовая планета) — 1 миссия



Пролет вблизи Плутона 14 июля 2015 года

НЕПТУН — 1 миссия
Первый космический аппарат, сблизившийся с Нептуном

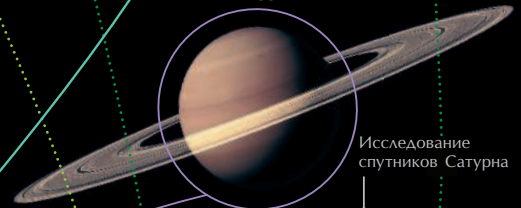


УРАН — 1 миссия



Первый космический аппарат, сблизившийся с Ураном

САТУРН — 4 миссии



Исследование спутников Сатурна



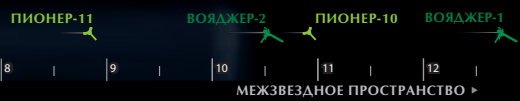
Космический аппарат Гюйгенс совершил посадку на Титан 14 января 2005 года

Исследование спутников Юпитера



ЮНОНА — старт 5 августа 2011 г.
 НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ — старт 19 января 2006 г.
 КАССИНИ — старт 15 октября 1997 г.
 ГАЛИЛЕО — старт 18 октября 1989 г.
 ПИОНЕР-11 — старт 6 апреля 1973 г.
 ПИОНЕР-10 — старт 2 марта 1972 г.
 ВОЯДЖЕР-1 — старт 5 сентября 1977 г.
 ВОЯДЖЕР-2 — старт 20 августа 1977 г.

Первый космический аппарат, пересекший пояс астероидов



НОЧНОЕ НЕБО

На протяжении большей части истории человека разумного именно так небо выглядело каждую ночь. Неудивительно, что первобытные люди объединяли звезды в созвездия и включали их в свою мифологию. Неудивительно и то, что самыми первыми астрономами двигало представление (ложное) о том, что звезды и планеты оказывают существенное влияние на деятельность людей.

Этот интерес со временем перерос в то, что сейчас называется астрономией. В древнекитайских книгах из бамбука и на глиняных табличках в Вавилоне мы находим записи наблюдений ночного неба, выполненных невооруженным глазом. Греки взяли эти наблюдения, добавили свои собственные и создали картину ночного неба, в которой звезды и планеты вращались вокруг Земли на хрустальных сферах.

Полторы тысячи лет спустя польский священник Николай Коперник изменил все это, предположив, что Земля обращается вокруг Солнца, а не наоборот. Наведя свой телескоп на небо, Галилей навсегда изменил наше представление о нем. Земля перестала быть центром Вселенной. Наша планета стала всего лишь одной из многих. Оказалось, что наша Луна — это мир кратеров и гор, а у других планет тоже есть свои спутники — «луны», — это напоминало модели Солнечной системы в миниатюре.

Сегодня мы воспринимаем несколько тысяч звезд, которые способны увидеть на ночном небе, как небольшую выборку из миллиардов звезд галактики Млечный Путь, а нашу галактику — как одну из миллиардов галактик во Вселенной. Но несмотря на это, и в наши дни астрономы-наблюдатели все еще пользуются картами звездного неба, которые напоминают те, что применялись в древности. Звезды на них изображены на фоне куполообразного неба,

и каждая из них приписана к одной из 88 областей — официально утвержденных созвездий. Карты на следующих восьми страницах помогут вам найти самые яркие звезды и другие светила на небе и получить удовольствие от их созерцания, как это делали наши предки тысячи лет назад.

Иллюстрация XVIII века с изображениями созвездий Северного полушария в виде традиционных фигур, которые использовались со времен Античности. Хотя эти фигуры не так-то легко выделить среди звезд, они служат полезным ориентиром на небе, и современные астрономы все еще используют созвездия для «адресации» звезд.

КАК ЧИТАТЬ КАРТЫ НЕБА

В отличие от географических карт, на которых Земля изображена так, как ее можно увидеть сверху, звездные карты дают нам вид неба, если смотреть на него снизу. На приведенных далее четырех картах изображено небо, как оно видно в Северном и Южном полушариях Земли. В центре каждой карты находится соответственно Северный или Южный полюс. Объекты на краях карты видны из любого полушария.

Для точного определения положения светил астрономы используют небесные координаты. Так, прямое восхождение аналогично географической долготе и измеряется в часах, минутах и секундах, оно отмечено по краю («ободу») римскими цифрами. Склонение аналогично географической широте, оно является мерой удаления объекта от небесного экватора и измеряется в градусах и минутах. На картах параллели склонения имеют вид синих концентрических окружностей.

Астрономы подразделяют небо на 88 областей — созвездий, которые отмечены здесь желтыми границами. Главные звезды созвездий обозначаются буквами греческого алфавита: самая яркая — альфа, следующая по яркости — бета и так далее.



Склонение

Границы созвездий

Фигуры созвездий

Прямое восхождение

Зодиак

Эклиптика (видимый путь Солнца на небе)

Объект из Нового общего каталога (NGC)

Объект каталога Мессье

