

# ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ АТЛАС ВСЕЛЕННОЙ



УДК520.2  
ББК22.6с  
Т66

Оригинальное издание:  
SPACE ATLAS: MAPPING THE UNIVERSE AND BEYOND

Печатается с разрешения компании National Geographic Partners.

### Трефил, Джеймс.

Т66

Иллюстрированный атлас Вселенной / Дж. Трефил; пер. с англ. А. К. Дамбиса, О. В. Абрамовой. Москва: АСТ, 2020. 288 с. (ил.) (Как наблюдать за звездами).

ISBN 978-5-17-117406-4

Иллюстрированный атлас Вселенной — это современные карты, подборка захватывающих снимков и изящные иллюстрации, которые приводят в систему накопленные нами знания о Солнечной системе, нашей Вселенной и необозримых просторах за ее пределами. Это классическая энциклопедия National Geographic, которую с интересом прочтут астрономы-любители и все зачарованные космосом.

Книга проиллюстрирована снимками последних космических миссий, которые сопровождает написанный авторитетным ученым текст. Он рассказывает, что нам известно о Млечном Пути и других галактиках, и объясняет, как мы пришли к таким выводам, знакомя с основами астрофизики.

Джеймс Стенли Трефил — американский физик и популяризатор науки, профессор физики в Университете Виргинии и Робинсоновский профессор физики в Университете Джорджа Мейсона. Является членом Американского физического общества и Американской ассоциации по продвижению науки. Научный консультант журнала Смитсоновского института Smithsonian и планетария им. Макса Адлера в Чикаго.

УДК 520.2  
ББК 22.6с

12+

Серия «Как наблюдать за звездами»

Джеймс Трефил

## ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ АТЛАС ВСЕЛЕННОЙ

Перевод с английского *Андрея Дамбиса, Оксаны Абрамовой*

Перевод карт *Андрея Дамбиса, Ольги Лазуткиной, Павла Здешнева*

Заведующая редакцией *Юлия Данник*  
Ответственный редактор *Ольга Лазуткина*  
Редакторы *Серафима Довгань, Яна Багряная*  
Оформление обложки *Ольга Жукова*  
Компьютерная верстка *Юлия Анищенко*  
Корректор *Ирина Мокина*

Общероссийский классификатор продукции ОК-034-2014 (КПЕС 2008); 58.11.1 книги и брошюры

Подписано в печать 08.09.2020. Формат 60 x 84/8 Усл. печ. л. 33,48.  
Печать офсетная, бумага офсетная. Гарнитура PF Centro Sans Pro.  
Тираж 2500 экз. Заказ №

Изготовитель: ООО «Издательство АСТ»  
Изготовлено в 2020 году в Российской Федерации

ООО «Издательство АСТ»  
129085, РФ, г. Москва, Звездный бульвар, дом 21, стр. 1, комната 705, пом. I  
Адрес нашего сайта: [www.ast.ru](http://www.ast.ru)  
E-mail: [ogiz@ast.ru](mailto:ogiz@ast.ru)

«Баспа Аста» деген ООО  
129085, г. Мәскеу, жұлдызды гүлзар, д. 21, 1 құрылым, 705 бөлме  
Біздің электрондық мекенжайымыз: [www.ast.ru](http://www.ast.ru); E-mail: [ogiz@ast.ru](mailto:ogiz@ast.ru)  
Қазақстан Республикасында дистрибьютор және өнім бойынша арыз-талаптарды қабылдаушының өкілі  
«РДЦ-Алматы» ЖШС, Алматы қ., Домбровский көш., 3«а», литер Б, офис 1.  
Тел.: 8(727) 2 51 59 89,90,91,92, факс: 8 (727) 251 58 12 вн. 107; E-mail: [RDC-Almaty@eksmo.kz](mailto:RDC-Almaty@eksmo.kz)  
Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген; Өндірген мемлекет: Ресей Сертификация қарастырылмаған

© Russian edition Copyright © 2020 National Geographic Partners  
NATIONAL GEOGRAPHIC и Yellow Border Design — торговые марки  
National Geographic Society, используются по лицензии.

ISBN 978-5-17-117406-4

# 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

**В**о 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 копьё 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 КОПЕЦНИК

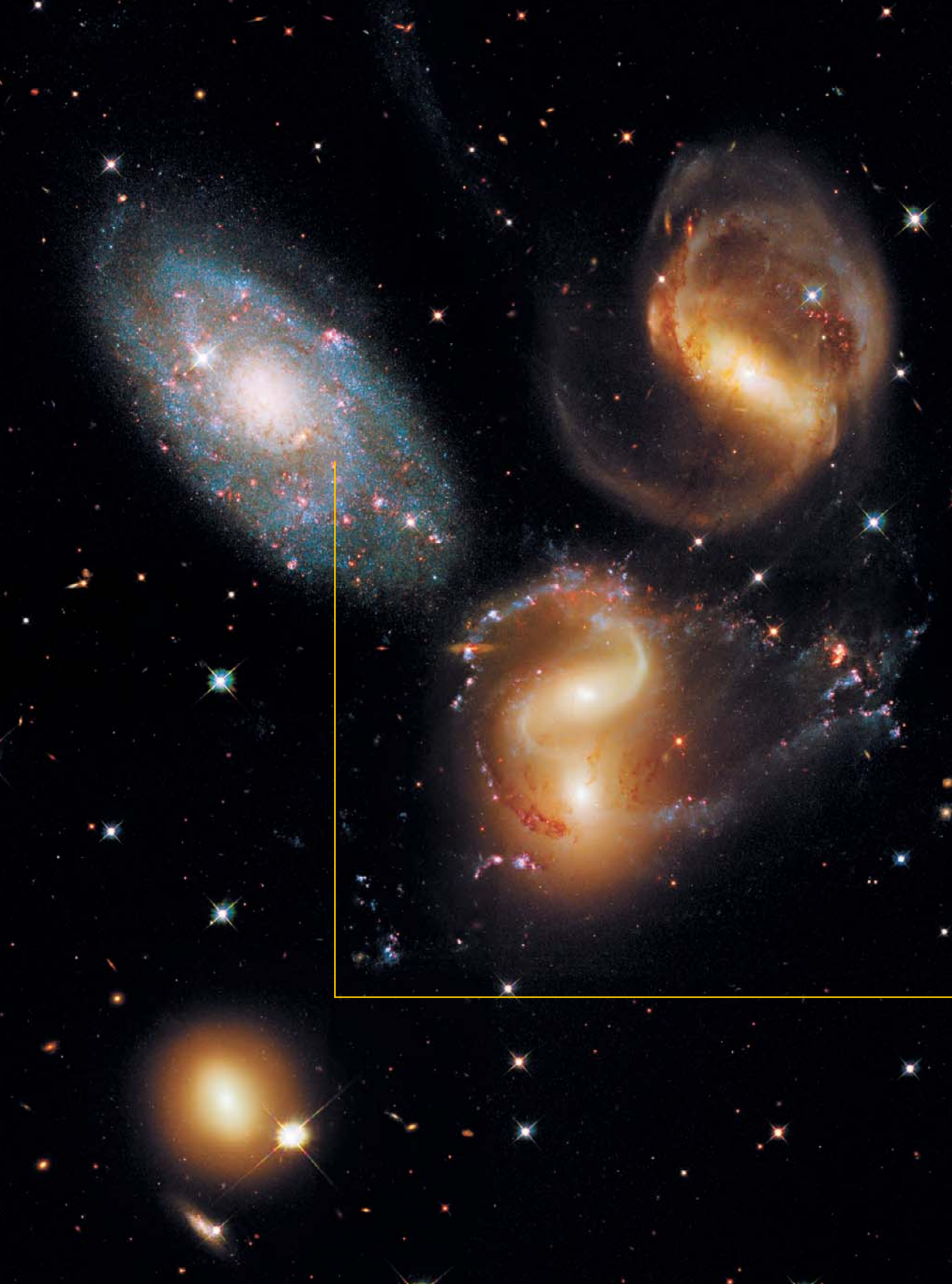
Первым был польский священник Николай Коперник (1473–1543). Он создал первую серьезную модель Солнечной системы, в которой Солнце находилось в центре, а Земля обращалась вокруг него по орбите, как и другие планеты. В своей книге «О вращении небесных сфер» он писал: «Наконец, само Солнце будем считать 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 обоими (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 умоглядный 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

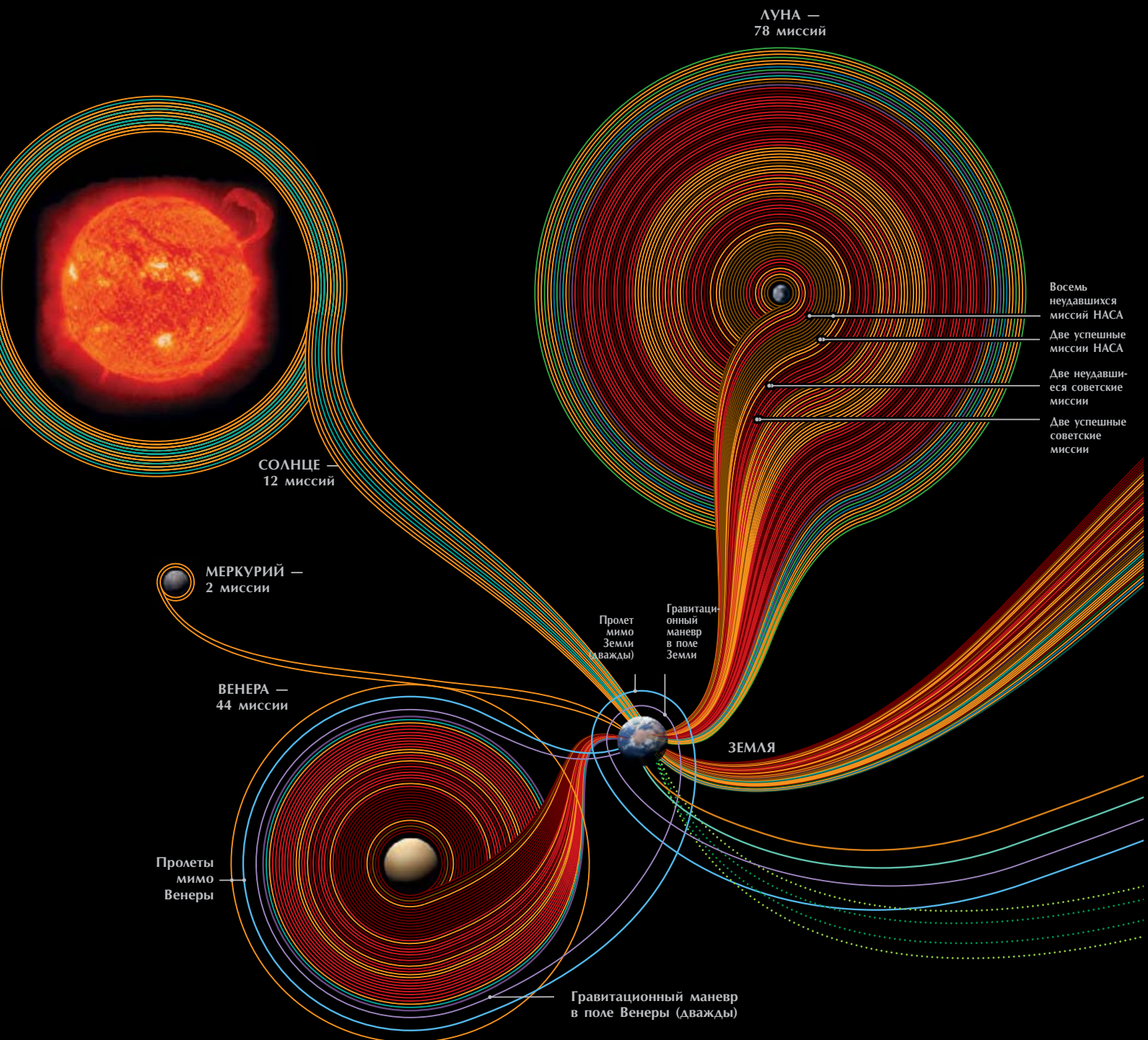
Со времени посадки первого космического аппарата на Луну целая космическая армада была отправлена с Земли для изучения Солнечной системы. Каждая линия на этом рисунке изображает одну из этих миссий.

## 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

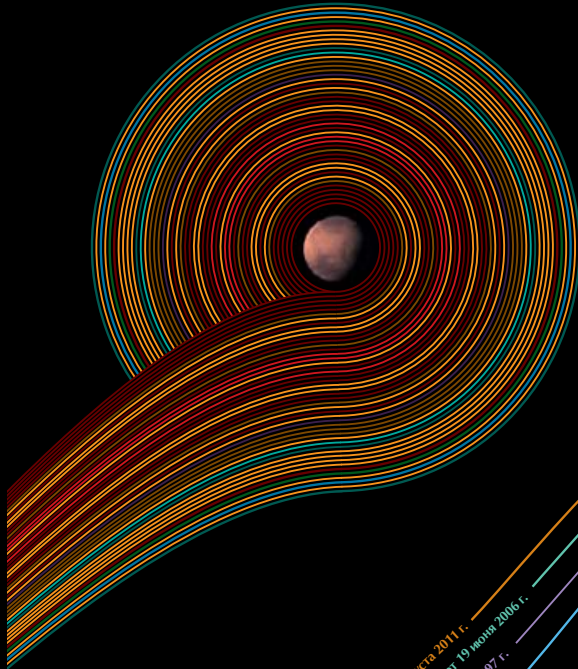


Не в масштабе

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**

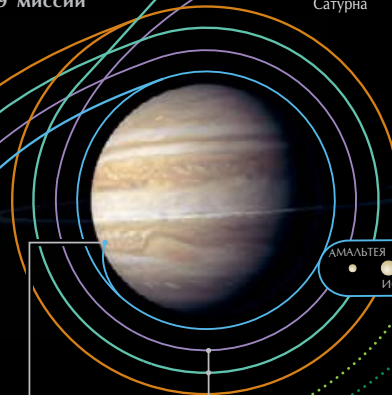


**ЦЕРЕРА (карликовая планета) — 1 миссия**



Не в масштабе

**ЮПИТЕР — 9 миссий**



Миссия завершилась падением аппарата на Юпитер 21 сентября 2001 года

Гравитационный маневр в поле Юпитера

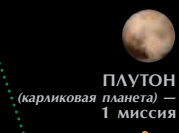
Пролет вблизи астероида Ида, открытие Дактия

- 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.
- ВОЯДЖЕР-1 — старт 5 сентября 1977 г.
- ВОЯДЖЕР-2 — старт 20 августа 1977 г.
- ПИОНЕР-10 — старт 2 марта 1972 г.

Первый космический аппарат, пересекший пояс астероидов

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

Пересек орбиту Сатурна 8 июня 2008 года

**САТУРН — 4 миссии**



Исследование спутников Сатурна



Космический аппарат Гюйгенс совершил посадку на Титан 14 января 2005 года

Исследование спутников Юпитера



# 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 долготы 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

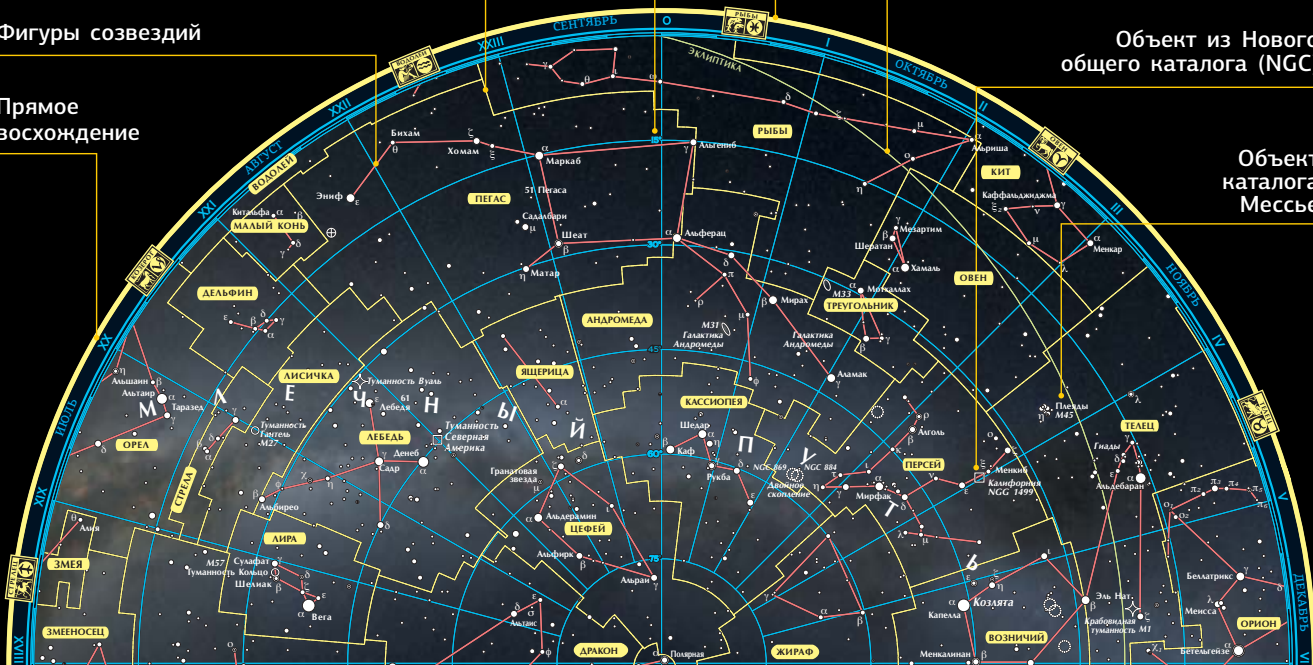
Прямое восхождение

Зодиак

Эклиптика (видимый путь Солнца на небе)

Объект из Нового общего каталога (NGC)

Объект каталога Мессье





## ВАЖНЕЙШИЕ ОБЪЕКТЫ

- 1 ПОЛЯРНАЯ ЗВЕЗДА
- 2 МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ
- 3 ГАЛАКТИКА АНДРОМЕДА:  
Единственная галактика северного полушария неба, видимая невооруженным глазом.

Звездная величина



Переменная звезда



Рассеянное звездное скопление



Шаровое звездное скопление



Галактика



Диффузная туманность



Планетарная туманность



Остаток сверхновой

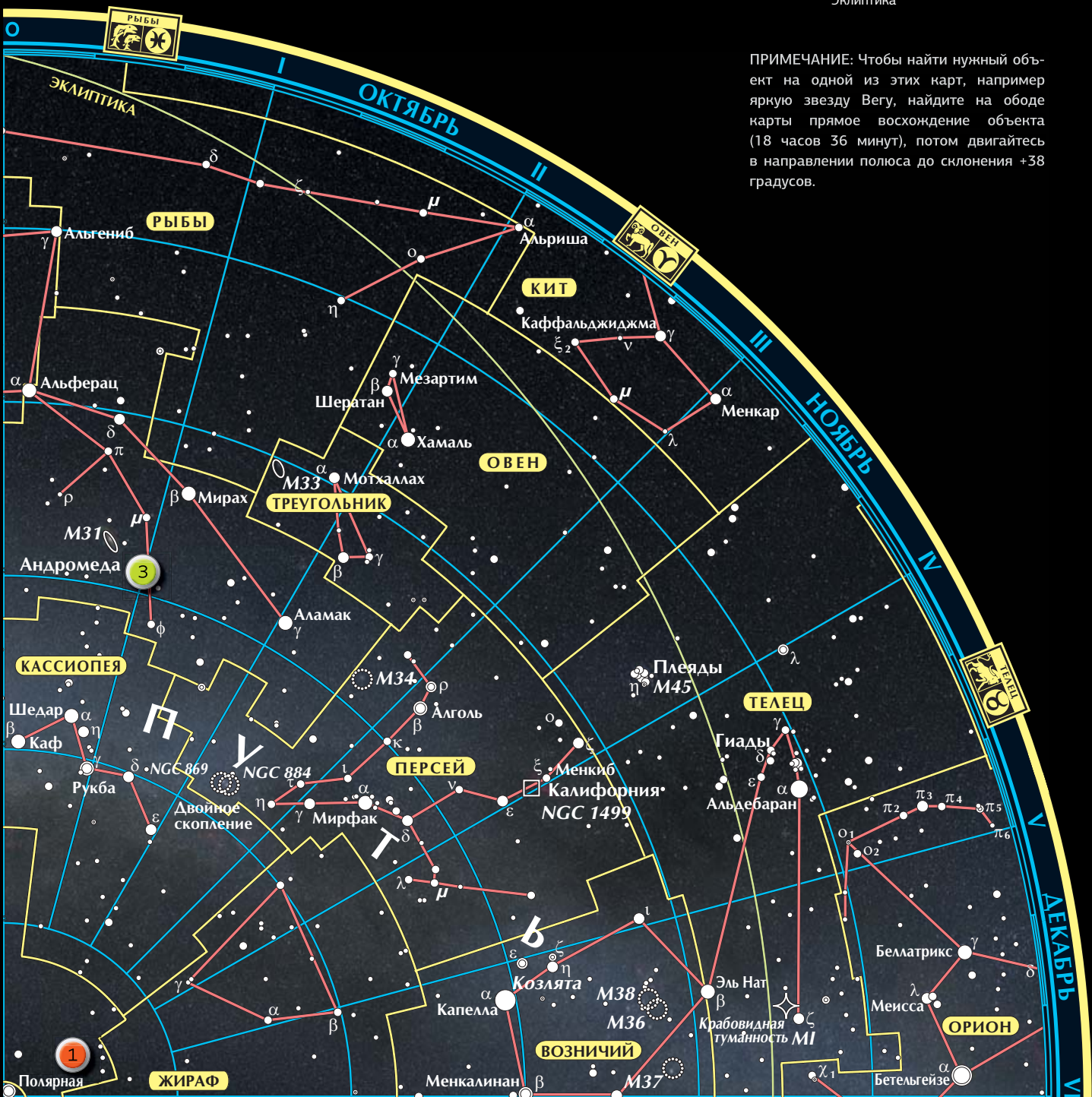


Границы созвездий



Эклиптика

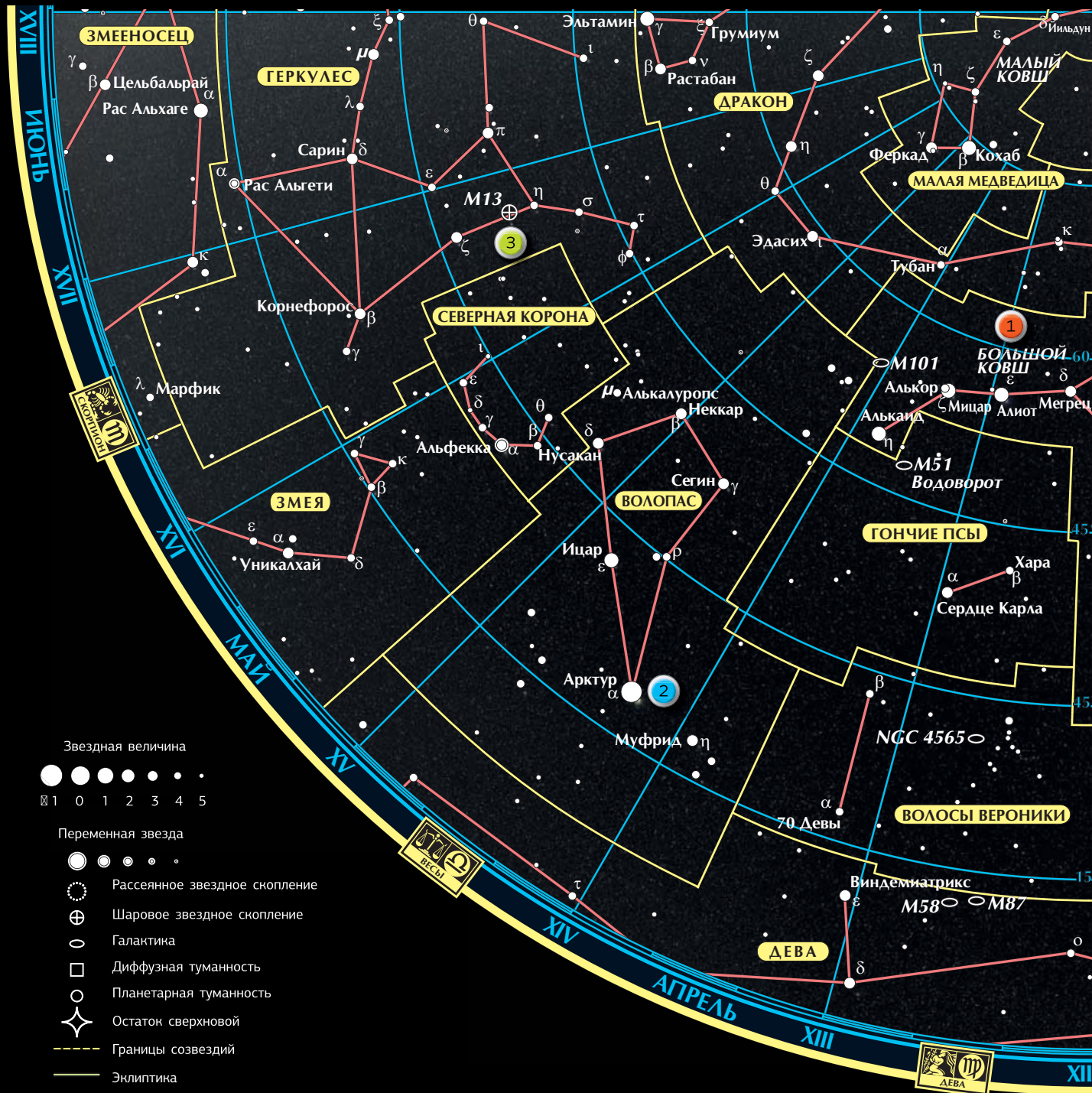
ПРИМЕЧАНИЕ: Чтобы найти нужный объект на одной из этих карт, например яркую звезду Вега, найдите на ободке карты прямое восхождение объекта (18 часов 36 минут), потом двигайтесь в направлении полюса до склонения +38 градусов.





# СЕВЕРНОЕ НЕБО: ЗИМА ☒ ВЕСНА

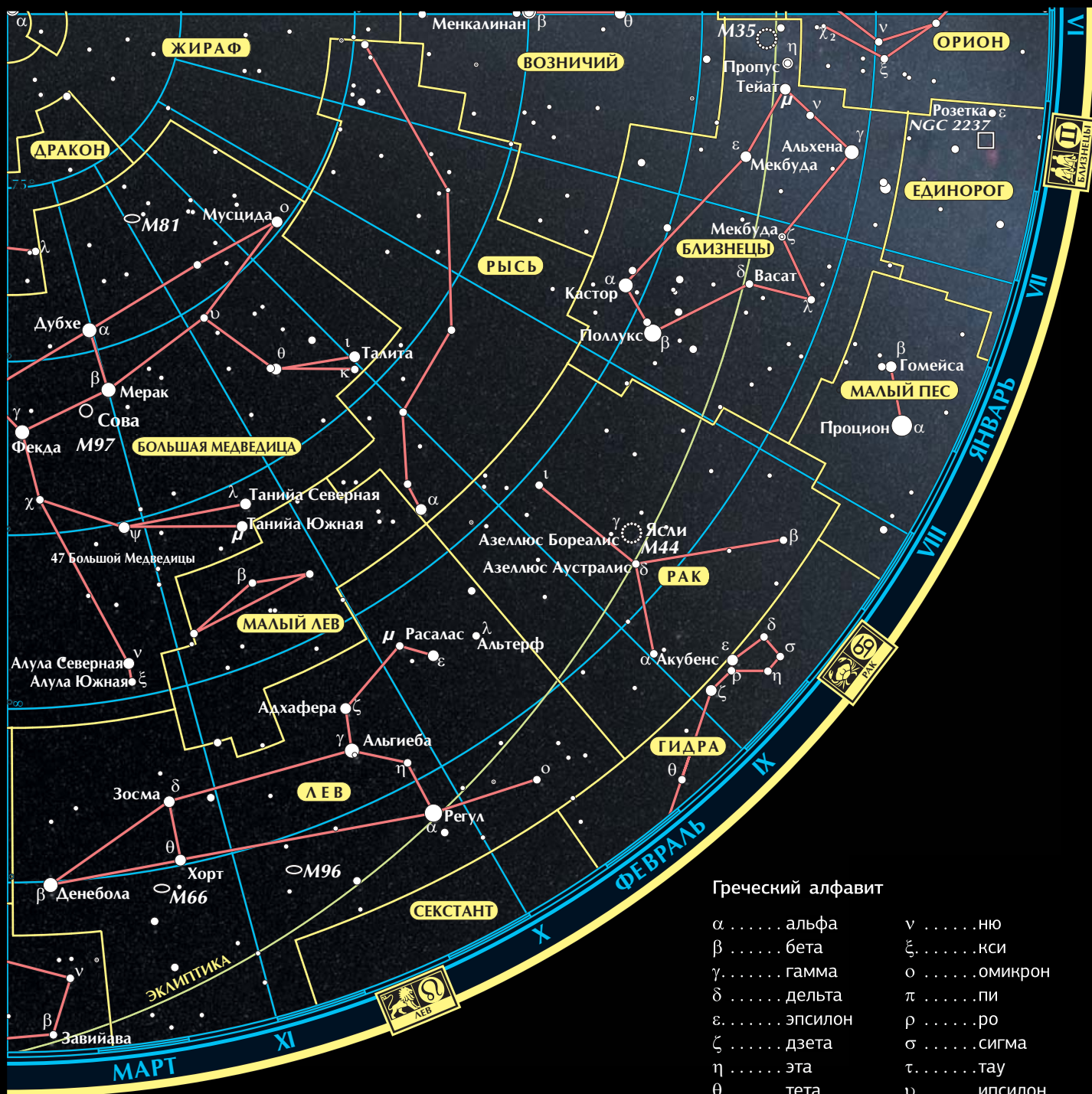
Изображенные на этой карте звезды и созвездия видны достаточно высоко на небе для наблюдателя в Северном полушарии в период с января по июнь.



**ПРИМЕЧАНИЕ:** Проще всего найти нужный объект, начав со знакомой конфигурации ☒ например ковша Большой Медведицы ☒ и ориентируясь по ней. Учтите, что из-за вращения Земли звезды на небосводе, как и Луна, перемещаются в течение ночи с востока на запад.

## ВАЖНЕЙШИЕ ОБЪЕКТЫ

- 1 БОЛЬШОЙ КОВШ: Эта фигура ☞ так называемый астеризм ☞ является частью созвездия Большая Медведица.
- 2 АРКТУР: Это четвертая по блеску звезда на небе, она расположена на «кончике» созвездия Волопаса.
- 3 М13: Ярчайшее шаровое скопление на северном небе.



### Греческий алфавит

α . . . . . альфа	ν . . . . . ню
β . . . . . бета	ξ . . . . . кси
γ . . . . . гамма	ο . . . . . омикрон
δ . . . . . дельта	π . . . . . пи
ε . . . . . эпсилон	ρ . . . . . ро
ζ . . . . . дзета	σ . . . . . сигма
η . . . . . эта	τ . . . . . тау
θ . . . . . тета	υ . . . . . ипсилон
ι . . . . . йота	φ . . . . . фи
κ . . . . . каппа	χ . . . . . хи
λ . . . . . лямбда	ψ . . . . . пси
μ . . . . . мю	ω . . . . . омега



## ВАЖНЕЙШИЕ ОБЪЕКТЫ

- 1 **ОРИОН:** Одно из самых выдающихся созвездий, видимое в Северном и Южном полушариях.
- 2 **ТУМАННОСТЬ УЛИТКА:** Большая и эффектная планетарная туманность.
- 3 **БОЛЬШОЕ МАГЕЛЛАНОВО ОБЛАКО:** Одна из двух галактик, видимых невооруженным глазом в Южном полушарии.

Звездная величина



Переменная звезда



Рассеянное звездное скопление



Шаровое звездное скопление



Диффузная туманность



Планетарная туманность



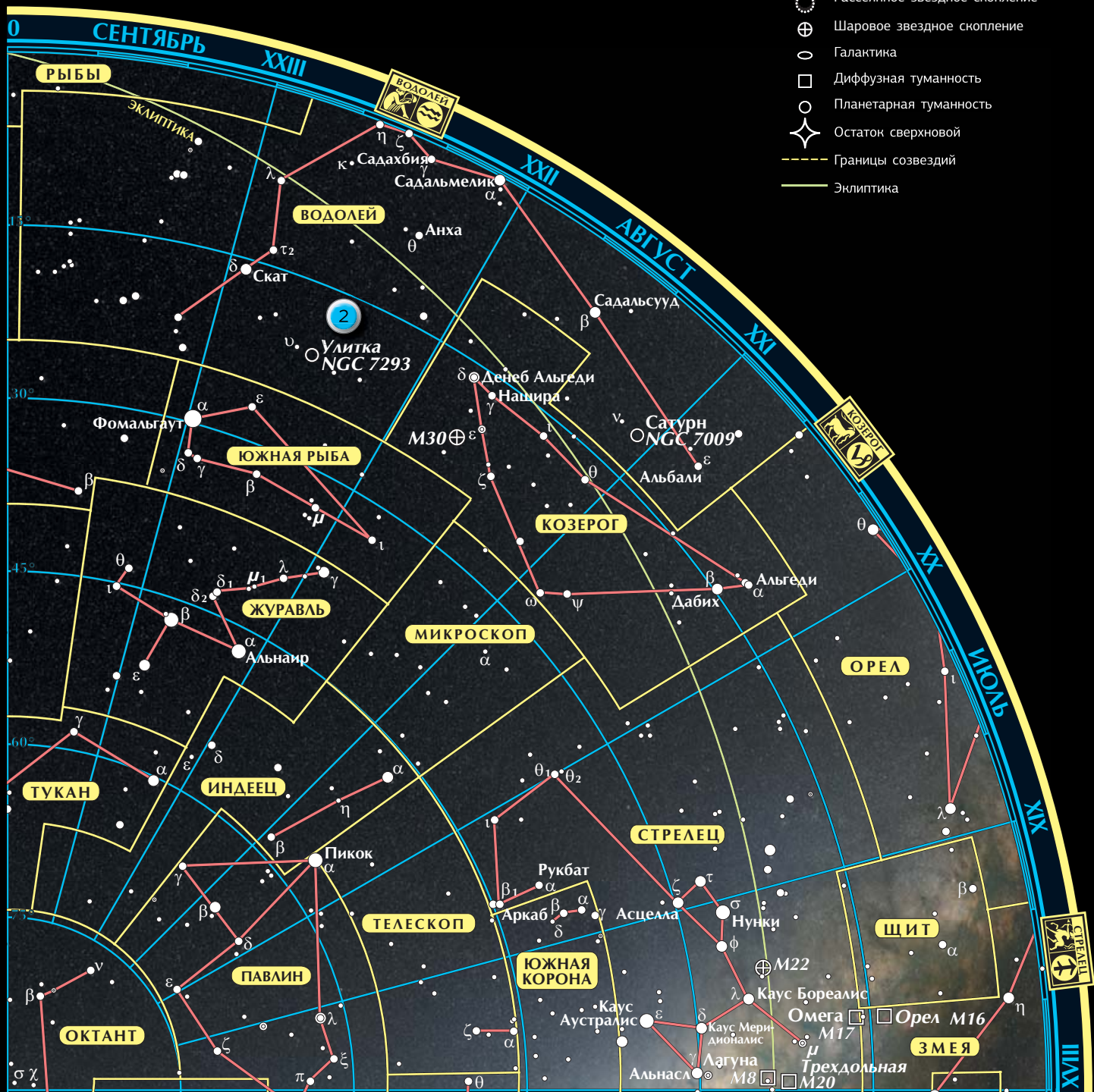
Остаток сверхновой



Границы созвездий

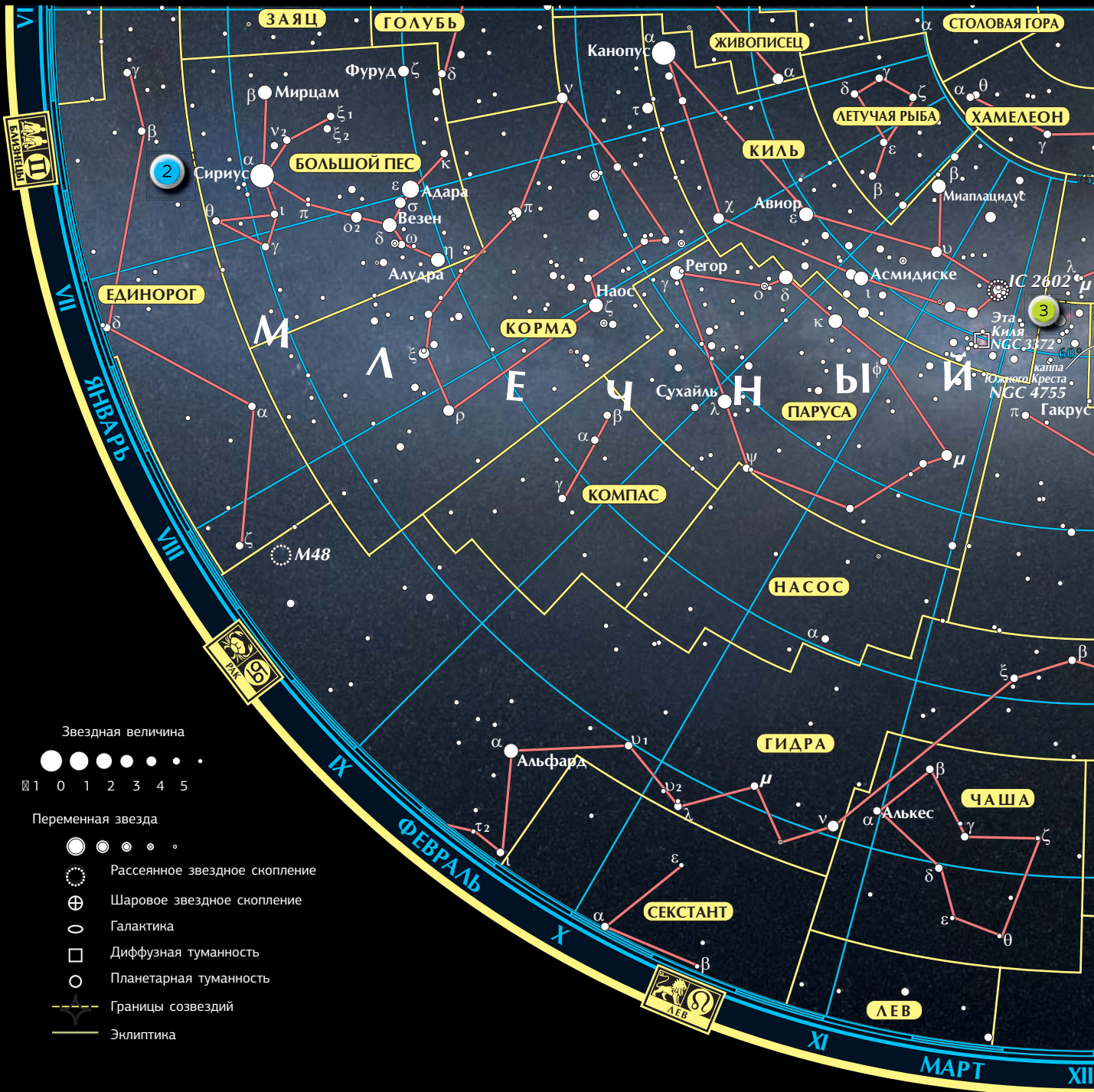


Эклиптика



# ЮЖНОЕ НЕБО: ЗИМА ☒ ВЕСНА

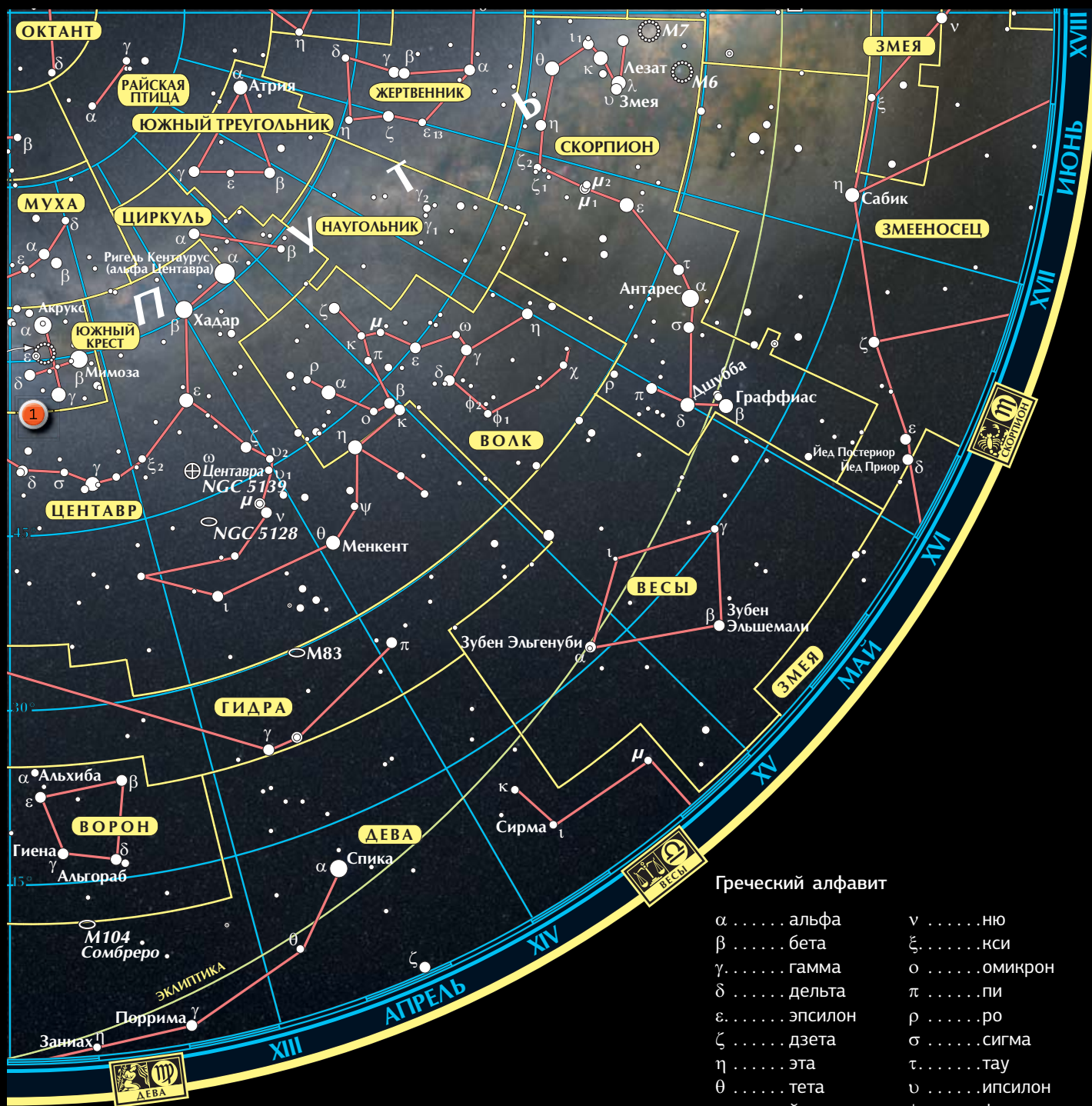
Изображенные на этой карте звезды и созвездия видны достаточно высоко на небе для наблюдателя в Южном полушарии в период с января по июнь.



**ПРИМЕЧАНИЕ:** Многие названия звезд ☐ в том числе Сириуса («жаркий день») ☐ греческого происхождения. Большое количество арабских названий звезд ☐ например Альгораб («ворон») ☐ следствие важной роли, которую сыграли арабские астрономы в определении положений светил на небе.

## ВАЖНЕЙШИЕ ОБЪЕКТЫ

- 1 ЮЖНЫЙ КРЕСТ: Значимое созвездие, видимое только в Южном полушарии.
- 2 СИРИУС: Ярчайшая звезда на небе (после Солнца).
- 3 ЭТА КИЛЯ: Неустойчивая массивная звезда, которая, по-видимому, должна взорваться как сверхновая.



### Греческий алфавит

α . . . . . альфа	ν . . . . . ню
β . . . . . бета	ξ . . . . . кси
γ . . . . . гамма	ο . . . . . омикрон
δ . . . . . дельта	π . . . . . пи
ε . . . . . эпсилон	ρ . . . . . ро
ζ . . . . . дзета	σ . . . . . сигма
η . . . . . эта	τ . . . . . тау
θ . . . . . тета	υ . . . . . ипсилон
ι . . . . . йота	φ . . . . . фи
κ . . . . . каппа	χ . . . . . хи
λ . . . . . лямбда	ψ . . . . . пси
μ . . . . . мю	ω . . . . . омега

# СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

**В** Китае говорят, что путь в тысячу ли начинается с одного шага. Так что есть смысл начать наше исследование Вселенной с родных астрономических задворков — с нашей Солнечной системы. В этой главе вы увидите потрясающие карты наших соседей с такой степенью подробности, которую еще поколение назад и представить себе было невозможно. Это результат нового метода исследования — с помощью космических аппаратов. Вблизи каждой планеты Солнечной системы хотя бы раз пролетал какой-нибудь космический аппарат, причем некоторые из них совершили посадку на поверхность планеты (например, на Марс и Венеру), а некоторые просто передавали на Землю изображения (как в случае с Юпитером и Сатурном). Мы исследовали не только планеты, но и их спутники и осознали, что у каждого тела в Солнечной системе есть своя уникальная история. Мы отошли от старых представлений о том, что жизнь могла возникнуть (а может быть, существует и сейчас) на Марсе и Венере, и сосредоточили свое внимание на холодных спутниках Юпитера и Сатурна, где, несмотря на низкие температуры, может существовать жизнь, и вы заметите эту смену ориентиров по тому, сколько внимания в этой главе уделено спутникам планет.

Наконец, данные современных исследований расширили наше представление о границах Солнечной системы за пределы орбиты Плутона в область так называемого пояса Койпера и облака Оорта. Там были обнаружены тела планетных размеров, и область внутренних планет теперь представляется как всего лишь небольшая часть всей Солнечной системы. Так, разрекламированное «развенчание» Плутона — это результат нового взгляда на нашу родную систему.

**В**се началось около четырех с половиной миллиардов лет назад с парящего в космосе огромного межзвездного облака. Сегодня мы видим упорядоченную совокупность планет, обращающихся вокруг довольно заурядной звезды. Вопрос: как же все это получилось? Если взглянуть на такую знакомую и родную Солнечную систему, то можно увидеть ряд закономерностей, которые подскажут нам ответ на этот вопрос. Во-первых, все планеты вращаются в одной плоскости; во-вторых, все планеты вращаются в одном направлении; и в-третьих, наиболее близкие к Солнцу планеты имеют небольшие размеры и каменистую поверхность, тогда как более удаленные планеты представляют собой газовые гиганты. Первые объяснения этих, а также многих других закономерностей были предложены в работах ученых XVIII века, прежде всего французского физика Пьера-Симона Лапласа (1749–1827).

### | ОБРАЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ |



#### РОЖДЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

ВОЗРАСТ: **4,5–4,6 МИЛЛИАРДА ЛЕТ**

РАССТОЯНИЕ ОТ ЦЕНТРА МЛЕЧНОГО ПУТИ: **28 000 СВЕТОВЫХ ЛЕТ**

ТИП ЗВЕЗДЫ: **ЗВЕЗДА ГЛАВНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ**

**СПЕКТРАЛЬНОГО КЛАССА G2-V**

ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ: **ВОДОРОД, ГЕЛИЙ,**

**КИСЛОРОД, УГЛЕРОД, АЗОТ**

---

ЧИСЛО ПЛАНЕТ: **8**

ПЛАНЕТЫ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ: **МЕРКУРИЙ, ВЕНЕРА, ЗЕМЛЯ, МАРС**

ГАЗОВЫЕ И ЛЕДЯНЫЕ ГИГАНТЫ: **ЮПИТЕР, САТУРН, УРАН, НЕПТУН**

ЧИСЛО КАРЛИКОВЫХ ПЛАНЕТ: **НЕ МЕНЬШЕ 5**

ЧИСЛО СПУТНИКОВ ПЛАНЕТ: **169**

РАССТОЯНИЕ ОТ СОЛНЦА ДО ОРБИТЫ НЕПТУНА: **30 А. Е.**

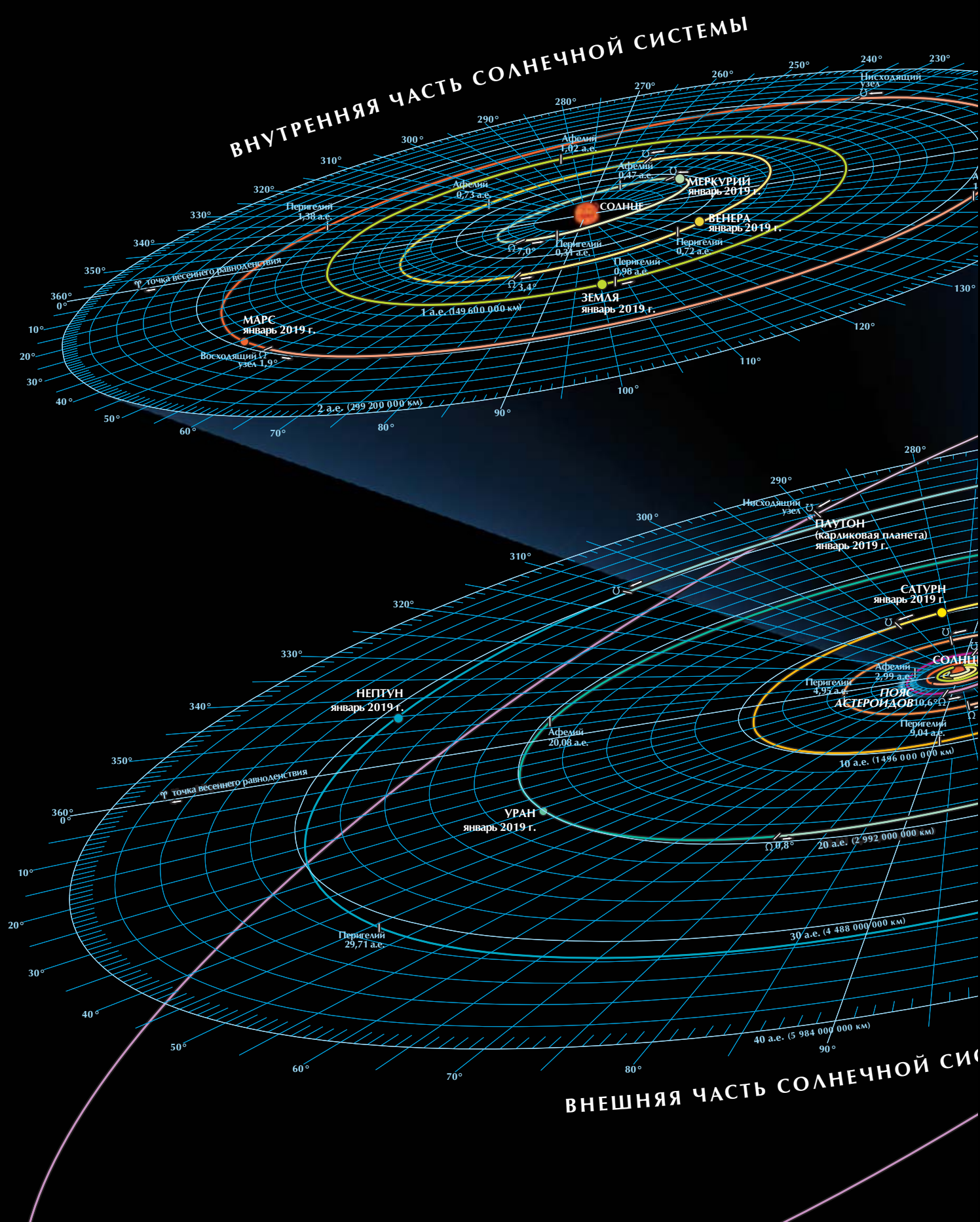
РАССТОЯНИЕ ОТ СОЛНЦА ДО ВНЕШНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАКА ООРТА:

**~100 000 А. Е.**

*Вверху:* Так художник изобразил планетную систему, которая образуется вокруг звезды ε Эридана.

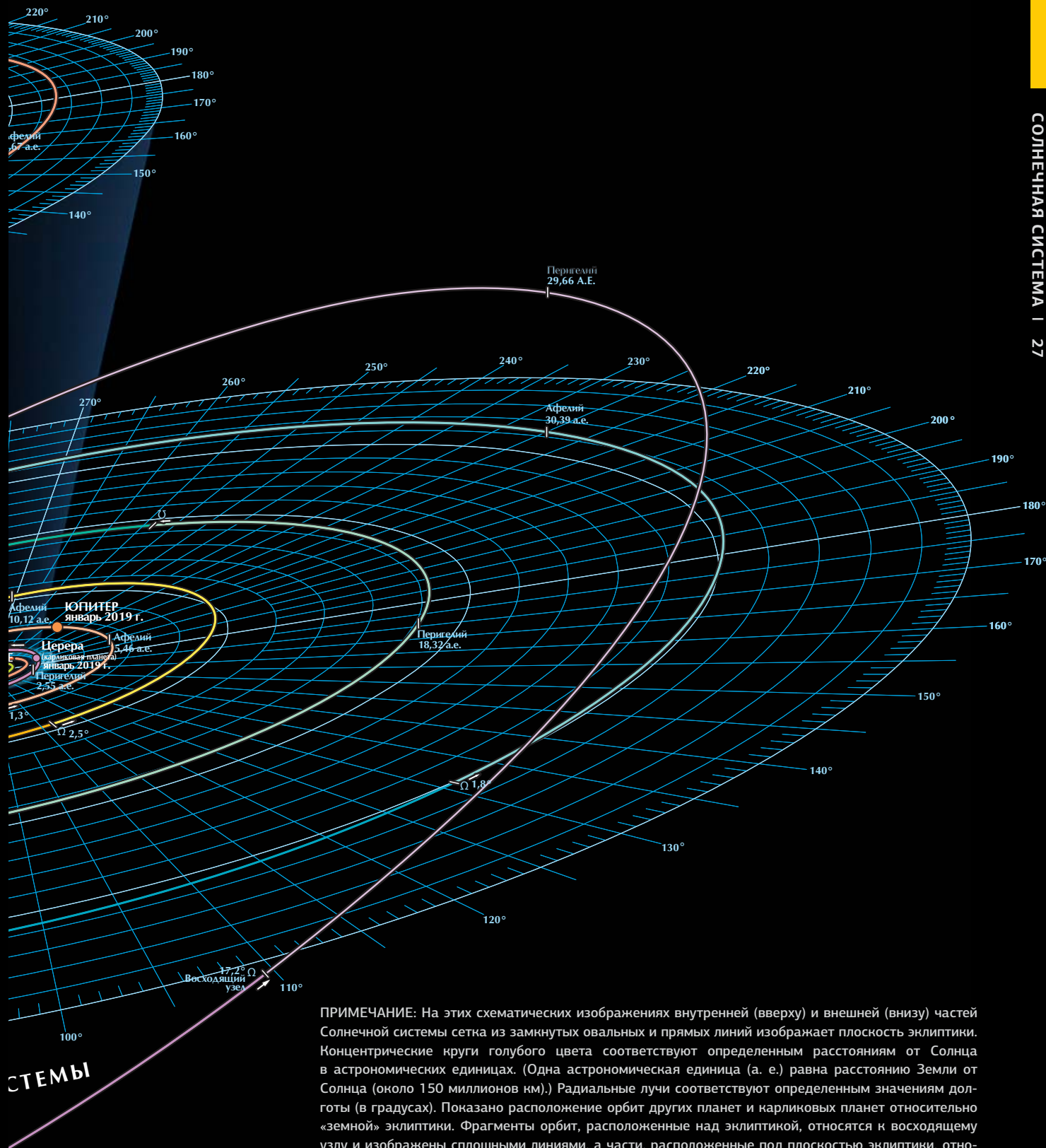


# СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА



Вокруг нашего массивного Солнца обращаются восемь планет, не менее пяти карликовых планет, свыше ста спутников планет и бесчисленное количество астероидов и комет. Четыре планеты земной группы образуют сравнительно компактное семейство во внутренней части Солнечной системы. За

пределами пояса астероидов вдали от солнечного тепла располагаются газовые внешние планеты. Все планеты обращаются вокруг Солнца примерно в той же плоскости, что и Земля. Это так называемая плоскость эклиптики. Исключением является Плутон, который теперь считается карликовой планетой.



**ПРИМЕЧАНИЕ:** На этих схематических изображениях внутренней (вверху) и внешней (внизу) частей Солнечной системы сетка из замкнутых овальных и прямых линий изображает плоскость эклиптики. Концентрические круги голубого цвета соответствуют определенным расстояниям от Солнца в астрономических единицах. (Одна астрономическая единица (а. е.) равна расстоянию Земли от Солнца (около 150 миллионов км).) Радиальные лучи соответствуют определенным значениям долготы (в градусах). Показано расположение орбит других планет и карликовых планет относительно «земной» эклиптики. Фрагменты орбит, расположенные над эклиптикой, относятся к восходящему узлу и изображены сплошными линиями, а части, расположенные под плоскостью эклиптики, относятся к нисходящему узлу и изображены пунктирными линиями.

СТЕМЫ

Лаплас полагал, что в случае диффузного межзвездного облака ☒ астрономы называют такие объекты туманностями ☒ обычные законы тяготения должны привести к образованию чего-то вроде нашей Солнечной системы. Эти светящиеся туманные пятнышки хорошо видны в телескоп и встречаются повсюду на ночном небе, и теория Лапласа о том, как такие облака могли эволюционировать, превращаясь в солнечную систему, получила название небулярной гипотезы (от латинского слова *nebula* ☒ «туманность»). Со временем эта гипотеза обросла множеством дополнительных деталей и сейчас по сути является общепринятой теорией.

Чтобы понять, как сформировалась Солнечная система, нужно начать с изучения ее межзвездного облака. Подобно другим таким облакам, это межзвездное облако состояло в основном из первичных газов, образовавшихся во время Большого взрыва, ☒ водорода и гелия ☒ с небольшой примесью более тяжелых элементов, синтезируемых в звездах (см. стр. 264☒69) . Согласно данным современных исследований, в нашем межзвездном облаке взорвались одна или несколько крупных звезд, что привело к образованию областей повышенной плотности. Под действием силы тяготения этих уплотнений к ним стало притягиваться окружающее вещество. В конце концов облако (первоначальный диаметр которого составлял около 10 световых лет) стало распадаться на отдельные фрагменты, которые сжимаются (коллапсируют) вокруг мест, где эти уплотнения возникли,

и одно из таких уплотнений ☒ так называемая досолнечная туманность ☒ в конце концов превратилось в нашу Солнечную систему. По мере сжатия этой газовой структуры туманность стала все быстрее вращаться. Предложенная Лапласом картина превращения туманности в Солнечную систему представляет собой весьма спокойный, упорядоченный процесс. Как мы увидим далее, представления о степени упорядоченности этого процесса изменились коренным образом в течение нескольких последних лет.

## МОРОЗ И СОЛНЦЕ

Конечно, тяготение неустранимо и продолжит действовать и после образования досолнечной туманности. По мере продолжения коллапса произошли две важные вещи: во-первых, большая часть массы досолнечной туманности оказалась сконцентрирована в центре, где она в конце концов превратилась в звезду, которую мы называем Солнцем. Во-вторых, по мере сжатия облака его вращение ускорялось подобно тому, как ускоряется вращение фигуристки, когда она прижимает к себе руки. Различные силы, действующие на вращающееся и сжимающееся облако, ☒ тяготение, давление, центробежная сила и даже магнитное поле ☒ приводят к «уплощению» небольшого количества вещества, которое не стало частью зарождающегося Солнца, ☒ оно концентрируется во вращающемся диске вокруг центрального шара. С образованием этого диска Солнечная система начинает обретать форму.

## ПЛАНЕТЫ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ

Давайте начнем с планет земной группы. Поскольку внутренняя часть диска оказалась практически лишена легких летучих веществ, эти планеты образовались в основном из тугоплавких веществ (например, железа, никеля и твердых кремниевых соединений). По мере обращения вокруг Солнца частички этих веществ сталкивались друг с другом и слипались, образуя в результате объекты размером с валуны, которые впоследствии объединялись в тела размером с горы ☒ так называемые планетезимали. Именно эти тела в конце концов соединились и образовали планеты.

До последнего десятилетия XX века предполагалось, что планеты образовались в значительной степени на своих

современных орбитах и в своем современном состоянии. Но компьютерные модели показывают нам совершенно иную, ошеломляющую картину. Конечным результатом описанного выше процесса стало образование внутренней Солнечной системы с десятками планетарных «зародышей» размером с Луну. За этим последовал невероятный планетный «бильярдный матч», в котором зародыши сталкивались между собой, слипались, распадались, а иногда и совсем улетали из Солнечной системы. Когда «планетный бильярд» закончился, во внутренней Солнечной системе остались четыре планеты ☒ Меркурий, Венера, Земля и Марс, ☒ которые мы видим сегодня.

## СООБРАЖЕНИЯ ПО ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ЗЕМЛИ

У многих возникает вопрос, каким образом ученые узнают о таких событиях, как образование Земли, которое происходило миллиарды лет назад. Давайте рассмотрим часть этого процесса — разделение планеты на ядро, мантию и кору, описанное на стр. 60. Разгадывание подробностей этого процесса — самый настоящий научный детектив.

Все началось с пылевого облака, из которого образовалась Солнечная система. В этом облаке было определенное количество атомов гафния-182. (Гафний — относительно редкий элемент, в обычных условиях — серебристо-серый металл.) Ядра этих атомов нестабильны и распадаются с периодом полураспада около девяти миллионов лет, превращаясь в атомы вольфрама-182, который уже является стабильным. (Вольфрам — это металл, из которого обычно изготавливают нити в лампах накаливания.) Эти атомы интересны тем, что гафний химически взаимодействует с веществами, которые встречаются в земной мантии, в то время как вольфрам — с железом и никелем земного ядра. Это значит, что если железосодержащее вещество быстро осело в ядре до того, как гафний успел распастись, то большая часть вольфрама-182 должна находиться в мантии. С другой стороны, если дифференциация (разделение) на кору, мантию и ядро произошла после распада

всего гафния, то вольфрам-182 должен находиться в ядре.

Сравнив количество вольфрама-182 в мантийных породах с количеством, обнаруженным в метеоритах (которые никогда не подвергались дифференциации), ученые пришли к выводу, что земное ядро сформировалось примерно через 30 миллионов лет после начала конденсации Солнечной системы из газового облака.

Вот так маленький кусочек головоломки встал на место.

В процессе формирования диска зажглось Солнце и стало нагревать расположенное вблизи него вещество. Вплоть до расстояний между современными орбитами Марса и Юпитера из-за высокой температуры летучие вещества, такие как вода, не могли существовать в твердом виде. За этой границей, которую астрономы называют «линией замерзания», такие вещества сохранились в твердой ледяной форме. Таким образом, «стройматериалы» для внутренних планет отличались от имевшихся для планет за пределами линии замерзания. Поэтому неудивительно, что расположенные вблизи Солнца так называемые планеты земного типа отличаются от более далеких юпитероподобных планет.

О том, что происходило с этого момента, мы знаем главным образом благодаря подробным компьютерным моделям эволюции ранней Солнечной системы. Последующее изложение в основном представляет собой краткий пересказ этих расчетов.



ПЫЛЬ ВОКРУГ МОЛОДОЙ ЗВЕЗДЫ —  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПЛАНЕТ

ФОРМИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ  
ДЛИЛОСЬ СВЫШЕ

50

МИЛЛИОНОВ ЛЕТ

