

100
ОТКРЫТИЙ,
ИЗМЕНИВШИХ
НАУКУ

ВСЕЛЕННАЯ

ИЛЛЮСТРИРОВАННАЯ
ИСТОРИЯ
АСТРОНОМИИ

РАСКЛАДНОЙ
ПУТЕВОДИТЕЛЬ

ВНУТРИ

ПО ИСТОРИИ
АСТРОНОМИИ
И ЗВЕЗДНОМУ
НЕБУ

САМЫЕ ЛУЧШИЕ ИСТОРИИ О ЗЕМЛЕ, ЗВЕЗДАХ, ВСЕЛЕННОЙ

ВСЕЛЕННАЯ

ИЛЛЮСТРИРОВАННАЯ ИСТОРИЯ
АСТРОНОМИИ

THE
UNIVERSE

AN ILLUSTRATED HISTORY
OF ASTRONOMY

TOM JACKSON

WORTH PRESS

ВСЕЛЕННАЯ

ИЛЛЮСТРИРОВАННАЯ ИСТОРИЯ
АСТРОНОМИИ

ТОМ ДЖЕКСОН



ЭКМО
МОСКВА
2015

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	6	21	Кеплеровы законы движения планет	30	
1	Монументы звездам	10	22	Звездный вестник	32
2	По следам Солнца и Луны	11	23	Прохождение Венеры по диску Солнца	34
3	В поисках рисунков	12	24	Гюйгенс видит кольца Сатурна	34
4	Неподвижные и странствующие звезды	14	25	Телескоп-рефлектор Ньютона	35
5	Боги в космосе	15	26	Проведение меридианов	36
6	Земля в центре мира	16	27	Скорость света	37
7	Превращение в сферу	17	28	Закон всемирного тяготения	38
8	Гелиоцентрическая теория	18	29	Комета Галлея	39
9	Эратосфен измеряет Землю	18	30	Форма Земли	40
10	Колесо в колесе	20	31	Карта южного неба	41
11	Антикитерский механизм	21	32	Навигационная астрономия	42
12	Юлианский календарь	22	33	Проблема долготы	44
13	«Альмагест» Птолемея	22	34	Возраст Земли	45
14	Астролябия	24	35	Новая планета	46
15	Появление Крабовидной туманности	25	36	Объекты Мессье	47
16	Коперник меняет мир	26	37	Стандартные свечи	47
17	Обсерватория Тихо Браге	27	38	Ускользящий первый астероид	48
18	Новый календарь	28	39	Фраунгоферовы линии	49
19	Магнитная планета	29	40	Эффект Кориолиса	50
20	Телескоп Липперсгея	30	41	Звездный параллакс	51
			42	«Левиафан»	52
			43	Вычисленный Нептун	53
			44	Удивительный свет	54
			45	Маятник Фуко	55
			46	Солнечный цикл	56
			47	Гелий — солнечный газ	57



На титульном листе: изображение неба, полученное орбитальным широкоугольным инфракрасным телескопом WISE (Wide-field Infrared Survey Explorer), на котором видно, как различается интенсивность инфракрасного (теплого) излучения, приходящего из глубокого космоса. Наша галактика Млечный Путь видна как голубой диск в центре.



48	Марсианские каналы	58	72	Вечное эхо	86
49	Стандартизация времени	59	73	Сигналы из космоса	86
50	Космические путешествия	60	74	Гамма-всплески	87
51	Наклон земной оси	61	75	Проект «Аполлон»	88
52	Предел скорости во Вселенной	62	76	Орбитальные станции	90
53	Космические лучи	63	77	Стрелец А*	91
54	Классификация звезд	64	78	Есть посадка!	92
55	Искавление пространства-времени	66	79	Изучение лунных камней	94
56	Острова в космосе	68	80	Вояджеры	96
57	Ракетный Роберт, пионер космонавтики	70	81	Магнитные звезды	97
58	Расширяющаяся Вселенная	71	82	Шаттл: космоплан многоразового использования	98
59	Последняя планета	72	83	Великий Аттрактор	100
60	Смерть звезд	72	84	Навстречу комете	100
61	Темная материя	73	85	SN 1987A	102
62	Энергия Солнца	74	86	Зонд «Магеллан»	103
63	Космические бомбы	76	87	Исследователь космического фона	103
64	Ракетный пилот	77	88	Космический телескоп «Хаббл»	104
65	Большой взрыв	78	89	Удар кометы	106
66	Атомные фабрики	80	90	Дежурный по Солнцу	107
67	Искусственные спутники	82	91	Чужие обнаружены?	108
68	Животные-космонавты	83	92	Темная энергия	109
69	Стратосферный дайвер	84	93	Мир в космосе	110
70	Космическая гонка	84	94	Уникальна ли Земля?	111
71	Звездоплаватель	85	95	«NEAR — Шумейкер»	112
			96	Облако Оорта и пояс Койпера	112
			97	Планетоходы	114
			98	Посадка на Титан	116
			99	Карликовые планеты	116
			100	Новая Земля	117
			101	Основы астрономии	118
				НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ	126
				ВЕЛИКИЕ АСТРОНОМЫ	130
				ПРЕДМЕТНЫЙ И ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ	140
				ИЛЛЮСТРАЦИИ И БЛАГОДАРНОСТИ	143

Введение

АСТРОНОМИЯ НАЧИНАЕТСЯ С РЯДА БОЛЬШИХ ВОПРОСОВ:

ГДЕ Я И ОТКУДА Я ПОЯВИЛСЯ? Самые разные мыслители задумывались о своем существовании, и в их ответах часто упоминались звезды. Иногда по ним гадали о путях судьбы, иногда они служили для навигации (то есть реально показывали путь), а иногда — были теми неподвижными точками, по которым измерялась Вселенная.

Наскальный рисунок тысячелетнего возраста, показывающий, что, как и все другие народы, американские индейцы на территории штата Нью-Мексико следили за небесными событиями

Это нечто вроде смартфона первого тысячелетия: астрольбия была часами, картой, оракулом и компасом в одном флаконе



Чтобы изучать небеса, нужно немало воображения. Наша картина мира формировалась благодаря абстрактным размышлениям огромного числа философов, мудрецов и ученых. И она до сих пор остается во многом умозрительной. Мы не можем посетить другие звезды, чтобы увидеть их вблизи, менее 500 человек удостоились привилегии разорвать оковы гравитации и взглянуть на Землю из космоса. Лучшие виды соседних планет получены с помощью оптических инструментов. Наше понимание строения Вселенной прошло долгий путь от древних астрологов, через навигаторов до современных ученых.

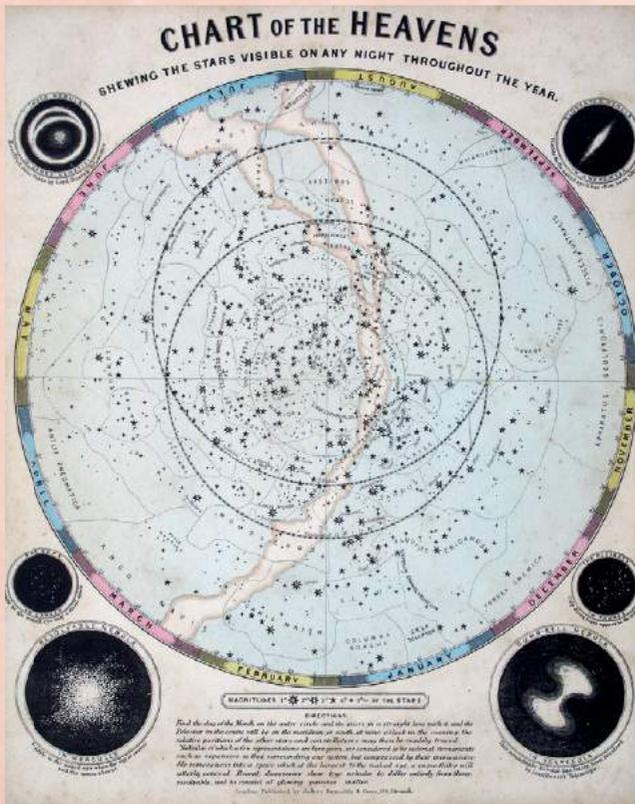
Каждый шаг на этом пути познания, в этом потоке астрономических идей сам по себе является захватывающей историей, и мы собрали в этой книге сотни самых лучших из них. Все эти истории связаны с тем или иным *основанием* — весомой проблемой, которая

привела к открытию и изменила представления о Земле, звездах, всей Вселенной и нашем месте в ней.

ОСНОВАНИЯ

Поиски знания — это бесконечная работа, в ходе которой понимание вырастает на фундаменте наблюдений, откуда вытекают интуитивные догадки, становящиеся теориями и скрепляемые фактами. Каждое новое *основание* добавляет детали — финальные штрихи или серьезный пересмотр — к нашей картине мира, к пониманию того, где мы находимся, кто мы и... одни ли мы.

Захватывающий дух вид звездного неба в ясную ночь — достаточная причина для того, чтобы древние астрономы воспринимали его как нечто мистическое и божественное. Возможно, первые звездные каталоги были попытками лучше понять богов и тем самым предска-



Развитие промышленности в XIX веке сделало широкодоступными сложные звездные карты и простые телескопы, превратив астрономию в любительское занятие. Даже сегодня многие небесные объекты первоначально открываются в ходе любительских наблюдений

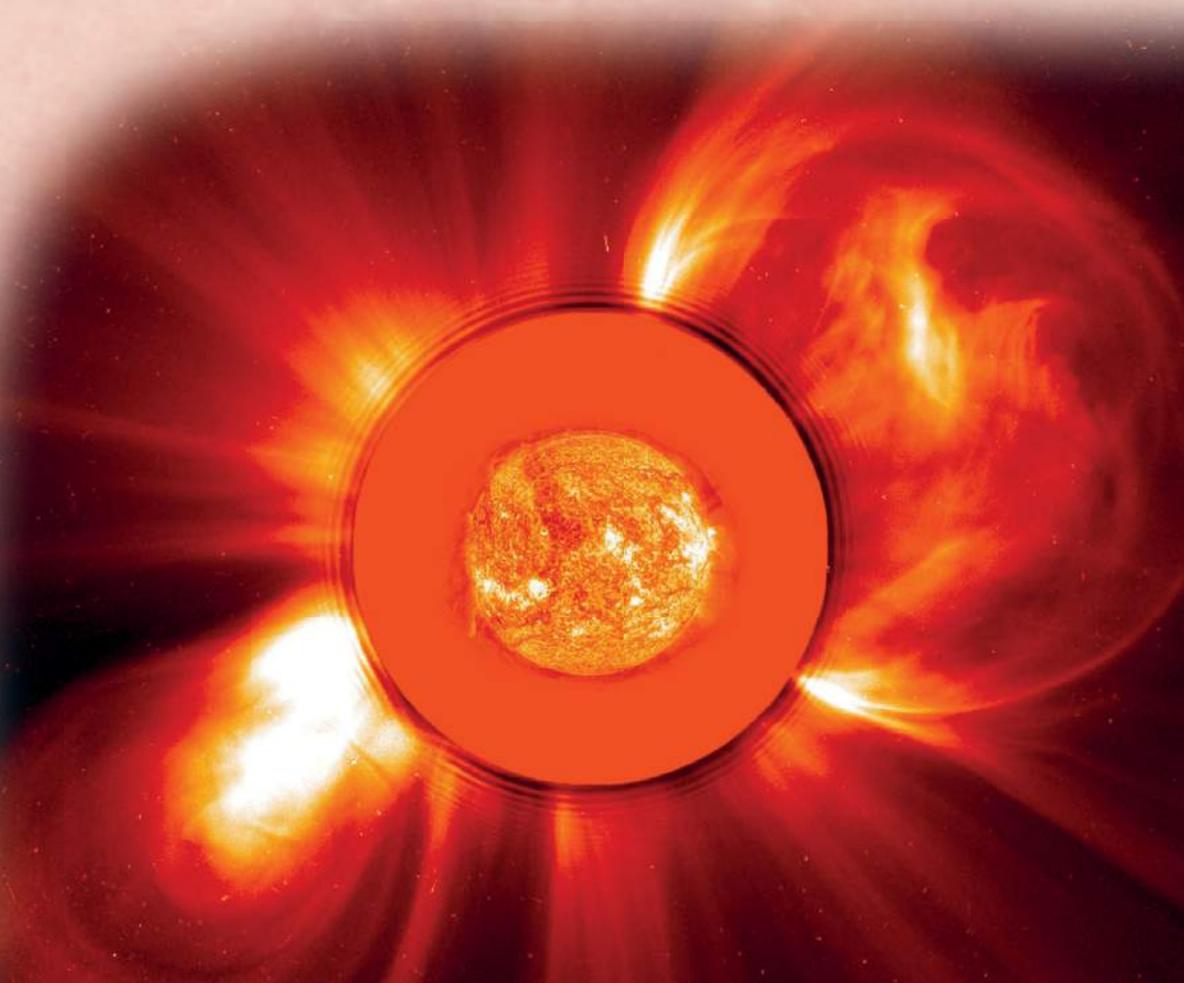
Современные астрономы заглядывают все дальше в глубины космоса и вместе с тем все дальше во времени. Но они также заново присматриваются к уже известным объектам с использованием новых технологий. На этой иллюстрации показано ультрафиолетовое (невидимое невооруженным глазом) излучение, испускаемое во время солнечной вспышки. Похожие на пузыри выбросы вещества возникают всего за несколько часов и более чем вдвое превосходят Солнце по размерам

зять, что готовит нам будущее. Однако другая человеческая черта, склонность везде искать закономерности, вскоре заставила астрономов в Мексике и Китае начать систематизировать величественную музыку огней в ночном небе.

Путь указывают исключения

На фоне тщательно зафиксированных данных выделялись объекты, подчинявшиеся общим правилам. И именно эти особые тела — планеты, кометы, новые (внезапно появившиеся звезды) и туманные водовороты посреди точечных звездных огней — стали первыми подсказками, которые помогли нам разрешить многие загадки космоса.

Сегодня у нас есть детально прописанная история Вселенной, или, по крайней мере, мы так считаем. Существует невообразимо громадное пространство, где можно открывать новые аномалии, способные изменить принятые представления о ходе вещей, причем уже не в первый раз. Современная астрономия, подобно другим наукам, разветвляется на множество направлений. Она включает и астросейсмологов, следящих за колебаниями внутри звезд, и астробиологов, которые ищут места, где могла бы закрепиться жизнь, и космологов, рассматривающих общую картину Вселенной. Но оказывается, астрономам все еще доступен лишь один процент этой картины, все остальное скрывается во тьме — в самом буквальном смысле. Сможем ли мы все это увидеть?



Масштабы Вселенной

Вселенная, конечно, грандиозна, но точные цифры ее масштабов не укладываются в наше воображение. Мы можем приблизиться к пониманию ее размеров, когда результаты измерений записаны или изображены на картинке. Но все равно человеческие масштабы, наше чувство личного пространства и места во Вселенной кажутся ничтожными, почти не существующими в сравнении со всей этой пустотой, лишь изредка нарушаемой поистине гигантскими объектами.

На этой схеме показаны относительные размеры планет Солнечной системы и их спутников, но не расстояния между ними. Солнце тоже дано не в масштабе



ИЗМЕРЕНИЕ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Эратосфен был первым человеком, измерившим величину Земли на основе объективных данных. Он нашел, что ее окружность составляет 252 000 стадиев. Эта единица соответствовала длине арены, где александрийские атлеты завоевывали победы и терпели поражения, порой в полной экипировке, а порой будучи обнаженными. Миля — другая очень старая единица измерения, хотя и остающаяся в употреблении. Она была равна расстоянию в 1000 шагов марширующего римского легиона. Метр, на котором сегодня основываются все научные измерения, был первоначально определен как десятиmillionная часть расстояния от полюса до экватора. Все эти единицы работают в человеческом масштабе величин и осмыслены в применении к расстояниям на Земле, но они становятся неудобными в астрономических масштабах: до Венеры 42 миллиарда метров (при максимально сближении), до Луны — 356 миллионов метров. Даже для наших ближайших соседей числа получаются слишком большими, чтобы их представить.

В ПРЕДЕЛАХ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Когда астрономы ведут измерения в Солнечной системе, нашей крошечной области Вселенной, они пользуются астрономическими единицами (а. е.). Одна астрономическая единица — это среднее расстояние

от Земли до Солнца. Она примерно равна 150 миллионам километров. Астрономическая единица очень условна. Насколько мы далеки от Солнца? В одной астрономической единице. При максимальном сближении Венера подходит к нам на 0,3 а.е., Марс — на 0,5 а.е., а орбита Нептуна лежит в 30 а.е. Но это только начало. Солнечная система тянется по крайней мере в пять тысяч раз дальше по всем направлениям. И там астрономическая единица становится уже не столь удобной. Ближайшая звезда находится в 268 тысячах а. е. от Солнца. Нужна новая единица измерения.

ГДЕ УГОДНО ЕЩЕ

Почти вся информация о Вселенной за пределами Солнечной системы приходит к нам в форме света или другого электромагнитного излучения (радиоволн, рентгеновских лучей и т. п.). Все они движутся с одной и той же скоростью — чуть быстрее 7 а.е. в час, или 299 792 458 метров в секунду. Свету от ближайшей звезды, Проксимы Центавра, нужно 4,24 года, чтобы дойти до нас. Поэтому говорят, что она удалена на 4,24 светового года. Ну а у нас новая единица расстояния. Световой год — это примерно 63 000 а.е. (около 10 триллионов километров). Видимая Вселенная простирается на 13,8 миллиарда световых лет во все стороны. Возможно, однажды нам понадобится еще одна единица измерения.

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Земля находится в 8 световых минутах от Солнца. (Столько времени солнечному свету нужно, чтобы дойти до нас.) Юпитер расположен в 40 световых минутах, а Нептун — в четырех световых часах. Солнечная система заканчивается примерно на расстоянии в 0,5 светового года.

БЛИЖАЙШИЕ ЗВЕЗДЫ

Ближайшая звезда, Проксима Центавра, — тусклый красный карлик, скрывающийся неподалеку от системы альфы Центавра, — расположена в 4,24 светового года от нас. Следующие 15 ближайших звезд находятся в пределах 11 световых лет от Солнца.

ГАЛАКТИКА

Солнечная система расположена в Рукаве Ориона галактики Млечный Путь. Этот рукав имеет в поперечнике 3500 световых лет. А вся наша Галактика диаметром более 100 тысяч световых лет.

МЕСТНАЯ ГРУППА ГАЛАКТИК

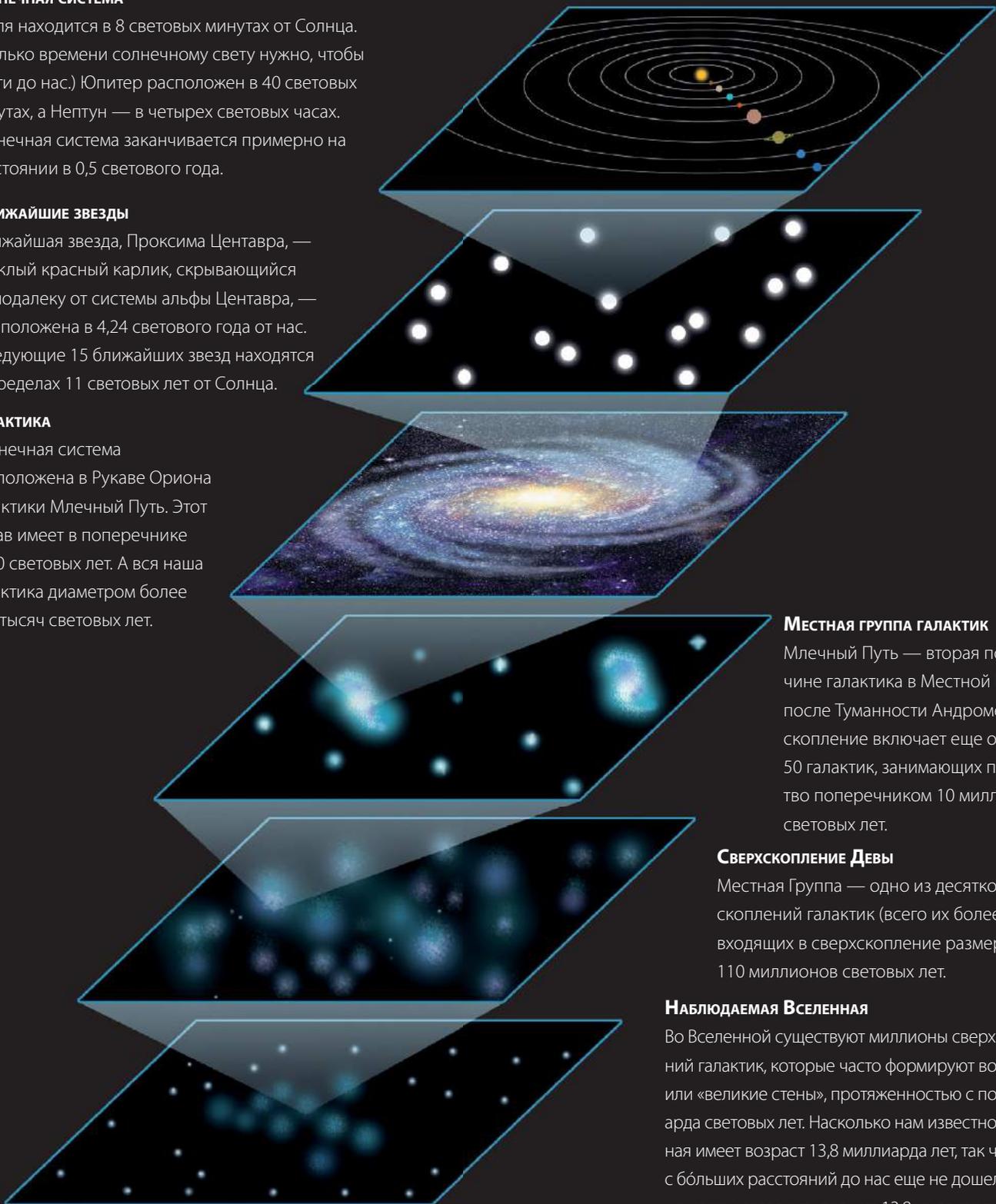
Млечный Путь — вторая по величине галактика в Местной Группе, после Туманности Андромеды. Наше скопление включает еще около 50 галактик, занимающих пространство поперечником 10 миллионов световых лет.

СВЕРХСКОПЛЕНИЕ ДЕВЫ

Местная Группа — одно из десятков других скоплений галактик (всего их более сотни), входящих в сверхскопление размером около 110 миллионов световых лет.

НАБЛЮДАЕМАЯ ВСЕЛЕННАЯ

Во Вселенной существуют миллионы сверхскоплений галактик, которые часто формируют волокна, или «великие стены», протяженностью с полмиллиарда световых лет. Насколько нам известно, Вселенная имеет возраст 13,8 миллиарда лет, так что свет с больших расстояний до нас еще не дошел. Мы пока не можем заглянуть дальше 13,8 миллиарда световых лет. Но, возможно, Вселенная еще больше... однако свет из ее отдаленных уголков нас пока не достиг.



1 Монументы звездам

Мегалиты Стоунхенджа — возможно, самый древний доисторический монумент. (Отчасти он сохранился благодаря тому, что в прошлом веке его для безопасности укрепили бетоном.) До сих пор продолжаются споры о назначении этой каменной постройки. Служил ли он ареной для песнопений или был целительским центром? Но, как правило, считается, что это был солнечный календарь, в котором восход солнца в середине лета отмечался с помощью арок.

Астрономия — наука такая же древняя, как само человечество.

Для наших доисторических предков свет звезд, усеивающих темноту ночного неба, складывался в определенные узоры. Похоже, многие постройки, оставшиеся с тех далеких времен, создавались, чтобы выразить чувство глубокого трепета перед непрекращающимся движением небес.

Человеческий разум устроен так, что во всем стремится усмотреть знакомый рисунок или ритм. Это было нужно, чтобы вовремя заметить очертания притаившегося в засаде хищника, вспомнить расположение источников воды и пищи, выстраивать взаимоотношения с друзьями и незнакомцами. Не нужно большого воображения, чтобы представить себе, как из поколения в поколение древние человеческие культуры прослеживали тесную связь между сезонными ритмами и периодическим появлением небесных тел. Так зародилась астрономия.



ТЕНЕВОЙ ЗМЕЙ

Эль-Кастильо (главная пирамида майянского комплекса Чичен-Ица в Мексике) имеет 365 ступеней — по одной на каждый день года. Пирамида — это храм Кукулькана, летающего змееподобного бога. В дни осеннего и весеннего равноденствия ступенчатые ребра пирамиды отбрасывают на балюстрады северной лестницы змеящиеся тени — образы летающего по небу Кукулькана.



С развитием сельского хозяйства связь между звездами и сезонами стала играть особенно важную роль. Преждевременный или запоздалый посев был равносильным отсроченной голодной смерти. В условиях столь высоких ставок пропитанные суевериями примитивные культуры делали все возможное, чтобы вызвать благосклонность небесных сил. Вот почему древние цивилизации растрчивали миллионы человеко-часов, воздвигая каменные монументы богам неба. Многие были построены так добротнo, что сохранились до наших дней. Некоторые из них, подобно Стоунхенджу, отмечают положение Солнца в такие ключевые моменты, как равноденствия (когда день равен по продолжительности ночи) или солнцестояния (самый длинный и самый короткий дни в году). Другие просто изображают небеса, чтобы установить надежную связь с богами. Имеющие квадратные основания пирамиды в египетской Гизе ориентированы по сторонам света. Но, поскольку компас был придуман лишь через 2500 лет после их строительства, древние землемеры должны были определять направления по звездам, чтобы благоприятным образом расположить эти мегагробницы.

2 По следам Солнца и Луны

СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ДВИЖЕНИЙ СОЛНЦА, ЛУНЫ И НЕКОТОРЫХ ЯРКИХ ЗВЕЗД заложила основу для первых календарей. Потом древние астрономы пошли дальше и использовали данные для предсказания явлений, таких, как затмения.

За две тысячи лет до нашей эры египетские и вавилонские астрономы уже установили, что приблизительная продолжительность года составляет 365 дней. Но они еще не догадывались, что это время, которое требуется Земле, чтобы совершить один оборот вокруг Солнца. Египтяне, например, строили свой год на появлениях Сириуса, Собачьей звезды, которые совпадали с разливами Нила.

Другие основные единицы — сутки и месяц — тоже основывались на астрономических явлениях: восходе и заходе Солнца и фазах Луны соответственно. Астрономы из Китая, Вавилона и, возможно, других культур отмечали положение Солнца и Луны настолько точно, что могли предсказывать затмения. Фалес Милетский — ключевая фигура в истории науки — предсказал солнечное затмение в 585 году до н.э. По легенде, именно это событие положило конец долгой войне между греками и персами.



Вавилонская глиняная табличка с записью наблюдений кометы в 163 году до н.э. Современный анализ показал, что это была комета Галлея

3 В поисках рисунков

НАВЕРНОЕ, ЭТО ЕСТЕСТВЕННО, ЧТО ЛЮДИ ПРОЕЦИРУЮТ СВОИ МИФЫ — ИСТОРИИ БОЖЕСТВЕННОГО ТВОРЕНИЯ И СВЕРХЪЕСТЕСТВЕННЫХ СОБЫТИЙ — на звездное небо, которое в буквальном смысле не принадлежит этому миру.

Созвездия, воображаемые рисунки на ночном небе, отражают характерные для культуры образы. Все мы более или менее знакомы с собаками, медведями, охотниками и героями, которые доминируют среди греческих созвездий и легли в основу современного астрономического деления неба. Эти созвездия приняты в качестве официальных обозначений участков небесной сферы. Остальные звездные рисунки являются «неофициальными».

Разные истории одних и тех же звезд

Возможно, лучший способ увидеть, как сильны связи между созвездиями и культурами, которые их породили, это взглянуть на одно из самых известных созвездий. То, что римляне на латыни называли *Ursa Major*, — это Большая Медведица, изначально появившаяся у греков. (Она была большей из двух, что занимают соседние области неба. Согласно мифу, это мать и сын, попавшиеся в сети ревности между Зевсом и его женой.) Однако в глазах более поздних наблюдателей семь ярчайших звезд Большой Медведицы стали Плугом. А еще позже в Северной Америке — Большим Ковшом.

В индуистской культуре Большой Ковш известен как Семь Мудрецов в честь важных персонажей ведической литературы. Семизвездие также упоминается в библейской книге пророка Амоса. Эта же группа звезд обнаружена выбитой на камне при раскопках датируемого четвертым тысячелетием до нашей эры захоронения у города Пуяна в китайской провинции Хэнь-Нань.

Млечный Путь образован свечением миллиардов звезд, составляющих вместе нашу Галактику

МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ

В Восточной Азии его называют Серебряной Рекой; в Индии это — Небесный Ганг; на Ближнем Востоке он больше известен как Соломенная Дорога, а в Центральной Азии — как Птичья Тропа. Все эти названия относятся к бледной полосе света, пересекающей все ночное небо, для которой сейчас официально принято европейское название — Млечный Путь. Его порой бывает трудно увидеть из-за современного светового загрязнения ночного неба. Наблюдениям мешает даже слабый лунный свет. Однако в подходящих условиях то, что римляне называли «виа лактеа», представляет собой грандиозное зрелище. Латинский термин происходит от греческого «галактикос киклос», означающего «молочный круг». Но на что же мы все-таки смотрим? Это вид нашей собственной галактики, называемой Млечным Путем, с того места, где расположено Солнце. Термин «галактика» также происходит от греческого слова, означающего молоко.





Современные формы

Строго говоря, Большой Ковш и другие подобные фигуры — это не созвездие, а астеризм — «неофициальный» рисунок, составленный из звезд. Его легко распознать, а в северных странах он всегда виден на небе. Также этот астеризм хорошо известен благодаря паре звезд, наиболее удаленных от ручки Ковша. Проведенная через них линия помогает любителям астрономии, туристам и попавшим в беду морякам найти Полярную звезду, которая получила такое название, поскольку всегда находится на севере.

Летний Треугольник — еще один астеризм, впервые описанный в 20-х годах прошлого века как относительно пустынная область неба между созвездиями Орла, Лиры и Лебеда. В 1950-х годах его популяризировал британский астроном и телеведущий Патрик Мур, который предлагал его любите-

лям астрономии в качестве объекта для наблюдений на

летние месяцы, когда большинство других интересных объектов северного неба обнаружить трудно.

На этом рисунке изображено созвездие Тельца, взятое из «Книги неподвижных звезд» — сделанной в XV веке копии труда арабского астронома Ас-Суфи. Эта книга объединяет греческие созвездия с астрономической традицией арабских ученых

История созвездий

Набор греческих созвездий, которые мы используем сегодня, вероятно, сложился в IV веке до н.э. Очевидно, эти рисунки не случайны, и их возникновение не обошлось без доли юмора. Многие из них связаны с мифами микенского происхождения (около 1000 лет до н.э.). Большинство завершается тем, что Зевс, главный из олимпийских богов, возносит персонажей на небеса — в награду или чтобы спасти их от земных страданий того или иного рода. Охотник Орион — еще одно известное созвездие, занимающее важное место в звездных историях. Он виден вместе со своими охотничьими собаками (Большой Пес и Малый Пес), выслеживающими быка (созвездие Тельца) и Зайца в качестве возможной добычи. По одному из мифов, Орион отказался дать богине свой лук. А посланный украсть его вор случайно убил охотника. Вот почему весной Орион полностью исчезает за горизонтом. По другому мифу, Орион охотился с богиней Артемидой, к большому неудовольствию Аполлона, ее брата, который убил Ориона скорпионьим жалом. Каждую ночь созвездие Ориона сдвигается к Западу, а на востоке поднимается вечно преследующий его убийца — Скорпион.

Греческие созвездия не охватывают всего неба. Большая часть Южного полушария небесной сферы оставалась пустой, поскольку была не видна из античного мира. По расположению этого «белого пятна» астрономы предположили, что современные созвездия восходят к 1130 году до н.э., когда все они были видны примерно с 33-го градуса северной широты, где в ту эпоху процветала месопотамская цивилизация.

«Дрезденский кодекс», названный так по немецкому городу, где он хранится, — это произведение литеатуры майя, написанное на листах обработанной коры фикуса. Возраст кодекса — около 800 лет. Но его содержание, как считается, появилось на несколько столетий раньше. Многие из его 78 страниц содержат сведения по астрономии, в том числе о Мировом Древе, созвездии, в основе которого лежал Млечный Путь



4 Неподвижные и странствующие звезды

Слово «зодиак», пожалуй, больше связано с астрологией, крайне сомнительной практикой предсказания будущего по положениям планет. Однако этот термин, означающий по-гречески «круг животных», имеет чисто астрономическое происхождение.

Многие понятия и концепции, применяемые в современной астрономии, пришли к нам из древнегреческой литературы, а та, по всей видимости, опирались на идеи, зародившиеся в Вавилоне или даже в еще более далеких от Греции странах. Евдокс, последователь Платона, живший в IV веке до н. э., считается самым надежным источником информации об античной астрономии. Созвездия, вошедшие в составленный им список, мы до сих пор используем в Северном полушарии неба. Древние астрономы из Китая, Индии и других стран применяли, конечно, другие созвездия.

Глиняный диск, изготовленный в Александрии, вероятно, в I веке до н. э., изображает двенадцать знаков зодиака, большинство из которых используется до сих пор



Движущиеся объекты

В числе прочего Евдокс включил в свое описание звездного неба вавилонскую концепцию зодиака. Это была полоса неба, где обитали крайне необычные объекты — планеты. По-гречески это слово означает «странники». Первоначально «странниками» называли Солнце, Луну и пять ярких звезд (которые тогда не считались планетами в современном смысле слова).

Солнце, самый большой и яркий из этих объектов, описывало на небе линию, называемую эклиптической. Этот термин отражает тот факт, что затмение (по-латыни *eclipsis*) происходит, когда Луна находится вблизи этой линии.

Остающиеся поблизости

Луна и планеты никогда не отдаляются от эклиптики слишком сильно (более чем на 10 градусов в каждую сторону), оставаясь в пределах уже упомянутого зодиака. Двенадцать зодиакальных созвездий и странствия по ним «блуждающих звезд» вызывали огромный интерес как у прорицателей, так и у натуралистов. Первые пытались предсказывать будущее, связывая даты рождений с путями семи «странников». Для философов же движущиеся по зодиаку светила были частями головоломки, которая могла раскрыть место Земли во Вселенной.

5 Боги в космосе

БЛУЖДАЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ, СВОБОДНЫЕ ДУХИ СРЕДИ НЕПОДВИЖНЫХ РИСУНКОВ СОЗВЕЗДИЙ, АССОЦИИРОВАЛИСЬ С БОГАМИ.

По сложившейся в науке традиции, планеты называли именами римских богов, память о сверхъестественных качествах которых дожила благодаря этому до наших дней.

Евдокс был также последователем учения о движении звезд древнегреческого математика Филолая. Тот считал, что Земля движется вокруг некоего центрального огня вместе с Солнцем, Луной и планетами, описывающими вокруг него все более широкие круги. Вместе с внешней сферой, на которой были зафиксированы созвездия, получалось девять небесных объектов, находящихся в вечном движении. Будучи пифагорейцем, Филолай считал девятку ущербным числом, а десятку — совершенным. Поэтому он предположил существование невидимого объекта — Анти-Земли. Она уравновешивала тяжелую Землю, всегда двигаясь с противоположной стороны от центрального огня.

Божества за работой

Движущиеся Луна, Солнце и пять планет были, таким образом, богами, занятыми своим делом — наблюдением за жизнью на Земле и влиянием на нее. Поэтому свойства планет стали считаться проявлением характера богов, которых они представляли. Меркурий (у греков — Гермес) был юным посланцем богов, всегда движущимся быстро и часто пропадающим из виду лишь для того, чтобы неожиданно появиться вновь, как правило, ненадолго. Следующую планету мы знаем как Венеру, римскую богиню любви, однако греки считали ее двумя звездами-близнецами: Геспер был вечерней звездой, первой появляющейся после заката, Фосфор же расцветал по утрам, впоследствии его отождествляли с Люцифером. Но это уже совсем другая история.

Недобрый красный свет следующей планеты сделал ее Марсом (Аресом у греков), богом войны и земледелия. Его месяц — март — считался лучшим временем, чтобы начать войну или посеять зерно (но не то и другое вместе). Юпитер (он же Зевс) — неторопливая, величественно движущаяся планета, считавшаяся предводителем богов. Во многих традициях главный бог свергает с трона своего отца. Юпитер сделал это с Сатурном (Кроносом, богом времени у греков). Сатурн остался странствовать у самых неподвижных звезд. Одинок ли он там? В конце концов, он ведь тоже узурпировал трон у своего отца Келуса, более известного под греческим именем Уран. Быть может, и он обретается где-то там? Не будем забегать вперед...



Римляне отождествляли ярчайшую и самую часто видимую планету с Венерой, богиней любви и плодородия. Она уравновешивала влияние Марса, от которого у нее был сын по имени Купидон — бог желания

Астрономическая наука и астрологические суеверия не были четко разделены между собой вплоть до XVI столетия. И наблюдения планет и других небесных тел часто интерпретировались как хорошие или дурные предзнаменования



6 Земля в центре мира

ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЙ ПРИНЦИП СОВРЕМЕННОЙ АСТРОНОМИИ СОСТОИТ В ТОМ, ЧТО ЗАКОНЫ ФИЗИКИ, НАБЛЮДАЕМЫЕ НА ЗЕМЛЕ, ВЫПОЛНЯЮТСЯ ТАКЖЕ В ЛЮБОЙ ТОЧКЕ ВСЕЛЕННОЙ. Аристотель применил эту идею, по-своему переупорядочив Вселенную, убрав из нее центральный огонь Филолая и поместив в центре всего Землю.

Хотя аристотелевская модель мира часто вызывала сомнения у ученых, ее критика блокировалась вначале греческой верой в идеальную гармонию природы, а затем католической церковью, которая восприняла взгляды Аристотеля, сделав частью религиозного учения. В результате Вселенная Аристотеля оставалась общепризнанной с IV века до н.э. и вплоть до начала 1600-х годов.

Слои материи

Аристотель начал с идеи о том, что мир состоит из четырех элементов: земли, воды, воздуха и огня. Эти земные элементы, комбинируясь, образовывали все природные субстанции, а тепло, сухость, холод и влажность служили признаками присутствия соответствующего элемента. Дым, идущий от тлеющего дерева, считался вырывающимся от него воздухом. Смола, выделяющаяся под воздействием тепла, — водой. Пепел, остающийся после сгорания, был входящей в состав дерева землей. А пляшущие языки пламени — огнем.

Аристотель пришел к выводу, что движущей силой в природе является стремление элементов выделиться в чистом виде. Земля была самым основным и тяжелым элементом,

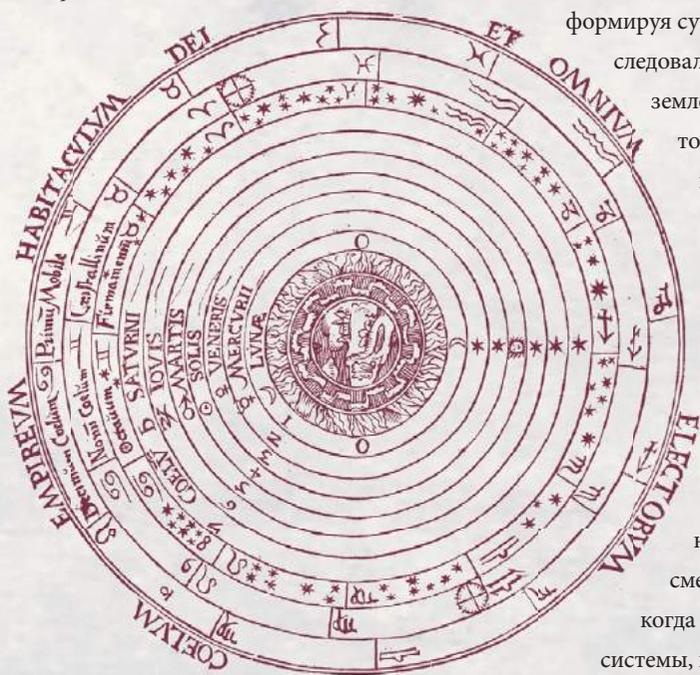
поэтому она погружалась вниз, пока не достигала состояния покоя, формируя сушу. Вода образовывала следующий слой, за ней следовал воздух, затем огонь. Вулканические извержения, землетрясения и дожди — все это были свидетельства того, что элементы прокладывают себе путь к своему правильному положению.

Кольцо огня простиралось вплоть до самой Луны. А за ним обращались вокруг Земли Солнце и пять планет. Все это было заключено в хрустальную небесную сферу, на которой находились неподвижные звезды.

Небесную часть Вселенной, располагающуюся за Луной, заполнял эфир. Согласно Аристотелю, это была quinta essentia — пятый небесный элемент, недоступный людям и никогда не смешивающийся с более низкими элементами. Даже когда оказалась раскрыта истинная природа Солнечной системы, концепция всепроникающего эфира продолжала существовать, пока в XX столетии не была опровергнута Специ-

альной теорией относительности Эйнштейна.

Карта Вселенной в представлении Аристотеля, дополненная зодиаком и опубликованная в 1539 году, в трактате Питера Апиана «Космография» всего за несколько десятилетий до того, как эта система была развенчана Николаем Коперником



7 Превращение в сферу

Легко может показаться, что Аристотель был человеком, который все на свете перепутал. Однако в его философии имелась и определенная истина. Для астрономии самым важным являлось то, что он настаивал на сферичности Земли, доказывая ее при помощи слонов.

В самых древних культурах уже признавалось, что мир имеет округлую форму. В VII веке до н.э. греки считали, что живут на диске, хотя в 580 году до н.э. Анаксимандр Милетский предположил, что Земля может быть цилиндром с плоским массивом суши на верхнем основании, который окружен со всех сторон кипящим океаном.

Одним из учеников Анаксимандра (согласно некоторым источникам) был Пифагор — знаменитый математик, который, возможно, заимствовал свои идеи из Египта, Месопотамии и даже более отдаленных стран. Он утверждал, что небесные тела имеют сферическую форму, а Земля входит в их число и тоже должна быть сферической. Но соглашались с ним далеко не все. Взять хотя бы Демокрита, одного из основоположников атомизма (идеи о том, что Вселенная состоит из крошечных частиц, называемых атомами); его часто называют гениальным провидцем, чьи идеи незаслуженно игнорировались из-за слепой приверженности учению Аристотеля. Однако Демокрит тоже заблуждался и поддерживал концепцию плоской Земли.

Рассуждения Аристотеля

Пифагор ничем не обосновывал свое суждение, однако Аристотель спустя 200 лет сделал это. Луна, как и Земля, освещается Солнцем, а значит, фазы Луны связаны не с изменением ее формы, а с переменной ракурса, в котором мы смотрим с Земли на ее освещенную половину.

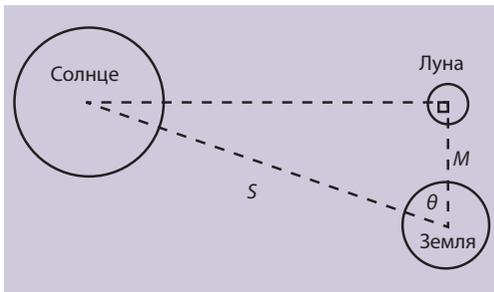
При этом форма терминатора — границы между светом и тенью — постоянно меняется. Единственная форма, которая соответствует его наблюдаемому поведению, это сфера. Во время лунных затмений тень, проходящая по Луне, тоже всегда выглядит круглой. Только круглая форма может отбрасывать круглую тень. Но почему бы Земле не быть плоским диском? Аристотель указывал, что при путешествии далеко на север и на юг меняются углы, под которыми видны звезды над горизонтом. Например, Полярная звезда опускается к северному горизонту по мере движения на юг. Подобное возможно, только если мы путешествуем по искривленной поверхности. И, наконец, Аристотель использовал «слоновый аргумент». Слоны обитали в Индии — на восточной границе известного тогда мира. И в Марокко — на его западном краю. А раз так, то края мира должны соединяться!

Труды Аристотеля говорят нам, что древние астрономы понимали, как тень Земли, падающая на Луну, вызывает лунные затмения. Любопытно, что красный цвет Луны при полном затмении связан с особенностями рассеивания света в земной атмосфере



8 Гелиоцентрическая теория

НЕ ПРОШЛО И ПОЛУВЕКА ПОСЛЕ АРИСТОТЕЛЯ, КАК ДРУГОЙ ГРЕЧЕСКИЙ УЧЕНЫЙ АРИСТАРХ САМОССКИЙ ПРЕДЛОЖИЛ АЛЬТЕРНАТИВУ ГЕОЦЕНТРИЗМУ (модели Вселенной с Землей в центре). Согласно его теории, в центр мира помещалось Солнце.



Гелиоцентрическая концепция Аристарха известна нам из вторых рук. О ней не упоминается в единственной дошедшей до нас его работе «О величинах и расстояниях Солнца и Луны», написанной около 250 года до н.э. И все же некоторые намеки в ней есть. Аристарх использует тригонометрию, чтобы продемонстрировать, что Солнце находится примерно в 19 раз дальше Луны. Он пишет, что в фазах первой и последней четверти Луна, Земля и Солнце образуют прямоугольный треугольник. Далее он утверждает, что видимый с Земли угол между Солнцем и Луной составляет в эти моменты 87° , что

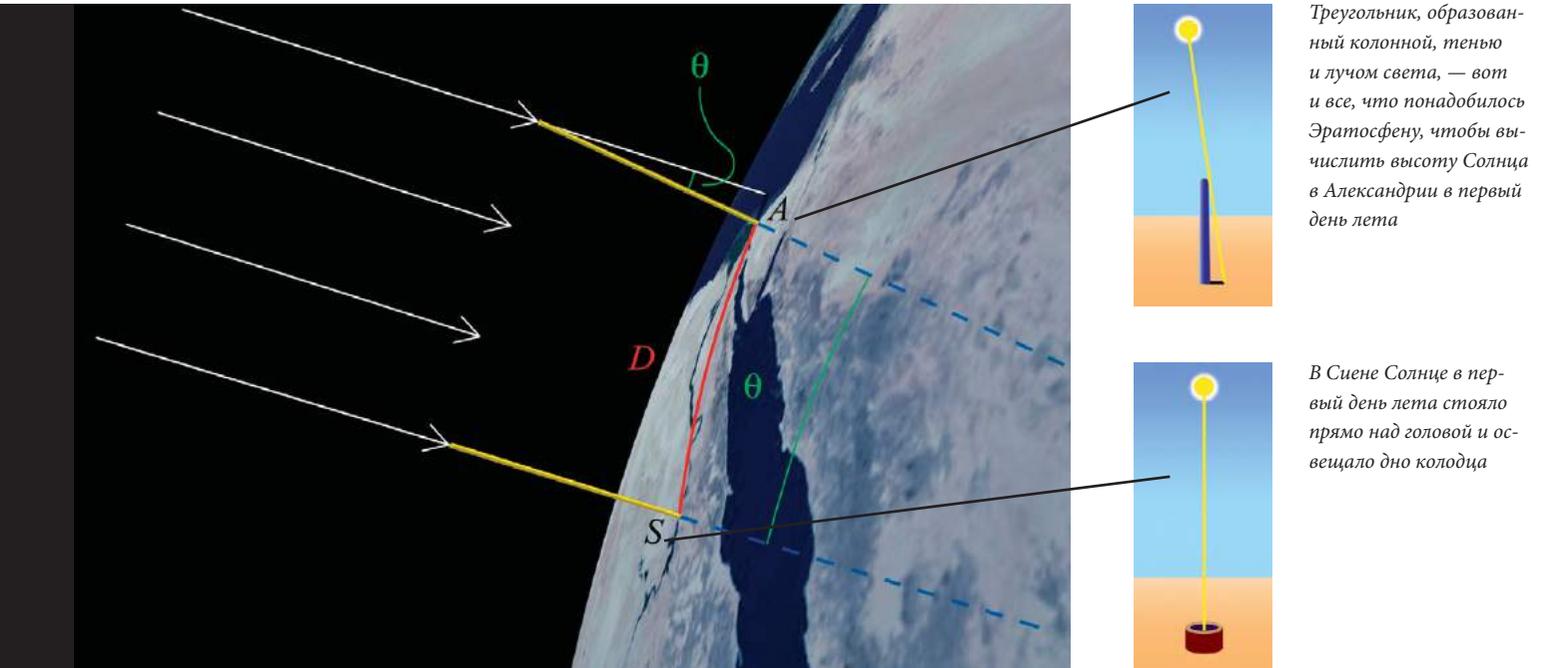
Аристарх использовал тригонометрические функции для вычисления соотношения отрезков M и S по углу θ . В действительности расстояние S намного больше, чем M . Так что угол θ гораздо больше $\approx 90^\circ$, чем показано на этом рисунке

на 3° меньше прямого угла. Не сохранилось информации о том, как он это измерил. А современные астрономы затруднились бы это сделать. В любом случае цифра эта ошибочна, но Аристарх продолжает свои расчеты, используя полученные расстояния для оценки размеров Солнца и Луны, а затем и Земли по величине ее теневого конуса при лунном затмении. Вполне естественно, что он сильно ошибается, находя, что Солнце в 7 раз больше Земли (в действительности оно в 109 раз больше). Это была чистой воды спекуляция, но, возможно, именно обнаружение того, что Солнце является крупнейшим объектом на небе, привело Аристарха к мысли поместить его в центр мира. Можно лишь догадываться, какой бы оказалась история науки, если бы идеи Аристарха были восприняты всерьез.

9 Эратосфен измеряет Землю

В КОНЦЕ III СТОЛЕТИЯ ДО Н.Э. ДРУГОЙ МАТЕМАТИК РАЗРАБОТАЛ ПРОСТОЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛИТЬ РАЗМЕР ЗЕМЛИ, для чего достаточно было выполнить всего одно несложное измерение.

Как известно еще из работ Аристотеля, в Древнем мире хорошо знали, что небесные объекты в разных местах на Земле поднимаются на разную высоту (измеряемую как угол над горизонтом). Солнце тут не было исключением. Когда Эратосфен, глава Александрийской библиотеки, услышал, что в полдень первого дня лета Солнце не дает теней в Сиене, южном городе, известном ныне как Асуан, он почувс-



Треугольник, образованный колонной, тенью и лучом света, — вот и все, что понадобилось Эратосфену, чтобы вычислить высоту Солнца в Александрии в первый день лета

В Сиене Солнце в первый день лета стояло прямо над головой и освещало дно колодца

твовал себя крайне заинтригованным, поскольку в Александрии у предметов в этот день были тени. Путешественники, между тем, заверяли, что на Слоновьем острове, расположенном посреди Нила неподалеку от Сиены, полуденное солнце освещает дно глубокого колодца. Эратосфен понял, что если Солнце в определенный день находится в Сиене прямо над головой (высота 90°), то он может измерить, насколько ниже оно стоит в тот же момент в Александрии, и по этим данным определить окружность Земли.

Метод и результат

Эратосфен допустил, что свет от Солнца идет параллельными лучами. В Сиену эти лучи приходят вертикально, тогда как в Александрию под углом, отчего возникают тени. Из архивов своей библиотеки и со слов путешествующих купцов он знал, что расстояние между двумя городами составляет 5000 стадиев (на рисунке это расстояние обозначено D). Все, что ему надо было сделать, это вычислить угол падения солнечного света в Александрии (θ). Он сделал это, измерив длину тени, отбрасываемую гномоном (вертикальным шестом) в полдень в день летнего солнцестояния. Дело оставалось за геометрией.

Измеренный по гномону угол падения света в Александрии был таким же, как угол между двумя городами, если смотреть на них из центра Земли. Эратосфен приводит величину $7^\circ 12'$, что составляет $1/50$ окружности Земли. Таким образом, 5000 стадиев от Александрии до Сиены дают окружность Земли 5000×50 стадиев. Окончательный результат Эратосфена, полученный с учетом небольших поправок, — 252 000 стадиев. Однако надо еще знать, какую длину стадия он использовал. В случае обычного греческого стадия, составлявшего 185 метров, что соответствовало размеру стадиона в греческой Олимпии, получается ошибка на 17 процентов. Однако более вероятно, что Эратосфен использовал египетский стадий, составлявший 157,5 метра, что дает результат 39 690 километров, отличающийся от точного значения меньше, чем на 1 процент!

10 Колесо в колесе

Астроном Гиппарх РАБОТАЛ НА ОСТРОВЕ Родос во II веке до н.э. Его звездный каталог был настолько точным, что по нему обнаружили движения созвездий, которые прежде считались совершенно неизменными.

Почти все работы Гиппарха были утрачены на протяжении последних двух с лишним тысяч лет. Поэтому нам известно о нем в основном из сообщений других авторов. Большую часть жизни он составлял звездные карты, работая в обсерватории на своем острове. Готовый каталог содержал 850 звезд и был поразительно точен, если учитывать, что он составлялся без использования оптических инструментов. Многие измерения были, вероятно, сделаны с применением алидады — длинного шеста с перемещающимися по нему поперечными перекладинами. Центральный шест направлялся на одну звезду, а перекладина перемещалась до тех пор, пока ее конец не накладывался зрительно на другую. Углы полученного треугольника можно было использовать для расчета относительного положения двух звезд.

Неслучайно Гиппарха помнят как основателя тригонометрии — составителя первых таблиц соотношений углов и сторон в прямоугольном треугольнике.

Для каждой звезды он определял координаты на небесной сфере, подобные широте и долготе, которые задают положение на глобусе. Гиппарх также описал звезды величинной, характеризующей их видимую яркость.

Открытие прецессии

Гиппарх обнаружил, что составленная им звездная карта не совпадает с наблюдениями, выполненными его давно умершими коллегами из Вавилона. Некоторые ярчайшие звезды слегка сместились. Конечно, звезды находятся в постоянном движении из-за вращения небесной сферы вокруг Земли, и Гиппарх это отлично понимал. Свои измерения он выполнял относительно точек равноденствия — двух, как считалось, фиксированных позиций на небесной сфере. Однако обнаружилось, что положение звезд относительно точек равноденствия постепенно меняется. Гиппарх пришел к выводу, что точки равноденствий движутся или прецессируют по зодиакальному поясу примерно на один градус в столетие. (Сегодня мы знаем, что это происходит из-за того, что земная ось колеблется под действием гравитационного притяжения наших соседей. И это происходит немного быстрее, чем считал Гиппарх. Полный цикл завершается за 26 тысяч лет.)

Возможно, Гиппарх несколько лет работал в Александрии — крупнейшем центре античной науки. На рисунке он изображен в этом городе измеряющим углы при помощи алидады

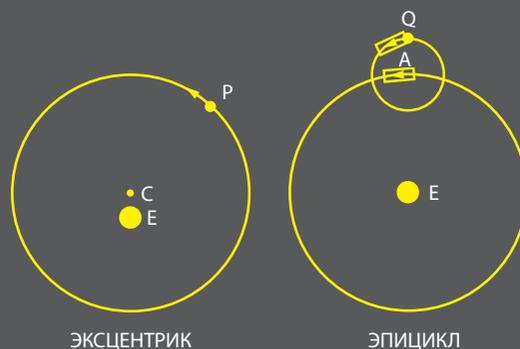


Эксцентричные Солнце и Луна

Гиппарх также предпринял попытку измерить расстояния до Луны и Солнца. Он обнаружил, что Солнце расположено очень далеко и расстояние до него вычислить не удастся. Но он рассчитал, что расстояние до Луны составляет 59 радиусов Земли (в действительности 60 радиусов). Он также попытался примирить наблюдаемое им неравномерное движение Солнца и Лун, с правильными круговыми путями вокруг Земли, что предписывала система мира Аристотеля. Гиппарх пришел к выводу, что единственный способ объяснить видимые замедления и ускорения этих тел состоит в том, чтобы ввести эпициклы и эксцентрики. При этом он выбрал эксцентрик в случае Солнца, но использовал комбинацию того и другого для объяснения движения Луны. Эти решения часто описывают как «колесо в колесе», подчеркивая этим их неоправданную сложность.

ЭКСЦЕНТРИК ИЛИ ЭПИЦИКЛ

Эксцентрик — это круговой путь объекта (P) вокруг центра (C), не совпадающего точно с объектом (E), вокруг которого происходит вращение (в данном случае с Землей). Эпицикл — это небольшая окружность, описываемая объектом (Q) вокруг точки (A), находящейся на большой окружности, называемой деферентом. Эта точка не фиксирована, а сама движется вокруг неподвижной Земли (E).



11 Антикитерский механизм

В 1902 году со дна моря неподалеку от Антикитеры, небольшого острова вблизи Крита, был поднят загадочный набор ржавых шестерней, напоминавший древний часовой механизм. Он оказался частью астрономического компьютера возрастом 2000 лет.

Древность устройства подтверждается тем, что оно найдено на затонувшем у берегов Антикитеры корабле. Около 70 года до н.э. он, по-видимому, возвращался в Рим с награбленной добычей. Корабль лежал на глубине 60 метров, и в ходе его подъема погибли несколько ныряльщиков, поскольку это происходило до появления технологии SCUBA-дайвинга.

Механизм сделан с такой точностью, что, по мнению экспертов, должно было существовать несколько более ранних версий. Высказывалось также предположение, что прибор происходит с острова Родос, где жил Гиппарх. Есть теория о том, что шестерни были частью большого механического компьютера, в котором использовалась разработанная Гиппархом система орбит и который служил для расчета положений Солнца и Луны по отношению к ярчайшим звездам в любой момент времени.



Механизм сделан из медных шестерней, помещенных в деревянный корпус. Неизвестно, сколько шестерней потеряно, отсутствует и рукоять, которой устройство приводилось в действие

12 Юлианский календарь

ДРЕВНИЕ ЕГИПТЯНЕ СТОЛЕТИЯМИ СЧИТАЛИ ГОДЫ ПО 365 ДНЕЙ И ЗАМЕЧАЛИ, ЧТО ИХ КАЛЕНДАРЬ ПОСТЕПЕННО рассинхронизируется со звездами. Решением этой

астрономической проблемы мы обязаны римскому диктатору Юлию Цезарю.



Двенадцать месяцев, которыми мы пользуемся, происходят из римского календаря. Благодаря юлианской реформе каждые три месяца стали соответствовать одному сезону года. Например, ноябрь был месяцем забоя скота

Похоже, во Вселенной нет полной гармонии. Например, интервал времени между двумя восходами Солнца на 4 минуты больше, чем между восходами звезд: небесная сфера вращается немного быстрее Солнца (или так кажется). И уже во времена Гиппарха астрономы знали, что год, время, за которое Солнце обходит Землю, составляет не целое число суток, а примерно 365 дней и 6 часов. Это приводит к тому, что события, связанные с определенными звездами, постепенно смещаются по календарю. Например, так называемые собачьи дни лета в Риме привязывались к первым появлениям на утреннем небе Сириуса (Собачьей звезды [Отсюда, кстати, слово «каникулы»: по-латыни пес — *canis*. — Прим. пер.]). Первоначально эти дни приходились на июль. Однако к I столетию до н. э. римский календарь выглядел довольно запутанным из-за беспорядочно вставляемых в него дополнительных месяцев с тем, чтобы удержать это астрономическое событие в отведенном ему месте календаря.

Когда в 46 году до н.э. Юлий Цезарь встал во главе Рима, он предписал привести календарь в порядок. По совету астронома Созигена Александрийского Цезарь повелел вводить високосный год из 366 дней каждые 4 года, добавляя один день к февралю, самому короткому месяцу. К этому времени старый римский календарь ушел вперед на целых три месяца, поэтому было решено добавить в 46 год до н.э. два дополнительных месяца, увеличив его продолжительность до 445 дней, чтобы привести все в соответствие.

13 «Альмагест» Птолемея

Клавдий ПТОЛЕМЕЙ БЫЛ ПОСЛЕДНИМ ЗНАМЕНИТЫМ АСТРОНОМОМ АНТИЧНОСТИ. Его помнят благодаря составленной им компиляции современной ему науки, полной недоразумений, но определенно давшей последователям пищу для размышлений.

Его обычно называют просто Птолемеем. Он был астрономом из Александрии — крупного портового города в устье Нила, основанного греческим завоевателем Александром Великим (это был не единственный город, названный им в свою честь). Птолемей принадлежал к знатному роду, ведущему свое происхождение от полководцев армии Александра, один из которых встал во главе Египта после смерти императора. Птолемеи правили как фараоны около 250 лет, пока царица Клеопатра VII не поссорилась с парой римлян... Так что Клавдий Птолемей, работавший в 140 году н.э., был рядовым римским гражданином, лишь отдаленно связанным с прежней правящей династией.

Великий эпигон

Птолемей работал как астроном и получил ряд ценных результатов в области тригонометрии, однако его 13-томный труд по большей части основывался на звездном каталоге Гиппарха и его же математической интерпретации движений Солнца и Луны. Птолемей презентовал свою книгу как способ предсказания астрономических событий, а не как описание системы мира. Тем не менее она привела к укреплению влияния аристотелевской системы мира, которая на заре христианства получила официальный статус *обретенного* знания о внутренних механизмах творения.

Говоривший по-гречески Птолемей первоначально назвал свою книгу *Mathematike Syntaxis* («Математический трактат»). Позднее он был перекомпонован в «*Megalē Syntaxis*» («Великий трактат»). Когда с наступлением в Европе темных веков центр развития астрономии и других наук переместился на Ближний Восток, эту книгу стали называть просто «Великой», или *al-majisti*. Спустя столетия книга Птолемея снова вернулась в Европу и стала известна как «Альмагест».

Almagestū CL. Ptolemei
Philudensis Alexandrini Astronomoz principis:
Opus ingens ac nobile omnes Celozū mo-
tus continens. Felicibus Astris eat in
luce: Ductu Petri Liechtenstein
Coloniēsis Germani. Anno
Virginei Partus. 1515.
Vie. 10. Ja. Venetijs
ex officina eius-
dem litte-
raria.
 * *
 *

Титульный лист латинского издания «Альмагеста», напечатанного в Венеции в 1515 году. В те времена это был ценнейший астрономический компендиум. Но не прошло и 30 лет, как работа Николая Коперника сделала эту книгу интересной лишь с исторической точки зрения

Cum privilegio.

Глиняный рельеф, изображающий Птолемея за измерением высоты звезд при помощи простого квадранта

**Вклад Птолемея**

Птолемей немного расширил каталог звезд Гиппарха и провел огромную работу, наблюдая за движениями Солнца и Луны, сравнивая с их ожидаемыми положениями на орбите вокруг Земли. Он развил систему, описывающую движения планет, добавив в нее новый уровень сложности. Известно, что внешние планеты не только ускоряются и замедляются, но также меняют видимое с Земли направление движение на противоположное. Хотя это относительно просто объяснить в гелиоцентрической модели, Птолемей весьма искусно усовершенствовал систему эпициклов и эксцентриков Гиппарха, введя экванты — точки внутри эксцентриков, вокруг которых движутся центры эпициклов.

14 Астролябия

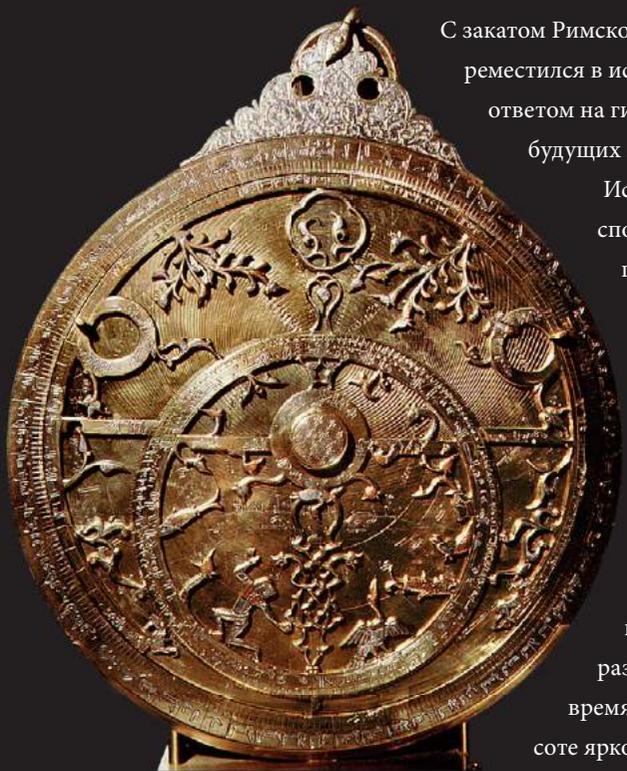
В ТЕЧЕНИЕ ПЕРВОГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ НАШЕЙ ЭРЫ ОСНОВНЫЕ УСИЛИЯ АСТРОНОМОВ БЫЛИ НАПРАВЛЕННЫ НА ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА НАБЛЮДЕНИЙ И ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ НЕБЕСНЫХ ЯВЛЕНИЙ. Главным инструментом стала астролябия, которая считается изобретением Гиппарха, но весь свой потенциал раскрыла в работах исламских астрономов.

С закатом Римской империи в V столетии центр развития астрономии переместился в исламский мир. Багдадский Дом Мудрости стал арабским ответом на гибель Александрийской библиотеки и прототипом для будущих европейских университетов.

Исламская астрономия концентрировалась на разработке способов определения *киблы* — направления на священный город Мекку, а также методов установления времени, чтобы верующие по всему огромному халифату могли молиться в строго определенные моменты и правильным способом. Для этого астрономы пользовались астролябией (буквально: «берущий звезды»), прибором, который был приспособлен к двумерной модели неба. Изощренный рисунок с линией эклиптики и несколькими яркими, легко различимыми звездами накладывался на пластину с нанесенными небесными координатами. Вместе они вращались внутри кольца, размеченного часами и минутами суток. Чтобы определить время, нужно было наклонить пластину соответственно высоте яркой звезды и поворотом совместить с ней ее изображение.

Архитекторы использовали астролябии для определения положения *михраба* — ниши в стене мечети, которая указывает направление молящимся.

Золотой век ислама также принес свою порцию открытий. Ученый X века Ибн-ал-Хайсам (или Альхазен) ответил на один из фундаментальных вопросов: как мы видим? Он показал, что свет приходит в наши глаза от объектов (особо говорилось о далеких звездах), а не глаза рассылают лучи, отражающиеся от окружающих предметов, как считал Птолемей. В центре исламской системы мира по-прежнему оставалась Земля, а ас-Суфи и другие ученые продолжали совершенствовать труд Птолемея. Так, у них впервые упоминается о галактике Туманность Андромеды (она помечена как «маленькое облачко»), а каталог пополнился новыми звездами. Благодаря их работам многие термины, используемые в современной астрономии, имеют арабские корни: зенит, азимут, надир, альманах. Также многие звезды — Бетельгейзе, Ригель, Альтир и другие — носят арабские имена.



Латунная астролябия, сделанная в Каире в XIII веке. Внутренний круг — это эклиптика, а звезды показаны точками на дорогом литье, изображающем созвездия. Совмещение этих элементов с сеткой на расположенной под ними пластине дает вид звездного неба

15 Появление Крабовидной туманности

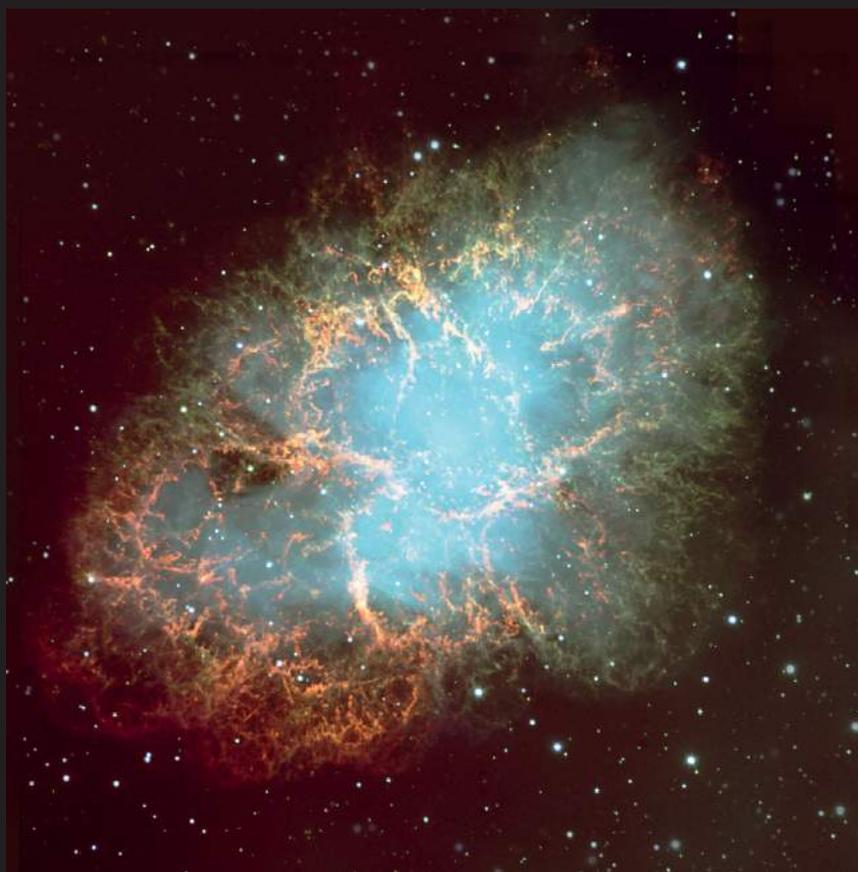
В 1054 году в созвездии Тельца ярко засияла невиданная прежде звезда. За два года она померкла и пропала из виду. Китайские астрономы сделали наиболее подробные записи о необычном явлении, которое их современные коллеги называют вспышкой *сверхновой*. На ее месте осталось едва заметное газовое облако, его стали называть Крабовидной туманностью.

Китайские астрономы уже не в первый раз описывали появление «звезды-гостя» на ночном небе. Большинство прежних случаев, вероятно, были либо кометами, либо объектами, которые датский астроном XVI века Тихо Браге называл новыми (лат. *nova*), обозначая так любую звезду, внезапно значительно увеличившую яркость на короткое время. Но мы теперь знаем, что звезда-гостя 1054 года была в действительности сверхновой — чрезвычайно яркой вспышкой, возникающей в результате взрыва гигантской звезды. Это явление оставалось необъясненным вплоть до 1930-х годов, а вспышка SN 1054 (как обозначают сверхновую Крабовидной туманности) была в числе первых таких явлений, замеченных и описанных по всему миру.

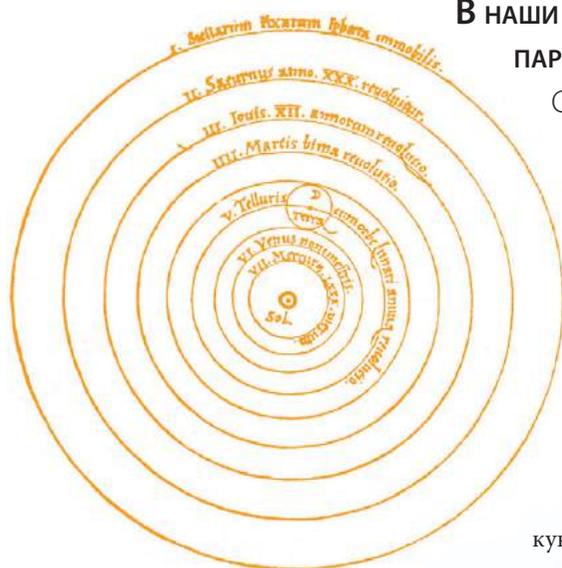
Всемирное шоу

Появление новой звезды заметили несколько китайских астрономов, а также их коллеги в Японии и Корее. Предполагается, что и коренные обитатели Америки отразили появление нового небесного светила в наскальном рисунке, сохранившемся в Каньоне Чако, штат Нью-Мексико, США. К 1056 году свечение исчезло, но в 1731 году английский астроном Джон Бевис заметил на его месте мутное пятнышко. Он добавил его к растущему списку расплывчатых астрономических объектов, называемых туманностями, которые стали обнаруживать на сто с лишним лет раньше.

Название Крабовидной туманности (по-английски Crab Nebula — туманность Краб) дал в 1845 году Уильям Парсонс, разглядевший несколько отростков, которые появились из центральной области туманности, придавая ей сходство с крабом. На современном изображении видно гораздо больше деталей газового облака, которое спустя почти тысячу лет после своего возникновения продолжает расширяться со скоростью около 1500 километров в секунду



16 Коперник меняет мир



Простая иллюстрация из книги Николая Коперника *De Revolutionibus Orbium Coelestium* («О вращении небесных сфер»), на которой показаны шесть планет (включая Землю) на круговых орбитах вокруг Солнца

Николай Коперник — национальный герой Польши. Его скульптура с моделью Солнечной системы в руках установлена в центре Варшавы перед зданием Академии наук

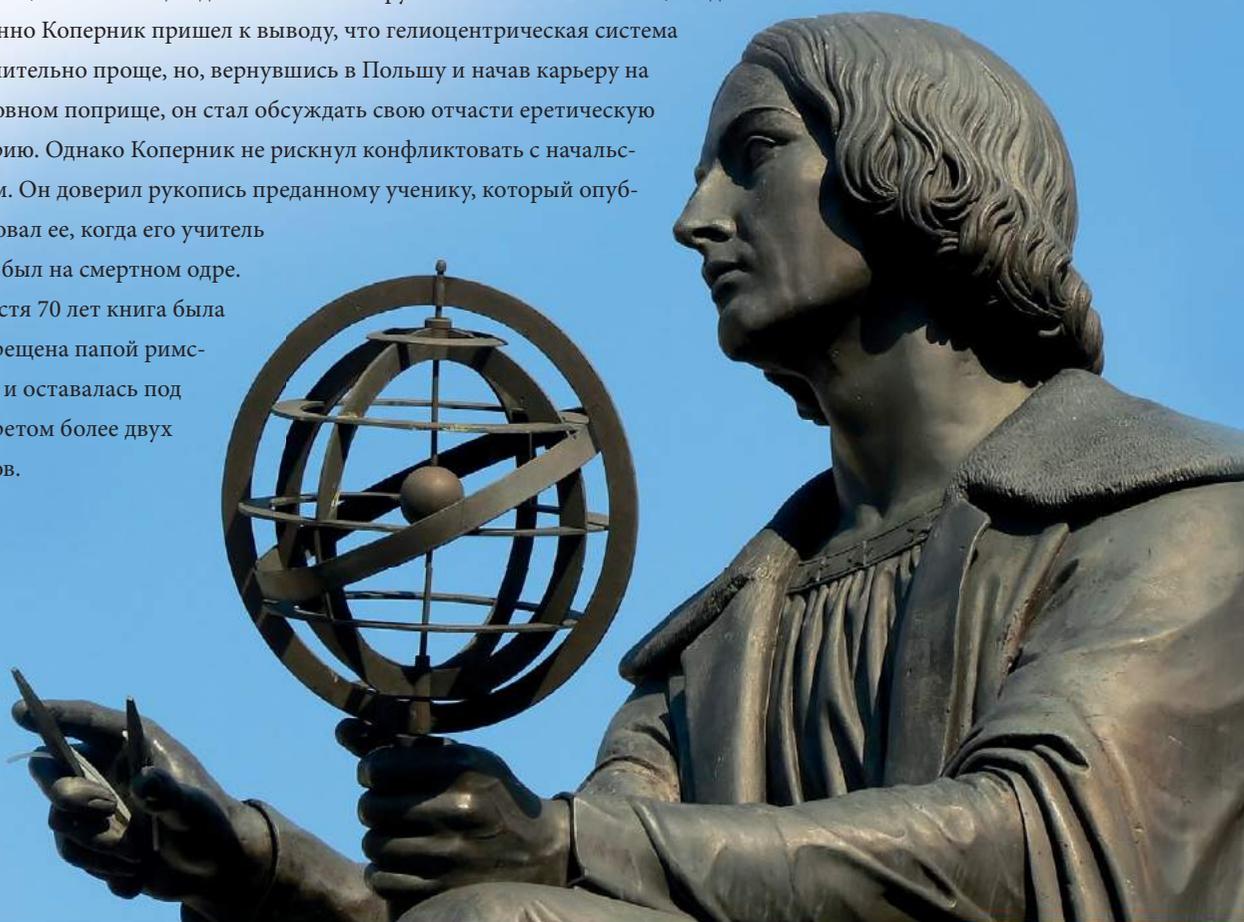
В НАШИ ВРЕМЕНА ЧАСТО ВСТРЕЧАЕТСЯ ФРАЗА «СМЕНА ПАРАДИГМЫ», ПОЖАЛУЙ, ДАЖЕ СЛИШКОМ ЧАСТО.

Строго говоря, она означает смену набора научных допущений, а человеком, который совершил крупнейшую в истории смену парадигмы, был Николай Коперник.

Представьте, что, отправляясь спать, вы считаете, что Солнце и все стальное во Вселенной вращается вокруг вас и Земли, а просыпаясь, узнаете, что наша планета — лишь одна из нескольких, движущихся вокруг Солнца.

Хотя Коперник не был первым, кто об этом задумывался, именно он впервые открыто выдвинул гелиоцентрическую теорию, поддерживая ее необходимыми астрономическими расчетами. Он заинтересовался астрономией, когда обучался на врача — тогда считалось, что звезды оказывают влияние на здоровье. Три

года он учил астрономии в Риме, рассказывая о сложных сочетаниях эпициклов и эксцентриков, описывающих движение тел вокруг Земли. Не вполне ясно, когда именно Коперник пришел к выводу, что гелиоцентрическая система значительно проще, но, вернувшись в Польшу и начав карьеру на духовном поприще, он стал обсуждать свою отчасти еретическую теорию. Однако Коперник не рискнул конфликтовать с начальством. Он доверил рукопись преданному ученику, который опубликовал ее, когда его учитель уже был на смертном одре. Спустя 70 лет книга была запрещена папой римским и оставалась под запретом более двух веков.



17 Обсерватория Тихо Браге

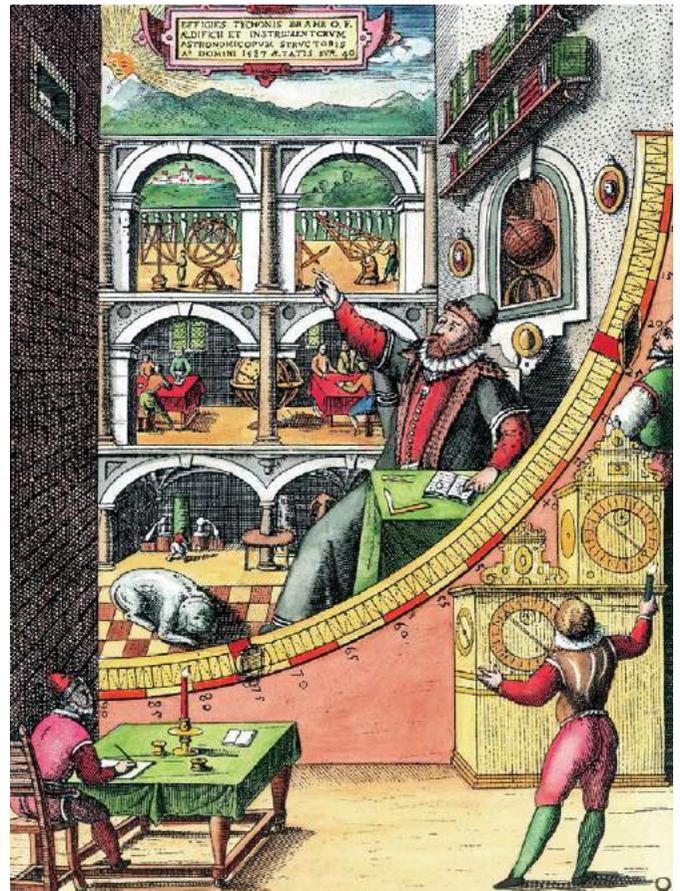
Следует помнить, что вплоть до 1600-х годов все занесенные в каталоги звезды наблюдались только невооруженным глазом (считается, что так видно около 6 тысяч звезд). Тихо Браге был последним великим астрономом дотелескопической эры, выполнившим лучшие в мире целенаправленные наблюдения.

Тихо Браге слыл крайне неприятным человеком, записным злодеем среди астрономов. Он был столь богат, что его называли по одному имени без фамилии. На острове между Данией и Швецией он выстроил прекрасную астрономическую обсерваторию. Сначала был сооружен Ураниборг (Замок неба) с высокими башнями для астрономических инструментов, мощным фундаментом для выполнения других экспериментов и большим садом. Однако все более внушительные инструменты Тихо вскоре переросли башни замка, которые вдобавок подрагивали от порывов свирепых балтийских ветров, мешая тщательным измерениям. Поэтому Тихо построил Стjerneборг (Замок звезд). Он был подземным, и только инструменты поднимались над поверхностью под прикрытием ветрозащиты.

Небесные перемены

Тихо отвергал модель Коперника, поскольку не смог зарегистрировать ни малейшего параллакса — видимого смещения звезд, вызванного движением Земли. (Они просто находятся слишком далеко.) Поэтому Тихо предполагал, что Солнце движется вокруг Земли, а уже остальные планеты обращаются вокруг Солнца. Но за исключением этой неточности звездные карты Тихо были непревзойденными. Самой знаменитой стала одна из ранних его записей. В 1572 году он наблюдал ярчайшую новую, сравнимую по блеску с Венерой. Он не обнаружил никаких признаков того, чтобы эта новая звезда (SN 1572) была ближе к нам, чем другие, а это означало, что небесная сфера не так уж идеальна и вечна, но подвержена изменениям, как и все остальное.

Портрет Тихо Браге в обсерватории Ураниборг на острове Хвен (ныне Вен), выполненный картографом Яном Блау. Великий астроном изображен крупно, а его ассистенты на переднем плане — меньшего размера. Четко показаны три этажа обсерватории: цокольный внизу, приемный посередине и верхний наблюдательный этаж.



18 Новый календарь

НЕСМОТЯ НА ПОПРАВКИ, ВНЕСЕННЫЕ ЮЛИЕМ ЦЕЗАРЕМ, КАЛЕНДАРНЫЙ ГОД ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ 356 ДНЕЙ И 6 ЧАСОВ ВСЕ ЖЕ БЫЛ ДЛИННЕЕ СОЛНЕЧНОГО на 11 минут.

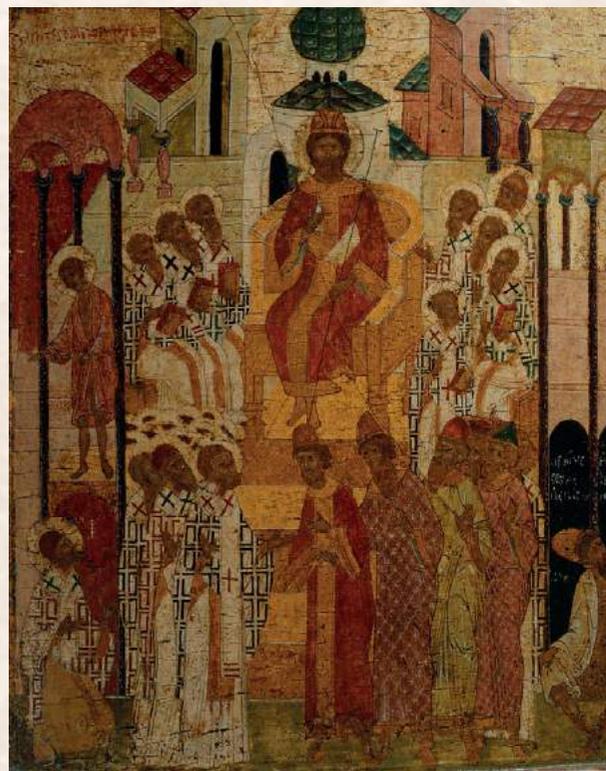
Прошли столетия, прежде чем эта ошибка себя проявила, но, когда стали возникать проблемы с определением даты Пасхи, папа решил действовать.

Пасха — подвижный праздник, дата которого определяется по лунному календарю. В ранние годы христианства отцы церкви постановили, что Пасха отмечается в первое воскресенье после первого полнолуния, следующего за днем весеннего равноденствия. Это время, когда после зимней спячки природа вновь возвращается к жизни. В христианском календаре Пасхе предшествует множество важных

событий, включая Великий пост, так что ее дату надо знать заранее. При своих вычислениях клирики уделяли большое внимание великопостной луне — полнолуннию перед равноденствием. При этом они иногда делали расчеты приближенно, и если полнолуние наступало раньше времени, они называли его «предательским» — *belewe* на староанглийском. Вероятно, от этого слова происходит термин *blue moon* (голубая луна), означающий «лишнее» (четвертое) новолуние в течение сезона.

Юлианское запаздывание

Лишние 11 минут юлианского года приводят к тому, что календарь запаздывает на одни сутки каждые 128 лет. К концу европейского Средневековья, в XVI веке юлианский календарь отставал уже более чем на неделю. Из-за этого Пасха, оставаясь в согласии с Солнцем и Луной, сместилась на существенно более ранние календарные даты. В то же время фиксированные праздники, такие как Рождество, смещались вперед относительно солнечного времени, очень медленно покидая привычные для них сезоны. Если ничего не предпринимать, Пасха и Рождество в конце концов выпали бы на один день (хотя ждать этого пришлось бы тысячи лет).



Способ определения даты Пасхи был зафиксирован на Первом Никейском соборе — самом первом собрании христианских лидеров, состоявшемся в 325 году под покровительством императора Константина, который на этом рисунке XV века изображен в центре в виде, напоминающем Христа. 1250 лет спустя папе Григорию выпало скорректировать эту процедуру так, чтобы ее можно было применить и в будущем



ГОЛУБАЯ, УРОЖАЙНАЯ И ОХОТНИЧЬЯ ЛУНА

Месяцы года приблизительно соответствуют лунным циклам. Приближенно, поскольку цикл смены лунных фаз занимает примерно 29 суток, а значит, в году бывает 12 или 13 полнолуний. Голубой луной называют второе полнолуние в течение месяца — довольно редкое событие, случающееся примерно раз в два года. Урожайной луной называют полнолуние вблизи осеннего равноденствия, когда Луна восходит сразу после захода Солнца и, освещая поля, позволяет крестьянам продолжать уборку урожая всю ночь (вверху). Следующее за ним полнолуние называют охотничьей луной, поскольку она тоже высветляет вечерние сумерки и, пока стоит низко над горизонтом, дает свет, идеальный для охоты на осенних перелетных птиц. Она также открывает сезон достатка и праздников

В 1578 году папа Григорий XIII решил принять меры. Он в основном последовал советам Христофора Клавия, германского математика и убежденного геоцентриста, и ввел небольшую поправку к юлианской системе високосных годов: теперь круглые годы столетий (1600, 1700 и т. д.) больше не должны считаться високосными, если они не делятся на 400. Благодаря этому средняя продолжительность календарного года составляет 365 дней 5 часов 49 минут и 12 секунд. Григорий захотел также подтянуть календарь к прежнему распорядку, чтобы Пасха приходилась на более поздние весенние дни. Он объявил, что за 4 октября 1582 года сразу будет следовать 15 октября. (Позднее был выкинут еще и 11-й день.)

И, наконец, универсальный календарь

Нехитрая поправка папы Григория привела к тому, что суточная ошибка накопится в календаре только к 3719 году. Однако прошло 350 лет, прежде чем новый календарь был принят повсеместно. В католических странах он применялся с 1582 года, но протестантские не спешили к ним присоединяться. Швеция убирала 11 дней постепенно на протяжении 40 лет, из-за чего использовала в тот период свою уникальную систему датировок. Британская империя (включая Северную Америку) перешла на григорианский календарь в 1752 году. В то же время Турция пользовалась юлианским календарем вплоть до 1929 года.

19

Магнитная планета

Словом «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО» мы ОБЯЗАНЫ Уильяму Гилберту, который произвел его ОТ ГРЕЧЕСКОГО СЛОВА, ОЗНАЧАЮЩЕГО «ЯНТАРЬ». Но в историю имя Гилберта вошло прежде всего благодаря исследованию связанного с электричеством явления земного магнетизма.

Первым, кто обратил внимание на электричество и магнетизм, был сам «отец науки»

Фалес Милетский. Электричество связано со свойствами янтаря, окаменелой древесной смолы. Если потереть кусок янтаря, он приобретает электростатический заряд, который притягивает легкие предметы вроде перьев и пылинок. Явление магнетизма связано с *magnitis*

lithos — камнями из Магнезии (области центральной Греции). Это куски железной руды, с естественным магнетизмом, которые называют магнитным железняком или магнетитом.

Уильям Гилберт внес свой вклад на 2200 лет позже, опубликовав в 1600 году трактат

De Magnete («О магните»). В нем говорилось, что вся наша планета является магнитом. И точно так же, как притягиваются противоположные полюса двух магнитов, стрелка компаса притягивается к полюсам Земли, указывая направления на север и на юг. Гилберт доказал это, используя *терреллу* — модель планеты, вырезанную из магнетита. Компас, помещенный на поверхность *терреллы*, вел себя точно так же, как при использовании для навигации по Земле. По современным теориям источником планетарного магнетизма служит вращающееся ядро из твердого железа, но никто, конечно, не наведывался в центр Земли для проверки.

На иллюстрации из *De Magnete* изображено, как Уильям Гилберт изготавливает магниты, ориентируя раскаленное железо по направлению север — юг и ударяя молотком



Примитивная диаграмма поля из *De Magnete* показывает магнитное поле в разных точках Земли (ось север — юг направлена по диагонали справа сверху — налево вниз). Здесь также показано, что земной магнетизм распространяется в пространство, образуя *Orbis Virtutis*, или силовую сферу. Прямым доказательством ее существования не было вплоть до запуска искусственных спутников в 1950-х годах

20 Телескоп Липперсгея



Точное происхождение телескопа неизвестно. По легенде телескоп изобрели дети Ханса Липперсгея

ИССЛЕДОВАНИЯ АСТРОНОМОВ ОГРАНИЧЕНЫ ИХ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ПОЛУЧАТЬ ДАННЫЕ ИЗ КОСМОСА. Нехитрая инновация голландского очкового мастера позволила им видеть дальше и с недоступной прежде детализацией.

Ханс Липперсгей жил в Миддлбурге, центральной городке одной из голландских провинций. Он вручную шлифовал линзы, применявшиеся в очках для чтения. В Миддлбург он перебрался из родной Германии в 1594 году, через несколько лет после Захариаса Янсена, другого оптика, работавшего в том же городе, который, вставив две линзы в трубку, сделал первый микроскоп,

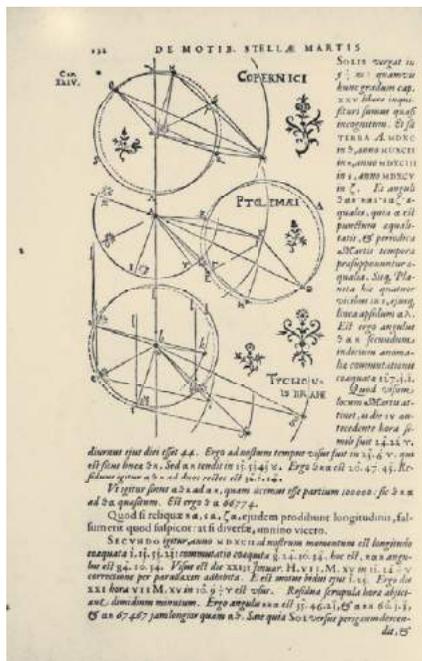
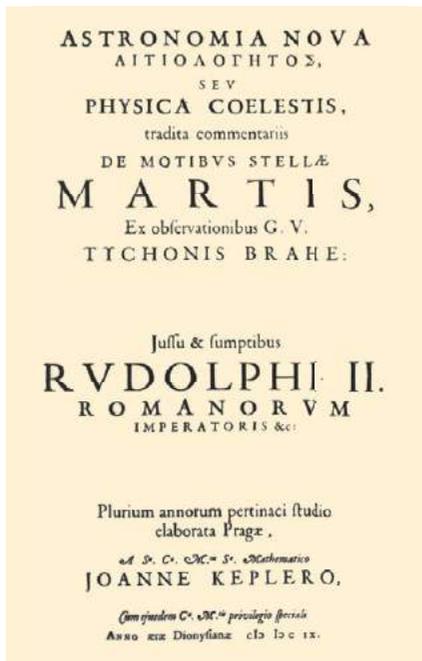
позволявший увеличивать вид близких предметов. В 1608 году Липпергей построил похожее устройство большего размера, которое делало нечто подобное с далекими объектами. Согласно легенде дети Липперсгея обнаружили, что если держать две линзы на определенном расстоянии друг от друга, то они увеличивают флюгер на соседней церкви. Есть и другая версия, согласно которой он позаимствовал идею Янсена, который работал неподалеку и примерно в то же время создал подзорную трубу. Как бы оно ни было на самом деле, попытки Липперсгея разбогатеть за счет своего «перспективного стекла» не увенчались успехом, поскольку устройство стали повсеместно копировать.

21 Кеплеровы законы движения планет

ИОГАНН КЕПЛЕР, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ АСТРОЛОГ, ОТНЮДЬ НЕ БЫЛ СВОБОДЕН ОТ СУЕВЕРИЙ. НО ОН ТАКЖЕ ЯВЛЯЛСЯ ОДАРЕННЫМ МАТЕМАТИКОМ, а главное — оказался нужным человеком в нужном месте и с верными данными, что позволило ему найти первый поистине универсальный научный закон астрономии.

Религиозные преследования в южной Германии и Австрии вынудили лютеранина Кеплера переехать в Прагу, где он стал помощником Тихо Браге. Датчанин рассорился с друзьями в родной стране и стал придворным астрономом Рудольфа, императора Священной Римской империи. Правление слабого политика Рудольфа привело к расколу германоязычного мира и Тридцатилетней войне. Однако он был большим покровителем искусств и наук, много сделавшим для грядущей научной революции.

После смерти Тихо в 1601 году Кеплеру были завещаны записи его наблюдений за движением планет, которые датчанин тщательно вел всю жизнь. В отличие от Тихо, Кеплер



был коперниканцем, но, как и сотни астрономов до него, он полагал, что планеты движутся по идеальным окружностям. Самые точные данные Тихо относились к Марсу, и Кеплер потратил шесть лет на их изучение. Свои выводы он опубликовал в 1609 году под громким названием *Astronomia Nova* («Новая астрономия»). Планеты двигались вокруг Солнца вовсе не по окружностям; единственная осмысленная возможность состояла в том, что они движутся по эллипсам.

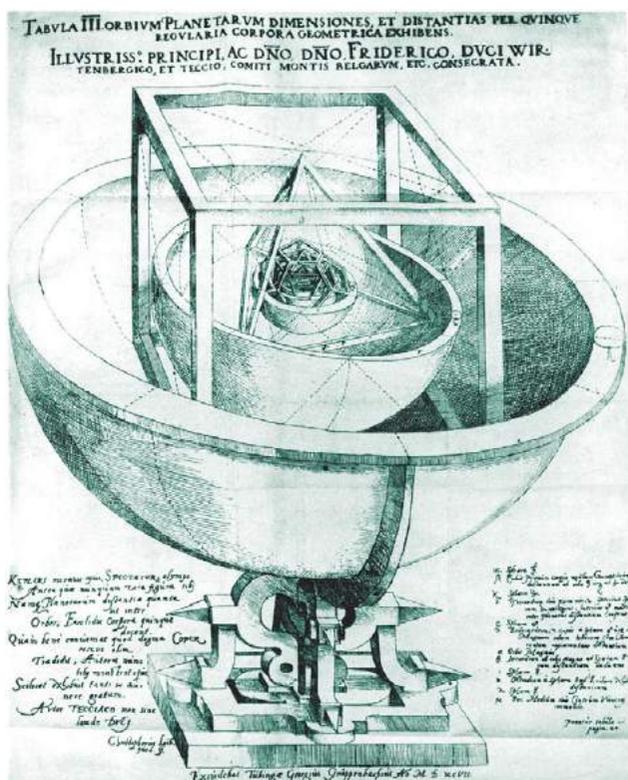
На этих рисунках из «Новой астрономии» Кеплер сравнивает системы мира Коперника, Птолемея и Тихо

Кеплер придерживался древнегреческого представления о том, что Вселенная математически гармонична. Еще до встречи с Тихо он пытался найти объяснение размеров орбит шести известных тогда планет, представляя их сферами, вписанными и описанными вокруг пяти правильных многогранников. Он опубликовал свою систему под названием *Mysterium Cosmographicum* («Космографическая тайна») в 1596 году

Смена фокуса

Геометрия эллипса была хорошо изучена еще в классическую эпоху Древней Греции. Он принадлежит к семейству кривых, называемых коническими сечениями, которые получаются, когда плоскость рассекает конус. У эллипса имеются две фокальные точки, или фокуса, причем сумма расстояний от любой точки на кривой до двух фокусов всегда одинакова. Окружность — это просто частный случай эллипса, у которого оба фокуса совпадают.

Кеплер свел движение планет к трем математически строгим законам: первый просто говорит, что планеты движутся по эллипсам, второй описывает, как планеты ускоряются на участках орбит, более близких к Солнцу, и замедляются, удаляясь от него. Математически это выражается тем, что отрезок, соединяющий планету с Солнцем, заметает одинаковые площади за любой выбранный отрезок времени, в каком бы месте орбиты вы эту площадь ни измеряли. Наконец, третий закон утверждает, что квадрат орбитального периода планеты пропорционален кубу ее среднего расстояния от Солнца.



22 Звездный вестник

Научная слава Галилео Галилея столь велика, что западные историки называют его одним именем, без фамилии. В 1610 году знаменитый итальянец направил в небо телескоп — самодельный, но лучший по тем временам. То, что он увидел, произвело переворот в астрономии и причинило ему массу неприятностей.

Наибольшую известность Галилею принесли его астрономические наблюдения, а также красноречивая, хотя и не всегда обоснованная, защита гелиоцентризма — философской школы, которая помещала Землю на орбиту вокруг Солнца и вступала тем самым в прямой конфликт с учением всемогущей католической церкви. Однако Галилей и в значительно более ранних своих работах уже отклонялся от системы мира Аристотеля (которую церковь признавала обретенной истиной). Согласно легенде, в 1589 году он бросал два железных шара — один значительно тяжелее другого — с наклонной Пизанской башни и обнаружил, что они падают с одинаковой скоростью, достигая земли в один и тот же момент. Это противоречило теории тяготения Аристотеля, которая утверждала, что тяжелое должно падать быстрее, чем легкое.

Свет и деньги

И все же Галилей считал, что карьера ученого не приносит ему тех благ, которых он достоин. Услышав об изобретении Ганса Липперсгея и поняв, что телескопы скоро будут продаваться в Венеции, Галилей придумал схему быстрого обогащения.

Галилей показывает свой телескоп знатным венецианцам. Самый мощный его инструмент давал 30-кратное увеличение — в десять раз больше, чем у Липперсгея



23 Прохождение Венеры по диску Солнца



КЕПЛЕР НЕ ДОЖИЛ ДО ТОГО МОМЕНТА, КОГДА ЕГО ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЙ ПЛАНЕТ СТАЛО ОБЩЕПРИНЯТЫМ. Но вскоре после смерти Кеплера один любитель астрономии, используя его законы, показал, что Венера в 1639 году должна пройти прямо перед Солнцем.

Джереми Хоррокс был викарием сельской церкви в английском графстве Ланкашире, но, обучаясь в Кембриджском университете, он досконально разобрался в работах Коперника, Галилея и Кеплера. Наиболее распространенные таблицы движения Венеры были тогда подготовлены голландцем Филиппом ван Лансбергом, и сам Кеплер, опираясь на них, предсказывал, что в 1639 году Венера пройдет очень близко от Солнца. Хоррокс вел собственные наблюдения Венеры и был уверен, что данные Лансберга неточны и в действительности Венера 24 ноября этого года пройдет прямо на фоне Солнца. С помощью телескопа Хоррокс сфокусировал изображение Солнца на листе бумаги и, в самом деле, в 3 часа 15 минут дня увидел крошечную точку на его поверхности — тень планеты Венеры. Математическая модель Кеплера оказалась прекрасным астрономическим инструментом.

В 1859 году в окне церкви св. Михаил в Хуле (Ланкашир, Великобритания) сделали витраж, изображающий бывшего викария Джереми Хоррокса, наблюдающего прохождение Венеры по Солнцу. Показано, что вместо картона он использует для проецирования яркого изображения простыню.

24 Гюйгенс видит кольца Сатурна

КАРИНКА, КОТОРУЮ ДАВАЛИ ПЕРВЫЕ ТЕЛЕСКОПЫ, БЫЛА СОВСЕМ НЕЧЕТКОЙ.

Изготовленные вручную линзы часто искажали вид неба, по-разному фокусируя свет разных цветов. Но как только влияние этой хроматической аберрации было снижено, сразу удалось увидеть новые детали.

Наблюдения Галилея запомнились тем, что изменили общую картину Вселенной, но они были очень скудны на детали. Его зарисовки поверхности Луны трудно сопоставить с реальным ландшафтом — его телескоп определенно давал сильно искаженное изображение. Главным результатом было то, что Галилей впервые разглядел: Луна — это не гладкий шар, а мир с такой же неровной поверхностью, как и Земля. Он также обнаружил, что Юпитер обладает четырьмя собственными лунами, а Сатурн на самом деле состоит из трех тел — одного большого и двух меньших, расположенных вплотную друг к другу... Это последнее наблюдение, очевидно, было следствием низкого качества его инструмента, и оно еще больше всех запутало, когда два вздутия по бокам Сатурна вскоре бесследно исчез-



ли и вновь появились только в 1616 году. Недоумение сохранялось до 1665 года, когда прогресс в технологиях телескопостроения открыл, что выпирающие по бокам «луны» в действительности являются знаменитой системой колец Сатурна, которые едва заметны, когда планета поворачивается к нам боком.

Этим открытием мы обязаны Христиану Гюйгенсу, великому голландскому ученому (который вскоре изобрел часы с маятником и двигатель внутреннего сгорания). Гюйгенс уменьшил хроматическую aberrацию своего телескопа за счет использования больших слабых линз; чем тоньше линза — тем меньше aberrации. Гюйгенс понял, что главная задача объектива — собирать свет, идущий от небесных тел, а не увеличивать их изображение, и стал конструировать длинные воздушные телескопы вообще без трубы. Большие линзовые объективы помещались наверху длинного шеста, а находящийся на земле астроном рассматривал через окуляр построенное объективом изображение. И хотя добиться

устойчивой картинки в таких инструментах было очень сложно, с их помощью сделали ряд открытий, пока им на смену не пришли телескопы-рефлекторы.

Кольца впервые упоминаются в книге Христиана Гюйгенса Systema Saturnium («Система Сатурна»), вышедшей в 1659 году

25 Телескоп-рефлектор Ньютона

ПРОСТОЙ СПОСОБ ИЗБАВИТЬСЯ ОТ ПРОБЛЕМ С ХРОМАТИЧЕСКОЙ АБЕРРАЦИЕЙ В ОБЪЕКТИВЕ ТЕЛЕСКОПА — это создать инструмент, в котором вместо линз будут использоваться зеркала.

Вскоре после изобретения телескопа-рефрактора Галилей и другие оптики задумались о возможности использования в качестве объектива кривого зеркала. Считалось, что приходящий от звезд свет будет отражаться и фокусироваться в точку, где изображение можно рассматривать с помощью окуляров. Но все попытки сделать зеркало, способное построить четкое изображение, заканчивались неудачей, пока в 1668 году за дело не взялся Ньютон. Он вышлифовал и тщательно отполировал углубление в поверхности заготовки из сплава олова и меди. Это главное зеркало он разместил в одном конце деревянной трубы, откуда оно отражало свет на второе маленькое зеркало вблизи входного отверстия. Это второе зеркало перенаправляло изображение в окуляр, закрепленный в боку прибора. Именно телескоп привлек к Ньютону (ему было тогда 26 лет) внимание научного мира, а теория тяготения и математический анализ появились десятки лет спустя. (Самые мощные оптические телескопы и сегодня остаются рефлекторами.)

Первый телескоп-рефлектор Ньютона утрачен; его второй телескоп был подарен Лондонскому королевскому обществу



26 Проведение меридианов

Эпоха Великих географических открытий породила ряд морских империй, и астрономия вскоре приобрела важнейшее государственное значение.

Астрономы точно определяли время и обеспечивали данные для навигации торговых флотов, курсирующих по океанам. Методы, применяемые для изучения неба, оказались задействованы в работах по картографированию территориальных владений — как новых, так и старых.



В 1494 году по Тордесильяскому договору Испания и Португалия провели меридиан в 370 лигах (1786 км) к востоку от островов Зеленого Мыса (недавнего португальского приобретения). Все, что находится к западу от этого меридиана, объявлялось испанским, все, что восточнее, — португальским. Богатые берега, которые ныне принадлежат Бразилии, находились в Восточном полушарии, вот почему эта страна основана на португальской культуре, несмотря на испанских соседей

Каждой карте нужна точка отсчета, относительно которой измеряются расстояния до всех остальных точек. На сфере, как в случае Земли, такими точками отсчета служат большие круги, которые делят земной шар пополам. Экватор — один из таких кругов, проведенный посередине между полюсами. Каждая точка на Земле имеет широту, отсчитываемую к северу или к югу от этой линии. Однако не существует столь же естественно выделенного меридиана — большого круга, проходящего через полюса, — который мог бы служить точкой отсчета для долгот, измеряемых к востоку и западу.

Карта Английского канала, или Ла-Манша, как его называют французы, показывает схему триангуляции, связывающую гринвичский и парижский меридианы. Благодаря ей карты, составленные в конкурирующих системах, можно было соотносить между собой

Сначала Париж, потом Лондон

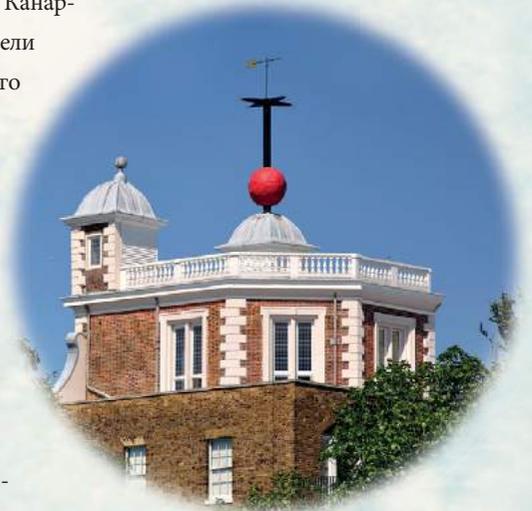
Пятнадцатью столетиями ранее Птолемей предположил, что самая западная точка суши должна считаться нулевым меридианом (поскольку большая часть известного мира лежала на востоке). В 1634 году французские власти, вдохновившись этим предложением, постано-



Восьмиугольная комната Королевской обсерватории в Гринвиче, где Джон Флемстид и ряд других королевских астрономов «первой волны» выполняли большую часть своих наблюдений. На его крыше находится красный «шар времени», который поднимают в 12:58 и опускают ровно в 13 часов каждого дня. Первоначально это было сигналом точного времени для лондонцев и для кораблей, готовящихся к отплытию из лондонской гавани, расположенной в широкой части реки ниже по течению

вили считать начальным меридиан Эль Negro — самый западный из Канарских островов. В 1667 году этот меридиан перенесли в Париж и провели через центр новейшей Парижской обсерватории. Одной из задач этого нового учреждения было наблюдение за тем, как Солнце проходит через меридиан, что соответствует точному моменту полудня. Отсюда, кстати, происходят принятые в мире обозначения времени суток: *a.m.* — *ante meridian*, то есть до полудня, и *p.m.* — *post meridian*, после полудня. Конечно, при этом все понимали, что это видимое движение Солнца является следствием вращения Земли. Если Земля совершает полный поворот на 360 градусов за 24 часа, то один градус она проходит за 4 минуты. В 1670 году аббат Жан Пикар подсчитал, что один градус долготы составляет 111 км.

Британцы решили, что им тоже нужен астрономический институт, и в Гринвиче, на холме к востоку от лондонского Сити, в 1676 году открылась Королевская обсерватория. Руководить ею был поставлен Королевский астроном, и первым эту должность занял Джон Флемстид. Он и его преемники использовали разные меридианы, проходящие через обсерваторский комплекс. Единый гринвичский меридиан, используемый сегодня, не был точно определен вплоть до 1851 года.



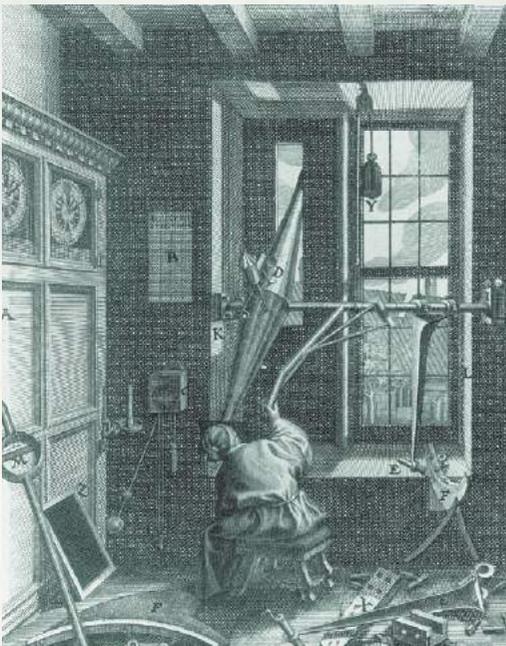
27 Скорость света

НА ЗАРЕ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ УЧЕНЫЕ НЕСКОЛЬКО РАЗ ПЫТАЛИСЬ ИЗМЕРИТЬ СКОРОСТЬ СВЕТА. Однако земные эксперименты спотыкались на ее колоссальной величине. Тут требовался астрономический подход.

В глубокой старости Галилей решил попытаться определить скорость света, измеряя время, за которое свет фонаря проходит между двумя наблюдателями. Ему не удалось получить

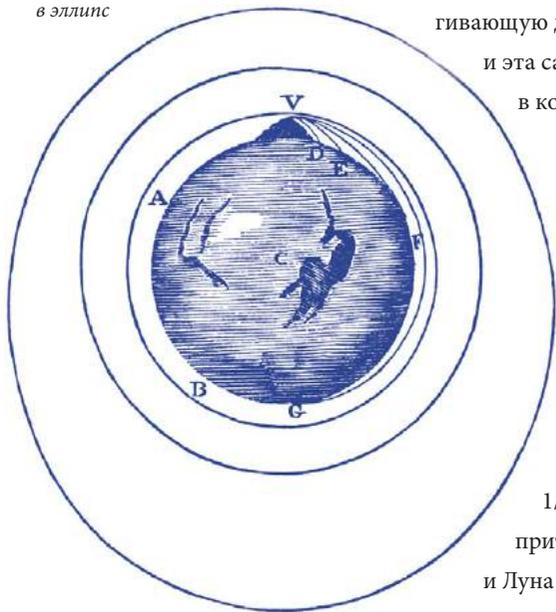
конкретную величину, но он утверждал, что она имеет конечное значение. Иоганн Кеплер, напротив, считал, что свет заполняет все бесконечное пространство мгновенно. Первый реалистичный ответ был получен благодаря наблюдениям Галилеевых спутников Юпитера. В 1676 году астроном Оле Рёмер, работавший в Парижской обсерватории, сравнил наблюдения Ио (все четыре спутника названы по именам романтических побед Юпитера) с движениями, которые предсказывались согласно законам Кеплера. В ходе своего перемещения Ио периодически скрывается позади Юпитера, и Рёмер знал точное время, когда спутник должен вновь оказаться на виду. Однако он обнаружил, что моменты этих появлений запаздывают на величину порядка 10 минут, и понял, что это время требуется свету, чтобы достичь Земли. Задержка становилась больше, когда Земля, двигаясь по своей орбите вокруг Солнца, удалялась от Юпитера. Рёмер подсчитал, что свет проходит 220 тыс. км в секунду, что примерно на четверть меньше действительного значения.

Оле Рёмер за своим телескопом в Парижской обсерватории, окруженный астрономическими приборами того времени



28 Закон всемирного тяготения

Ньютон предположил, что Луну следует рассматривать как снаряд, который движется по искривленной траектории, поскольку на него действует земное тяготение. Поверхность Земли тоже искривлена, так что при достаточно быстром движении снаряда его искривленная траектория будет следовать за кривизной Земли, и он станет «падать» вокруг планеты. Если увеличить скорость снаряда, его траектория вокруг Земли вытянется в эллипс



АРИСТОТЕЛЬ УТВЕРЖДАЛ, ЧТО МАССИВНЫЕ ПРЕДМЕТЫ ПАДАЮТ НА ЗЕМЛЮ БЫСТРЕЕ ЛЕГКИХ. Галилей в начале XVII века показал, что все предметы падают «одинаково». И примерно в то же время Кеплер задумывался, что заставляет планеты двигаться по своим орбитам. Быть может, это магнетизм? Исаак Ньютон свел все эти движения к действию единой силы, называемой гравитацией, которая подчиняется простым универсальным законам.

Галилей экспериментально показал, что путь, пройденный телом, падающим под действием гравитации, пропорционален квадрату времени падения: шар, падающий в течение двух секунд, пройдет вчетверо больший путь, чем такой же предмет в течение одной секунды. Также Галилей показал, что скорость прямо пропорциональна времени падения, и вывел отсюда, что пушечное ядро летит по параболической траектории — одному из видов конических сечений, как и эллипсы, по которым, согласно Кеплеру, движутся планеты. Но откуда эта связь?

Когда в середине 1660-х годов Кембриджский университет закрылся на время Великой эпидемии чумы, Ньютон вернулся в семейную усадьбу и там сформулировал свой закон тяготения, хотя и держал его потом в тайне еще 20 лет. (Историю об упавшем яблоке никто не слышал, пока восьмидесятилетний Ньютон не рассказал эту байку после большого званого ужина.) Он предположил, что все предметы во Вселенной порождают гравитационную силу, притягивающую другие объекты (подобно тому, как яблоко притягивается к Земле), и эта самая сила гравитации определяет траектории, по которым движутся в космосе звезды, планеты и другие небесные тела.

Закон обратных квадратов

Ньютон сумел рассчитать величину ускорения Луны под влиянием земной гравитации и нашел, что она в тысячи раз меньше, чем ускорение предметов (того же яблока) вблизи Земли. Как такое может быть, если они движутся под действием одной и той же силы? Ньютоновское объяснение состояло в том, что сила тяготения ослабевает с расстоянием. Объект на поверхности Земли в 60 раз ближе к центру планеты, чем Луна. Притяжение на орбите Луны составляет $1/3600$, или $1/60^2$, от того, что действует на яблоко. Таким образом, сила притяжения между двумя объектами — будь это Земля и яблоко, Земля и Луна или Солнце и комета — обратно пропорциональна квадрату разделяющего их расстояния. Удвойте расстояние, и сила уменьшится вчетверо, утройте его — сила станет меньше в девять раз и т. д. Сила также зависит от масс объектов — чем больше масса, тем сильнее гравитация. Всё это можно записать в виде: $F = G(Mm/r^2)$. Сила

гравитации равна произведению большей массы M и меньшей массы m , деленному на квадрат расстояния между ними r^2 и домноженному на гравитационную постоянную, обозначаемую заглавной буквой G (строчная g обозначает вызванное тяготением ускорение). Эта постоянная определяет притяжение между любыми двумя массами в любой точке Вселенной. В 1789 году ее использовали для вычисления массы Земли ($6 \cdot 10^{24}$ кг). Законы Ньютона замечательно предсказывают силы и движения в системе из двух объектов. Но при добавлении третьего всё значительно усложняется и приводит (спустя 300 лет) к математике хаоса.

29 Комета Галлея

The Astronomical Elements of the Comets that have been hitherto duly observed.

Comet An.	Num. Assign.	Instm. Orbita.	Perihelion.	Distm. Log. Dist. Perihelia & Sol.	Log. Dist. Perihelia & Sol.	Temp. equat. Perihelia	Perihelion & Node.
gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
1531	1	1	1	1	1	1	1
1532	2	2	2	2	2	2	2
1533	3	3	3	3	3	3	3
1534	4	4	4	4	4	4	4
1535	5	5	5	5	5	5	5
1536	6	6	6	6	6	6	6
1537	7	7	7	7	7	7	7
1538	8	8	8	8	8	8	8
1539	9	9	9	9	9	9	9
1540	10	10	10	10	10	10	10
1541	11	11	11	11	11	11	11
1542	12	12	12	12	12	12	12
1543	13	13	13	13	13	13	13
1544	14	14	14	14	14	14	14
1545	15	15	15	15	15	15	15
1546	16	16	16	16	16	16	16
1547	17	17	17	17	17	17	17
1548	18	18	18	18	18	18	18
1549	19	19	19	19	19	19	19
1550	20	20	20	20	20	20	20
1551	21	21	21	21	21	21	21
1552	22	22	22	22	22	22	22
1553	23	23	23	23	23	23	23
1554	24	24	24	24	24	24	24
1555	25	25	25	25	25	25	25
1556	26	26	26	26	26	26	26
1557	27	27	27	27	27	27	27
1558	28	28	28	28	28	28	28
1559	29	29	29	29	29	29	29
1560	30	30	30	30	30	30	30
1561	31	31	31	31	31	31	31
1562	32	32	32	32	32	32	32
1563	33	33	33	33	33	33	33
1564	34	34	34	34	34	34	34
1565	35	35	35	35	35	35	35
1566	36	36	36	36	36	36	36
1567	37	37	37	37	37	37	37
1568	38	38	38	38	38	38	38
1569	39	39	39	39	39	39	39
1570	40	40	40	40	40	40	40
1571	41	41	41	41	41	41	41
1572	42	42	42	42	42	42	42
1573	43	43	43	43	43	43	43
1574	44	44	44	44	44	44	44
1575	45	45	45	45	45	45	45
1576	46	46	46	46	46	46	46
1577	47	47	47	47	47	47	47
1578	48	48	48	48	48	48	48
1579	49	49	49	49	49	49	49
1580	50	50	50	50	50	50	50
1581	51	51	51	51	51	51	51
1582	52	52	52	52	52	52	52
1583	53	53	53	53	53	53	53
1584	54	54	54	54	54	54	54
1585	55	55	55	55	55	55	55
1586	56	56	56	56	56	56	56
1587	57	57	57	57	57	57	57
1588	58	58	58	58	58	58	58
1589	59	59	59	59	59	59	59
1590	60	60	60	60	60	60	60

This Table needs little Explanation, since 'tis plain enough from the Titles, what the Numbers mean. Only it may be observed, that the Perihelion Distances, are estimated in such Parts, as the Middle Distance of the Earth from the Sun, contains 100000.

Таблица из книги Галлея «Synopsis astronomiae Cometicarum» («Обзор кометной астрономии»), изданной в 1705 году, содержит только данные о кометах, обращающихся вокруг Солнца по очень сильно вытянутым орбитам

В доисторические времена кометы всегда привлекали внимание — ведь в отсутствие электрической засветки неба их было гораздо лучше видно. Аристотель поместил кометы в свой трактат о метеорологии, считая их атмосферным, а не астрономическим явлением. Эта идея продержалась очень долго, в том числе и после коперниканской революции. Даже когда Тихо Браге показал, что кометы движутся намного дальше Луны, великие Кеплер и Галилей отказывались признавать их телами, подчиняющимися законам движения планет.

Это, однако, сделал английский астроном Эдмон Галлей. Составив список комет и их орбит, основанный на наблюдениях, начиная с 1300-х годов, он заметил, что три кометы, появившиеся в 1531, 1607 и 1682 годах, имели одинаковые орбиты. Применив ньютоновские законы движения и тяготения, он сделал вывод, что это в действительности один и тот же объект, совершающий оборот вокруг Солнца за 76 лет (и быстро пролетающий мимо Земли при сближении). Когда, в соответствии с предсказанием, он вновь вернулся в 1758 году, его стали называть кометой Галлея.

Слово «КОМЕТА» ОЗНАЧАЕТ «КОСМАТАЯ ЗВЕЗДА», ТАКОВО БЫЛО ГРЕЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ЭТИХ РЕДКИХ И ЗАГАДОЧНЫХ ПОСЕТИТЕЛЬНИЦАХ НОЧНОГО НЕБА. В 1705 ГОДУ АНГЛИЙСКИЙ АСТРОНОМ ПРОСЛАВИЛ СЕБЯ (И КОМЕТУ), ИСПОЛЬЗОВАВ ДЛЯ ЭТОГО НЬЮТОНОВСКИЙ ЗАКОН ТЯГОТЕНИЯ.

НЕСЧАСТЛИВЫЕ (ДЛЯ НЕКОТОРЫХ)

Возможно, потому что кометы не привязаны к поясу зодиака, их часто рассматривали в качестве предвестников больших потрясений, которых мало кто желал. Появление комет редко обходилось без комментариев. Так, в 1066 году визит кометы Галлея был зафиксирован на гобелене из Байё (внизу). Надпись гласит: «Люди дивятся на звезду». Предполагалось, что это было предупреждение англичанам о скором норманнском вторжении. И еще незадолго до них на другую часть страны напали викинги, так что для Англии этот год в самом деле оказался очень плохим.



30 Форма Земли

В СВОЕМ ТРАКТАТЕ О ФОРМЕ ЗЕМЛИ АРИСТОТЕЛЬ СДЕЛАЛ ЗАМЕЧАНИЕ О ТОМ, КАК ОБЪЕКТ, СЖИМАЮЩИЙСЯ К СВОЕМУ ЦЕНТРУ, ОБРАЗУЕТ СФЕРУ.

К XVIII веку профессиональные астрономы сошлись на том, что центробежная сила, вызванная вращением Земли, должна создавать на планете утолщение. Но какого именно рода?

В 1736 году французская экспедиция в Лапландии, сражаясь с морозами, измеряла длину отрезка меридиана. Примерно через 60 лет четверть Парижского меридиана — от Северного полюса до экватора — была использована для определения новой единицы измерения — метра. Длина дуги меридиана была принята за 10 миллионов метров

Христиан Гюйгенс выдвинул предположение, что Земля сжата у полюсов и, подобно апельсину, образует так называемый сплюснутый сфероид. Гравитационные расчеты Исаака Ньютона подтверждали эту гипотезу. Рене Декарт придерживался противоположного мнения, и в его пользу говорили измерения Жака Кассини, директора Парижской обсерватории (унаследовавшего должность от своего более известного ныне отца Джованни). Он полагал, что длина градуса широты увеличивается при движении с юга на север Франции. Это указывало на то, что Земля больше похожа на лимон, то есть имеет вытянутую форму — высота больше поперечника.

Это было очень важно не только для чистой науки, но и для того, чтобы линии широты и долготы на картах правильно отражали реальную форму планеты. Поэтому требовались точные измерения полярной и экваториальной окружности Земли. Они не были в точнос-



ти равны друг другу, и какая бы ни оказалась больше, обе могли служить для вычисления важной величины — длины одного градуса на поверхности Земли.

Геодезические экспедиции

Пришло время для появления геодезии — новой науки, изучающей форму Земли. Чтобы ответить на поставленный фундаментальный вопрос, французский король Людовик XV отправил две экспедиции. Первая должна была измерить длину дуги экватора. В 1735 году она отправилась в испанскую провинцию Кито (ныне Эквадор, это слово как раз и означает «экватор» по-испански) и через четыре года вернулась со своими результатами. Тем временем другая экспедиция, в состав которой входил швед Андерс Цельсий (еще до того, как он придумал свою стоградусную шкалу), отправилась в Лапландию, поближе Северному полюсу, где вела измерения, аналогичные экваториальным. Полученные результаты четко подтвердили, что правы были Гюйгенс и Ньютон. Мы живем на сплюснутой планете.

31 Карта южного неба

Никола Луи де Лакайль был не первым астрономом, изучавшим небо к югу от экватора, но он, определенно, внес в это дело значительный вклад.

Геодезические данные позволили составить представление о форме Северного полушария. Но что можно сказать о Южном? Перед экспедицией француза Никола Луи де Лакайля, отправившейся в Южную Африку в начале 1750-х годов, была поставлена задача измерить длину дуги южного меридиана. Его измерения показали, что Земля имеет яйцеобразную форму (с острым концом внизу), но позже оказалось, что это ошибка. Тем не менее путешествие Лакайля вошло в историю благодаря его звездной карте, на которую он добавил 14 созвездий (больше чем кто-либо до него или после). Будучи человеком эпохи Просвещения, Лакайль видел в небесах не мифологические фигуры, а инструменты наук и искусств. Среди его созвездий были Телескоп, Часы, Живописец, Резец и Воздушный Насос, устройство, изобретенное столетием раньше Денисом Пипиным и примененное Робертом Бойлем для изучения свойств газов. Результаты экспериментов Бойля начали открывать нам природу вещества на Земле и в космосе.



*Планисфера
Лакайля
дополняет древние
мифологические
созвездия более
современными
мотивами в Южном
полушарии*

32 Навигационная астрономия

НАВИГАЦИЯ ПО ЗВЕЗДАМ НЕ БЫЛА НАУЧНЫМ ОТКРЫТИЕМ. ДРЕВНИЕ МОРЯКИ ИЗ ОПЫТА БОЛЕЕ ИЛИ МЕНЕЕ ПРЕДСТАВЛЯЛИ, КАКИЕ СОЗВЕЗДИЯ ВЕДУТ ИХ ПО ТЕМ ИЛИ ИНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ. Но только с появлением науки и промышленного производства небеса позволили уверенно находить любую точку на планете — на земле и на море — в любое время дня и ночи.

Древнее мореплавание при всех его рисках состояло в основном в движении вдоль береговой линии (а также в пересечении узких морей, таких как Средиземное). Далекие путешествия ограничивались наиболее благоприятными сезонами, а капитаны могли при-



Путешественник XVII века, применяющий алидаду и компас для измерения положений светил. Эти инструменты, требующие аккуратного обращения, можно было использовать только на суше

мерно определить нужное направление по месту восхода и захода Солнца или держа курс по определенному созвездию. Это зачастую приводило к ошибкам, но корабли редко уходили далеко от берега, и даже если земля обнаруживалась не там, где ее ожидали увидеть, было нетрудно сориентироваться и проложить новый курс.

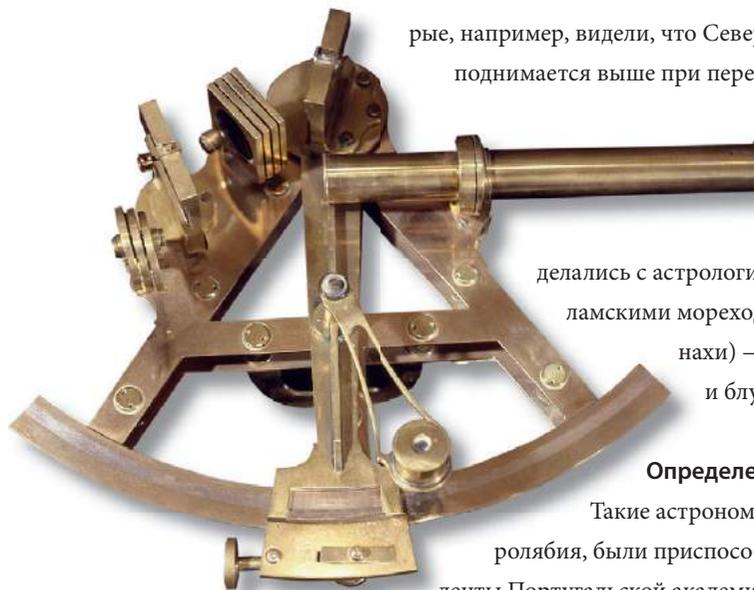
Впрочем, некоторые моряки пошли дальше. Полинезийская культура распространялась от острова к острову, которые могли далеко отстоять друг от друга. При этом использовались схемы, сделанные из скрепленных между собой палочек, указывающих океанские течения, которые связывают участки суши. Риски были высоки, и каждый шаг стоил многих жизней.

Научный прорыв

В 1418 году португальский принц Генрих учредил мореходную школу. Для Португалии, расположенной на западном краю Европы, Ат-

лантический океан был окном новых возможностей, которые принц, ныне известный как Генрих Мореплаватель, всеми силами стремился использовать, применяя самые совершенные корабельные и навигационные технологии. К тому времени компас был известен уже более 200 лет (а в Китае еще дольше), но он не помогал измерять расстояния.

От Аристотеля до Эратосфена древние астрономы часто упоминали, что высота ярких звезд (угол, на который они поднимаются над горизонтом) меняется в ходе длительных путешествий на север или на юг. Они знали об этом явлении из рассказов моряков, кото-



Первый секстант был сделан в 1757 году британским инструментальщиком Джоном Бёрдом. Свое название он получил благодаря тому, что дуга охватывала шестую часть окружности (60°). Устройство было усовершенствованным вариантом меньшего навигационного инструмента, изобретенного в 1740-х годах и называемого октантом (он охватывал восьмую часть окружности). Считается, что Исаак Ньютон придумал этот инструмент еще в 1699 году, но никому о нем не рассказывал

рые, например, видели, что Северная звезда (ныне называемая Полярной) поднимается выше при переходе из Александрии к городам Эгейского моря и вновь опускается на обратном пути. Оставалось увязать высоты звезд с конкретными широтами. Астрономические записи, которые первоначально делались с астрологическими целями, были превращены исламскими мореходами в астрономические календари (альманахи) — фиксирующие положения неподвижных и блуждающих звезд на протяжении года.

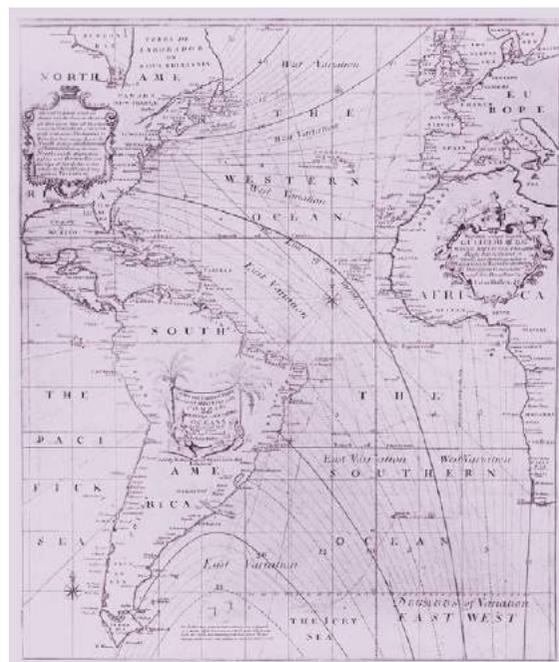
Определение широты

Такие астрономические инструменты, как алидада и астролябия, были приспособлены для использования в навигации. Студенты Португальской академии могли пользоваться упрощенной морской астролябией — проградированным кругом с алидадой или поворотным визиром, который наводился на небесные светила вроде Полярной звезды. Как это работало? Проще всего объяснить принцип на предельных случаях. Полярная звезда получила свое название благодаря тому, что находится почти у самого Северного полюса небесной сферы — прямо над Северным полюсом Земли. Если ее высота составляет 90° , то есть она находится прямо над головой, значит, ваша широта — 90° с.ш., вы на Северном полюсе. Если же высота Полярной звезды равна 0° , иными словами, она находится на горизонте, значит, вы доплыли до экватора. Для самых ярких небесных тел, в том числе и для видимого днем Солнца, все это уже не столь тривиально, но к XV веку астрономы уверенно составляли таблицы альманахов, позволявшие определять широту по высоте Солнца в любой день года.

Шестая часть окружности

В этом деле чрезвычайно важна была точность; ошибка в несколько градусов приводила к промаху на сотни километров. Обычная астролябия с цельными кругами позволяла делать измерения лишь относительно самой себя, а потому ее сначала требовалось выставить на горизонт — не самое простое дело на качающейся палубе корабля. Постепенно появилось семейство более простых и удобных устройств, развитие которых привело к секстанту. В нем была система зеркал, которая позволяла одновременно видеть Солнце (или другое светило) и горизонт, а затем, сводя их друг с другом, определять угол между ними. В альманахах указывались максимальные высоты Солнца, а потому измерения должны были проводиться в полдень, когда Солнце достигает максимальной высоты на небе. Этот важнейший момент суток вскоре приобрел особое значение для определения долготы наряду с широтой.

Эдмон Галлей составил карту Атлантического океана в ходе своего путешествия в конце 1690-х годов. Линии на этой карте — изогоны магнитного склонения — показывают, насколько отличаются показания компаса от направления на географический Северный полюс. Они должны были учитываться моряками при прокладывании курса



33 Проблема долготы

НАВИГАЦИЯ ПО ЗВЕЗДАМ БЫЛА БЕСЦЕННЫМ СРЕДСТВОМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ В НАПРАВЛЕНИИ «СЕВЕР — ЮГ», но точно определить

положение в направлении «восток — запад» оказалось не так просто. В XVIII веке британское правительство назначило огромную премию тому, кто сможет решить ключевую проблему определения долготы.



Земля вращается с запада на восток, делая полный оборот за 24 часа (с точностью до нескольких минут). Это вращение порождает иллюзию суточного движения Солнца и звезд по небесной сфере. Для вычисления долготы штурманы измеряли максимальную высоту небесных светил над горизонтом. Обычно это было Солнце, которое поднимается по небу до полудня, а затем начинает спуск к горизонту вплоть до заката. Его высота в полдень одинакова для всех точек определенного круга широты — от мыса Код до Внутренней Монголии. Однако полдень в этих местах наступает не одновременно; когда в Массачусетсе Солнце достигло максимальной высоты, в Монголии уже темно.

Времена иных долгот

Астрономы знали, что Земля поворачивается на 15° за час, поэтому в точке на 15° западнее полдень наступает на час позже. А если это случается на час раньше, значит, вы на востоке. Очевидно, это и было решением проблемы долготы? Сравнить местный полдень со временем на начальном меридиане — будь он в Париже или в Гринвиче — и вычислить свое положение в направлении «восток — запад». Трудность, однако, состояла в том, что часовая технология того времени не позволяла решить эту задачу. Это было все равно, что погрузить суперкомпьютер в ракету: слишком дорого, громоздко и ненадежно для долгого путешествия.

В конструкции морских часов Джона Харрисона вместо маятника использовалась пружина. Изображенная здесь модель H5 была последним созданным им морским хронометром. В попытке получить премию за решение проблемы долготы Харрисон в 1772 году послал H5 королю Георгу III. Тот лично проверил точность часов и выразил поддержку автору. На следующий год Харрисон получил вознаграждение в размере 8750 фунтов, что эквивалентно 1,25 миллиона долларов сегодня

СВОДЯЩАЯ С УМА ПРОБЛЕМА

«Похождения повесы» — серия живописных полотен и гравюр, выполненных в 1730-х годах британским художником и сатириком Уильямом Хогартом. Сквозной темой серии были взлет и падение молодого человека, унаследовавшего и промотавшего состояние. На восьми картинах немало шуток о нравах общества XVIII века. На финальном листе повеса изображен помешанным (в окружении пары дам, пришедших посмотреть на него ради забавы). Двое мужчин в центре полотна бьются над проблемой долготы; один ищет ответ в небе, другой созерцает карту мира. Намек Хограта ясен: проблема долготы может довести до сумасшедшего дома.



Часовщик навигаторов

Определять долготу моряки могли, только оценивая пройденный путь. Для измерения скорости они бросали за борт линь с узлами, и считали, сколько узлов пройдет судно за 30 секунд. Узлы на лине отстояли друг от друга на 15 метров (50 футов), и скорость в 1 узел соответствовала 1 морской миле в час (1,85 км/ч). Морская миля — это длина одной минуты дуги вдоль меридиана. При скорости в 1 узел (очень низкой) один градус (60 угловых минут) проходится за 60 часов.

Но подсчет пройденного пути часто непоправимо нарушался. После колоссальной катастрофы 1707 года, когда из-за навигационной ошибки затонули четыре корабля и погибли 1400 человек, было учреждено британское Бюро долгот, которое стало распорядителем премии за решение проблемы долготы. Руководили бюро астрономы, убежденные, что решение надо искать в наблюдениях небесных явлений. Основные надежды возлагались на измерение угловых расстояний между Луной и другими светилами. Хотя эти методы действительно работали, в итоге проблема долготы была решена благодаря развитию техники. Часовой мастер Джон Харрисон потратил 30 лет, убеждая Бюро в том, что его новые корабельные часы — морской хронометр — обладают необходимой точностью для использования в навигации и соответствуют условиям премии. В 1773 году, уже в глубокой старости, Харрисон наконец получил от парламента вознаграждение за свой труд, но поскольку его часы сочли слишком дорогими, это не была официально назначенная премия, которую в итоге так никому и не вручили.

34 Возраст Земли

В 1779 году французский аристократ граф де Бюффон предпринял одну из первых попыток научного определения возраста Земли, поставив под сомнение общепринятое тогда представление о том, что она сотворена в 4004 году до н.э.

Жорж-Луи Леклерк, граф де Бюффон был скорее натуралистом, чем астрономом, но работы по естественной истории привели его к вопросу о происхождении Земли и Солнечной системы. Будучи опытным математиком, он отвергал мысль о сотворении Земли в 4004 году до н.э., которая вытекает из буквального прочтения Библии. Он предположил, что Земля образовалась в результате того, что в Солнце врезалась комета, и с тех пор планета постепенно теряет тепло, но в глубине все еще остается очень горячей. Исходя из наличия у Земли магнитного поля, он заключил, что планета в основном железная, и решил, что ее возраст можно оценить, изучив, с какой скоростью остывает металл. Он разогрел небольшой железный шар до белого каления, подождал, когда он остынет, а затем экстраполировал полученные результаты на шар размером с Землю. У него получилось, что она должна остывать 75 тысяч лет. Величина эта, конечно, ошибочная, но она указывала на то, что планета значительно старше, чем считалось прежде.

Граф Бюффон был директором французских королевских ботанических садов. Его деятельность оказала огромное влияние как на астрономию, так и на биологию, к том числе и на работу Чарльза Дарвина с его теорией эволюции.



35 Новая планета

Пять планет (НЕ СЧИТАЯ ЗЕМЛИ) были известны с древности; у них не было определенного первооткрывателя, они просто всегда были известны. Затем в 1781 году обнаружилась седьмая планета, и ее первооткрыватель известен по имени — это был Уильям Гершель.

На момент совершения открытия Уильям Гершель, переселившийся в Великобританию из Германии, был любителем астрономии. Днем он дирижировал оркестром в городе Бате на западе Англии, а свободные вечера проводил во дворе, наблюдая за небом в самодельный (хотя и очень высококачественный) телескоп-рефлектор. Помогала ему сестра Каролина, которая также иногда выступала на его концертах в качестве солиста-сопрано.



Портрет Уильяма Гершеля с его записями о планете Уран (которую тогда он называл планетой Георга) и ее двух спутниках — Титании и Обероне. Гершель открыл эти спутники в 1787 году. В 1850-х годах сын Уильяма Джон назвал их именами двух шекспировских героев. Все спутники Урана носят имена персонажей английской литературы.

40-футовый (12-метровый) телескоп Гершеля оставался крупнейшим в мире до 1840 года

Удивительный диск

13 марта 1781 года Гершель повернул свой телескоп к созвездию Близнецов и увидел яркий объект, имеющий отчетливо дискообразную форму, хотя даже ярчайшие звезды

всегда выглядели светящимися точками. Сначала Гершель подумал, что нашел комету, и несколько месяцев следил за ее движением. Теперь уже и другие наблюдатели, включая Королевского астронома Невилла Маскелайна, изучали объект, который Гершель назвал *Georgium Sideris* (Звезда Георга) в честь короля своей новой родины. (Позднее выяснилось, что запись об этом небесном теле сделал еще за 90 лет до того Джон Флемстид, первый королевский астроном, но он ошибочно считал, что это звезда.) После объединения всех данных выяснилось, что Гершель открыл седьмую планету. Лестное для короля название планеты принесло свои плоды: Гершель стал королевским астрономом и вместе с Каролиной переехал жить в окрестности Виндзорского замка.

Именем отца

Ураном планету назвал немецкий астроном Иоганн Боде, посчитавший, что раз Сатурн был отцом Юпитера, то следующую планету надо назвать в честь отца Сатурна. Боде также обнаружил, что положение орбиты Урана подчиняется схеме, которую позднее стали называть законом Тициуса — Боде. Припишем планетам числа из геометрической прогрессии: 0, 3, 6, 12, 24... (Земля получит число 6), затем прибавьте к каждому числу 4 и поделите на 10. Для Земли получится 1, а для остальных планет (включая пояс астероидов) — хорошие приближения к их относительным расстояниям от Солнца. Этот закон оказался полезен, когда начались поиски восьмой планеты.



БОЛЬШОЙ СОРОКАФУТОВЫЙ РЕФЛЕКТОР

В конце 1780-х годов король Георг III попросил Уильяма Гершеля, к тому времени самого знаменитого астронома в мире, соорудить поблизости от своего замка в Виндзоре крупнейший в истории телескоп. Его фокусное расстояние — от зеркала до точки, где оно строило изображение, — составляло 40 футов, и инструмент стали называть Большим 40-футовым телескопом. В нем было только одно зеркало, немного наклоненное к оптической оси. Оно строило изображение у края входного отверстия телескопа, а наблюдали его со специального помоста.

36 Объекты Мессье

Шарль Мессье был охотником за кометами, но в историю он вошел как составитель каталога объектов, которые не являются ни кометами, ни звездами.

Мессье был бы разочарован, увидев Уран: он проводил ночи напролет в поисках комет. Ему так надоело тратить время на отслеживание объектов, которые многообещающе выглядели (как размытые, непохожие на звезды пятнышки), но оставались неподвижными, что он составил в 1781 году список таких объектов в помощь всем кометоискателям. В первой редакции списка было 45 объектов, и первое место (M1) в нем занимала надоедливая Крабовидная туманность. Позднее список стал известен как каталог Мессье и расширился до 110 объектов, среди которых были и туманности, и галактики, и звездные скопления.



Современные любители астрономии вовсе не избегают объектов каталога Мессье, а, напротив, с удовольствием наблюдают их в телескопы заметно лучше, чем был у Мессье.

37 Стандартные свечи

Яркие, но далекие звезды выглядят не столь впечатляюще, как тусклые, но близкие, и поэтому определять расстояния до звезд было невозможно, пока совсем молодой любитель астрономии не нашел для Вселенной измерительное средство.

Джон Гудрайк занимался изучением переменных — звезд, которые меняют свой блеск. В 1784 году, когда ему было всего 19 лет, он открыл переменность звезды дельты в созвездии Цефея. (Звездное хобби, которым Гудрайк занимался холодными йоркширскими ночами, по-видимому, его и погубило: он умер от пневмонии в 1786 году.)

Забегая вперед, расскажем, что в 1912 году гарвардский астроном Генриетта Левитт обнаружит связь средней светимости с периодом пульсаций — временем между пиками блеска таких переменных, как дельта Цефея, получивших от нее название цефеид. Так что если две цефеиды имеют одинаковый период, у них совпадает и светимость, а значит, видимая разница в яркости вызвана различным расстоянием до них. Так, наконец, появились «стандартные свечи», пригодные для составления карты Вселенной.



Джон Гудрайк выполнил в 1783 году множество наблюдений звезды Алголя. Эта переменная звезда (не являющаяся цефеидой) тускнеет раз в три дня, а потом вновь обретает прежний блеск. Гудрайк, который был глухонемым, предположил, что Алголь является двойной системой, где более тусклая, но крупная звезда затмевает меньшую, но более яркую. Эта работа принесла Гудрайку медаль Копли, высшую награду Лондонского королевского общества

38 Ускользящий первый астероид

После открытия Урана астрономы бросились на поиски

следующей планеты. Замысел состоял в том, чтобы прочесать область неба в поясе зодиака, где должны находиться планеты, раздав каждому астроному по участку.

Не все авторитеты верили в успех поисков. Философ Георг Гегель, например, настаивал, что планет должно быть не более семи, поскольку именно столько отверстий имеется в человеческой голове! К счастью, на его рассуждения мало кто обратил внимание, и в 1800 году венгерский барон Франц Ксавьер фон Зах взялся организовать работу 24 астрономов по картированию неба.

Одним из этих астрономов был сицилиец Джузеппе Пиацци. Однако, еще ожидая инструкций от фон Заха, он открыл тусклый объект, который двигался, как планета, между Марсом и Юпитером. Зная, что европейские астрономы будут тщательно проверять его открытие, Пиацци хотел тщательно удостовериться в нем, прежде чем публиковать. Однако в самый критический момент он заболел и потерял свою «планету» в лучах Солнца.

Хотя Карла Гаусса помнят как математика, по официальной должности он был профессором астрономии и директором астрономической обсерватории Гёттингенского университета. Здесь он изображен не с телескопом, а с гелиомером, которым пользовался для точного измерения формы Земли, что было составной частью его математических исследований сложных поверхностей.



Джузеппе Пиацци обнаружил объект, позднее названный астероидом Церерой (а теперь классифицированный как карликовая планета), методом двойной проверки всех наблюдавшихся объектов, среди которых Церера оказалась единственным, изменившим свое положение

Планетные сыщики

Начались интенсивные поиски, и фон Зах призвал на помощь немецкого математического гения Карла Фридриха Гаусса. Позднее его признают одним из самых выдающихся математических умов в истории и назовут королем математики. И 23-летний Гаусс не подвел. Потратив три месяца на вычисления, он выдал фон Заху примерную орбиту упущенной планеты, и венгр переоткрыл ее 31 декабря 1801 года.

Пиацци назвал ее Церерой в честь римской богини земледелия. Однако, хотя Церера и двигалась, подобно планетам, в остальном она на них не походила, в частности, она была слишком тусклой для планеты. А вскоре команда Заха обнаружила другие подобные объекты — Палладу в 1802 году, Юнону в 1804-м, Весту в 1807-м. Уильям Гершель назвал эти объекты астероидами. На протяжении XIX столетия были открыты сотни астероидов, образующие пояс вокруг Солнца.



39 Фраунгоферовы ЛИНИИ

В XVII веке Исаак Ньютон ввел термин «спектр» и назвал семь его цветов. В начале XIX века спектры звездного света дали первые доказательства того, что этот свет приходит от объектов, состоящих из тех же веществ, что имеются на Земле.



Собственноручный рисунок Фраунгофера, показывающий положение 570 темных линий, присутствующих в спектре солнечного света

Ньютон, как и многие до него, использовал призму для расщепления белого света в радужную полоску. Стекло призмы преломляет свет, заставляя луч отклоняться при переходе из воздуха в стекло и обратно. Белый свет, входящий в темное помещение солнечным лучом, разлагается на составляющие цвета: поскольку каждый цвет преломляется на свой угол, они в результате раскладываются в радугу.

Более ста лет развития техники понадобилось для того, чтобы объединить призму с телескопом и получить спектроскоп. Первым это сделал в 1814 году немецкий оптик Йозеф фон Фраунгофер. Он делал столь качественные линзовые объективы, что у них почти не было хроматической аберрации, мешающей получению спектров.

Недостающие цвета

Фон Фраунгофер направил свой спектрометр на Солнце, сфокусировал свет на призме и посмотрел, из каких цветов он состоит. Однако, в отличие от Ньютона, он мог рассматривать спектр через увеличительное стекло окуляра и увидел, что радуга испещрена сотнями темных линий. То есть некоторые цвета в спектре отсутствовали.

Немецкие химики Роберт Бунзен и Густав Кирхгоф объяснили смысл фраунгоферовых линий, которые спустя 45 лет были также найдены и в звездном свете. Эти ученые обнаружили, что химические элементы можно идентифицировать по уникальному спектру света, который они излучают или поглощают. Темные линии в солнечном свете соответствуют спектрам определенных элементов, таких как натрий, и это говорит об их присутствии в солнечной атмосфере. Атомы этих элементов поглощают определенные цвета, и на соответствующих местах в спектре появляются фраунгоферовы темные линии.

40 Эффект Кориолиса

До появления пароходов оставались еще десятки лет, и торговые империи полагались в океанских перевозках на предсказуемые ветры, которые циркулируют у поверхности Земли. Моряков всегда интересовало, почему им так редко удастся идти прямым курсом, и в 1835 году они получили ответ на этот вопрос.

В 1651 году Джованни Баттиста Риччиоли рассуждал о том, что Земля не может вращаться, в противном случае пушечные ядра сбивались бы с курса, поскольку планета проворачивалась бы под ними. Артиллерия XVII столетия была недостаточно мощной, чтобы выявить это отклонение, но к 1830-м годам пушки и физика развились достаточно, чтобы данный эффект приобрел значение. Он получил название по имени французского математика Гаспара-Гюстава Кориолиса. Эффект Кориолиса наблюдается только на поверхности вращающихся тел, таких как Земля. Поскольку вращающаяся поверхность движется по окружности, а брошенный объект — по прямой, то относительно поверхности он может двигаться по искривленной траектории.

Кориолис предложил, как расширить уравнения движения Ньютона таким образом, чтобы они позволяли рассчитывать движение тел, будь это молекулы воздуха или пушечные ядра, относительно вращающейся системы отсчета. Он показал, что видимое отклонение летящего объекта от прямолинейной траектории можно описывать как результат действия воображаемой силы. Хотя это лишь видимость и никакой силы на самом деле к телу не приложено, Кориолис указал, как рассчитывать эту условную силу, чтобы точно предсказывать движение летящих объектов. Сила Кориолиса оказалась полезна для понимания направления океанских течений, а также ветров (сначала на нашей планете, а потом и на других), для отслеживания движений солнечных пятен и, наконец, для планирования ракетных пусков.



Горизонтально движущиеся тела в Северном полушарии отклоняются вправо, а в Южном — влево. Сила этого отклонения зависит от широты. Она максимальна у полюсов и минимальна у экватора

Говорят, что эффект Кориолиса проявляется в том, что вытекающая вода в раковине закручивается по часовой стрелке в Южном полушарии и против часовой стрелки в Северном. Это миф, сила Кориолиса не проявляется в таких малых масштабах. Однако она влияет на такие огромные системы, как ураганы, закручивая их против часовой стрелки к северу от экватора и по часовой — к югу



41 Звездный параллакс

САМЫМ СИЛЬНЫМ АРГУМЕНТОМ ПРОТИВ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ МИРА С СОЛНЦЕМ В ЦЕНТРЕ И ДВИЖУЩЕЙСЯ ВОКРУГ НЕГО ЗЕМЛЕЙ БЫЛА НЕПОДВИЖНОСТЬ ЗВЕЗД.

Если Земля движется, то астрономы должны видеть, как звезды меняют свои положения друг относительно друга, подобно тому как это происходит с планетами вследствие эффекта, называемого параллаксом.

Благодаря параллаксу наш мозг воспринимает расстояния и глубину многоплановых видов. Этот эффект использовался для оценки относительных расстояний до Луны, комет и планет. Но когда дело доходило до звезд, они упорно не желали сдвигаться с места (по крайней мере, при использовании примитивных наблюдательных инструментов). Тихо Браге считал это доказательством того, что Земля неподвижна. Об альтернативной возможности — что звезды находятся так далеко, что расстояние до них неотлично от бесконечности, — для него не могло быть и речи. Лишь ко второй четверти XIX века качество телескопов выросло настолько, чтобы их точности хватило для измерения звездного параллакса и демонстрации того, сколь невероятно далеки от нас звезды.

Тончайшие измерения

Представьте себе, что на машине или на поезде вы проезжаете под идущей перпендикулярно дороге линией электропередач. При этом кажется, что ее опоры движутся мимо вас с разной скоростью, хотя все они вытянуты в одну линию. Ближайшая к дороге проносится мимо вас в мгновение ока, тогда как далекие опоры у линии горизонта как будто бы едва двигаются. Параллакс — это видимое смещение, измеряемое величиной угла. По нему можно вычислить расстояние между наблюдателем и объектом, используя несложные геометрические выкладки. В астрономии результат выражается в астрономических единицах (а.е.), равных среднему расстоянию от Земли до Солнца. (Парсек, еще одна мера астрономических расстояний, определяется как расстояние до объекта, параллакс которого составляет одну секунду, то есть $1/3600$ долю градуса. Один парсек равен 206 265 а.е.)

Луна и планеты подобны ближним столбам ЛЭП, тогда как звезды — дальним, и их видимые смещения столь малы, что веками ускользали от астрономов. Лишь в 1837 году российский астроном Василий Яковлевич Струве, работавший в Дерптской обсерватории, определил, что параллакс Веги, ярчайшей звезды в созвездии Лиры, составляет 0,125 угловой секунды. Столь крошечное смещение говорило о том, что звезда находится в 1,6 миллиона раз дальше Солнца. В современных единицах это будет 8 парсек или 26 световых лет. На следующий год немецкий астроном Вильгельм Бессель в Кёнигсберге, применив гелиометр, определил, что звезда 61 Лебеда имеет параллакс 0,314 угловой секунды (10,4 светового года). Эти данные всего на несколько процентов отличаются от современных — замечательное достижение для эпохи, когда инструментами управляли вручную.



Бессель использовал гелиометр, построенный Йозефом Фраугофером. Основным назначением инструмента было измерение видимых размеров Солнца, но его удалось приспособить для измерения параллаксов. Оптика прибора разделяла изображение на два, а затем наблюдатель использовал очень тонкую подстройку, чтобы совместить звезды на двух изображениях. Таким способом можно было обнаружить малейшие изменения в их взаимном расположении

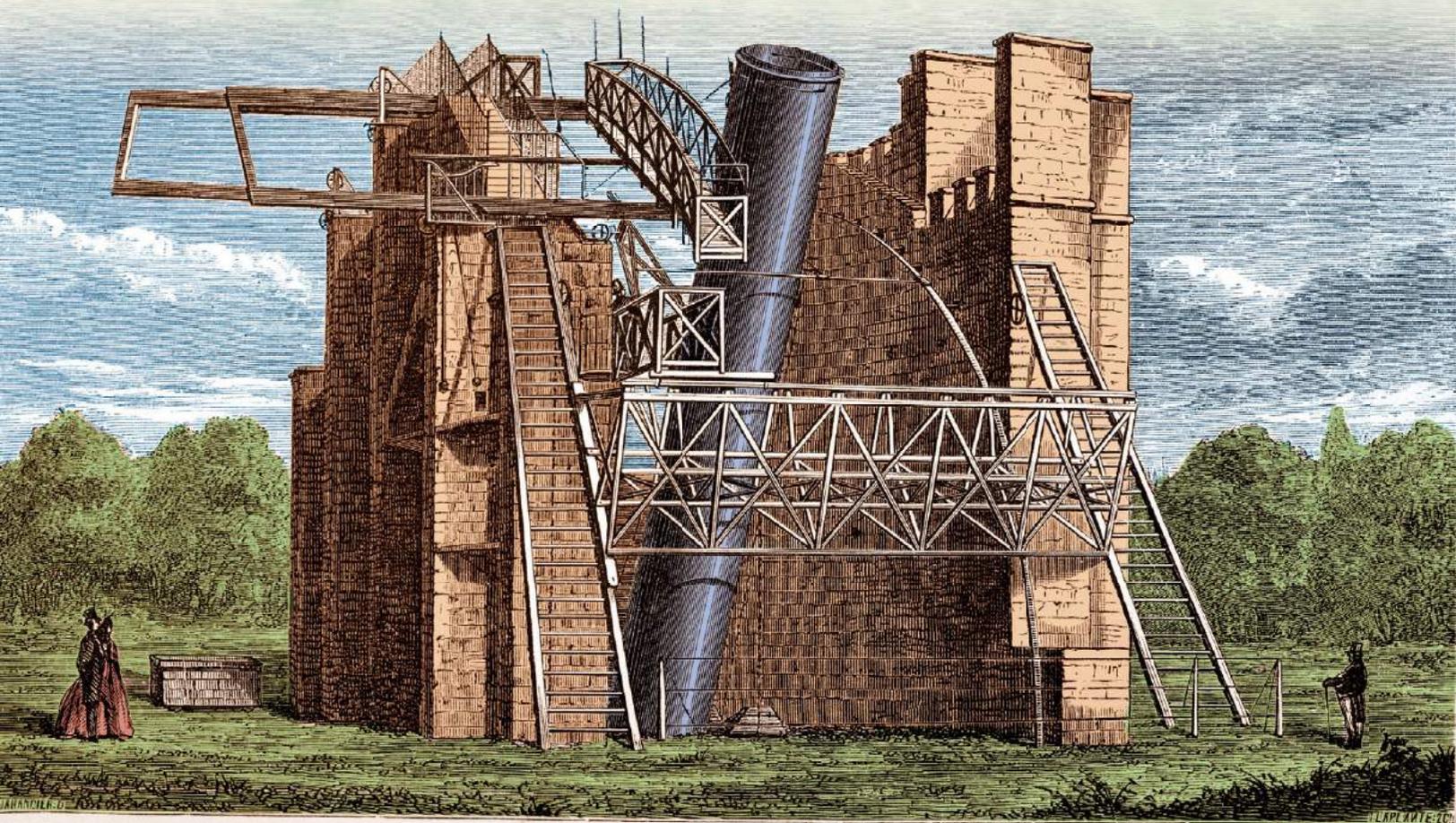
42 «Левиафан»

Унаследовав титул графа и родовой замок в Ирландии, Уильям Парсонс (лорд Росс) решил превратить феодальную усадьбу XVII века в самую совершенную астрономическую обсерваторию мира и создать для нее самый крупный телескоп.

Монстр-телескоп Парсонса прозвали «Левиафаном», и он был так велик, что пришлось подвесить его между двух прочных кирпичных стен, превратив инструмент в подобие замка. Парсонс в течение нескольких лет сам разрабатывал технологию изготовления все более крупных параболических зеркал для телескопов системы Ньютона. Он отливал их в виде нескольких секций из того же сплава, который использовал Ньютон, и построил для шлифовки и полировки зеркал специальные станки, приводимые в движение паровыми машинами.

К 1845 году «Левиафан» был готов. Его 183-сантиметровое (72 дюйма) 8-тонное зеркало помещалось в трубу из деревянных брусьев, весившую еще 8 тонн. Поднимался этот массивный прибор с помощью лебедок, а по азимуту (в горизонтальной плоскости) его повороты были ограничены всего 60 градусами. Парсонс использовал «Левиафан», чтобы внимательнее разглядывать туманности и объекты Мессье. Его самым значительным открытием стало обнаружение того, что многие из этих пятнышек на небе имеют спиралеобразную форму и заполнены звездами. Так впервые были открыты галактики за пределами Млечного Пути.

Наблюдать в «Левиафан» было совсем не просто. Окуляр находился сбоку от входного отверстия в десятках метров над землей. Отслеживая движение могучего аппарата, наблюдателю приходилось карабкаться по не слишком надежной, изогнутой деревянной клетке



43

Вычисленный Нептун

ПЛАНЕТА НЕПТУН — ЕДИНСТВЕННАЯ, КОТОРУЮ НЕЛЬЗЯ УВИДЕТЬ НЕВООРУЖЕННЫМ ГЛАЗОМ, так что, скорее всего, первым, кто ее зарисовал, был пионер телескопостроения Галилей. Однако для подтверждения того, что это планета, потребовалась не астрономия, а математика.

Галилей видел Нептун еще в 1612 году, но он не мог заметить его движения, поскольку как раз во время наблюдений планета переходила к ретроградному движению. В этот момент Нептун в своем видимом движении по небу останавливается и разворачивается вспять. Конечно, это не реальное движение планеты, а эффект, вызванный наблюдением с движущейся Земли. В результате для Галилея Нептун выглядел как неподвижная звезда, а в последующие два столетия о нем не было никаких записей.

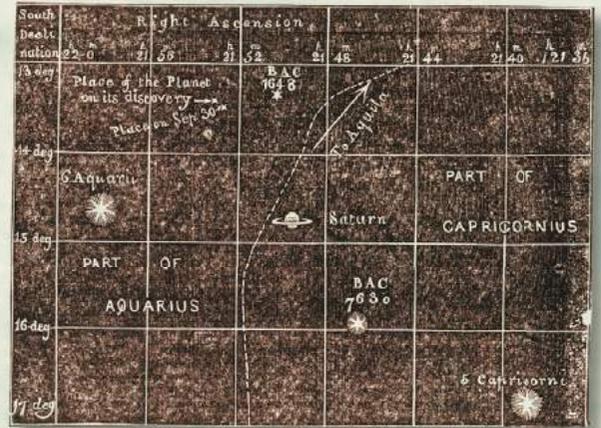


Диаграмма 1846 года, показывающая местоположение новой планеты. В итоге за голубоватый оттенок, напоминавший морскую воду, ее назвали Нептуном в честь римского бога морей

ПРЕДСКАЗАНИЕ ВУЛКАНА

Через несколько лет после открытия в 1846 году Нептуна Леверье предположил, что в Солнечной системе есть девятая планета, на этот раз вблизи Солнца. По утверждению Леверье, эта небольшая планета, которую он назвал Вулканом, находится между Солнцем и Меркурием, возмущая движение последнего. Французский ученый рассчитал, что Вулкан совершает оборот вокруг Солнца всего за 19 суток. Вскоре он получил несколько подтверждений от наблюдателей и, умирая в 1877 году, был уверен, что открыл еще одну планету. Наблюдения, однако, не подтвердились. А в 1916 году Альберт Эйнштейн объяснил аномалии орбитального движения Меркурия на основе своей теории относительности.

Уран сбивается с курса

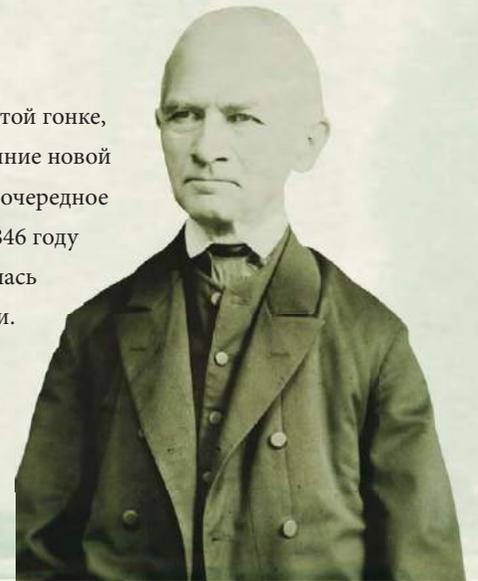
Седьмая планета, Уран, до своего открытия в 1780-х годах также наблюдалась несколькими ничего не подозревавшими астрономами. Благодаря этому удалось собрать данные для очень точного вычисления орбиты. Однако последующие наблюдения показали, что Уран следует несколько иным курсом. К 1840-м годам основной гипотезой, объяснявшей это отклонение, было притяжение другой пока не открытой планеты, расположенной еще дальше от Солнца.

Расчет движения трех и более тел под действием взаимного притяжения — это дьявольски сложная математическая задача, которую никак не удавалось решить в общем виде и выразить формулой (и не удастся по сей день). Однако величайшие математики приняли этот вызов и рассчитали положение таинственной новой планеты.

Математическое состязание

Ведущие математики хорошо понимали, каковы ставки в этой гонке, и азартно в нее ввязались. Они предположили, что расстояние новой планеты от Солнца можно приближенно определить, взяв очередное число из закона Тициуса — Боде, и выстроили на этом свои расчеты. В 1846 году Джон Адамс из Оксфорда завершил вычисления, однако вся слава досталась его сопернику Урбену Жану Жозефу Леверье из Парижской обсерватории. Леверье написал о своих результатах Иоганну Галле в Берлине, который обнаружил Нептун уже через несколько часов после получения письма.

Чуть первыми наблюдать Нептун выпала Иоганну Готфриду Галле (внизу) с ассистентом Луи д'Аррестом, поскольку Леверье не смог заинтересовать проверкой своих расчетов никого из французских астрономов



44 УДИВИТЕЛЬНЫЙ СВЕТ

ПОСЛЕ ТОГО КАК БЫЛИ ИЗМЕРЕНЫ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ЗВЕЗДАМИ, ФРИДРИХ БЕССЕЛЬ ПРЕДЛОЖИЛ СВЕТОВОЙ ГОД в качестве единицы расстояния во Вселенной. Световой год — это расстояние, проходимое светом за год, и для его определения требуется точно знать скорость света.

Выражая расстояние до звезды 61 Лебеда в световых годах, Бессель полагался на значение скорости света, вычисленное Джеймсом Брайлем в 1725 году. Брайлей, как и Рёмер до него, определял эту скорость, используя данные астрономических наблюдений. Его результат был весьма точным, хотя и немного завышенным — он считал, что свету требуется 8 минут 12 секунд, чтобы дойти от Солнца до Земли, что на 6 секунд меньше действительной величины. Тем не менее эта небольшая ошибка слегка удлинила световой год.

В 1849 году француз Ипполит Физо измерил скорость света в лаборатории. Он направлял свет на зеркало, удаленное на 8,66 км, поставив на его пути зубчатое колесо. При определенной скорости вращения свет, прошедший на пути к зеркалу между зубцами, на обратном пути перекрывался немного сдвинувшимся зубцом. Физо вычислил скорость света по расстоянию, которое проходил свет, и времени, которое требовалось зубцу, чтобы заблокировать его возвращение. Получившаяся у него величина составляла 313 300 км/с — ошибка около 4%. В 1862 году Леон Фуко усовершенствовал аппаратуру и получил скорость 299 796 км/с, что отличалось от точного значения всего на 4 км/с.

Схема первоначального опыта Физо (большое расстояние сокращено). Свет лампы (V) отражался в основной телескоп (L), проходя через зубья колеса (R), стоящего рядом с окуляром (O), и направлялся ко второму далекому телескопу (L'), в котором свет фокусировался и отражался обратно



45 Маятник Фуко

Одним из главных принципов коперниковской модели Солнечной системы было то, что Земля совершает один оборот в сутки вокруг своей оси, создавая иллюзию движения небосвода. Несмотря на все аргументы, непосредственно наблюдать это вращение, оставаясь на поверхности Земли, казалось невозможным. Так было до тех пор, пока Леон Фуко не построил в Париже большой маятник и не раскачал его. Так было наконец доказано, что мир действительно крутится.

Движение маятника подчиняется определенным законам. Гениальная идея Фуко состояла в том, что всякое поведение, отклоняющееся от этих законов, должно вызываться движением чего-то другого: если это не движение маятника, то это может быть движением Земли как целого.

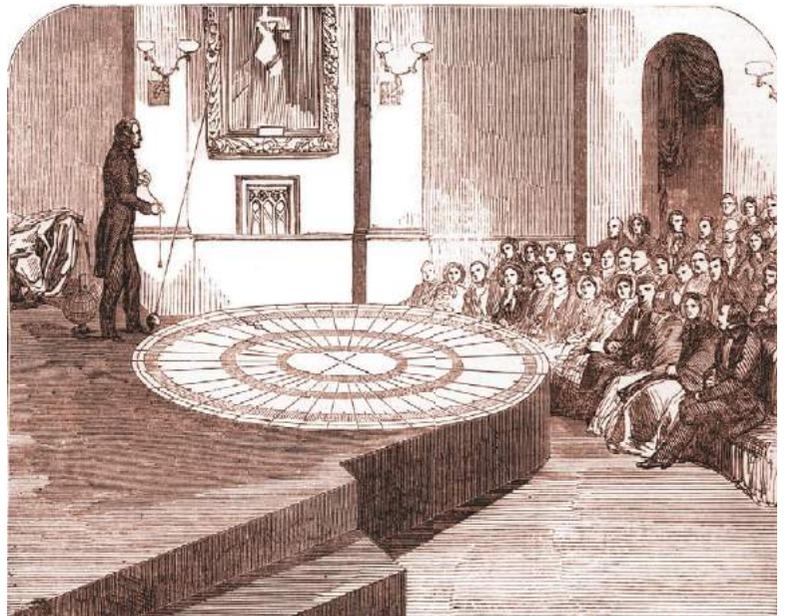
Все дело в колебаниях

Галилей открыл принцип маятника в 1582 году, еще будучи студентом. Есть легенда, что он сделал это, наблюдая за качанием тяжелой люстры в кафедральном соборе Пизы в Италии. Он замерял период качаний,

используя собственный пульс в качестве часов, и понял, что хотя размах, или амплитуда, колебаний со временем убывает, каждый ход лампы туда и обратно занимает одно и то же время. Позднее Галилей показал, что период колебаний простого маятника пропорционален квадратному корню из его длины. Изменение массы груза не оказывает никакого влияния — тяжелый маятник качается с той же частотой, что и легкий. Исаак Ньютон позднее объяснил, что инерция — свойство сопротивляться изменению движения — заставляет маятник качаться строго в одной плоскости.

Видимое отклонение

В 1851 году Фуко установил в Париже тяжелый маятник. Качаясь, он острием отмечал траекторию своего движения на круге насыпанного на полу песка. Поначалу казалось, что груз качается в фиксированной плоскости, но спустя некоторое время становилось заметно, что маятник постепенно поворачивается против часовой стрелки. Но качающийся маятник был защищен от всяческих помех, так что видимое изменение направления оказывалось связано с насыпанным под ним песком, который двигался вместе с Землей. Планета действительно вращается, как и утверждал Коперник.



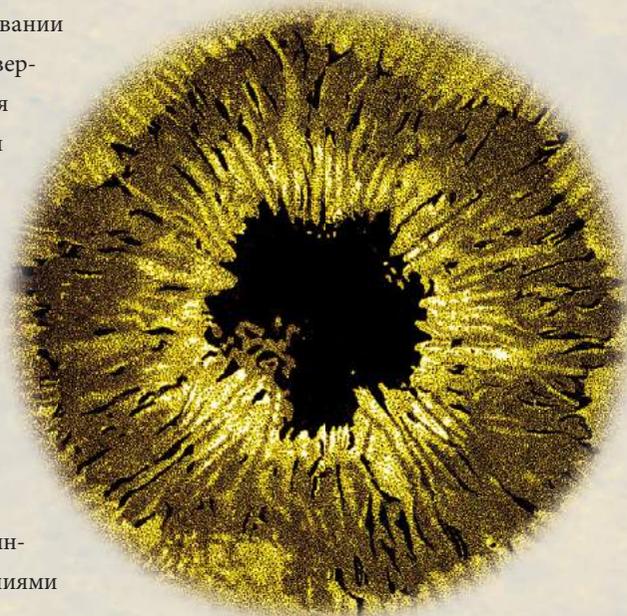
Маятник Фуко демонстрировался по всему миру, в том числе и в Лондоне (на рисунке). Оригинал раскачивался в парижском Пантеоне, где его копия находится и сейчас. Самый большой в мире маятник Фуко длиной 93 м и массой 54 кг раскачивался под куполом Исаакиевского собора в Ленинграде с 1931 года. Однако в 1986 году он был демонтирован

46 Солнечный цикл

ПЕРВАЯ ЗАПОВЕДЬ АСТРОНОМА: НИКОГДА НЕ СМОТРЕТЬ ПРЯМО НА СОЛНЦЕ В ТЕЛЕСКОП ИЛИ ЛЮБУЮ ДРУГУЮ ОПТИКУ. Невооруженный глаз может защитить себя от яркого света, но усиленный, сфокусированный пучок необратимо повреждает сетчатку. Поэтому для изучения Солнца требуется иной подход.

Лучший способ наблюдения Солнца состоит в проецировании его изображения на стену или иную ровную светлую поверхность. Некоторые древние астрономы использовали для этого камеру-обскуру — темное помещение с маленьким отверстием, через которое светит Солнце. Другие вели наблюдение через фильтры из закопченного стекла. Но какой бы метод ни применялся, самыми заметными деталями на поверхности Солнца были пятна, впервые описанные китайскими астрономами еще в IV веке до н.э.

В последующие столетия изредка сообщалось о появлении крупных темных пятен на Солнце, которые чаще всего объяснялись прохождением Меркурия по его диску. Однако в 1612 году Галилей получил проекцию Солнца с помощью своего телескопа и, проследив за их движениями и изменениями внешнего вида, верно определил, что это — пятна на самой солнечной поверхности.



МАЛЫЙ ЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОД

В начале XX века английский астроном Эдвард Маундер обратился к историческим записям, чтобы проследить солнечную активность до XVII века. Выяснилось, что между 1645 и 1715 годами пятен на Солнце практически не было. Этот период называют маундеровским минимумом. По-видимому, он оказал заметное влияние на глобальный климат. С середины XVII века до середины следующего погода была заметно холоднее. В Европе на это время приходится так называемый малый ледниковый период, когда, например, река Темза замерзала практически каждую зиму и лед был достаточно прочным, чтобы кататься на коньках (на рисунке).

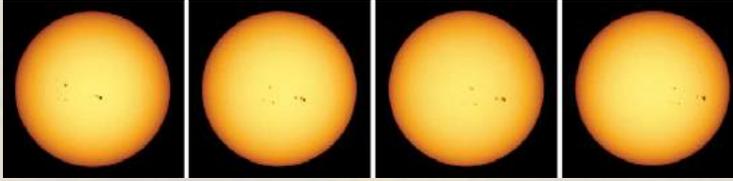


Открытие закономерности

Уильям Гершель считал солнечные пятна разрывами в огненных облаках, через которые проглядывает более прохладная и темная поверхность Солнца. Он даже считал, и это довольно необычно для астронома XVIII века, что под этой сияющей атмосферой могут жить люди. Лишь одна из его догадок оказалась верной: солнечные пятна действительно холоднее своего окружения, но они все равно невероятно горячи.

Первым, кто предположил, что солнечные пятна следуют определенному циклу, был немецкий ученый Генрих Швабе. Он провел обширное исследование, длившееся более 28 лет — с 1826 по 1843 год. Свой мониторинг он начал, поскольку верил сообщением о маленькой быстро движущейся планете, обращающейся вокруг Солнца ближе Меркурия, которую стали называть Вулканом. По теории Швабе, эта планета могла легко за-

Детальная зарисовка структуры солнечного пятна, сделанная в 1873 году итальянским иезуитским астрономом отцом Пьетро Анджело Секки. Видна зона тени в середине, окруженная полутенью. Эти области только кажутся темными, поскольку окружены еще более ярким веществом. Если бы пятно оказалось в космосе само по себе, оно испускало бы яркий свет. По размерам среднее пятно примерно вдвое крупнее Земли!



Снимки солнечных пятен, сделанные с суточным интервалом, показывают, что их движение по поверхности Солнца связано с его вращением. Как и земные погодные системы, солнечные пятна испытывают влияние эффекта Кориолиса

теряться среди пятен, но движение должно было ее выдать. Он старался изо всех сил, но видел только солнечные пятна. Между тем его данные выявили, что число пятен возрастает и убывает с периодом примерно 11 лет.

Когда в 1851 году Швабе опубликовал свои данные, швейцарский астроном Рудольф Вольф объединил их с записями других наблюдателей и проследил поведение солнечных пятен, начиная с 1740-х годов. Пики с максимальным числом солнечных пятен отстояли друг от друга в среднем на 11 лет, а в периоды между ними пятен было мало, если они вообще были.

В 1908 году американский астроном Джордж Хейл обнаружил, что в области пятен значительно возрастает напряженность солнечного магнитного поля. Выяснилось, что это поле тормозит подъем тепла из глубины Солнца, вызывая снижение температуры в пятне. Циклы же связаны с тем, что вращение Солнца закручивает магнитное поле, увеличивая его напряженность, пока в конце концов не происходит его перестройка.

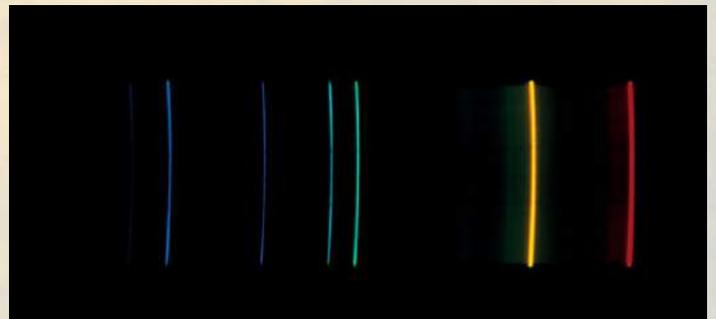
47

Гелий — солнечный газ

Другой способ изучения Солнца состоял в наблюдении полных затмений, когда сияние звезды заслоняет Луна, делая видимыми разреженные горячие газы окружающей Солнце короны.

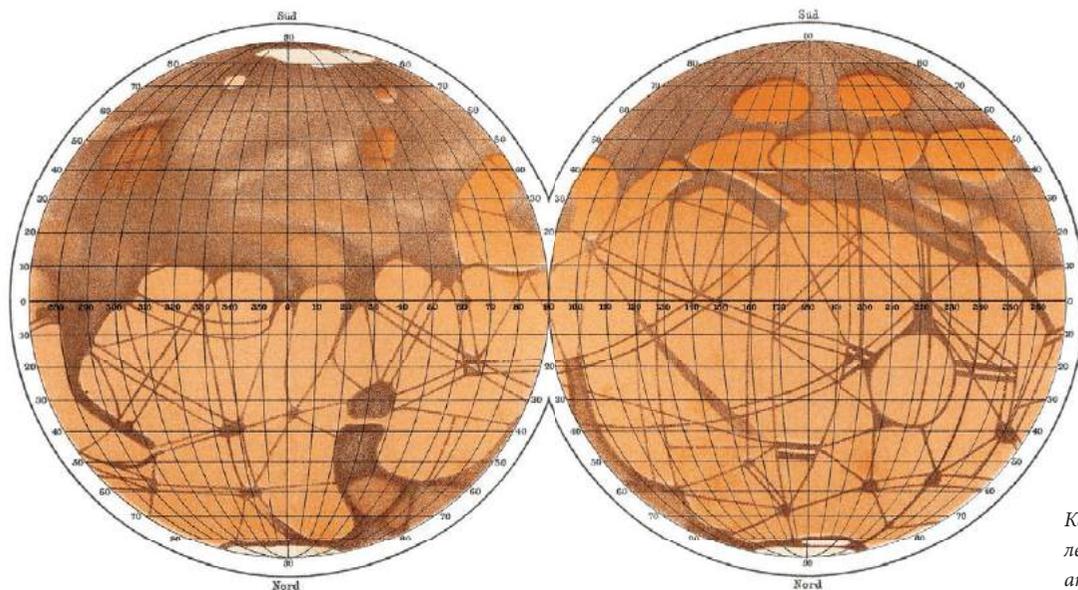
Во время полного солнечного затмения 1868 года на корону был наведен спектроскоп, который показал, что ее спектр полон темных линий. К этому времени Густав Кирхгоф (продолжая работы Роберта Бунзена) уже сформулировал три закона спектроскопии: первый закон утверждает, что раскаленные твердые тела дают полный спектр цветов (видимый как белый свет); второй говорит, что горячий газ (например, пламя) светится только в строго определенных цветах (такой спектр называется эмиссионным); и, наконец, холодный газ поглощает определенные цвета белого света, оставляя темные линии в полном спектре (это называется спектр поглощения). Данные правила позволили астрономам анализировать состав звезд, туманностей и межзвездной пыли. Солнечная корона была достаточно горячей, чтобы присутствующие в ней газы давали эмиссионный спектр. В нем при затмении 1868 года обнаружилась отчетливая желтая линия, которую наблюдал Пьер Янсен. Норман Локьер пытался воспроизвести этот цвет с помощью известных в 1870 году элементов, но в итоге объявил, что корона содержит новый, неземной газ, который он назвал гелием от греческого слова «helios», означающего «солнце».

Гелий — это продукт термоядерной реакции, в которой вырабатывается энергия Солнца. Его эмиссионный спектр, показанный ниже, содержит отчетливую желтую линию, которая и привела к его открытию



48 Марсианские каналы

ПО МЕРЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕЛЕСКОПОВ ВСЕ БОЛЬШЕ ВНИМАНИЯ ПРИВЛЕКАЛА МАРСИАНСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ. В 1877 году Земля особенно сильно сблизилась с Марсом, обеспечивая лучшие условия за несколько десятилетий. Однако отзвуки недоразумений, вызванных составленными в тот год картами Марса, слышны до сих пор.

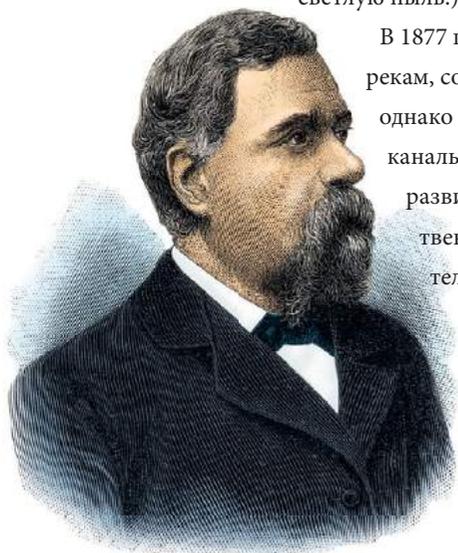


Скиапарелли решил составить карту Марса во время «великого противостояния», когда Земля находилась между Солнцем и Марсом и проходила на минимальном расстоянии от последнего

Кассини и Гюйгенс сообщили, что у Марса есть ледяные шапки на полюсах и темные участки на поверхности между ними. Уильям Гершель, используя свой огромный телескоп, обнаружил, что полярные шапки ежегодно сокращаются и вырастают в точности так же, как это происходит на Земле. Темные области тоже увеличивались в размерах, и Гершель предположил, что это талая вода с полюсов заливает поверхность. Другие считали, что изменение окраски, происходившее в течение нескольких недель, вызвано растительностью, которая распускается марсианской весной. (Мы знаем теперь, что темные области — это голые скалы, выступающие на поверхность, когда колоссальные штормы сметают с них светлую пыль.)

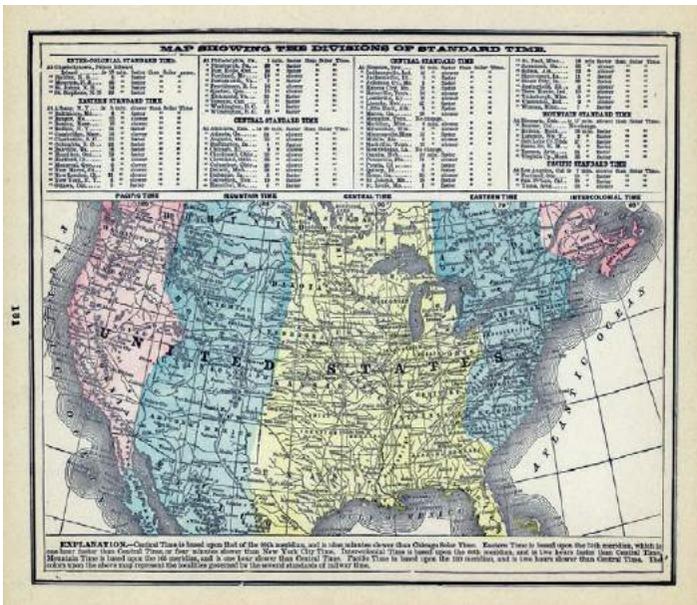
В 1877 году итальянский астроном Джованни Скиапарелли увидел нечто, подобное рекам, соединяющим темные «океаны». Он назвал их «canali», что означает «русла», однако на английский слово было переведено как «canals», то есть искусственные каналы. Это породило идею о том, что на Марсе может обитать технологически развитая раса инопланетян, а о том, что случится, если марсиане еще и воинственны, написал Герберт Уэллс в своем романе «Война миров». Многие любители астрономии стали подтверждать, что видят каналы. Среди них был и состоятельный американский бизнесмен Персиваль Лоуэлл. Он построил обсерваторию у города Флагстаф в Аризоне специально для того, чтобы искать признаки марсианской жизни. Лоуэлловская обсерватория так ничего и не нашла на Марсе, но зато в 1930 году обнаружила Плутон.

Карта Марса, составленная Джованни Скиапарелли в 1877 году, с нанесенными линиями, которые он сам описывал как canali. Более свежие обзоры поверхности показали, что на Марсе есть множество следов эрозии, оставленных, вероятно, волнами неглубокого океана, который покрывал ныне сухую планету в далеком прошлом



49 Стандартизация времени

Вплоть до середины XIX века время было в ведении местной власти. Где бы вы ни были, полдень наступал, когда Солнце достигало наибольшей высоты. Это, однако, приводило к хаосу в расписаниях быстро распространяющихся железных дорог, и ничто, даже астрономия, не могло устоять перед промышленным прогрессом.



Любому путешественнику следовало знать, что на каждый градус долготы, проходимый поездом, местное время меняется на четыре минуты. Впервые это стало совершенно наглядно на Большой Западной железной дороге, проложенной между Лондоном и западным портом Бристолем, городом, где измеренное астрономическое время на 10 минут отставало от столичного, что вполне объяснимо вызывало путаницу. Решением стало использование стандартного железнодорожного времени, основанного на средней продолжительности суток в Гринвиче — Гринвичского среднего времени (GMT).

Это встретило довольно серьезное сопротивление. Люди гордились своим

местным временем, а к железнодорожному относились как к подозрительной технологии, подобно современному отношению к неизбежной однородности международных корпораций. Тем не менее GMT победило.

Всемирный стандарт

К 1880-м годам проблема времени стала глобальной и не только из-за скоростного транспорта, но также из-за телеграфных сетей, мгновенно соединявших с самыми отдаленными местами. В 1884 году канадский астроном Стэнфорд Флеминг созвал в Вашингтоне международную конференцию с целью разделить земной шар на временные зоны, основанные на стандартном времени. Британская империя и Соединенные Штаты уже перешли на GMT и пользовались морскими картами, привязанными к Гринвичскому меридиану, так что выбор был очевидным. Странам оставалось выбрать, какую временную зону они хотят использовать. Франция не желала признавать GMT и продолжала использовать Париж в качестве нулевого меридиана вплоть до 1911 года.

В 1883 году часовые пояса были введены в США. На этой, чуть более поздней карте показано, что атлантическое стандартное время используется также приморскими провинциями Канады.

На брестольской бирже до сих пор работают часы с двумя минутными стрелками: одна из них показывает местное время, на десять минут отстающее от GMT



50 Космические путешествия



По легенде, первым космонавтом был Ван-Ху, китайский путешественник, который в XVI веке прикрепил к креслу 47 ракет. Когда ракеты по-дожгли, они выбросили облако дыма — и больше Ван-Ху никто не видел!

Современная реконструкция этого события показала, что почти наверняка аппарат Ван-Ху взорвался на стартовой площадке. В ходе дальнейшей истории ракетная технология в основном применялась в оружейном секторе. Строка национального гимна США о «ракетном зареве красном» («the rocket's red glare») относится к обстрелу американских портов в 1812 году ракетами Конгрива с британских военных кораблей. Эти ракеты, по сути, огромные фейерверки в металлической оболочке, появились как усовершенствование индийских военных ракет.

Космический мечтатель

Русский учитель Константин Циолковский был первым, кто предложил использовать ракеты для полета в космос. Зная, что орбитальная скорость вокруг Земли составляет 8 км/с, он применил формулу, которую теперь называют его именем, и показал, что такой скорости можно достичь с помощью ракеты, работающей на сжиженных водороде и кислороде — топливе, используемом в крупнейших современных ракетах. Книга Циолковского, изданная в 1903 году, предсказала также многие

детали космических путешествий, включая применение двойных стенок для защиты от ударов метеорных частиц и проблемы со здоровьем, вызванные невесомостью. Позднее он придумал многоступенчатую ракету, которую называл «ракетным поездом». Она должна была сбрасывать пустые ступени, чтобы снизить вес по мере набора высоты. В 1911 году Циолковский предложил идею пилотируемого космического корабля, установленного в верхней части ракеты, в котором пассажир лежал на спине, чтобы лучше переносить огромные перегрузки во время полета.

Набросок из блокнота Циолковского, демонстрируемый в музее Калуги, города, где ученый провел большую часть жизни

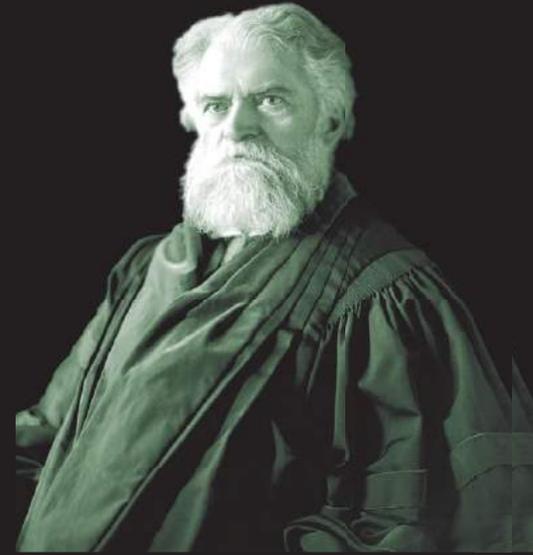
Константин Циолковский с макетами своих ракет в 1919 году. Хотя он сам так никогда и не построил настоящей ракеты, его работы оказали огромное влияние на развитие советской ракетной и космической техники

КИРПИЧНАЯ ЛУНА

Космические путешествия первоначально появляются в фантастической литературе. Например, в вышедшем в 1865 году романе Жюль Верна «С Земли на Луну». Его автор весьма вольно обращается с законами физики, чего не скажешь о коротком рассказе Эдварда Эверетта Хейла «Кирпичная луна», хотя и он далек от реальности. В нем описывается кирпичная сфера, предназначенная для отправки на орбиту в качестве хорошо видимого с Земли навигационного сигнала. Однако по ошибке запуск происходит с людьми на борту. Это первое в истории описание концепции искусственного спутника и космической станции.



51 Наклон земной оси



НЕБЕСНАЯ СФЕРА — ЭТО ТРЕХМЕРНАЯ КАРТА НЕБА, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ АСТРОНОМАМИ. НА НЕЙ ОТМЕЧЕНО ПОЛОЖЕНИЕ ЗВЕЗД, А В ЦЕНТРЕ НАХОДИТСЯ ЗЕМЛЯ. Однако точная ориентация Земли относительно Солнца все время немного меняется, и за ней надо постоянно следить, чтобы звездные карты оставались корректными.

Со времен Гиппарха астрономы знают, что ось Земли подвержена чрезвычайно медленным колебаниям. Так называемая прецессия меняет ориентацию земной оси относительно плоскости эклиптики. Последняя — это воображаемая плоскость в пространстве, в которой Земля движется вокруг Солнца. Положение любого небесного тела задается на небе относительно точки, где небесный экватор (совпадает с земным) пересекается с эклиптической.

Из-за прецессии астрономы вынуждены постоянно обновлять координаты небесных тел. В 1895 году канадско-американский астроном Саймон Ньюкомб предложил в своей работе «таблицы Солнца» математический метод предсказания взаиморасположения Земли и Луны. Эти таблицы использовались вплоть до 1984 года, когда агентство NASA ввело усовершенствованную методику, основанную на последних промерах Солнечной системы, с адекватной космическому веку точностью.

Саймон Ньюкомб не боялся делать предсказания. В 1888 году он заявил: «В астрономии мы, по-видимому, подошли к пределу возможного знания». В 1903 году он также заявил, что построить летающие машины невозможно с помощью известных к тому времени материалов. Уже через несколько месяцев братья Райт доказали, что он заблуждался

СЕЗОННЫЕ ЭФФЕКТЫ

Наклон земной оси к эклиптике вызывает на Земле смену времен года. Летом Северное полушарие планеты наклонено к Солнцу. Из-за этого Солнце днем выше поднимается в небе, дни становятся длиннее (и, соответственно, теплее). На юге же тем временем Солнце стоит низко, а дни короче и холоднее. Спустя шесть месяцев Земля перемещается на другую сторону орбиты, север теперь наклонен от Солнца, а теплой погодой наслаждается уже Южное полушарие.



52 Предел скорости во Вселенной

«Что бы вы увидели, оседлав световой луч?» — ЭТОТ ВОПРОС ПОСТОЯННО ЗАДАВАЛ САМ СЕБЕ АЛЬБЕРТ ЭЙНШТЕЙН, БУДУЧИ ЕЩЕ ПОДРОСКОМ. Ответом стала смена парадигмы столь же масштабная, как после открытий Коперника. Стало ясно, как энергия, материя, пространство и время в своей взаимосвязи порождают нашу Вселенную.

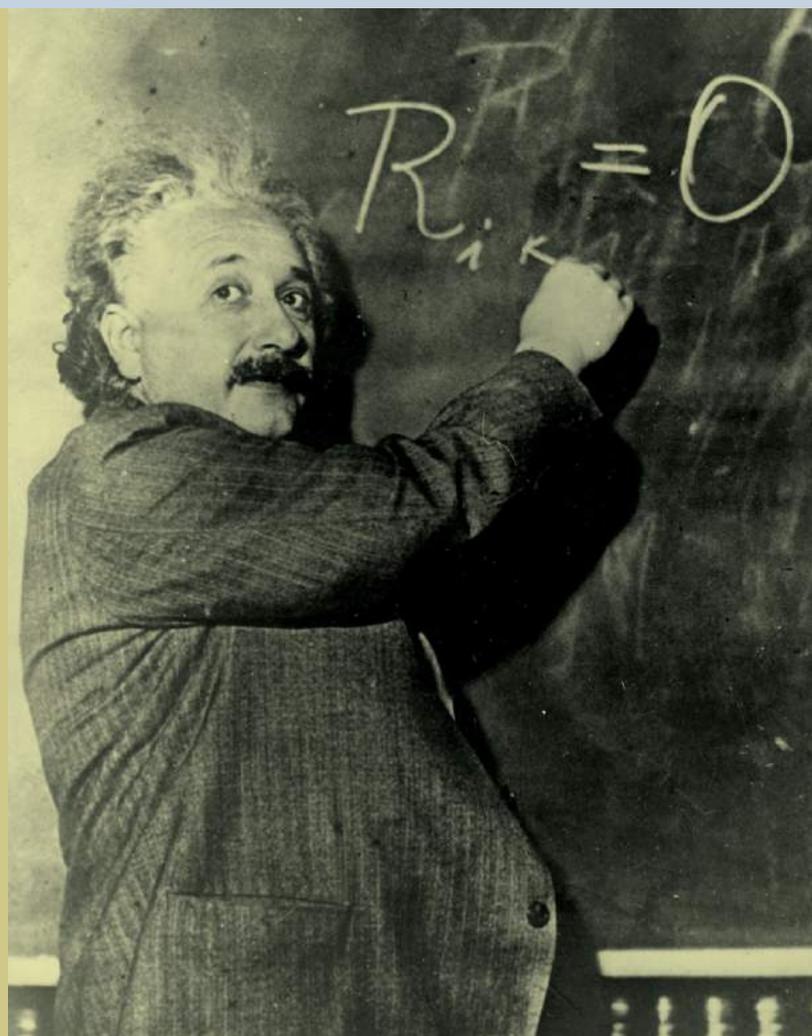
Альберт Эйнштейн стал архетипом гениального ученого — с растрепанными волосами и центральноевропейским акцентом, — какими изображают бесчисленных эксцентричных профессоров и сумасшедших изобретателей в детских мультфильмах

Так каким же был ответ? Пришло время попрощаться с интуицией, поскольку большая часть Специальной теории относительности Эйнштейна, опубликованной в 1905 году, кажется почти абсурдной. Когда масса набирает скорость, то с точки зрения тех, кто наблюдает за ней со стороны, она сплюсчивается в плоскости, перпендикулярной направлению движения. Одновременно сама масса возрастает, и требуется все больше энергии для дальнейшего ее ускорения. В масштабах, характерных для повседневной жизни, эти изменения массы и пространства невоспринимаемы (хотя их можно измерить точными приборами). Но с приближением к скорости света изменения станут явными, а достигнув скорости света, любой объект приобрел бы бесконечную

массу, на что потребовалась бы бесконечная энергия. Поэтому никакая масса, а значит, и никакой наблюдатель не может двигаться со скоростью света. На это способны только безмассовые фотоны, которые и представляют собой свет.

Наперегонки со светом

Но что если вам разогнаться до очень большой, почти световой скорости и оглянуться назад? Наверное, свет оставшихся позади источников, например звезд, будет догонять вас с черепашьей скоростью? Нет, говорит Эйнштейн, свет все равно будет приходить к вам со скоростью света, только значительно потеряет в энергии. Если посмотреть вперед, то свет, идущий навстречу, казалось бы, должен налетать с удвоенной скоростью. Но и это невозможно, утверждает Эйнштейн, свет, приходящий со всех направлений, всегда движется с одинаковой скоростью, независимо от того, с какой скоростью движетесь вы по отношению к его источникам.



Эфирный ветер

Это вывод Эйнштейна никак не увязывался с теорией света, которая доминировала на протяжении всего XIX столетия. Считалось, что, будучи волной, свет нуждается в среде для своего распространения: как звук распространяется по воздуху, так и свет распространяется по светоносному эфиру — пронизывающему весь мир, практически неощутимому фоновому веществу, подобному квинтэссенции, о которой писал Аристотель 2100 лет назад. Если Земля, вращаясь, летит сквозь эфир, то она должна испытывать «эфирный ветер», увлекающий за собой лучи света. Причем скорость и направление этого ветра будут меняться по мере того, как Земля, обращаясь вокруг Солнца, меняет направление своего движения. Эксперимент Майкельсона — Морли, поставленный в 1887 году, должен был зарегистрировать этот «эфирный ветер», но ничего не обнаружилось. Так раз и навсегда была опровергнута теория эфира, и природа света потребовала нового объяснения.

ПАРАДОКС БЛИЗНЕЦОВ

Перемещение с околосветовой скоростью также заставляет массу двигаться во времени медленнее покоящейся. Представьте себе близнеца, отправившегося в дальнее космическое путешествие на сверхбыстром звездолете, который летит почти со скоростью света. На борту наш исследователь не заметит никаких перемен со временем — для него часы будут идти с нормальной скоростью. Он стартует в свой 25-й день рождения и возвращается на Землю в 26-й, намереваясь отметить праздник вместе со своей сестрой-близняшкой. Однако на торте сестры оказывается намного больше свечек.

53

Космические лучи

УЖЕ ДАВНО ИЗВЕСТНО, ЧТО ВОЗДУХ ОБЛАДАЕТ НЕБОЛЬШОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬЮ. В 1912 году отважный ученый-аэронавт показал, что эта проводимость связана с лучами, приходящими из открытого космоса.

Электрически заряженный объект имеет либо слишком много, либо слишком мало электронов. На Земле заряд в конце концов теряется, поскольку заряженные частицы воздуха (ионы) уравнивают число электронов, отбирая на себя их избыток или восполняя недостаток.

Благодаря прогрессу в атомной физике стало ясно, как в газах, составляющих воздух, в результате бомбардировки высокоэнергичными лучами появляются ионы. В 1911 году австрийский физик Виктор Гесс начал выполнять высотные аэростатные полеты, чтобы выяснить, как меняется проводимость воздуха с высотой. С собой он брал детекторы заряда, так называемые электроскопы. Перед стартом они полностью заряжались, так что внутри них листочки золотой фольги, несущие одинаковый заряд, отталкивались друг от друга. По мере того как заряд стекал с электроскопа в воздух, листочки сходились все ближе и ближе друг к другу. Гесс обнаружил, что на большой высоте электроскопы быстрее теряют свой заряд. Разреженный воздух там оказался сильнее ионизированным из-за воздействия фактора, впоследствии названного космическими лучами — высокоэнергичных частиц и излучения, которые испускаются взрывающимися звездами и постоянно бомбардируют земную атмосферу.

Австрийский физик Виктор Гесс в 1912 году готовится к полету на высоту 5000 метров для измерения проводимости воздуха на больших высотах



54 Классификация звезд

К началу XX века астрономы уже умели сравнивать звезды по многим параметрам, а не только по положению и блеску, как в прошлом. Все эти измерения порождали страшную мешанину данных, пока двое астрономов не смогли их упорядочить с помощью простого графического представления. Эта диаграмма стала первым шагом к пониманию истории жизни звезд.

Блеск звезд принято выражать их величиной. Эту систему ввел еще Гиппарх, отнеся каждое светило к одной из шести величин. Шкала величин, используемая сегодня, была предложена Норманом Погсоном в 1856 году. Он приписал ярким (но не ярчайшим) звездам, таким как Альтаир, величину 1. Уильям Гершель заметил, что эти звезды первой величины были в 100 раз ярче шестой величины по древнегреческой системе. Погсон тоже принял, что звезды шестой величины в 100 раз слабее первой, а величины со второй по пятую равномерно распределил между ними. Звезды седьмой величины слишком слабы, чтобы видеть их невооруженным глазом, тогда как ярчайшие объекты имеют отрицательные величины: Венера — -4 , Луна — $-12,6$, а Солнце — $-26,7$!

Каждая звезда имеет видимую величину — насколько яркой она выглядит на небе — и абсолютную величину, определяющую ее действительную светимость. Абсолютную величину можно вычислить по видимой, если знать, на каком расстоянии находится звезда. Кроме того, изучая орбитальное движение в системах двойных звезд и пользуясь законом всемирного тяготения, астрономы могут вычислять массы звезд. Так было обнаружено, что звезды есть самых разных размеров, некоторые из них в тысячи раз больше Солнца.

Сопоставление размеров звезд поражает воображение. На этом рисунке наше Солнце — это желтый шар. За ним виден Сириус А — бело-голубая звезда примерно в 1,7 раза больше Солнца. Красный шар — это ближайшая к нам звезда Проксима Центавра, размером немного больше Юпитера. А крошечная точка внизу — это белый карлик Сириус В, который по размерам меньше нашей Земли. Но даже если уменьшить Солнце до размеров Сириуса В, звезды-сверхгиганты окажутся много больше, чем Сириус А на этой иллюстрации. Самая большая найденная на сегодня звезда VY Большого Пса в 2000 раз превосходит Солнце по диаметру

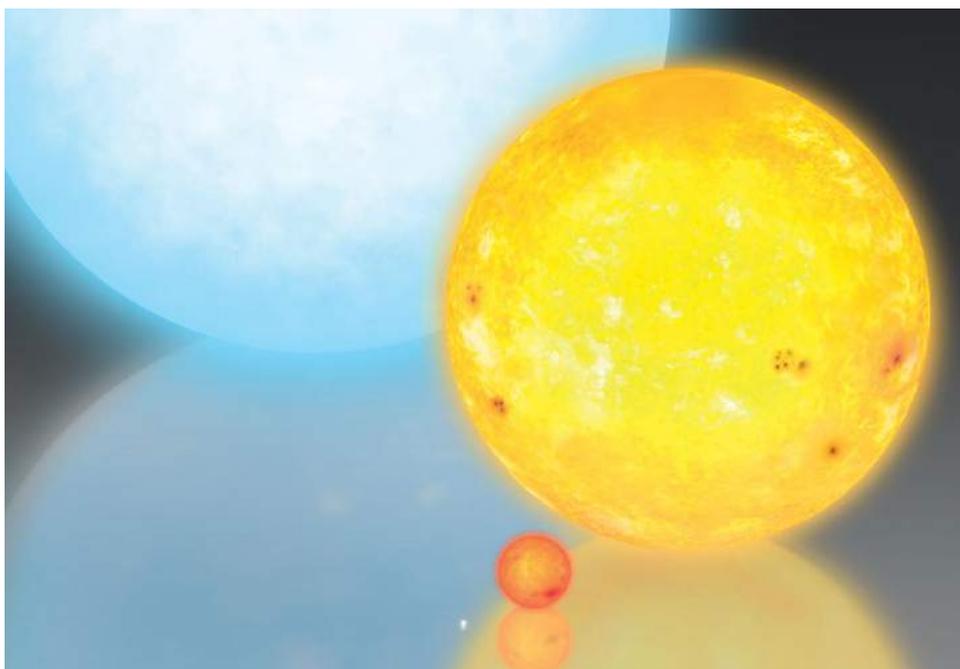
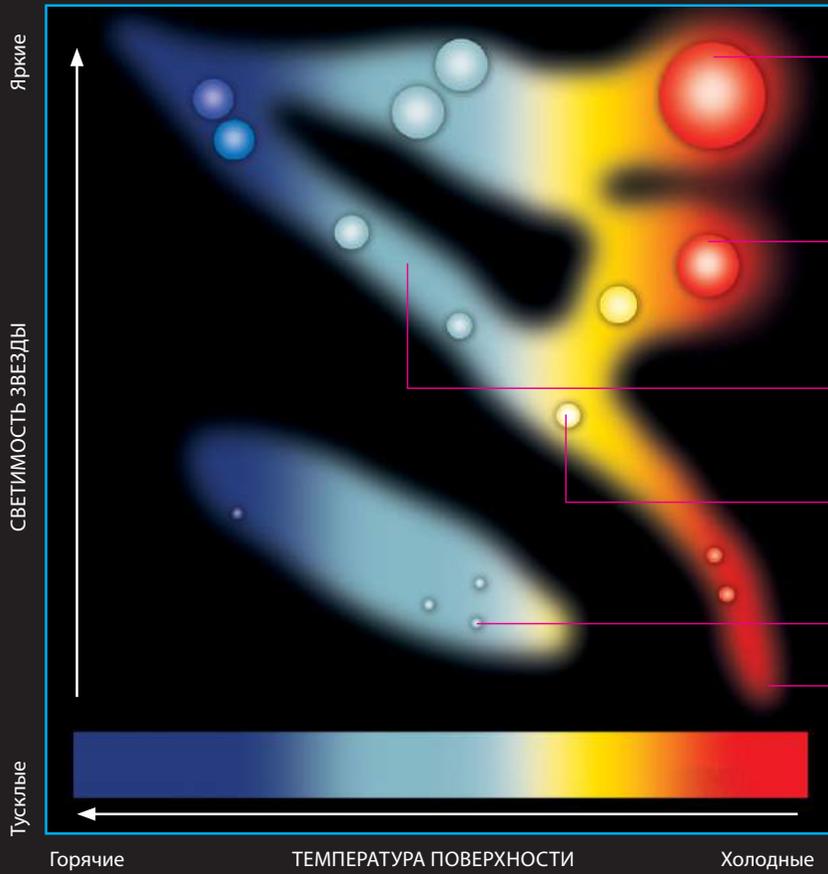


Диаграмма Герци-прунга — Рассела впервые была составлена датчанином Эйнаром Герцишпрунгом, который в 1911 году отложил по осям графика светимости и цвета разных звезд. Двумя годами позже американец Генри Рассел составил график, связывающий светимость с поверхностной температурой (которая определяет цвет), и получил современный вид диаграммы



Звезды-сверхгиганты образуются из звезд Главной последовательности, которые в несколько раз больше Солнца. Они очень быстро сгорают и умирают молодыми.

Звезды-гиганты обычно имеют красный цвет. Они образуются из звезд Главной последовательности, когда у тех подходят к концу запасы топлива.

Звезды Главной последовательности молоды или находятся в среднем возрасте. Они могут светить миллиарды лет.

Наше Солнце — вполне заурядная звезда. Но в сравнении с гигантами ее часто называют желтым карликом.

Белые карлики сравнимы по размерам с Землей. Это горячие ядра давно умерших красных гигантов.

Хвост Главной последовательности состоит из коричневых карликов — газовых шаров, недостаточно массивных, чтобы давать значительное количество света.

Герцишпрунг и Рассел

Спектральные обзоры звезд выявили также, что они имеют разную температуру и поэтому в их атмосферах видны линии разных элементов. Астрономы стали классифицировать звезды по этим спектральным линиям и температуре, которая, кстати, определяет цвет звезды: у голубых звезд поверхность намного горячее, чем у красных. В 1913 году двое астрономов — Эйнара Герцишпрунга и Генри Рассела — независимо нанесли на график абсолютные величины и температуры звезд. Оказалось, что звезды не разбросаны на диаграмме беспорядочно, а в большинстве своем (включая и Солнце) ложатся на так называемую Главную последовательность, идущую от ярких и горячих (голубых) звезд к тусклым и холодным (красным). Над полосой Главной последовательности обособленно располагаются довольно холодные, но очень яркие звезды, которые стали называть гигантами за их огромные физические размеры. Под Главной последовательностью размещены тусклые, но горячие звезды, называемые белыми карликами, поскольку они значительно меньше других звезд в поперечнике. Дальнейшее изучение того, как образовались разные типы звезд, привело ученых к самой истории возникновения Вселенной.

55 Искривление пространства-времени

В 1796 году подлинно гениальный французский ученый Пьер Симон Лаплас задумался над возможностью существования объекта со столь сильным тяготением, что даже свет не сможет от него уйти. Эти «темные звезды» были все лишь мысленным экспериментом, но в 1916 году Общая теория относительности Эйнштейна показала, что такие объекты все же могут существовать в реальности.

Изображение кольца Эйнштейна, возникающего, когда свет далекой галактики огибает черную дыру, находящуюся между ней и Землей. Искривления пространства влияют на свет всегда, но именно у черных дыр эффект становится наиболее заметным.



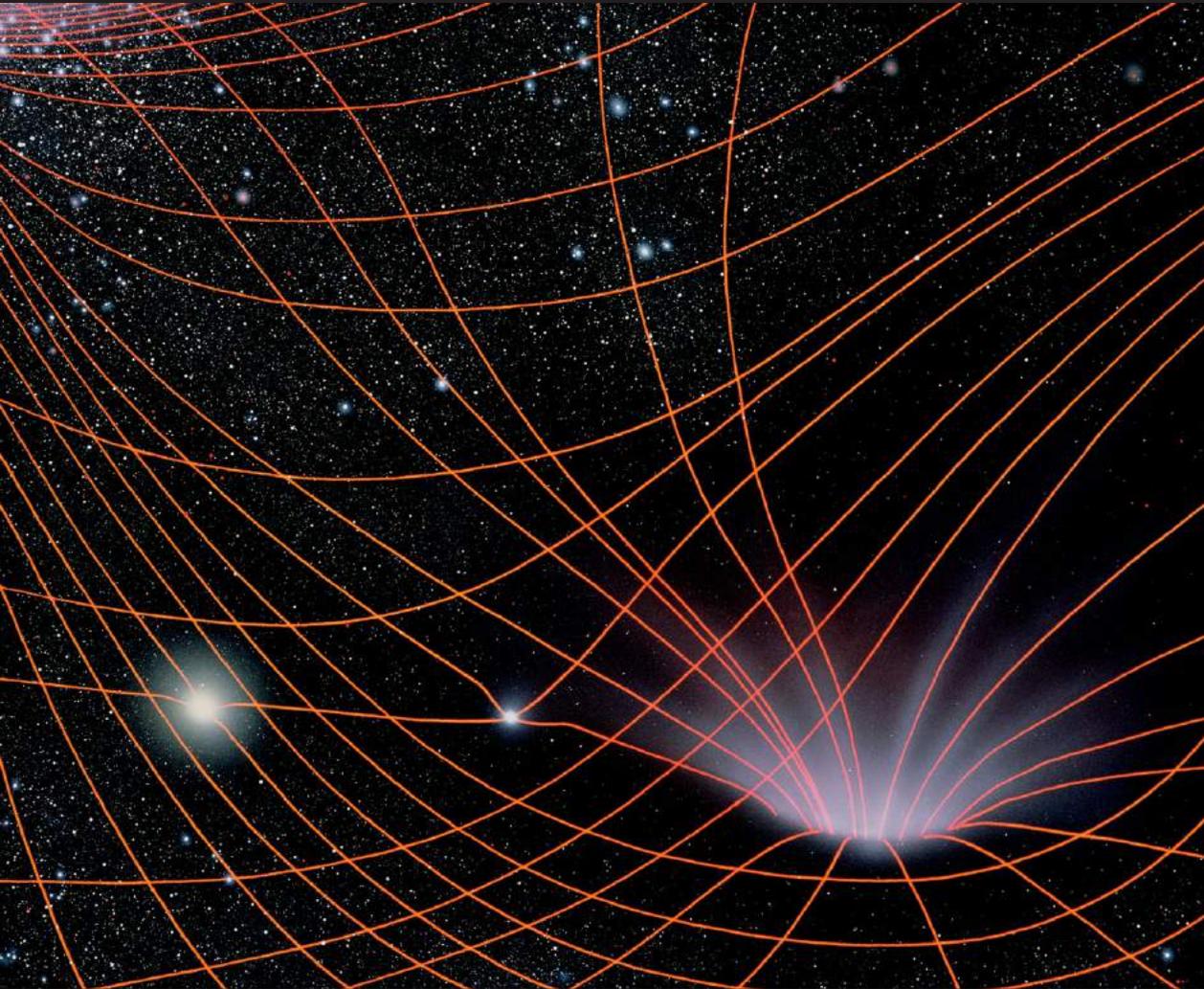
Перевернув физику с ног на голову своей Специальной теорией относительности, Эйнштейн спустя десять лет разработал общую теорию, которая изменила всю картину Вселенной. Это была замена ньютоновского закона тяготения, который, хотя и работал безупречно, предсказывая траектории бейсбольных мячей, аэроплана братьев Райт и полет артиллеристских снарядов, все же не мог объяснить все тонкости движения планет. Люди все лучше понимали необозримые пространства космоса,

и на этом фоне даже крошечные неточности вырастали до масштабов серьезных ошибок.

Прямые линии искривляются

Для решения этих проблем Эйнштейн предложил считать, что пространство и время во Вселенной — это четыре грани одной сущности, пространства-времени. (Позднее он предлагал рассматривать и большее число измерений.) Это означало, что геометрия пространства не совсем такая, как мы привыкли ее себе представлять. Кратчайший маршрут от одной точки до другой — всегда прямая линия. Однако в пространстве такие прямые линии искривляются и могут даже совершить несколько поворотов или витков. Это связано с тем, что массы искривляют пространство, а линии на кривых поверхностях подчиняются уже другим правилам. Если с помощью

гигантской линейки измерить расстояние вдоль этих искривленных линий, то окажется, что они идеально прямые. Но это лишь потому, что линейка тоже искривляется вместе с тканью пространства. Степень искривления пространства зависит от величины массы. Солнце создает в пространстве-времени большую «вмятину», чем Земля, более глубокий «гравитационный колодец». Земля притягивается к Солнцу — ко дну его гравитационного колодца. К счастью, скорость орбитального движения нашей планеты достаточно велика, так что мы лишь вращаемся вокруг этого колодца, не скатываясь в его куда менее гостеприимный центр. Только вообразите себе Ньютона, вглядывающегося в гравитационный колодец, куда скатывается его яблоко.



Общая теория относительности говорит, что все массы искривляют пространство. Черные дыры названы так из-за глубины и полной темноты их гравитационных колодцев. Это сильно затрудняет их поиск в космосе. Ведь они по определению ничего не излучают

Теория Эйнштейна также объяснила некоторые более экстремальные явления. Она предсказала, что траектория света, идущего от далекой звезды и проходящего (если смотреть с Земли) у края Солнца, будет искривляться под влиянием солнечной гравитации, отчего видимое положение звезды поменяется. Обычно такие звезды скрываются в сиянии Солнца, но в 1919 году Артур Эддингтон измерил их положения, когда они стали видны во время солнечного затмения. Его результаты подтвердили теорию относительности Эйнштейна.

Оригинальная идея Шварцшильда

В 1915 году, еще добавляя финальные штрихи к своей теории, Эйнштейн опубликовал уравнения, устанавливающие взаимосвязь между энергией, массой, пространством и временем. Этими уравнениями воспользовался Карл Шварцшильд, математик, призванный на Первую мировую войну. Он вычислил, насколько компактной должна стать звезда, чтобы скорость убегания (необходимая для побега из ее гравитационного колодца) достигла скорости света. В отличие от Лапласа Шварцшильд знал, что скорость света — это непреодолимая постоянная величина, а значит, такие «темные звезды», впоследствии названные черными дырами, должны быть очень странными объектами. Радиус Шварцшильда определяет размеры горизонта событий — воображаемой поверхности в пространстве, названной так потому, что предмет, который ее пересек, уже не вернется назад. Мы не сможем заглянуть внутрь черной дыры, поскольку ничто и никогда не выходит из нее наружу, даже информация. Впрочем, спустя 60 лет некоторые представления о внутренних черных дыр все же появятся.

Здесь показано так называемое кольцо Эйнштейна, возникающее, когда свет далекой галактики огибает черную дыру, находящуюся между ней и Землей. Свет всегда идет по искривленным траекториям, но только вблизи черной дыры это становится хорошо заметно



56 Острова в космосе

ЕЩЕ ГАЛИЛЕЙ УВИДЕЛ, ЧТО БЛЕДНАЯ ДЫМКА МЛЕЧНОГО ПУТИ ОБРАЗОВАНА БЕССЧЕТНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ЗВЕЗД. Уильям Гершель, нанеся эти звезды на карту, понял, что они образуют плоский диск, который стали называть Галактикой. Наша Солнечная система — это ее малый элемент. И все же, когда астрономы увидели объекты, расположенные как будто бы вне Галактики, встал вопрос: существует ли во Вселенной нечто большее, чем Млечный Путь?

В начале XX века голландский астроном Якобус Каптейн выполнил самый детальный для своего времени обзор Млечного Пути. Оказалось, что он имеет плоскую тарелкообразную форму с утолщением в центре, а с приближением к краям постепенно становится все более размытым за счет увеличения расстояний между звездами. Эти результаты подтвердили и уточнили представление Гершеля о Галактике как об «островной вселенной» поперечником 60 тысяч световых лет (позднее выяснилось, что она в пять раз больше) и около 10 тысяч световых лет в толщину.

Мысль о том, что в черноте Вселенной есть лишь одно светящееся скопление звезд (где и посчастливилось оказаться Земле), была привлекательна для многих людей, но у астрономов вызвала сомнения. Даже Уильям Гершель обдумывал возможность того, что некоторые туманности — «маленькие облачка» или аморфные пятнышки света на небе — это, на самом деле, звездные острова в пустоте пространства. В конце концов он отверг эту идею, но она сохранялась в работах таких каталогизаторов, как Мессье, кто обнаружил большое разнообразие туманных объектов, которые вряд ли могли все иметь одинаковое происхождение. «Левиафан» Парсонса, гигантский ирландский телескоп, позволил увидеть, что некоторые туманности имеют такую же закрученную дискообразную форму, как и Млечный Путь. Оставался, однако, вопрос: находятся ли эти объекты внутри Млечного Пути или намного дальше? Для получения ответа понадобились еще более крупные телескопы.

Эдвин Хаббл использовал крупнейший в мире телескоп для окончательного доказательства того, что Вселенная не ограничивается одной-единственной галактикой — оказалось, что их изрядно больше



СТОЛКНОВЕНИЕ ГАЛАКТИК

С нашей земной точки зрения, галактики — это почти что пустота из-за огромных расстояний, разделяющих соседние звезды. И все же галактики скрепляются едва заметными гравитационными силами, действующими между звездами, и притягиваются друг к другу. Довольно часто гравитация заставляет галактики сталкиваться и сливаться в одно целое. Взаимодействующие галактики Мышки (внизу) названы так за свои длинные хвосты, порожденные действием приливных сил.



Свет и расстояние

К 1908 году в каталогах было уже свыше 15 тысяч туманностей. В первом приближении они распались на две большие группы: размытые пятна, находящиеся вблизи Млечного Пути, и симметричные диски и спирали, в расположении которых закономерностей не просматривалось. Спектральный анализ света показал, что члены первой группы — это облака холодного



газа, в которых находятся немногочисленные звезды, тогда как объекты второй группы были сходны по спектрам со звездами.

История получила продолжение на горе Маунт-Вилсон в Калифорнии, где в 1917 году стал наблюдать туманности телескоп еще большего размера, чем «Левиафан». Телескоп Хукера имел зеркало диаметром 100 дюймов (254 см) и удерживал рекорд в течение 30 лет. Одно из первых наблюдений, сделанных на этом инструменте, — обнаружение вспышек новых звезд в некоторых туманностях. Они были намного слабее тех, что вспыхивают в Млечном Пути, но, если считать, что новые имеют одинаковую светимость, то получалось, что такие туманности находятся на расстояниях в миллионы световых лет! Некоторое время это считалось гипотезой, пока в 1924 году Эдвин Хаббл в обсерватории Маунт-Вилсон не нашел цефеиды в объектах Мессье 31 и 33, а также в других дискообразных туманностях. Слабый свет этих маяков раз и навсегда подтвердил, что содержащие их объекты находятся за границами Млечного Пути. Они вовсе не были туманностями — это название теперь относится только к космическим облакам газа, — а являются галактиками, островными вселенными, подобными нашей собственной.

Позднее исследователи выяснили, что сами галактики собраны в скопления. Млечный Путь входит в состав Местной Группы (вдохновляющее название, правда?) вместе примерно с тремя десятками других галактик, включая Магеллановы Облака и Туманность Андромеды (в ее названии слово «туманность» сохранилось по традиции). В свою очередь Местная Группа, наряду с еще сотней скоплений галактик, входит в сверхскопление Девы. Числа нарастают, и, по самым консервативным оценкам, общее число галактик составляет не менее 125 миллиардов!

Эта спиральная галактика получила обозначение Мессье 81, но сегодня ее также называют галактикой Бодде. Она находится в 12 миллионах световых лет. Масса черной дыры в ее центре в 70 миллионов раз больше солнечной

57

Ракетный Роберт, пионер космонавтики

ТВЕРДОТОПЛИВНЫМ РАКЕТАМ УЖЕ БОЛЬШЕ ТЫСЯЧИ ЛЕТ — по сути, это БОЛЬШИЕ ФЕЙЕРВЕРКИ. Пионеры космического ракетостроения считали, что для достижения космоса необходима дополнительная мощь жидкого топлива, но сначала надо было создать ракетную технологию.

Для космических путешествий нужен двигатель, который работает в любых обстоятельствах: на стартовой площадке, в верхних слоях атмосферы и в вакууме космического пространства. Если использовать воздух, как в паровых двигателях внешнего сгорания или бензиновых двигателях внутреннего сгорания, то работать в разреженном воздухе на больших высотах окажется невозможно. Кислород воздуха необходим им для сжигания топлива и высвобождения энергии.

Иное дело ракеты, о которых немного неточно говорят как о работающих на жидком или твердом топливе. В действительности ракеты на жидком топливе несут два типа топлива — горючее и окислитель, — которые яростно реагируют при смешивании, выделяя тепло и быстро расширяющиеся выхлопные газы. Газ выходит через единственное сопло, все остальное делают законы движения: ракета отбрасывает газы назад, а отдача толкает ракету вперед и очень быстро. Другое большое преимущество жидкостных ракет — то, что их двигатели можно включать и выключать, это важнейшее свойство для любого космического исследователя.



Роберт Годдард с одной из первых жидкостных ракет в 1927 году

Одна из годдардовских ракет, запущенная в 1937 году. К тому времени его «аппараты для достижения предельных высот», как он их называл, уже уступали другим разработкам и не в последнюю очередь ракетам, которые создавались в нацистской Германии

Мечта о космосе

История гласит, что Роберт Годдард почувствовал тягу к полетам в космос, взобравшись подростком на яблоню. Он представил себе, что прямо на поле, где росло дерево, стоит космическая ракета, готовая к запуску на Марс. Семнадцать лет спустя, в 1926 году, Годдард запустил первую жидкостную ракету, а вслед за ней и множество других, достигших скорости чуть ниже звукового барьера. Его ракеты работали на бензине и сжиженном кислороде (который оставался жидким за счет низкой температуры и высокого давления). Первый полет состоялся в снегах Новой Англии. Он продлился всего несколько секунд, а потом прогорело сопло, и устройство упало на капустное поле. Несколько новых конструкций привели к ставшей сегодня классической конфигурации ракеты — топливные баки и под ними камера сгорания.

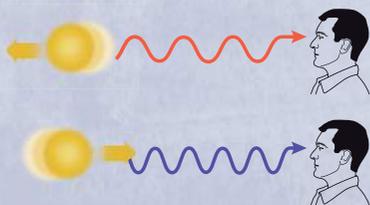


58 Расширяющаяся Вселенная

Подобно тому как полицейская сирена или гудок поезда меняют тон, когда их источник пронесется мимо наблюдателя, звезды меняют свой цвет, когда приближаются к нам или удаляются от нас. В 1929 году было обнаружено, что почти все галактики разлетаются друг от друга.

КРАСНОЕ СМЕЩЕНИЕ

Цвет — это способ, которым наш мозг воспринимает длину волны света. Красный свет имеет более длинные волны, чем синий. Когда объект удаляется, волны его света растягиваются, отчего его цвет смещается в красную сторону. При голубом смещении волны света, напротив, сжимаются, поскольку его источник движется к наблюдателю.



Упомянутое явление, состоящее в том, что звук меняет свою высоту в зависимости от движения источника относительно наблюдателя, называется эффектом Доплера. Он был впервые описан в 1840-х годах и получил название в честь австрийского ученого, давшего ему объяснение. С современной точки зрения, довольно удивительно, что, несмотря на знакомое из повседневной жизни акустическое проявление этого эффекта, Кристиан Доплер был астрономом, который описывал свет, приходящий от двойных звезд, быстро движущихся по орбите друг вокруг друга.

Андромеда приближается

В 1894 году Весто Слайфер направил большой телескоп Лоуэлловской обсерватории в Аризоне на объект, ныне известный как Туманность Андромеды. Начальник Слайфера Персиваль Лоуэлл хотел посмотреть, не является ли она, наряду с другими спиральными образованиями,

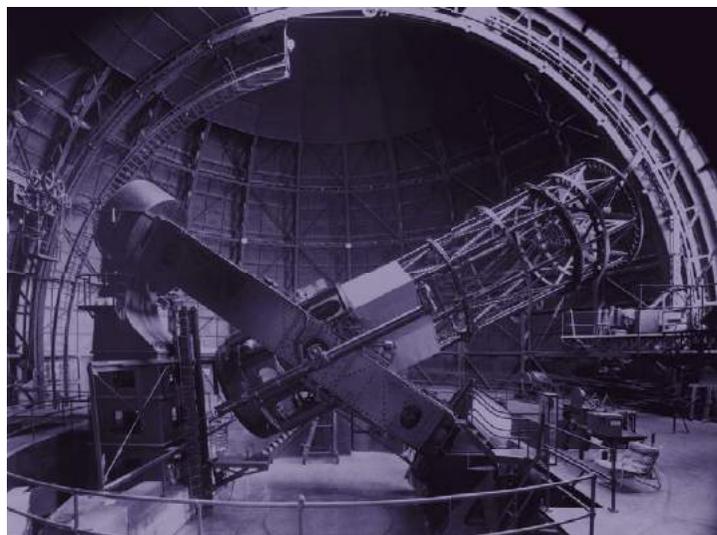
зарождающейся планетной системой, формирующейся из горячего вихря газа и пыли.

Слайфер использовал спектрометр, чтобы выявить признаки таких элементов, как железо или кремний, которые могли бы указывать на образование каменных планет. Но вместо этого он обнаружил, что все линии спектра имеют более короткие волны, чем ожидалось, и на основе эффекта Доплера сделал совершенно верный вывод, что Туманность Андромеды летит в нашу сторону.

Все движется

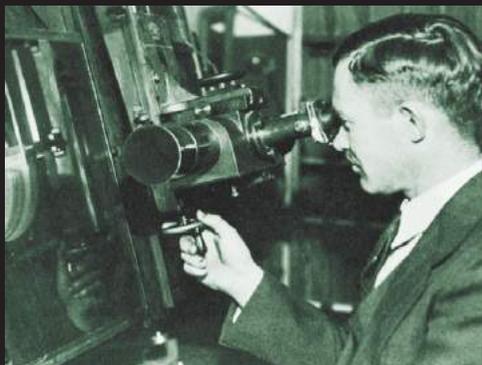
Спустя два десятилетия Слайфер обнаружил, что свет более далеких галактик, за пределами Местной Группы, смещен в красную сторону, а значит, источники удаляются от нас и друг от друга, причем довольно быстро; скорости некоторых из них достигали 1800 км/с. В 1929 году Эдвин Хаббл открыл, что красное смещение объектов пропорционально расстоянию до них. Оказалось, что Вселенная расширяется, становясь с возрастом все больше.

Эдвин Хаббл в конце 1920-х годов проводил обзор красных смещений с использованием телескопа Хукера. Этот телескоп имел 100-дюймовое (254 см) зеркало и располагался в точке с прекрасным астроклиматом на высоте 1700 м над уровнем моря на вершине горы Маунт-Вилсон. В то время это был самый мощный телескоп в мире



59 Последняя планета

ЛОУЭЛОВСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ ВНОВЬ ПРИВЛЕКЛА ВСЕОБЩЕЕ ВНИМАНИЕ В 1930 ГОДУ, КОГДА ТАМ ОТКРЫЛИ НЕЧТО ПОХОЖЕЕ НА ДЕВЯТУЮ ПЛАНЕТУ. Возмущения в движении Нептуна наводили на мысль о существовании за ним еще одной Планеты X.



Лоуэлловская обсерватория начала обзор зоны эклиптики в поисках Планеты X еще в 1906 году. Но когда Персиваль Лоуэлл скончался, обсерватория вступила в спор за свое финансирование с его вдовой Констанцией, что приостановило проект вплоть до 1929 года. Именно тогда Клайд Томбо, 23-летний исследователь, получил задание вести поиск. Он потратил год, снимая участки неба с интервалом в две недели и сравнивая их в поисках движущихся объектов. Открытие им в 1930 году движущегося объекта немедленно попало в заголовки газет и вызвало поток предложений, как назвать находку. (Констанция Лоуэлл предлагала назвать его либо Персивалем, либо Констанцией.)

Клайд Томбо использовал блик-компаратор (от англ. blink — моргать, compare — сравнивать) для быстрого переключения туда и обратно между двумя снимками, что позволяло видеть любые объекты, меняющие положение

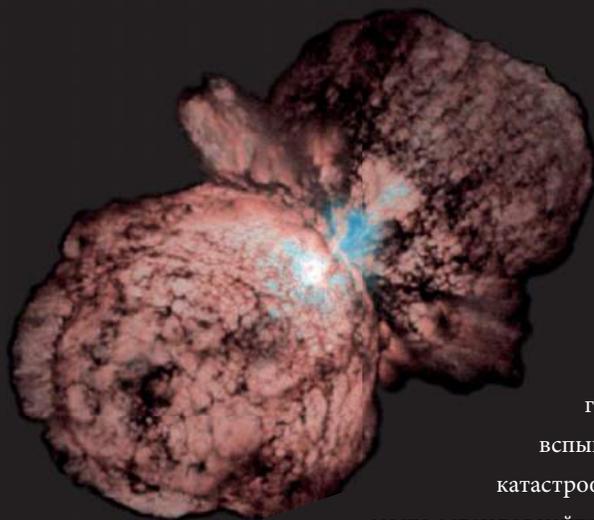
В конце концов объект назвали Плутоном, богом подземного мира, после того как это предложение внесла 11-летняя английская школьница, написавшая, что из-за удаленности от Солнца там должно быть очень холодно. Однако, пробыв 76 лет девятой планетой Солнечной системы, Плутон был разжалован в статус карликовой планеты. Теперь мы знаем, что Планеты X не существует.

60 Смерть звезд

К 1930-м ГОДАМ БОЛЬШОЕ ВНИМАНИЕ ПРИВЛЕКЛИ ОЧЕНЬ МАЛЕНЬКИЕ, НО ОЧЕНЬ ГОРЯЧИЕ ЗВЕЗДЫ, НАЗЫВАЕМЫЕ БЕЛЫМИ КАРЛИКАМИ. Они оказались очень плотными, их атомы упакованы намного теснее, чем это возможно на Земле. Размышления о строении их необычного вещества заставило одного индийского астронома совершить долгое морское путешествие в Англию.

Субраманьян Чандрасекар выяснил, что «вырожденное вещество» в белых карликах следует рассматривать как конечную стадию эволюции звезды, чья огромная сила гравитации сжала материю в сверхплотный остаток. Атомы внутри него не удерживаются вместе химическими связями, а плотно стиснуты и остаются отдельными лишь благодаря отталкиванию между электронами. Белый карлик с массой, равной солнечной, был бы размером с Землю, и что еще более странно: чем массивнее звезда, тем она будет меньше, а не больше.

Чандрасекар подсчитал, сколь массивным может стать белый карлик, прежде чем даже отталкивание электронов уже не сможет удерживать атомы порознь. Он получил значение 1,4 массы Солнца — эту величину называют пределом Чандрасекара. За публикацией этого результата в 1931 году последовала бурная дискуссия о том, что происходит со звездами большей массы.



Сверхновые и нейтронные звезды

Один из возможных ответов состоит в том, что они коллапсируют в черные дыры, которые, хотя и были предсказаны, но исключительно теоретически. Однако расчеты показывали, что такое случается только со звездами в 10 раз массивнее Солнца. Что же происходит со звездами промежуточных масс? В 1934 году Фриц Цвикки и Вальтер Бааде предположили, что такие звезды гибнут в колоссальном взрыве, который они назвали вспышкой сверхновой. Они также предположили, что эти катастрофы служат источниками космических лучей, а на их месте остаются нейтронные звезды, полностью состоящие из нейтронов

(субатомных частиц, открытых годом ранее). Нейтронная звезда с массой Солнца имела бы диаметр всего 12 км! Применяя широкоугольные телескопы, Бааде и Цвикки обнаружили десятки сверхновых, но нейтронные звезды не удавалось найти еще десятки лет.

Теория Цвикки и Бааде состояла в том, что чудовищная гравитация гигантской звезды сплюсцивает атомы, превращая их в сгусток нейтронов. При этом выделяется огромное количество энергии, как на снимке слева, и это наблюдается как вспышка новой звезды, только намного более яркая. Поэтому такое явление стали называть сверхновой

61 Темная материя

Большая часть Вселенной ускользает от нашего взгляда. В 1932 году Ян Оорт выяснил, что Млечный Путь вращается слишком быстро, если сопоставлять с имеющимся в нем количеством вещества. Фриц Цвикки обнаружил аналогичный эффект в движении других галактик и назвал это невидимое вещество *dunkle materie*, что по-русски раньше переводили как «скрытая масса», а теперь называют темной материей.

Согласно гипотезе Цвикки, темная пустота космоса не так уж пуста. В ней существует материя, которая не испускает света и потому недоступна для прямых наблюдений. Заметить можно только ее гравитационное влияние. В течение 40 лет никто не обращал большого внимания на темную материю — слишком трудно было ее обнаружить. Затем в 1970-х годах количество темной материи удалось определить по гравитационному линзированию света, то есть измерив, как он отклоняется, проходя через пространство, искривленное материей.

Оказалось, что темной материи в пять раз больше, чем старого доброго вещества! Никто не знает, что собой представляет темная материя. Рассматриваются две возможности. Первая — слабо взаимодействующие массивные частицы (Weakly Interacting Massive Particles — WIMPs, что в переводе означает «зануды»). Они обладают массой, но не взаимодействуют с детекторами. Другой вариант — массивные астрофизические компактные объекты гало (Massive Astrophysical Compact Halo Objects — MACHOs, то есть «мачо»). Это забавное наименование объединяет черные дыры, нейтронные звезды и коричневые карлики — объекты слишком темные, чтобы их можно было увидеть.



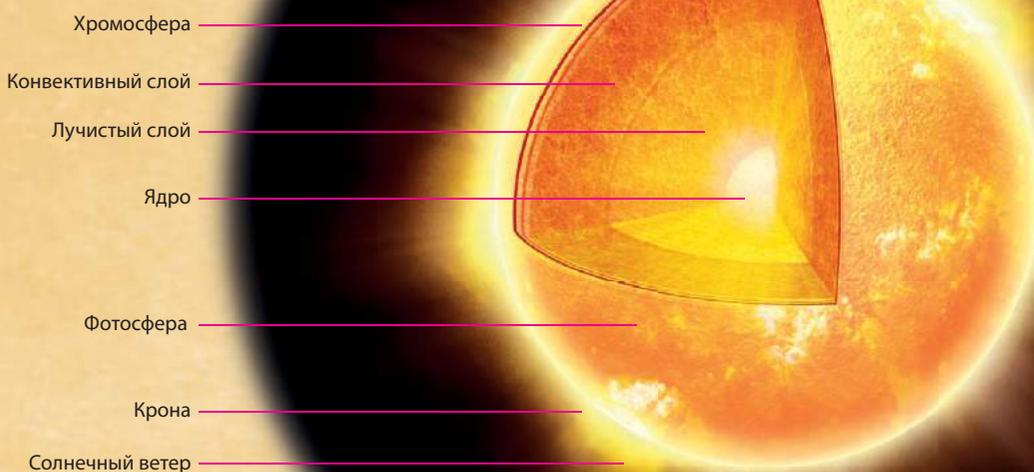
Так художник попытался изобразить то, что мы не можем увидеть, — темную материю

62 Энергия Солнца

НА ПРОТЯЖЕНИИ ВСЕЙ ИСТОРИИ ЗЕМЛИ СОЛНЦЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ЕЕ ТЕПЛОМ И СВЕТОМ, ДЕЛАЯ ВОЗМОЖНЫМ СУЩЕСТВОВАНИЕ ЖИЗНИ. Возможно, это покажется удивительным, но принцип действия столь важного объекта, как Солнце, оставался загадкой вплоть до появления квантовой физики в 1920-х годах. Теперь мы понимаем, что Солнце является вполне ординарной звездой.

Уже давно известно, что солнечный свет выглядит белым потому, что он содержит полную радуку цветов — спектр, как назвал ее Ньютон в 1670-х годах. В 1800 году Уильям Гершель повторил оптические эксперименты Ньютона, расщепив солнечный свет на составляющие его цвета. При этом он подставлял ртутный термометр (которого в эпоху Ньютона еще не было) в разные участки спектра, чтобы посмотреть, какой вклад в нагрев они дают. Оказалось, что температура быстрее всего возрастает, если держать термометр у красного края спектра, но немного за его пределом. Вывод из этого состоял в том, что тепло от Сол-

Солнце — это огромный плазменный шар, состоящий в основном из атомов водорода. Наша звезда имеет поперечник 1,4 миллиона километров, но все равно является довольно небольшой по размерам. Масса Солнца постепенно превращается в энергию. Каждую секунду оно становится примерно на четыре миллиона легче



нца (и от любых других источников) переносится невидимым инфракрасным (что означает «ниже красного») излучением.

От горячего к холодному

Законы термодинамики, которые управляют поведением энергии, говорят, что тепловая энергия всегда перетекает от горячего к холодному, и очевидно, что Солнце — очень горячее. В 1850-х годах считалось, что Солнце состоит из раскаленных жидкостей. Лорд Кельвин — ведущий специалист по термодинамике — предположил, что источником энергии для свечения Солнца служит преобразование в излучение огромной гравитационной энергии этой жидкости.

На рубеже столетий Эрнест Резерфорд, крестный отец ядерной физики, высказал гипотезу, что источником тепла может быть радиоактивность в солнечных недрах. Однако в 1920-х годах в дискуссию вступил Артур Эддингтон, выдающийся британский астроном, лишь недавно прославившийся тем, что подтвердил эйнштейновскую теорию относительности (его результаты были, правда, не идеальны, но история его простила). Он предположил, что атомы внутри Солнца находятся в таких жестких условиях, что их внешние электроны сорваны и образуется бурлящий шар плазмы.

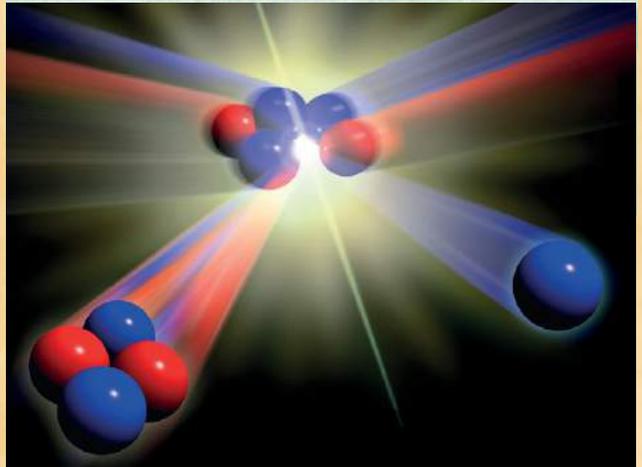
Сжатая сердцевина

Гелий, обнаруженный на поверхности Солнца, как позднее выяснилось, — это сверхлегкий газ, следующий по плотности за водородом. Эддингтон предположил, что гелий образуется при слиянии атомов водорода и этот ядерный синтез служит источником солнечного тепла и света. В то время считалось, что в составе звезд доминируют металлические элементы, поскольку их линии были отчетливо видны на спектрограммах. В 1925 году Сесилия Пейн показала, что на звездах водорода и гелия гораздо больше, чем на Земле. Наконец, в 1939 году немецкий физик Ганс Бете придумал последовательность шагов, приводящую к нужному ядерному синтезу.

Огромное давление, необходимое для протекания этой реакции, достигается только в солнечном ядре, откуда энергия излучается вовне, рассеиваясь по всем направлениям на частицах плотной плазмы. Спустя тысячи лет она достигает внешней конвективной зоны, где переносится вверх восходящими потоками горячей плазмы. Только потом энергия испускается в космос как тепловое и видимое излучение, затем, спустя восемь минут, достигает Земли.

ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ

Атомы водорода имеют простое строение: отрицательно заряженный электрон движется вокруг одного положительно заряженного протона. В звездной плазме атомы сталкиваются друг с другом так, что протоны и электроны разделяются. В обычных условиях положительные заряды протонов вызывают отталкивание этих частиц друг от друга, но в звездных недрах они сталкиваются с такой силой, что иногда сливаются. Все это не просто слияние двух протонов с образованием ядра гелия. На самом деле, ядерный синтез проходит ряд шагов, протоны сочетаются с нейтронами (частицами, похожими на них по размерам, но без электрического заряда), образуя тяжелые формы водорода (изотопы). Два таких тяжелых изотопа водорода как раз и сливаются в одно ядро гелия, содержащее два протона и два нейтрона. Но откуда появляются нейтроны? Когда сливаются два ядра протона, один из них превращается в нейтрон, испуская при этом крошечную и очень странную частицу, называемую нейтрино. Эти частицы распространены повсеместно, но их почти невозможно зарегистрировать.



63

Космические бомбы

Возможно, это и неудивительно, что первым искусственным объектом, покинувшим земную атмосферу, оказалась военная ракета, для которой выход в космос был просто особенностью траектории, ведущей к уничтожаемой цели.

Пионеры современного ракетостроения поднимали глаза к звездам, но корни технологий лежат в вооружении, и поэтому, когда в 1930-х годах снова стали собираться тучи войны, появились условия для создания новых видов оружия. Советский ракетчик Сергей Королев был по сфабрикованному обвинению заключен Сталиным в тюрьму, что существенно задержало развитие русской ракетной технологии. Роберт Годдард много сделал для разработки жидкостных ракет, но американские военные не считали это направление приоритетным, делая ставку на более дешевые твердотопливные ракеты и повышение эффективности артиллерии.

Оружие возмездия

Все это сильно контрастировало с работой Вернера фон Брауна, молодого немецкого ракетного инженера, который начал свою карьеру ассистентом Германа Оберта, другого крупного разработчика жидкостных ракет. Оберт был не единственным учителем фон Брауна. Пока в 1939 году не разразилась война, фон Браун — к тому времени уже член нацистской партии, как и все ведущие немецкие ученые, — часто общался с Годдардом, который навел его на мысль об устройстве рулевого управления и системы охлаждения.

Высокая стоимость, мешавшая другим странам в полном масштабе развернуть создание ракетного оружия, была гораздо меньшим препятствием для германских властей, которые имели возможность использовать рабский труд заключенных своих концлагерей. И когда ход Второй мировой войны повернулся против Гитлера, он стал направлять все больше ресурсов на разработку воздушного оружия возмездия, способного поражать врага в глубине его территории. Первым стал реактивный беспилотный аппарат «Фау-1» (V-1). Начиненный взрывчаткой, он падал с неба на землю по прошествии заданного времени полета. Однако «Фау-1» оказался уязвим для зенитного огня, так что была предложена идея ракеты «Фау-2». Это был аппарат высотой 14 м, поднимающийся на высоту более 100 км и имеющий дальность действия 320 км. В ходе падения на землю он достигал четырехкратной скорости звука. Это было слишком быстро для обнаружения и перехвата авиацией того времени.

Первая «Фау-2», вышедшая в космос, была запущена в 1944 году, и вскоре ракеты «Фау-2» уже атаковали Англию, Францию и Бельгию. Они действительно внушали страх врагам Гитлера, но оказались не очень эффективным оружием.

Ракета «Фау-2» была чрезвычайно дорогим оружием. Ее разработка обошлась дороже атомной бомбы, созданной в ходе Манхэттенского проекта. После войны были обнаружены ракеты «Фау-2», адаптированные для запуска с подводных лодок и предназначенные для атаки на США





64

Ракетный пилот

Аппарат Bell X-1 можно назвать пулей с крыльями. Он был построен с единственной целью — преодолеть скорость звука.

СМОЖЕТ ЛИ ЧЕЛОВЕК ВЫЖИТЬ НА ТАКОЙ СКОРОСТИ? Нужен был настоящий пилот, чтобы это выяснить. В 1947 году им стал Чак Йегер. То, что он выжил, открыло дорогу для пилотируемых ракетных полетов в космос.

X-1 был жидкостной ракетой с крыльями и кокпитом. В 1945 году, когда он был построен, реактивные самолеты все еще оставались большой редкостью. Ракетная технология намного их обгоняла. Еще в 1928 году Александр Липпиш в Германии сконструировал планер, разгоняемый двумя твердотопливными ракетными двигателями. Истребитель-перехватчик Me-163 («Me» означает «Мессершмитт») с жидкостным ракетным двигателем использовался в боевых действиях в последние дни Второй мировой войны. Он напоминал по конструкции «летающее крыло» Липпиша и мог развивать скорость до 970 км/ч, как современные реактивные лайнеры. Однако летал он с трудом: топлива в воздухе хватало всего на несколько минут, и вдобавок машины нередко взрывались.

Раздвигая горизонты

Пилоты Bell X-1 тоже знали, что идут на крайний риск. Уплощенные крылья этого аппарата эффективно рассекали воздух, но не обеспечивали устойчивого полета на низкой скорости. Поэтому X-1 обычно не взлетал сам, а сбрасывался с модифицированного бомбардировщика, ракетный двигатель включался уже в падении, а посадка совершалась в планирующем режиме.

Аппарат испытывался компанией Bell по заказу американских военных и Национального консультативного комитета по аэронавтике НАСА (который позднее был преобразован в NASA). Пилоты раз за разом набирали все большую скорость, следя за тем, как будет вести себя аппарат. К октябрю 1947 года настало время для преодоления звукового барьера, и задание досталось капитану Йегеру. Это был полет в неизвестность. Никто даже не знал, смогут ли на этой скорости работать рули самолета. Йегер стал самым быстрым человеком на свете. В дальнейшем аппараты серии X летали всё быстрее и выше, подобравшись к самой границе космоса. Некоторые из их пилотов, поменяв летный комбинезон на скафандр, стали первыми астронавтами.

Перед своим историческим полетом Чак Йегер дал X-1 название «Очаровательная Гленнис» в честь своей жены

65 Большой взрыв

Если с течением времени Вселенная расширяется, значит, в прошлом она была меньше. Получается, что, если открутить время назад, все пространство сжалось бы в одну точку. Не с этого ли началась Вселенная?

Преподобный Ричард Бентли, служивший в XVII веке священником в английском Вустере, поставил перед Исааком Ньютоном вопрос, касающийся его новомодной теории о том, что все во Вселенной притягивается друг к другу. Бентли серьезно озадачил Ньютона, спросив, почему, если Вселенная конечна и статична, гравитация не стянет все объекты вместе в одну точку? Ньютон ответил, что Вселенная бесконечна и потому стабильна.

Она динамична, а не статична

Однако спустя 250 лет Альберт Эйнштейн обнаружил, что не может получить из своих уравнений статическую вселенную, будь она конечной или бесконечной. Его последователи, включая другого священника, бельгийского аббата Жоржа Леметра, который также был и крупным физиком, поняли, что Вселенная может быть только динамичной — расширяющейся или сжимающейся. Вариант сжатия казался маловероятным — такая Вселенная наверняка бы уже давно сколлапсировала. Открытие Хабблом расширения Вселенной в 1929 году навело Леметра на мысль о том, что Вселенная началась с колоссального взрыва. Опираясь в равной мере на интуицию и на теорию, Леметр предположил, что первичный атом раздробился на все остальные атомы, составляющие наблюдаемую Вселенную, которые в далеком прошлом разлетелись во все стороны из одной точки и с тех пор продолжают свое движение.

У идеи сразу появились сторонники и противники. Один из последних дал ей современное имя. Знаменитый астроном Фред Хойл пренебрежительно называл ее «биг бэнг» (то есть «большой взрыв»), предлагая в качестве альтернативы собственную теорию, в которой предполагалось, что в непрерывно расширяющейся Вселенной постоянно рождается новая материя.

В 1948 году вышла статья Альфера, Бете и Гамова (авторы особо веселились относительно переключки их имен с греческим алфавитом), в которой говорилось, что развитие Вселенной состоит в постепенном ядерном синтезе сложных и тяжелых элементов из первичных частиц. Этот процесс идет параллельно с охлаждением: от горячего и плотного прошлого к холодному и рассеянному будущему. Но где найти подтверждения бурному прошлому Вселенной? Помочь в этом могло лишь время, а также совершенствование телескопов.

«Биг бэнг» часто описывают как взрыв, и в результате люди представляют себе яркий свет, расходящийся из точки в кромешной темноте. В действительности, взрыв случился везде в одно время. Это самое «везде», то есть всё пространство, и было в то время одной точкой



66 Атомные фабрики

Более 99 процентов массы Солнечной системы приходится на Солнце, а оно по большей части состоит из водородной и гелиевой плазмы. Однако на Земле эти элементы встречаются относительно редко. Доминируют, напротив, элементы с более тяжелыми и сложными атомами, такие как кислород, углерод или железо. Откуда взялись все эти вещества?

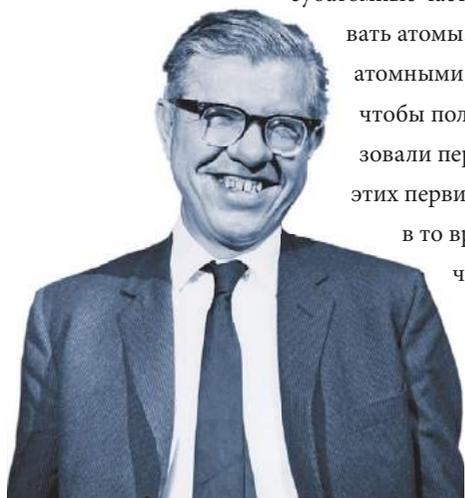
Атомы не возникли в Большом взрыве. По крайней мере, не возникли сразу. В бушующей сверхгорячей молодой Вселенной масса и энергия еще не дифференцировались — это еще было одно и то же. По мере расширения Вселенной плотность и температура ее содержимого понижались, и в нем начинали возникать кварки и электроны, из которых состоят атомы, а также множество разнообразных других частиц, заряженных и нейтральных. Некоторые из них даже обладают «ароматом» (на жаргоне физиков).

Однако в то же самое время возникает и равное количество противоположных им частиц антиматерии — позитронов (антиэлектронов), антикварков и других античастиц. Материя и антиматерия не могут сосуществовать и, встречаясь, аннигилируют, превращаясь в излучение. Но очевидно, что аннигиляция все же не была тотальной. По непонятной до сих пор причине частиц оказалось больше, чем античастиц, и этот их избыток и сформировал нашу Вселенную — Солнце, планеты, вас, меня, а также триллионы и триллионы других планетных систем. (Возможно, существуют области Вселенной, состоящие из антивещества, но мы таких пока не наблюдали.)

Простое начало

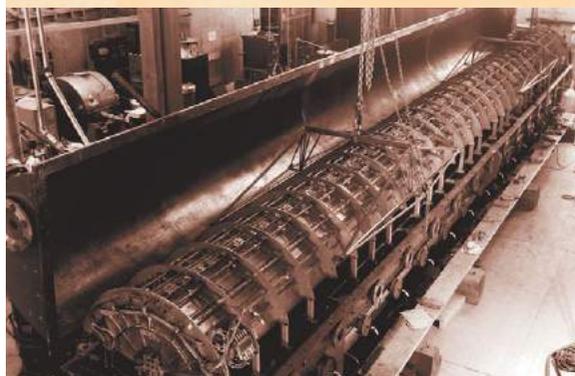
Итак, после периода аннигиляции (он закончился менее чем за 10 секунд) оставшиеся субатомные частицы приступили к исполнению своих обязанностей и стали образовывать атомы. Тройки кварков объединялись в протоны. Те становились первыми атомными ядрами, и спустя примерно 370 тысяч лет Вселенная достаточно остыла, чтобы положительно заряженные протоны объединились с электронами и образовали первые атомы водорода. В разгоряченной ранней Вселенной некоторые из этих первичных атомов соединялись, образуя атомы гелия, но все равно возникший в то время водород до сих пор встречается по всему космосу. Даже сегодня три четверти всех атомов во Вселенной — это атомы водорода, рожденные вслед за Большим взрывом.

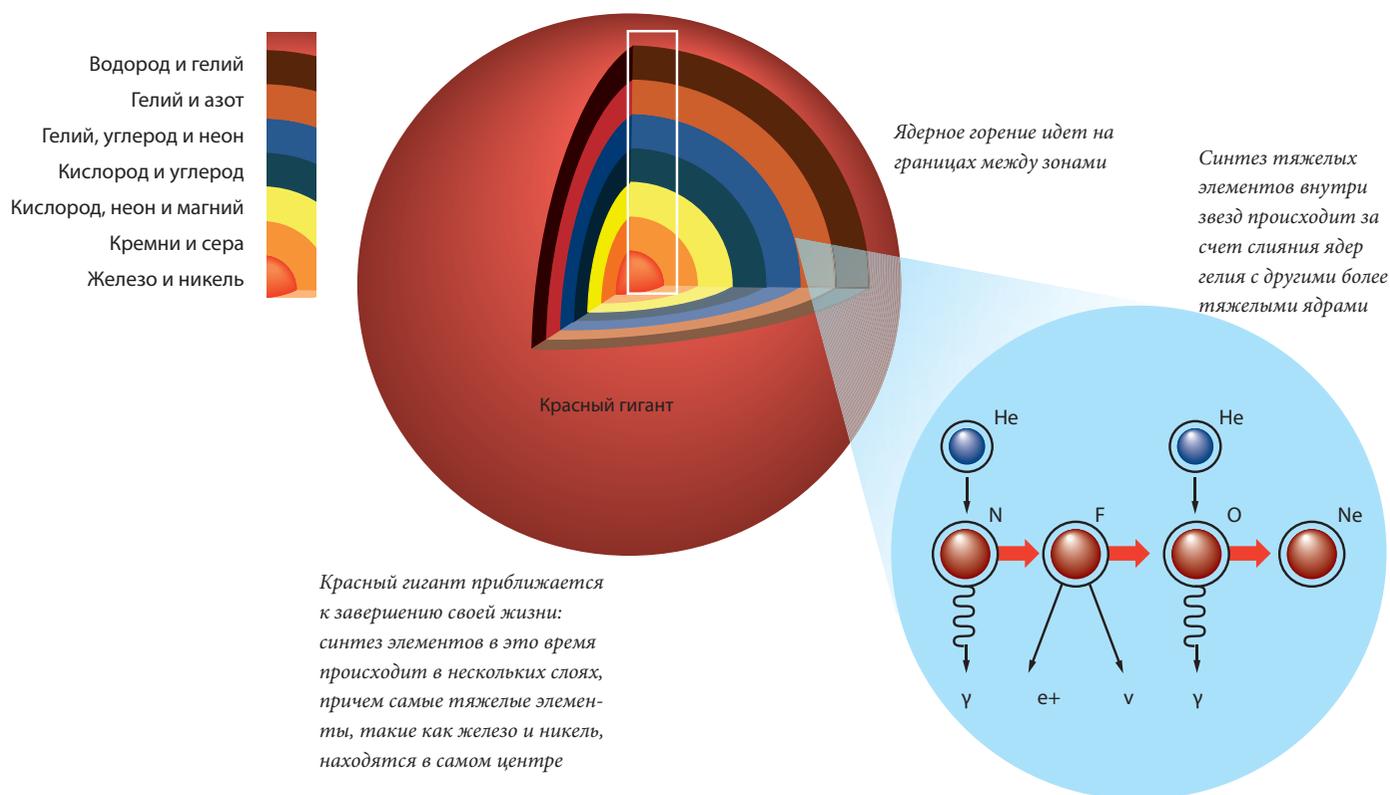
В конце 1940-х годов Фред Хойл обнаружил, что тяжелые элементы более распространены в старых галактиках, чем в молодых, из чего он сделал вывод, что не все атомы сразу образовались при Большом взрыве



УСКОРИТЕЛЬ ЧАСТИЦ

За несколько лет до появления первых астрономических теорий происхождения элементов научное любопытство привело людей к тому, чтобы сталкивать атомы и смотреть, сольются ли они. Для обстрела мишеней атомными ядрами использовались мощные электрические поля. Первые такие ускорители назывались циклотронами. В них легкие ядра разогнались по спиральным траекториям и врезались в мишени, сделанные из тяжелых атомов. Именно так были получены первые искусственные элементы. Линейные ускорители вроде изображенного ниже, построенного в 1947 году, стреляют по мишеням прямой наводкой. Впоследствии такие устройства стали применяться для радиационной терапии.





Внутри звезд

На протяжении следующего миллиарда лет гравитация стягивала водород в облака, затем в шары, становившиеся настолько большими, что в их недрах запускался ядерный синтез. Так зажигались первые звезды. В 1950-х годах группа из четырех астрофизиков стала выяснять, что происходит внутри звезды на протяжении ее жизни. Джеффри Бёрбидж, Маргарет Бёрбидж, Уильям Фаулер и Фред Хойл, известные по своим инициалам как B2FH, применили систему компьютерного моделирования, разработанную для изучения ядерного оружия, чтобы понять происходящее в ядрах звезд. Тем самым они заложили основы теории нуклеосинтеза, процесса, благодаря которому в звездах образовались все атомы тяжелее водорода и гелия.

Запас водорода в звезде не бесконечен, и, когда он подходит к концу, доминировать в звездной плазме начинает гелий. Он примерно в четыре раза массивнее первоначального водорода и накапливается в ядре звезды, где идут термоядерные реакции. Остающийся водород продолжает гореть в тонком слое, окружающем гелиевую сердцевину. В результате оболочка звезды значительно расширяется и охлаждается — появляется красный гигант. Гигант он — потому что в сотни раз больше исходной звезды, а красный — потому что имеет более холодную поверхность: поток тепловой энергии, распределяясь по огромной площади, заметно теряет в интенсивности. Такова судьба всех звезд, в том числе и Солнца, которому это предстоит примерно через пять миллиардов лет.

В ядре красного гиганта три атома гелия могут слиться и образовать ядро углерода. Когда и запас гелия исчерпывается, углерод начинает превращаться в кислород, натрий, неон, из которых, в свою очередь, рождается целое семейство более тяжелых ядер вплоть до таких элементов средней весовой категории, как железо и никель. В большинстве звезд синтез прекращается на этой стадии или даже раньше, и остывающее ядро звезды остается дрейфовать в пространстве в виде белого карлика. Однако звезды-сверхгиганты вместо этого становятся сверхновыми и в ходе мощного взрыва формируют тяжелые и редкие элементы, такие как золото, ртуть или уран. Как поется в песне: «Мы — звездная пыль».

67 Искусственные спутники

1957 год был объявлен Международным геофизическим годом и задумывался как способ снизить международную напряженность эпохи холодной войны за счет сотрудничества между учеными всего мира, а не только Соединенных Штатов и Советского Союза. Однако его результаты привели к новому витку борьбы, на этот раз за контроль над космическим пространством.



Копия «Спутника-1», демонстрирующая содержимое 58-сантиметрового шара. Оригинал сгорел в атмосфере примерно через три месяца орбитального полета. Заряда батареи хватило, чтобы в течение 22 дней передавать данные о температуре

Вечером 4 октября 1957 года со стартовой площадки № 1 на космодроме Байконур в глубине советской территории стартовала ракета. Через несколько минут на околоземную орбиту вокруг Земли был выведен первый искусственный спутник. Он весил 80 кг и совершал один виток за 90 минут на высоте около 500 км над поверхностью Земли, сообщая людям о своем существовании своим знаменитым сигналом «бип-бип-бип», который регистрировался любительскими радиоприемниками. Как только стало ясно, что орбита «Спутника-1» стабильна, советское информгентство ТАСС сообщило об этом всему миру.

Стартовый пистолет космической гонки

Западные государства услышали из космоса далеко не только сигналы «Спутника». Они также получили извещение о том, что Советский Союз располагает самыми мощными и надежными ракетами в мире, способными выводить на орбиту научные спутники, а также, возможно, доставлять ядерное оружие в любую точку мира. У NASA не было средств слежения за «Спутником», и для этого пришлось привлекать любителей астрономии. Последняя ступень ракеты-носителя, созданная генеральным конструктором Сергеем Королевым,

тоже вышла на орбиту и двигалась по ней впереди «Спутника». Она хорошо отражала свет, и ее было легко увидеть даже на сумеречном небе.

Американским вкладом в Международный геофизический год стал спутник «Эксплорер-1», запущенный в январе 1958 года с помощью модифицированной геофизической ракеты. Через несколько месяцев на смену NASA пришло Национальное управление по аэронавтике и исследованиям космического пространства NASA, задачей которого было обойти Советский Союз в космической гонке.



НАУКА КОСМИЧЕСКОЙ НИЧЬЕЙ

Хотя для «Спутника-1» декларировались научные цели, он не делал ничего кроме измерения температуры на борту. «Эксплорер-1», напротив, кое-что открыл. Несмотря на совсем небольшую массу (14 кг), он нес на себе детекторы космических лучей. Поначалу было опасение, что детекторы отказали, поскольку они подолгу не давали никаких результатов, а потом в некоторых областях пространства резко активизировались. Однако эти области совпали с предсказаниями Джеймса Ван Аллена, который рассчитал, что земное магнитное поле должно собирать частицы космических лучей в пояса с максимальной концентрацией вблизи полюсов. Пояса Ван Аллена затягивают солнечный ветер к полюсам Земли, порождая световые шоу, называемые полярными сияниями.

68

Животные-
КОСМОНАВТЫ

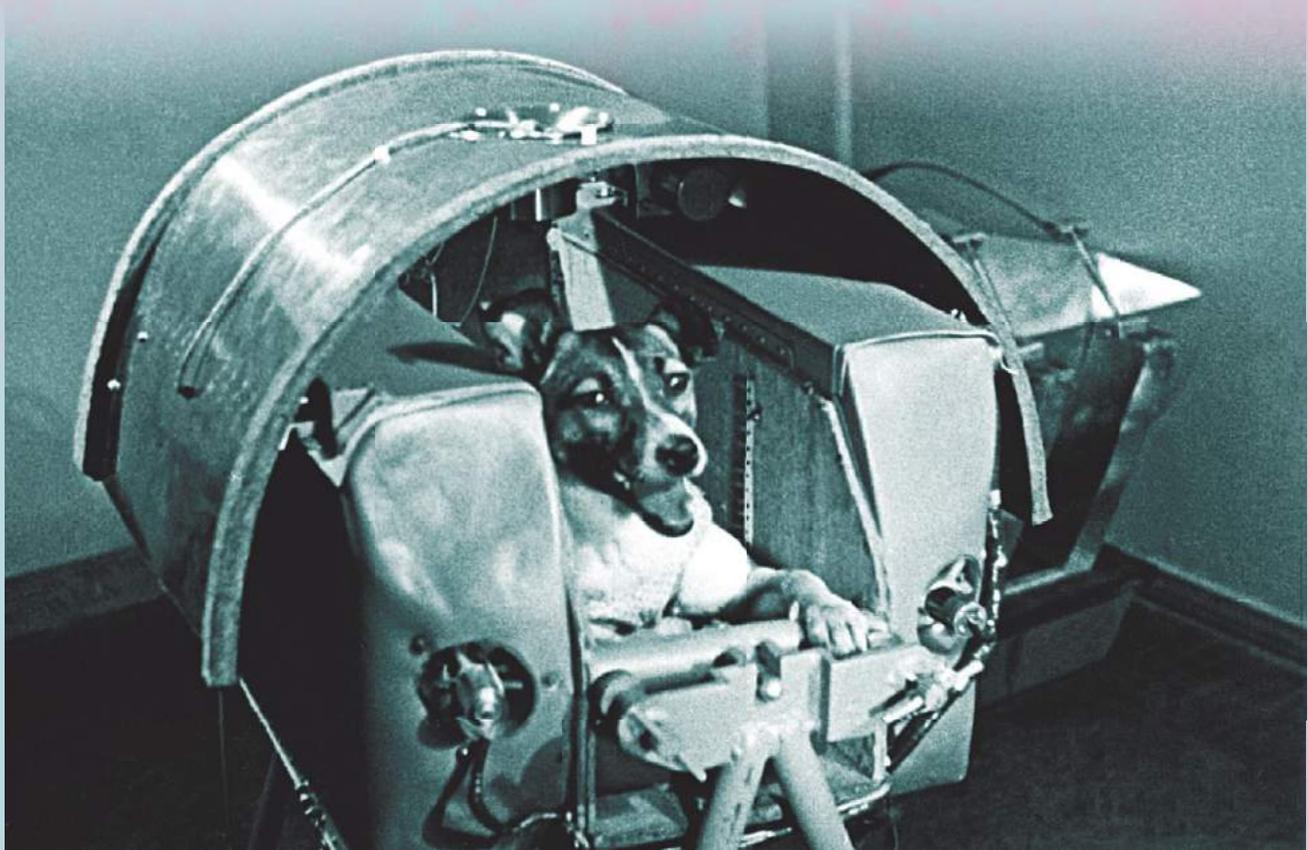
ИССЛЕДОВАНИЕ КОСМОСА ШЛО РУКА ОБ РУКУ С ЖЕЛАНИЕМ ЛЮДЕЙ ВЫРВАТЬСЯ ЗА ПРЕДЕЛЫ ЗЕМЛИ. Но прежде чем смельчаки отправились в космическое пространство, этой дорогой прошли животные.

На заре космической гонки было опасение, что неизвестные еще факторы могут полностью исключить возможность космических полетов для человека. Скорость, необходимая для выхода на орбиту, во много раз превышала скорость звука. Способно ли тело выдержать ускорение? В космосе людей может убить жесткое излучение или высокая температура, а при возвращении тепло, выделяющееся при трении в атмосфере на высокой скорости, способно зажарить экипаж заживо. Наконец, ракета может просто взорваться.

Поэтому первыми землянами, отправленными в космос, были обезьяны по кличке Альберт, которые полетели на немецкой «Фау-2», захваченной американскими военными. Ни одна из них не пережила испытательную программу 1948–1949 годов. Альберт I достиг высоты 63 км и задохнулся. При этом считается, что космос начинается на высоте 100 км. Альберт II поднялся на 134 км и прекрасно себя чувствовал, но при посадке у него не раскрылся парашют. Альберт III и Альберт IV не смогли превзойти его рекорд.

Первыми животными, вернувшимися на Землю живыми, стали две собаки — Дезик и Цыган, — запущенные в Советском Союзе. Другая советская собака Лайка первой вышла на орбиту в ноябре 1957 года на борту «Спутника-2». Возвращать ее на Землю не планировалось, и она смогла прожить 6 часов. Белке и Стрелке на борту «Спутника-5» повезло больше, они благополучно вернулись с орбиты в 1960 году. В NASA корабль «Меркурий» испытывали в 1961 году, посадив в него шимпанзе по кличке Хэм. Он был одет в скафандр и без вреда перенес разгерметизацию кабины. Теперь подошла очередь людей, которым предстояло сделать большой шаг, оставив Землю позади.

Лайку некоторые недоброжелательные западные комментаторы обзывали «Матник», что означает «глупая собачонка». В полете она была облеплена датчиками, измеряющими, как ее тело реагирует на невесомость. Хотя на борту имелась заготовленная отравленная пища, чтобы дать Лайке умереть безболезненно, в реальности она погибла из-за перегрева, когда в кабине отказала система жизнеобеспечения



69 Стратосферный дайвер

Автоматическая камера зафиксировала, как Джо Киттинджер начинает свой рекордный затяжной прыжок. Свободное падение продолжалось 4 минуты 36 секунд, а скорость достигала 982 км/ч — быстрее пассажирского лайнера. Рекорд был побит 14 октября 2012 года австрийским парашютистом Феликсом Баумгартнером, который прыгнул с высоты 39 км и развил в падении сверхзвуковую скорость 1358 км/ч

ПО МЕРЕ ТОГО КАК ПИЛОТИРУЕМЫЕ АППАРАТЫ ПРИБЛИЖАЛИСЬ К ВЫХОДУ В КОСМОС, разрабатывались и новые летные костюмы, которым позднее предстояло превратиться в скафандры. В 1960 году один из них подвергся серьезному испытанию.

В противоположность распространенному мнению, кровь не выкипает из тела, оказавшегося в вакууме. В открытом космосе вы скорее просто заледенеете. При кратковременном воздействии вакуума человек теряет сознание через 15 секунд, а объем его тела увеличивается вдвое. В 1960 году пилот Военно-воздушных сил США Джо Киттинджер поднялся с помощью гелиевого стратостата на высоту 31 км. Хотя это еще и не космос, атмосфера здесь мало отличается от вакуума, и Киттинджер был в одном из первых космических скафандров с нормальным давлением внутри. Однако из-за утечки воздуха он потерял возможность пользоваться правой рукой. Чтобы вернуться на землю, Киттинджер просто выпрыгнул из гондолы. Его парашютный прыжок оставался рекордным до 2012 года.



70 Космическая гонка

ХОТЯ ЗАПУСКАТЬ СПУТНИКИ НАУЧИЛИСЬ И ДРУГИЕ СТРАНЫ, только у сверхдержав эпохи холодной войны хватило амбиций, чтобы отправлять в космос людей.

После неожиданного старта «Спутника-1» соперничество в космической гонке резко обострилось.

К 1959 году советская космическая отрасль и NASA набрали кандидатов для космического полета. В СССР эта программа выполнялась под кодовым названием «Восток», в США это был проект «Меркурий». Обе программы отбирали людей сходным образом: не очень высоких и небольшого веса (под размер капсулы корабля), а также способных выдерживать большие перегрузки, низкое давление и все, что только могло прийти в голову экзаменаторам, чтобы из сотен заявок получить отряд маленьких суперменов.

Первый отряд космонавтов состоял из шести человек. В проекте «Меркурий» было семь астронавтов — военных летчиков высочайшего класса с высокой научно-техни-

Семерка астронавтов «Меркурия» в своих старомодных скафандрах 1960 года выпуска выглядит вполне футуристично. Алан Шепард — слева в заднем ряду. Астронавты Дональд Кент и Джон Глен еще не получили свои космические ботинки



ческой квалификацией и, пожалуй, несколько более зрелых в свои 30 с лишним лет, чем их на десять лет младшие партнеры по программе «Восток». Первые космонавты тоже были военными, но для них пилотажное мастерство не представляло такой важности. Пилот, пристегнутый внутри прочной сферической капсулы почти полностью автоматизированного корабля «Восток», имел совсем немного средств управления. Космический корабль «Меркурий» обладал конической формой, у него был иллюминатор и органы управления, так что находящийся в нем астронавт действительно мог пилотировать аппарат.

В итоге выиграть космическую гонку Советскому Союзу позволила ракетная технология: Юрий Гагарин отправился на орбиту 12 апреля 1961 года на борту «Востока-1». Спустя месяц Алан Шепард стал первым астронавтом проекта «Меркурий», однако ракетных возможностей NASA хватило лишь на то, чтобы отправить его корабль «Фридом-7» в суборбитальный полет. В феврале 1962 года более мощная ракета «Атлас» вывела на орбиту Джона Глена (он стал первым американцем, совершившим такой полет). Но к тому времени космическая гонка уже перешла в лунную фазу.

В 2003 году Китай стал третьей страной, отправившей на орбиту человека — «тайконавта» Яна Ливея. Индия планирует запустить «гаганавта» в 2016 году.

71 Звездоплаватель

КОСМИЧЕСКАЯ ГОНКА СТАЛА РОБОТИЗИРОВАТЬСЯ С 1962 ГОДА, КОГДА ПЕРВЫЕ БЕСПИЛОТНЫЕ ЗОНДЫ ОТПРАВИЛИСЬ ИССЛЕДОВАТЬ ДРУГИЕ ПЛАНЕТЫ. Самым первым был «Маринер-2», пролетевший мимо Венеры и получивший довольно неожиданные результаты.

Космическая эра начиналась с больших надежд. Все думали, что однажды люди смогут жить на других планетах. Хотя межпланетные исследования во многом подстегивались научными интересами, но соображения национального престижа и заманчивые взвездные территории ничуть не меньше способствовали участию государств в космической гонке. Советский зонд «Венера-1» стартовавший в 1961 году, слишком сильно промахнулся мимо Венеры. На следующий год ошибка в программном обеспечении привела к тому, что запущенный NASA «Маринер-1» разбился на севере Европы. «Маринер-2» оказался удачливее и достиг Венеры в 1962 году. Чтобы снизить массу, на аппарате не было тормозных двигателей, так что он просто за полчаса пролетел рядом с целью. За время этого короткого визита зонд обнаружил, что венерианская атмосфера имеет более или менее постоянную температуру, а значит, тепло удерживается под плотными облаками, благодаря которым планета ярко сияет на нашем небе. Но насколько жарко там может быть?

Контакт с «Маринером-2» был потерян в январе 1963 года. Он и по сей день движется по орбите вокруг Солнца



72 Вечное эхо

В 1964 году два американских астронома тестировали новейший спутник связи, используя сверхчувствительную радиоантенну. В работе им постоянно мешал сигнал, который как будто бы шел отовсюду сразу. Эти слабые радиоволны сегодня называют реликтовым излучением или космическим микроволновым фоном.

Вильсон и Пензиас изучают металлический раструб антенны, которая зарегистрировала космическое микроволновое излучение. Чтобы избавиться от помех, они охлаждали электронику своего приемника жидким гелием до температуры всего на 4 градуса выше абсолютного нуля

Арно Пензиас и Роберт Вильсон ловили микроволновые радиосигналы, которые должны были отражаться гигантским металлизированным воздушным шаром, введенным на орбиту. Ученые пытались использовать для этого рупорную антенну в Холмделе, штат Нью-Джерси. Прежде всего им требовалось устранить помехи от всех остальных радиосигналов. А затем обнаружилось, что естественный фоновый шум раз в сто сильнее, чем ожидалось. Это слабое излучение было примерно одинаковым на всех участках неба. Сегодня его называют просто КМФ или «реликтом», и это дошедший до нас тепловой отпечаток самого Большого взрыва.



73 Сигналы из космоса

В 1967 году радиотелескоп, похожий на поле, завешенное бельевыми веревками, обнаружил периодические импульсы, приходящие из космоса. Никто, конечно, не думал, что это сигналы инопланетян, но что бы еще это могло быть?

Некоторые современные радиотелескопы состоят из больших массивов антенн, которые двигаются синхронно и наводятся на одно и то же место на небе

Радиоволны — это излучение, подобное свету, но с меньшей энергией и, понятное дело, невидимое для человеческого глаза. Астрономы изучают приходящие с неба радиоволны, начиная с 1930-х годов. Радиотелескопы всегда имеют большие антенны, как правило, тарелкообразной формы, чтобы собирать слабые сигналы. Однако британские астрономы Антони Хьюиш и Джоселин Белл построили в поле в окрестностях Кембриджа не столь впечатляющий с виду радиодетектор. Назывался



он Межпланетным скинтилляционным массивом и предназначался для поиска всплесков радиоизлучения.

Маленькие зеленые человечки?

В ноябре 1967 года Белл обнаружила пульсирующий радиисточник, который сигналил с изумительной регулярностью: строго раз в 1,3 секунды. Источник двигался по небу вместе со звездами, что исключало версию секретного искусственного спутника или помех от земной радиостанции. Проще всего было бы сказать, что сигналы посылает внеземная цивилизация, и Белл с Хьюишем обозначили источник LGM-1 (от *англ.* Little Green Men — маленькие зеленые человечки). Затем совсем в другом участке неба был открыт второй пульсирующий источник, на чем гипотеза инопланетян и прекратила существование.

Необычные небесные тела получили название *пульсаров*. Считается, что радиосигнал испускается только с одной стороны вращающейся звезды, так что он, подобно лучу маяка, обегает небо и дает вспышку, когда поворачивается к Земле. Пульсары очень быстро вращаются — некоторые с периодом всего в доли секунды, — отсюда возникло предположение, что они представляют собой нейтронные звезды, оставшиеся после вспышек сверхновых.

74 Гамма-всплески

Если радиоволны обладают наименьшей энергией в спектре электромагнитного излучения, то гамма-лучи, наоборот, — самые энергичные. Слабые радиоимпульсы позволяют находить на небе крошечные звезды, а вспышками гамма-излучения проявляются самые грандиозные события во Вселенной.

Гамма-лучи — один из поражающих факторов ядерного взрыва, и американские военные спутники следят со своих орбит, не нарушает ли потенциальный противник запрет на проведение ядерных испытаний над поверхностью Земли. В июле 1967 года два таких спутника зарегистрировали странную вспышку гамма-излучения, непохожую на взрыв бомбы и пришедшую далеко из-за границ Солнечной системы. Согласно логике холодной войны, эти данные были засекречены. Однако усовершенствованные спутники слежения за испытаниями обнаруживали все больше гамма-всплесков, которые обычно длились около 30 секунд.

В 1973 году данные были опубликованы, но астрономы пребывали в недоумении вплоть до 1991 года, когда запустили космическую гамма-обсерваторию. Она выяснила, что слабые источники находятся в миллиардах световых лет от нас. Чтобы быть видимыми с такого расстояния, им надо испускать за несколько секунд такую энергию, которую Солнце высвечивает за 10 миллиардов лет. Всплески могут давать нейтронные звезды, падающие в черные дыры, или коллапсирующие звезды-гипергиганты, в сотни раз превышающие Солнце по массе.



По оценкам, гамма-всплески случаются в Млечном Пути раз в несколько сотен тысяч лет. Есть гипотеза, что именно такие всплески неподалеку от Земли вызвали в прошлом массовые вымирания видов



75 Проект «Аполлон»

ЧЕРЕЗ 20 ДНЕЙ ПОСЛЕ ПЕРВОГО ПОЛЕТА АМЕРИКАНЦА В КОСМОС ПРЕЗИДЕНТ ДЖОН КЕННЕДИ ТОРЖЕСТВЕННО ПООБЕЩАЛ ВЫСАДИТЬ ЧЕЛОВЕКА НА ЛУНУ ДО КОНЦА ДЕСЯТИЛЕТИЯ. Полет «Аполлона-11» выполнил это обещание за несколько месяцев до истечения срока, принеся Соединенным Штатам выдающуюся, но дорогую победу в космической гонке.

В переводе на современные деньги шесть экспедиций с высадкой на Луну с 1969 по 1972 год стоили баснословных денег — по 18 миллиардов долларов каждая. Но благодаря им оказались усвоены важные для пилотируемой космонавтики уроки, которые не исчерпывались пониманием того, что летать надо дешевле. Америка получила мощный технологический толчок и укрепила свой оптимизм, что позволило удерживать лидерство в космической гонке вплоть до окончания холодной войны.

Проект «Аполлон», названный в честь греческого бога, олицетворявшего мужскую доблесть, в полной мере оправдал это претенциозное имя. Экспедиции к Луне, как с ее облетом, так и с высадкой на поверхность, стали первыми и единственными в истории миссиями, в ходе которых человек покидал низкую околоземную орбиту. Экипажи «Аполлонов» пролетали около миллиона километров со скоростью в 32 раза выше скорости звука. С момента возвращения последней экспедиции «Аполлон-17» в декабре 1972 года ни один человек не удалялся от Земли более чем на несколько сотен километров.

Миссия к Луне

Джон Кеннеди объявил о проекте «Аполлон» сразу после того, как по программе «Меркурий» реализовался первый пилотируемый космический полет. Пока корабли «Аполлон» обретали форму на чертежных досках, было выполнено еще пять полетов «Меркуриев», в которых проверялась способность NASA запускать космические корабли и благополучно возвращать их экипажи на Землю.

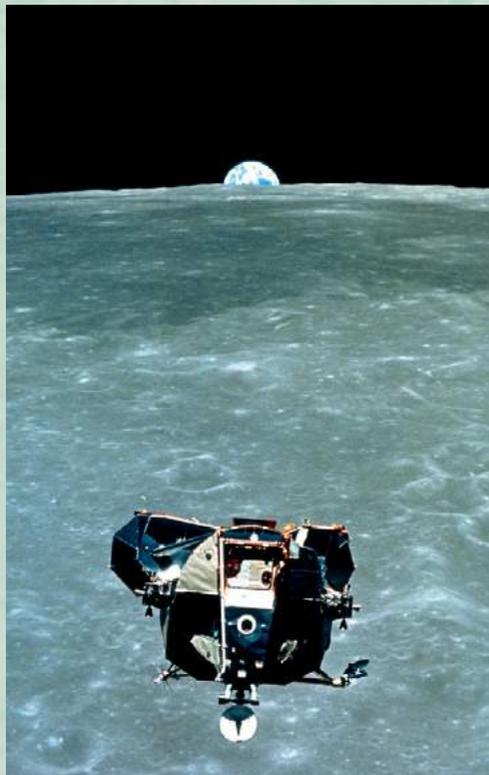
Затем последовал проект «Джемини» с новым набором астронавтов, новым кораблем с двумя пилотскими местами и новой мощной ракетой «Титан», способной вывести на орбиту взрослую



Нил Армстронг с сияющим видом управляет лунным модулем «Игл» экспедиции «Аполлон-11» после первой в истории прогулки по Луне 20 июля 1969 года, за которой следила пятая часть населения Земли

Ракета «Сатурн-5» была самой шумной когда-либо созданной машиной и до сих пор остается самой мощной успешно запущенной ракетой. Экипаж размещался под белым носовым конусом, над которым находится только небольшая спасательная ракета, используемая в случае аварии.





Лунный модуль «Аполлона-11» отправляется к месту посадки в Море Спокойствия, выбранному за его ровный рельеф. Однако, прежде чем совершить посадку, модулю пришлось перелететь через крупный кратер, потратив на это почти весь запас топлива

нагрузку. Проект «Джемини» был разработан, чтобы проверить, как долго астронавты могут работать в космосе. Один из экипажей пробыл на орбите почти две недели. В другом полете астронавты отрабатывали выход в открытый космос — так называемую внекорабельную деятельность. При этом были выяснены ограничения, накладываемые работой в полноценном космическом скафандре, и проверены инструменты, могущие понадобиться для ремонта. Наконец, пилоты «Джемини», в числе которых был и Нил Армстронг, отрабатывали управление космическим кораблем на орбите и процедуру стыковки с беспилотным аппаратом-мишенью «Аджена». К тому времени астронавты уже знали, что эти маневры будут играть решающую роль в лунной экспедиции по программе «Аполлон».

Сборы в дорогу

Пока проектировался пилотируемый аппарат, к Луне отправлялись автоматические зонды NASA, чтобы подготовиться к выполнению посадки. Первым был «Рейнджер», который в буквальном смысле врезался в Луну в 1964 году, отправив ее изображения перед самым столкновением. Следующие пять орбитальных аппаратов служили для подбора предпочтительных зон посадки, и, наконец, семь «Сьювейверов» осуществили посадку в период с 1966 по 1968 год.

И вновь Советы во многом шли впереди; станция «Луна-2» столкнулась с Луной в 1959 году, а «Луна-9» совершила первую мягкую посадку на небесное тело за несколько месяцев до «Сюрейера-1». Но в дальнейшем все исследования советских беспилотных зондов, которые продолжались в 1970-х годах, оказались в тени достижений программы «Аполлон».

Советскому Союзу не удалось разработать ракету, достаточно мощную, чтобы отправить к Луне пилотируемый космический корабль. Ракета «Сатурн-5», созданная NASA для «Аполлона-11», несла сервисный модуль (СМ) с экипажем из трех человек и прикрепленный к нему лунный модуль (ЛМ). Полет до Луны занимал трое суток, затем два члена экипажа переходили в ЛМ и спускались в нем на поверхность. На обратном пути они встречались на лунной орбите с СМ, который вез их домой. Наконец, кабина с экипажем отделялась от СМ, превращаясь в оснащенный теплозащитой командный модуль, который только и возвращался на Землю. Всего 12 человек смогли прогуляться по Луне. Последним из них был Юджин Сернан, который перед отлетом произнес: «Мы уходим так же, как и пришли, и, с Божьей помощью, вернемся — с миром и надеждой для всего человечества».



ПРАВДА ИЛИ ВЫМЫСЕЛ?

Есть популярная конспирологическая теория о том, что все высадки на Луну были сняты в студии. Однако астронавты «Аполлона» оставили на поверхности Луны зеркала, которые отражают лазерные импульсы, посылаемые из обсерваторий Франции и Техаса. Отражатели используются для точного определения, как меняется расстояние до Луны. В 2009 году новый орбитальный аппарат, снимавший поверхность Луны, прислал изображения «Аполлона-17» на месте его посадки вместе с американским флагом.

76 Орбитальные станции

Человеческое тело приспособлено противостоять гравитации, и без нее кости и мышцы начинают истончаться. Чтобы противостоять их атрофии, экипаж космической станции должен регулярно выполнять упражнения. Также в космосе сердце поставляет больше крови к голове. На Земле гравитация оттягивает ее вниз, но без нее на орбите лицо опухает и может быть нанесен вред глазам

Пока в NASA продолжали заниматься Луной, советская космическая программа поменяла свои приоритеты. Если человечество собирается осваивать космос, то надо изучить, как в нем жить. В 1971 году была запущена первая космическая станция, обращающаяся по орбите лаборатория, где основными подопытными были сами члены экипажа.

В первых космических полетах, не только в лунных миссиях, были отработаны технологии точного маневрирования кораблей в космосе и разработаны системы для перехода экипажей из одного корабля в другой. Следующей задачей стало испытание самого человеческого тела, чтобы понять, как оно переносит длительное состояние невесомости на борту аппаратов, которые в научной фантастике уже получили название космических станций.

Первая космическая станция «Салют-1» была запущена в 1971 году. Затем на корабле «Союз» к ней стартовал первый экипаж, однако ему не удалось состыковаться со станцией, и он вернулся на Землю. Второму экипажу повезло больше, он провел на орбите 23 дня, что стало тогда мировым рекордом. Однако при возвращении на Землю случилась трагедия — из-за разгерметизации кабины экипаж корабля погиб. Станция «Салют-1» оказалась брошенной, но был извлечен урок относительно конструкции систем жизнеобеспечения, что обеспечило успешную работу других «Салютов» в течение следующего десятилетия. Тогда же была запущена космическая станция NASA «Скайлэб», построенная на базе последней ступени ракеты «Сатурн-5».

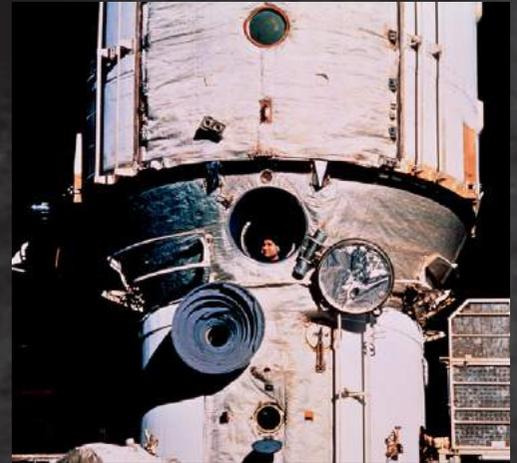


Несмотря на определенные успехи в этом направлении, американская пилотируемая программа была в дальнейшем переориентирована на шаттлы.

Жизнь в космосе

В 1986 году станция «Салют-8», получившая новое название «Мир», стала первой модульной космической станцией. На протяжении более чем десятилетия к центральному модулю было пристыковано пять дополнительных. Еще два свободных стыковочных узла использовались для пилотируемых и транспортных кораблей, что позволило сделать станцию обитаемой более или менее постоянно.

Несмотря на пожар, столкновения и метеоритные удары, «Мир» оставался на орбите до 2001 года, принимая космонавтов со всего мира. Его экипажи жили в космосе месяцами, если не годами, получая информацию о том, как тела (и разум) справляются с длительной невесомостью, без чего невозможно планировать полеты дальше, чем на Луну.



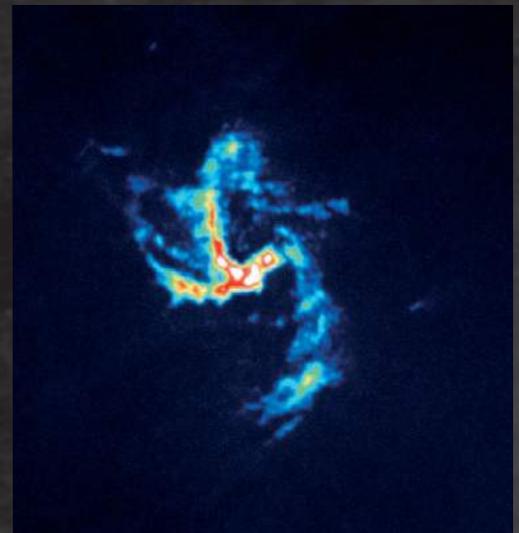
Космонавт Валерий Поляков выглядывает из иллюминатора станции «Мир» в 1995 году. Ему принадлежит мировой рекорд длительности космического полета — 437 дней подряд в невесомости

77 Стрелец А*

Что случится, если черная дыра будет затягивать целые звезды или даже другие черные дыры? Получится сверхмассивная черная дыра, которая, если дать ей время, может стать в миллионы раз массивнее Солнца. В 1974 году астрономы обнаружили такую в центре Млечного Пути.

Первым признаком огромной черной дыры стал радиоисточник в созвездии Стрельца, где находится центр нашей Галактики, вокруг которого вращается наш Млечный Путь. Он получил обозначение Стрелец А*, поскольку его сигналы приходили из области Стрелец А — участка на небе с большой плотностью объектов и высокой активностью. Окончательного доказательства того, что этот объект действительно сверхмассивная черная дыра, еще нет, поскольку приходящее от него излучение пробивается по пути через множество поясов звезд и пыли. Однако в ядрах других крупных галактик определенно есть сверхмассивные черные дыры, и многие считают, что галактики среднего возраста (такие как Млечный Путь и Туманность Андромеды) тоже содержат огромные черные дыры. В 2008 году по данным 16-летних наблюдений было определено, что по массе Стрелец А* в 4 миллиона раз превосходит Солнце.

Изображение Стрельца А, полученное благодаря радиоизлучению ионизированного газа в центральной части Галактики. Черная дыра А* находится вблизи центра изображения*



78 Есть посадка!

Планы пилотируемых полетов к другим планетам пока остаются не более чем планами. Столь далекие путешествия устрашающе дороги и технически сложны, но это не мешает нам отправлять посадочные аппараты, позволяющие взглянуть на чужие миры с их поверхности. И то, что открывается нашему взгляду, нередко удивляет.

Советскому Союзу не всегда сопутствовала удача в межпланетных исследованиях. Первым аппаратом, предназначенным для посадки на другую планету — довольно тяжелым, надо признать, — была «Венера-3», которая согласно плану врезалась в Венеру. Однако к тому моменту, когда зонд исчез в непроницаемых облаках, с ним уже была потеряна связь, и ученые не получили новой информации. На следующий год «Венера-4» спустилась на парашюте в атмосферу планеты, посылая сведения о давлении воздуха, в десятки раз превосходящем земное, и о температуре, как в разогретой печи. Зонд был раздавлен прежде, чем достиг поверхности. В 1970 году «Венеру-7» построили так, чтобы она могла выдержать эти условия. Она испытала отчетливый толчок при посадке и, по всей видимости, перевернулась, но все же смогла передавать данные в течение

Стартовая масса «Венеры-9» составляла 5 тонн (спускаемый аппарат — 1,5 тонны). Этого едва хватило, чтобы противостоять венерианским условиям. Миссия едва не провалилась, когда на объективе одной из камер расплавилась пластиковая крышка

«Викинг-1» более шести лет передавал данные с места своей посадки на марсианской равнине Хриса (Равнине Золота). Исследователи очень привязались к передаваемой зондом картинке и даже назвали крупный камень на переднем плане Большим Джо



23 минут. Пять лет спустя СССР предпринял еще одну попытку, запустив «Венеру-9». Это был первый зонд, передавший снимки с поверхности другой планеты. За 53 минуты, пока он мог противостоять местным условиям, спускаемый аппарат транслировал изображение бесплодного пустынного мира, атмосфера которого способна расплющить человеческое тело, а температура — запечь останки. Вполне понятно, что всеобщее внимание переключилось на Марс.

Посадка «Викингов»

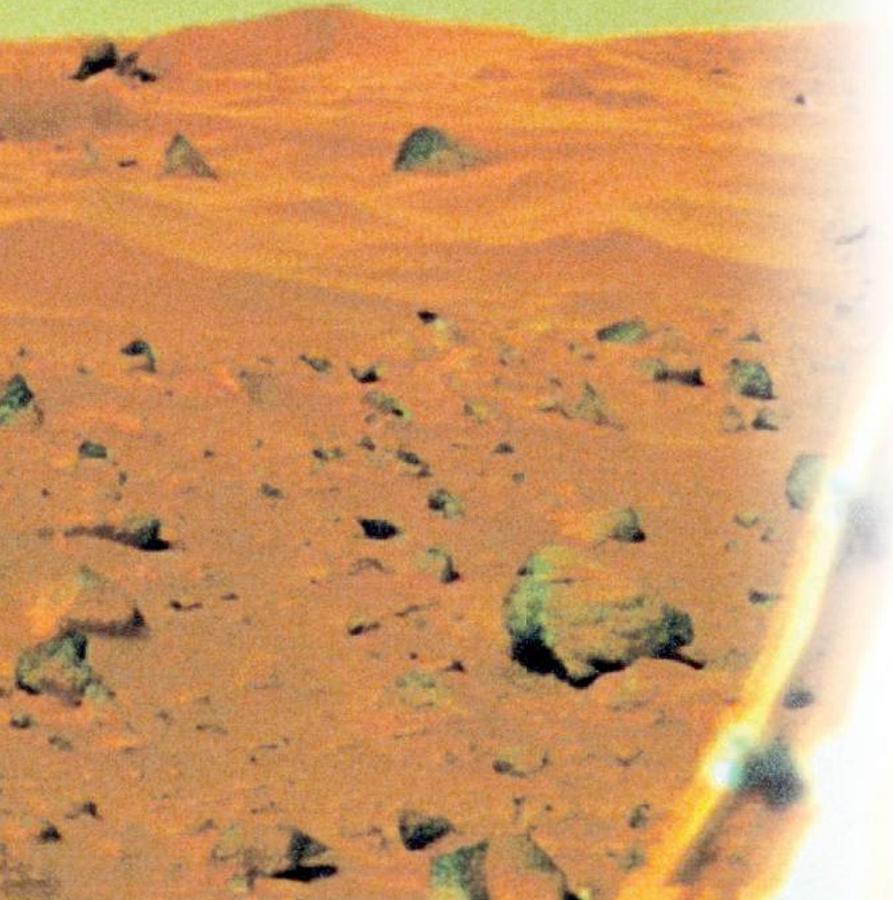
NASA принадлежит честь первой победы над Красной планетой. В 1971 году «Маринер-9» прибыл к Марсу и стал первым зондом, вышедшим на орбиту вокруг другой планеты. В ходе обзора поверхности им открыты такие образования, как гигантское вулканическое нагорье, названное провинцией Фарсида, и система каньонов долины Маринера, протянувшаяся на 4500 км — больше основной континентальной территории США.

В 1976 году на орбиту Марса вышли «Викинги» — еще два зонда NASA. Спустя некоторое время от них отделились спускаемые аппараты, вошедшие в марсианскую атмосферу. Она значительно тоньше земной, и все равно нагрев, вызванный трением, потребовал оснастить «Викинги» теплозащитой. «Викинг-1» осуществил парашютирование на пару месяцев раньше «Викинга-2». Оба зонда прекрасно работали и передавали на Землю не только данные бортовых инструментов, анализировавших почву, но также и первые изображения, что было встречено с огромным энтузиазмом. В первый момент возникло недоразумение относительно цветопередачи, однако «Викинги» смогли показать, что темно-голубые небеса Марса часто окрашиваются в розовый цвет из-за богатой железом пыли, покрывающей Красную планету.



МАЛЕНЬКАЯ ПЛАНЕТА, ВПЕЧАТЛЯЮЩИЕ ЛАНДШАФТЫ

Снимки «Маринера-9» и других космических аппаратов показали, что Марс — это планета, где имела место вулканическая активность, но в отличие от Земли не было тектоники плит. Земные плиты постоянно смещаются, напирая друг на друга, из-за чего даже крупнейшие горные системы и океанические бассейны существуют лишь ограниченное время. Однако на Марсе стоит только образоваться детали рельефа, она продолжает жить миллионы, если не миллиарды, лет. Провинция Фарсида, например, тянется вдоль марсианского экватора и охватывает около четверти планеты. Астрономы предполагают, что она образована давящей изнутри магмой, питающей несколько огромных вулканов. Самый крупный из них — Олимп — поднимается на 27 км над поверхностью и образован бесчисленными извержениями, сделавшими его самой высокой горой в Солнечной системе. Вулканы на Марсе дремлют уже 150 миллионов лет, но, по-видимому, еще будут извергаться.



79 Изучение лунных камней

ЛУНА — ЕДИНСТВЕННОЕ НЕБЕСНОЕ ТЕЛО, ПОВЕРХНОСТЬ КОТОРОГО ВИДНА С ЗЕМЛИ НЕВООРУЖЕННЫМ ГЛАЗОМ. Современные исследования Луны оформились в самостоятельную науку — селенологию. Космические путешествия позволили селенологам прикоснуться к Луне, по крайней мере к ее камням. Последняя их порция была доставлена на Землю в 1976 году.



Экспедиции «Аполлон» привезли почти 400 кг лунных пород. Здесь показан образец базальта — породы вулканического происхождения, которая образуется, когда расплавленная лава быстро остывает и затвердевает.

Луна демонстрирует завидное постоянство: в своем движении по небу ночью и днем она всегда обращена к нам одной и той же стороной. Но не думайте, что Луна неподвижна. Она вращается вокруг своей оси, однако в далеком прошлом это вращение синхронизировалось с Землей. Время одного оборота Луны вокруг Земли сравнялось с периодом ее осевого вращения, и, таким образом, оба тела находятся в непрерывном вращении, но к нам при этом все время повернута одна и та же сторона Луны.

Этот эффект называется приливным захватом и является следствием земного притяжения, которое заставило Луну вытянуться по направлению к нам, хотя и совсем немного. Это в точности тот же самый эффект, за счет которого лунное притяжение создает в океанах приливные волны. Так же, как Землю каждый день обегает приливные волны, Луну в свое время обегала приливная волна в ее горных породах. Постепенно она замедляла вращение Луны, пока та не заняла постоянное положение по отношению к Земле, зафиксировав свою ориентацию.

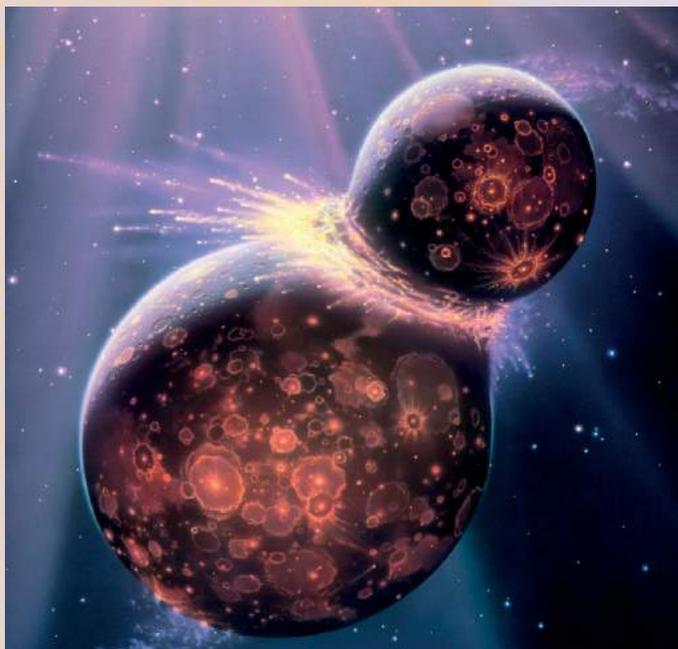
Конечно, вид Луны с Земли не постоянен, и ее положение относительно Солнца не зафиксировано. Мы видим только ту часть Луны, которая залита солнечным светом, и поэтому ее вид меняется от диска в полнолуние до узкого серпа вблизи новолуния в зависимости от того, под каким углом она освещена.

Лунные моря

Самые заметные детали лунной поверхности — это темные участки, которые наблюдатели прошлого считали водоемами и потому стали называть морями. Лунные моря получили причудливые названия, например Океан Бурь, Море Спокойствия, Залив Радуги. В этих морях нет воды. Если она и присутствует на лунной поверхности, то будет представлять собой редкие вкрапления, прячущиеся на дне глубоких кратеров. Моря — это плоские равнины, которые сформированы древними вулканическими извержениями, залившими лавой низменные регионы. Хотя зрительно моря на Луне доминируют, в действительности они занимают всего около 16% ее поверхности. На обратной, невидимой стороне Луны их почти нет. Не совсем ясно, с чем это связано. Возможно, магма по каким-то причинам преимущественно изливалась на ближнюю к нам сторону Луны. Но как бы то ни было, этот процесс уже завершился. Возраст морей составляет не менее миллиарда лет.

Вершины и низины

До того как Галилей в 1609 году навел свой телескоп на Луну, она считалась гладким шаром. Однако взору Галилея представился мир, перерезанный горными хребтами и кратерами. Светлые области лунной повер-



что они перекрываются и окружены обломочными полями, что может быть только результатом метеоритных ударов. В отсутствие воздуха и воды лунная поверхность не подвергается эрозии, и поэтому кратеры — в большинстве своем они возникли более 3 миллиардов лет назад — почти не стареют. (Лунный грунт, или реголит, — это пыль лунных пород, раздробленных бесчисленными ударами.)

Откуда взялась Луна?

Когда «Аполлон-11» в 1969 году доставил на Землю первые образцы лунных пород, геологи обнаружили, что они удивительно похожи на земную кору. Единственным существенным отличием оказался недостаток тяжелых металлов, которые присутствуют в глубинах Земли. Это наводит на мысль об общем происхождении Земли и Луны. Одна из возможностей состоит в том, что планета размером с Марс столкнулась с Землей около 4 миллиардов лет назад. Это столкновение расплавilo земную кору и выбросило на орбиту значительное количество вещества мантии, которое впоследствии сконденсировалось в Луну.

хности, известные как горы, стали называть в честь земных горных хребтов (уже первые селенологи обнаружили, что их проще наблюдать, когда они отбрасывают длинные тени, находясь вблизи терминатора, линии, разделяющей дневную и ночную стороны Луны).

В 1650-х годах Джованни Батиста Риччиоли назвал один из лунных кратеров Коперником. И традиция отдавать таким способом дань уважения великим астрономам сохранилась до наших дней. Галлией предположил, что кратеры имеют вулканическое происхождение, однако более детальное изучение показало,

Художественное изображение Теи — гипотетической планеты, которая, столкнувшись с Землей, породила Луну. По мифологии Тея — мать богини Луны.

Видимая и обратная стороны Луны сильно различаются внешне. На видимой стороне меньше следов столкновений, поскольку Земля защищает ее от метеоритной бомбардировки. Обратную сторону часто называют «темной». Однако Солнце освещает ее точно так же, как и видимую. Просто мы не можем ее наблюдать



80

«Вояджеры»

Летом 1964 года молодой инженер, работавший в NASA в качестве стажера, получил задание исследовать возможные окна запуска зондов к планетам-гигантам. В орбитальных данных Гэри Фландро обнаружил возможность, которая выпадает раз в жизни, — отправить автоматические станции в большой вояж по Солнечной системе так, чтобы посетить все четыре внешние планеты.



На тот случай, если аппарат «Вояджер» будет обнаружен инопланетной расой, он несет на борту покрытый золотом видеодиск с фотографиями Земли, множеством приветствий, в том числе от Джимми Картера (президента США на момент запуска), а также подборку звуков, включающую песню Моцарта и песню «Johnny V. Goode» американского музыканта Чака Берри

Окно запуска приходилось на конец лета 1977 года, а сам тур должен был продлиться до 1989-го. В течение этого продолжительного времени зонды могли использовать тяготение гигантских планет на своем пути, чтобы направиться к следующей цели. Все это оказалось возможным благодаря редкому расположению внешних планет: в течение нескольких лет все они находились в одной части Солнечной системы.

Программа, получившая добро в 1972 году, была названа «Вояджер». Планировалось запустить два зонда, лишь одному из которых предстояло проделать весь путь до Нептуна. Для проверки маршрута отправили пару стандартных для NASA межпланетных зондов «Пионер». «Пионер-10» пролетел только мимо «Юпитера», а «Пионер-11» стал вторым аппаратом (после «Маринера-10», летевшего к Меркурию через Венеру), использовавшим гравитационный маневр (у Юпитера), чтобы выйти на траекторию полета к другой планете — Сатурну.

Зонды «Вояджеры» были втрое крупнее «Пионеров» и оснащены камерами, спектрометрами и детекторами космических лучей. Особенности межпланетной навигации привели к тому, что «Вояджер-2» стартовал на несколько недель раньше «Вояджера-1», но тот обогнал его к сентябрю 1977 года.

На трех спутниках Юпитера — Европе, Каллисто и Ганимеде — может быть жидкая вода, поддерживающая простые формы жизни, вроде тех, что существуют в глубинах земных океанов. В 2030 году европейский аппарат «Джэйс» посетит эти миры в поисках жизни.



Среди десятков других открытий камера «Вояджера-1» поймала вулканические извержения на спутнике Юпитера Ио. Гравитация гигантской планеты возмущает и расплавляет недра спутника. Извержения и лавовые выбросы высотой до 150 км над поверхностью делают Ио самым вулканически активным местом в Солнечной системе

Визит к гигантам

«Вояджер-1» летел быстрее своего собрата и прибыл к Юпитеру первым, в январе 1979 года. Он позволил вблизи рассмотреть бурлящую атмосферу газового гиганта и открыл вокруг него систему бледных колец, а затем лег на курс к Сатурну, куда прибыл спустя 18 месяцев. Здесь «Вояджер-1» произвел сближение с Титаном, крупнейшим спутником Сатурна и единственным спутником в Солнечной системе, у которого есть мощная атмосфера. Пролет мимо Титана завершил большой тур «Вояджера-1», направив его в межзвездное пространство. Тем временем «Вояджер-2» миновал ледяной спутник Юпитера Европу и добрался до Сатурна в 1981 году, затем до Урана в 1986-м и, наконец, до Нептуна в 1989-м. Многие их спутники были впервые обнаружены во время этих пролетов, а у Нептуна еще и открыты кольца. Закончив свой планетный тур, «Вояджер-2» тоже направился в открытый космос.

«Вояджеры» — самые далекие от Земли космические аппараты, которые еще продолжают работать. Их ядерные источники питания продержатся по крайней мере до 2025 года. Астрономы ждут, что в ближайшие годы зонды пересекут гелиопаузу — точку, где солнечный ветер, состоящий из выбрасываемых Солнцем заряженных частиц, перестанет обнаруживаться, смешавшись с межзвездной средой. Последний снимок с «Вояджера-1» был получен в 1990 году. Земля видна на нем едва различимым голубым пятнышком посреди черноты космоса.



81

Магнитные звезды

Они меньше многих земных городов, но весят больше Солнца, а их магнитное поле настолько сильное, что любой объект в радиусе 1000 км разрывается на части. Таковы магнитары — экзотический вид нейтронных звезд, впервые обнаруженный в 1979 году.

В 1979 году межпланетные станции «Венера-11» и «Венера-12» засекли мощный всплеск гамма-излучения, в сотни раз сильнее всех прежних. Вскоре излучением накрыло космические аппараты в окрестностях Земли. Нас настигло эхо колоссального звездотрясения на нейтронной звезде со сверхсильным магнитным полем. Рождающиеся при взрывах сверхновых нейтронные звезды покрыты твердой корой, столь плотной, что одна ее чайная ложка весит миллионы тонн. Если умирающая звезда быстро вращается, то кору пронизывает чудовищное магнитное поле — в миллион миллиардов раз сильнее земного. Оно «цепляется» за окружающую среду и тормозит вращение нейтронной звезды. От этого уменьшается ее сплюснутость, и в какой-то момент оболочка не выдерживает и растрескивается, а благодаря магнитному полю выделяется невообразимое количество электромагнитной энергии. Самая мощная вспышка магнитара 27 декабря 2004 года ослепила все приборы на спутниках кроме одного на российском спутнике «Коронас-Ф», который был заслонен от вспышки Землей и видел только ее ослабленное отражение от Луны.

82 Шаттл: космоплан многообразного использования

В первых концептах дизайна челноков делалась попытка совместить конфликтующие требования аэродинамики, грузоподъемности и вместимости. Получающуюся в результате орбитальную ступень называли не иначе как «летающим кирпичом»

К 1980-м годам космические полеты были в той же мере научным и коммерческим делом, в какой военным, и при этом все еще оставались важны соображения национального престижа. В NASA решили войти в эту новую эпоху с новым многообразным космическим кораблем «СПЭЙС ШАТТЛ» (космический челнок), который запускался в космос как ракета, а возвращался на Землю как самолет и был при этом самым тяжелым космическим транспортным средством.

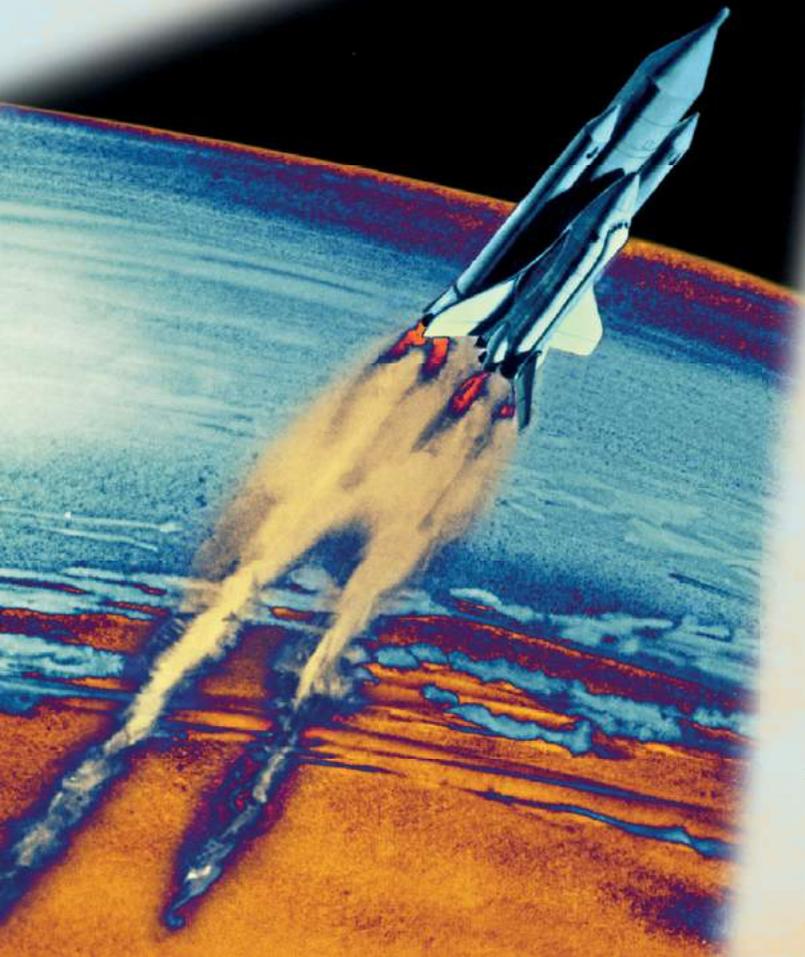
Когда и без того высокая стоимость проекта «Аполлон» стала возрастать, NASA было дано задание найти способ, как сделать полеты в космос не столь дорогими. Предложенное решение получило довольно скромное название «Космическая транспортная система» (Space Transport System, STS), но более известно под названием космический челнок («спэйс шаттл»).

Шаттлы открыли в NASA новую эпоху и стали очередным большим успехом после триумфа программы «Аполлон». Они изменили характер всей космической программы и доминировали в ней на протяжении 30 лет.

Космический грузовик

Концепция космического челнока появилась за несколько месяцев до высадки «Аполлона-11» на Луну. Команда, занимавшаяся в NASA перспективными технологиями, посчитала, что новый космический корабль должен быть не только дешевым в эксплуатации, но и достаточно универсальным, чтобы удовлетворять запросам как ученых, так и военных, а также служить космическим грузовиком для вывода на орбиту коммерческих спутников.

Всем знакомый ныне белый космический самолет был центральным элементом системы, но сам он не мог подняться на орбиту. Многоступенчатая схема, применяемая в тяжелых ракетах, была приспособлена для STS. Сам космоплан нес небольшой собственный запас жидких водорода и кислорода, а также запитывался от внешнего топливного бака, который отбрасывался, когда связка приближалась к границе космического пространства. Бак сгорал при падении, и это был единственный элемент системы, не использовавшийся в том или ином виде повторно. Последним элементом космической системы являлись





SPACESHIPONE

Хотя запуски челноков стоили меньше 18 миллиардов долларов, как в программе «Аполлон», все же NASA приходилось выкладывать около 450 миллионов долларов за каждый старт шаттла, так что вновь была поставлена задача удешевления космического корабля. В 2004 году был запущен первый космический корабль, находящийся в частном владении, причем он вышел в космос дважды в течение двух недель и тем самым выиграл премию XPrize, составлявшую 10 миллионов долларов. Корабль, названный SpaceShipOne («космический-корабль-один», слева) поднялся до высоты 100 км (где начинается космос) при помощи ракетного двигателя. Однако стартовал он из-под брюха высотного реактивного самолета-носителя. Этот способ космических полетов сейчас разрабатывается для отправки туристов в космос.

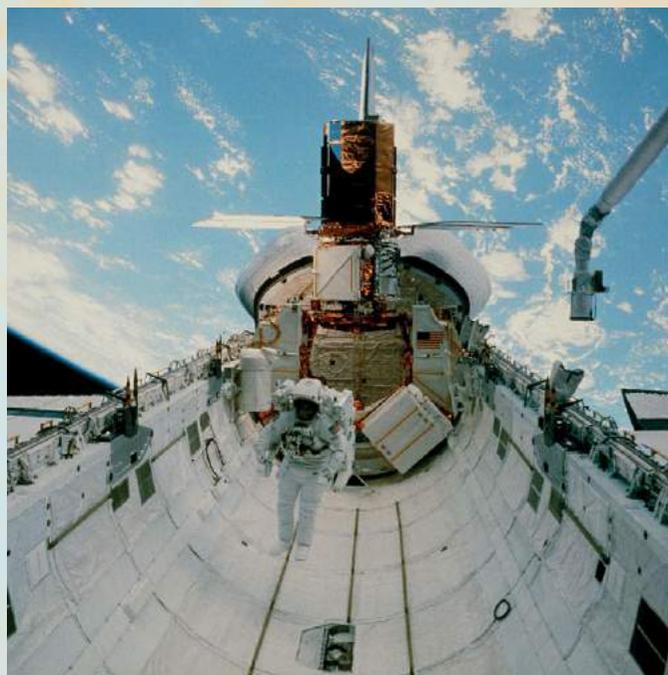
твёрдотопливные ускорители, грубо говоря, самые большие в истории фейерверки, которые придавали челноку дополнительное ускорение, помогая подняться в небо. Они отбрасывались уже через две минуты полета и спускались на парашютах с высоты 45 км для повторного наполнения топливом и использования.

Следующий шаг

Первый челнок, получивший название «Энтерпрайз», был построен для атмосферных испытаний в конце 1970-х годов. Первым кораблем, пригодным для космических полетов, была «Колумбия», стартовавшая в 1981 году. За ней последовали «Челленджер», «Дискавери», «Атлантис» и «Индевор» (все они названы в честь знаменитых морских кораблей). Последние шаттлы имели облегченную конструкцию, благодаря чему могли поднимать на орбиту больше полезного груза.

Челноки позволяли запускать спутники как на низкую околоземную орбиту, так и на геостационарную. Они могли подбирать неисправные спутники и отправлять зонды в межпланетные полеты, посещать космические станции и нести на борту лаборатории для экспериментов в условиях невесомости. Шаттлы оказались настолько полезными, что СССР сделал свой вариант под названием «Буран», который, правда, совершил только один полет в 1988 году. И все же, несмотря на сотни успешных полетов, космос по-прежнему связан с риском: два челнока погибли в ходе выполнения миссий. Последний полет челнока состоялся в 2011 году. Военный беспилотник X-37 остается на сегодня единственным эксплуатируемым космопланом, и мир ждет, каким будет новый этап космических путешествий.

Основное место в орбитальной ступени челнока занимал отсек полезной нагрузки, способный принять на низкую околоземную орбиту до 30 тонн спутников и научного оборудования



83 Великий Аттрактор

ЗЕМЛЯ ДВИЖЕТСЯ ВОКРУГ СОЛНЦА, А СОЛНЦЕ ОБРАЩАЕТСЯ ВОКРУГ ЦЕНТРА ГАЛАКТИКИ.

Галактика тоже находится в движении, постепенно сближаясь с другими членами Местной Группы, а это скопление, по-видимому, в свою очередь притягивается загадочной темной и очень большой массой.

Закон Хаббла, описывающий расширение Вселенной, утверждает, что далекие объекты испытывают красное смещение, поскольку они удаляются от нас, наблюдателей, причем тем быстрее, чем дальше находятся. Пространство, через которое идет их свет, расширяется, растягивая электромагнитные волны. Все далекие галактики также испытывают красное смещение друг по отношению к другу — все они удаляются ото всех других. Но на фоне этого однородного расширения встречаются аномалии. Одна из самых крупных была обнаружена в 1986 году в ходе обзора красных смещений и получила название Великий Аттрактор. По массе он примерно в 10 тысяч раз больше Млечного Пути. Своим притяжением он замедляет разбегание галактик в своих окрестностях, а в его центре обнаружено массивное скопление галактик. Великий Аттрактор — одна из самых крупных структур в нашей Вселенной.

84 Навстречу комете

1986 год был отмечен первым визитом кометы Галлея с момента начала космической эры. Посмотреть на прославленную посетительницу был отправлен целый флот межпланетных станций.

Орбитальный период знаменитой кометы Галлея был вычислен, естественно, Эдмундом Галлеем сотни лет назад, так что ее возвращение не было сюрпризом. На этот раз комета прошла на большем расстоянии от Земли, чем обычно, и лишь немногие земляне смогли своими глазами наблюдать хвостатую звезду. Однако мировые космические агентства были готовы рассмотреть ее гораздо ближе.

В середине марта на встречу с кометой вышел флот из пяти зондов. Отказавшись от соперничества, организаторы миссий координировали свою работу, чтобы

«Джотто» был модифицированным исследовательским спутником. Его дооснастили противопылевыми щитами, предохраняющими от пыли и метеорных частиц вблизи кометы. По большей части эта защита была сделана из кевлара, материала используемого для бронежилетов.



ОРИГИНАЛ ДЖОТТО

На протяжении веков комета Галлея не раз появлялась в произведениях искусства. В этом она превзошла все остальные короткопериодические кометы. Это связано с тем, что период ее возвращения примерно равен средней продолжительности человеческой жизни, тогда как долгопериодические кометы могут возвращаться лишь раз в несколько столетий, тысячелетий и даже реже. На одном из самых знаменитых изображений — на полотне итальянского художника Джотто ди Бондоне «Поклонение волхвов», написанном в 1304 году, — комета предстает в роли Вифлиемской звезды. Джотто видел комету Галлея во время ее возвращения в 1301 году. Это был яркий шар с тонким хвостом. Именно так и выглядит на его картине астрономический объект, который привел волхвов (трех королей или мудрецов) из Персии в Иудею.



добиться наилучших результатов. В NASA планировалось наблюдать за кометой с борта шаттла, но этот полет был отменен из-за случившейся шестью неделями ранее катастрофы «Челленджера». Тем не менее в NASA нашли возможность перенацелить ранее запущенный зонд ICE (International Cometary Explorer), чтобы получить снимки кометы в высоком разрешении, хвост которой превышал по длине поперечник Солнца. Два японских зонда «Суисей» и «Сакигаке» также издалека изучали, как влияет комета на окружающее пространство. Две

советские межпланетные станции «Вега», ранее сбросившие на Венеру спускаемые аппараты, прошли в нескольких тысячах километров от твердого ядра кометы и сфотографировали ее кому — оболочку из светящегося газа. Но самое интересное выпало на долю европейского зонда «Джотто», который проник вглубь комы и прошел в 596 км от ядра. Всего в 14 секундах от точки максимального сближения с ним был потерян контакт, но к этому времени зонд уже отправил ряд ценных данных. (Центру управления в итоге удалось восстановить связь, и в 1992 году «Джотто» был направлен на встречу с другой кометой.)

Что мы увидели?

Перед тем как отключиться, «Джотто» подтвердил предсказания, говорившие, что комета — это огромный «грязный снежок», кусок льда и камней длиной около 16 и шириной 8 км, покрытый со всех сторон слоем чрезвычайно мелкой пыли. Когда комета приближается к Солнцу, его тепло нагревает ядро. Из трещин на поверхности кометы извергаются газы, выносящие с собой пыль. Давление излучения и солнечного ветра сдувает газ и пыль от Солнца, и они образуют хвост кометы, который именно поэтому всегда направлен от Солнца, даже когда комета от него удаляется. Уйдя от Солнца, комета быстро тускнеет.

Работа «Джотто» была нарушена столкновением с выброшенной кометой крошечной пылинкой. Анализ кометной пыли показал, что возраст ядра составляет 4,5 миллиарда лет, а значит, оно сохранилось со времен образования Солнечной системы.



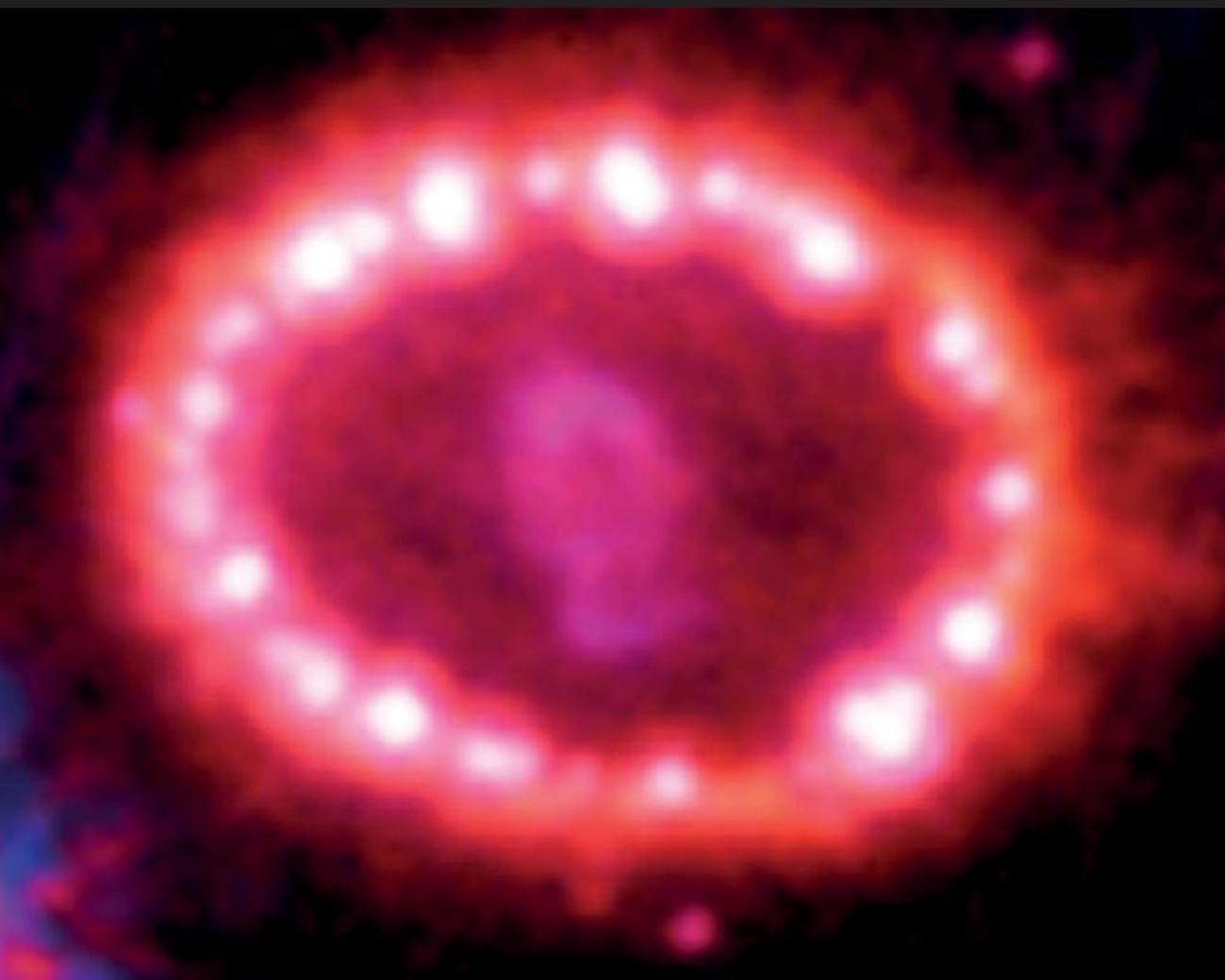
Зонд «Джотто» подлетел достаточно близко, чтобы сделать снимки самого ядра кометы Галлея

85 SN 1987A

ЭТОТ БЕЗОБИДНЫЙ КОД СЛУЖИТ ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ВАЖНОГО СОБЫТИЯ ДЛЯ АСТРОНОМИИ. 23 февраля 1987 года Земли достиг свет гигантского звездного взрыва. Звезда погибла задолго до появления нашей цивилизации, но ее излучение пришло к нам уже тогда, когда астрономы могли понять то, что видели.

Когда жизнь крупной звезды подходит к концу, происходит колоссальный взрыв. Его яркий свет порождает на небе вспышку, которую обычно называют *новой*. Однако не все новые — это умирающие звезды, для самых крупных событий у астрофизиков есть термин «сверхновые». По оценкам, в нашей Галактике крупные звезды должны взрываться как сверхновые примерно раз в 50 лет. Одна из таких вспышек наблюдалась в 1604 году, но с тех пор уже несколько столетий ничего подобного не случилось. 23 февраля 1987 года в 7:53 по гринвичскому времени в разных лабораториях мира было зарегистрировано 24 анти-нейтрино — частиц, рождающихся при некоторых распадах атомных ядер, — это был мощный всплеск по сравнению с нормальным уровнем. Подсчитано, что это ничтожная доля от 1058 нейтрино, выброшенных по всем направлениям в момент взрыва. Три часа спустя появился первый видимый свет от этого события, случившегося на расстоянии 168 тысяч световых лет. Свечение оставалось видимым для невооруженного глаза в течение нескольких месяцев и изучалось лучшими телескопами того времени, которые обнаружили светящееся кольцо плазмы, подсвеченное вспышкой взорвавшейся звезды.

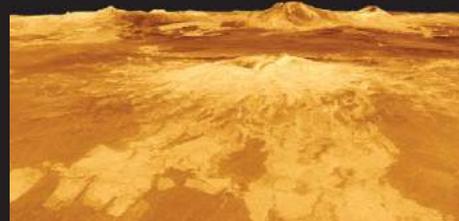
Первоначально астрономы предполагали, что остатком взрыва сверхновой SN 1987A будет нейтронная звезда. Однако найти ее на месте взрыва до сих пор не удается. Нет там и черной дыры, так что появилась третья версия: SN 1987A стала кварковой звездой — объектом столь плотным, что в нем даже нейтроны разрушаются под действием собственного веса



86 Зонд «Магеллан»

БЛАГОДАРЯ ЕЕ НЕПРОНИЦАЕМЫМ ОБЛАКАМ ВЕНЕРУ ВСЕГДА ОКУТЫВАЛА ТАЙНА. Чтобы раз и навсегда разгадать ее загадки, на орбиту вокруг нее в 1990 году вышла межпланетная станция «Магеллан».

История полетов к Венере многогранна. Первые спускаемые аппараты были раздавлены колоссальным атмосферным давлением на планете, а чувствительные приборы последующих, более прочных зондов имели склонность плавиться под действием температуры, как в раскаленной печи. «Магеллан» использовал иной подход. Он четыре года кружил над планетой, картографируя ее поверхность с помощью радара, способного проникать сквозь покрывало кислотных облаков. Открывшаяся нашему взору поверхность являла собой вулканический ад, покрытый толстыми лавовыми полями. Малое число ударных кратеров указывало на то, что вся поверхность планеты постоянно обновляется. В отличие от податливой земной коры, поверхность Венеры жесткая и держит форму, пока давление не становится слишком большим, и тогда планету сотрясает кошмарное извержение.



Это изображение венерианского вулкана Сапас выполнено в искусственных цветах (цвета соответствуют разным длинам волн) на основе данных радара орбитального зонда «Магеллан»

87 Исследователь космического фона

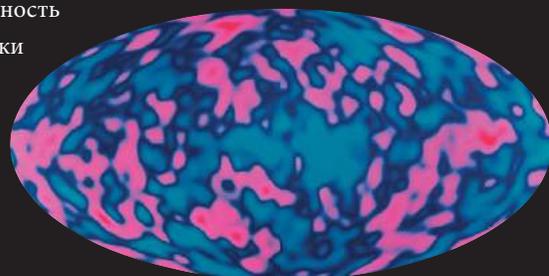
В 1992 ГОДУ НА КОСМИЧЕСКОМ МИКРОВОЛНОВОМ ФОНЕ БЫЛА ОБНАРУЖЕНА «РЯБЬ».

Это открытие стало очередным камнем в фундаменте теории Большого взрыва.

Космический микроволновый фон (КМФ) можно представлять себе слабеющим эхом Большого взрыва. Это последние остатки чудовищного выброса энергии, которые можно наблюдать в форме микроволнового излучения, то есть очень коротких радиоволн. Случайно обнаруженный двумя радиоастрономами в 1964 году КМФ явил собой материальное подтверждение теории Большого взрыва и помог ей стать доминирующей космологической концепцией.

Согласно этой теории, вещество, порожденное Большим взрывом, было распределено в пространстве почти идеально однородно. Будь эта однородность совершенно идеальной, в мире могли бы не возникнуть галактики и их скопления. Однако открытая спутником COBE (Cosmic Background Explorer — исследователь космического фона) легкая рябь КМФ показывает, что материя в ранней Вселенной все же не была распределена совершенно однородно. Едва заметные сгущения стали постепенно расти и в итоге сформировали галактики, а в них — звезды.

Карта КМФ демонстрирует распределение температуры микроволнового излучения, приходящего с разных направлений на небе



88 Космический телескоп «Хаббл»

Изображения, получаемые космическим телескопом «Хаббл», вроде этого снимка галактики Сомбреро, радикально изменили наш образ Вселенной в XXI веке

ВЫРВАВШИЙ ПОБЕДУ ИЗ ЧЕЛЮСТЕЙ ПОЗОРА, космический телескоп имени Хаббла мог оказаться самой дорогой ошибкой в истории, но стал нашим всевидящим (почти) оком в космосе.

История телескопостроения — это череда все более крупных и качественных инструментов. Линзы становятся все ровнее и чище, затем уступают место зеркалам, которые постоянно растут в размерах, чтобы собирать больше звездного света. Однако проблема не сводится к размерам — крупнейшим телескопам нужно еще чистое поле зрения. Поэтому ведущие мировые обсерватории начинают кучковаться на сухих вершинах гор, где воздух спокоен и в нем редко появляются облака. И все же в воздухе свет ведет себя не так, как в космическом вакууме. Воздух вызывает мерцание звезд, а многие виды излучения, например рентген и ультрафиолет, вообще не доходят до поверхности. В 1923 году немецкий пионер ракетостроения Герман Оберт предположил, что вывод телескопа на орбиту, за пределы атмосферы обеспечит ему идеальные условия для наблюдения.

Свет мой, зеркальце

Телескопы космического базирования опробовались и раньше, один из них был, например, на «Скайлэбе». Начиная с 1960-х годов, запуск большого космического телескопа был одной из основных целей NASA. Однако из-за сокращений бюджета и аварий отправить в космос 12-тонную металлическую трубу космического телескопа «Хаббл» не удалось вплоть до 1990 года, когда он наконец был поднят на высоту 559 км космическим челноком «Дискавери».

Казалось, все шло хорошо, зеркало диаметром 2,4 метра хотя и заметно уступало по размерам наземным телескопам, зато давало невиданной четкости изображения. И все же они оказались не столь четкими, как ожидалось. Как выяснилось, зеркало было изготовлено с ошибкой — всего на несколько нанометров (миллиардных долей метра), но этого хватило, чтобы изображения, даваемые телескопом, оказались в 10 раз более мутными, чем закладывалось в параметры космического проекта.

Ошибку тщательнейшим образом изучили, и в 1993 году астронавты на шаттле отправились надевать телескопу «очки» — устанавливая новый оптический элемент, который должен был скорректировать ошибку и позволить телескопу видеть с запланированной четкостью. Эта ремонтная миссия, в ходе которой астронавтам пришлось 10 дней работать в открытом космосе, поместив телескоп в грузовой отсек корабля, стала яркой демонстрацией успешности концепции космических челноков.

Смотрим дальше, смотрим раньше

В телескопе «Хаббл» есть что-то от машины времени. Он может заглянуть во Вселенную дальше других телескопов и увидеть объекты, находящиеся в миллиардах световых лет от нас. Это значит, что их свет путешествует миллиарды лет, прежде чем попасть в телескоп. Изображения, которые тот строит, показывают нам, как выглядело небо в далеком прошлом, так что «Хаббл» позволяет нам увидеть Вселенную молодой. «Хабблу» уже удалось заглянуть на 13 миллиардов лет назад, это меньше миллиарда лет (точно никто не знает) от Большого взрыва.

«Хаббл» — это телескоп-рефлектор системы Кассегрена, которая названа в честь французского конструктора, чью работу 1672 года затмил телескоп Ньютона. В системе Кассегрена свет собирается главным вогнутым зеркалом на вторичном выпуклом, которое отражает пучок назад сквозь дыру в центре главного зеркала. Позади него может располагаться человек-наблюдатель, а в телескопе «Хаббл» стоят электронно-оптические устройства, подобные тем, что используются в цифровых камерах

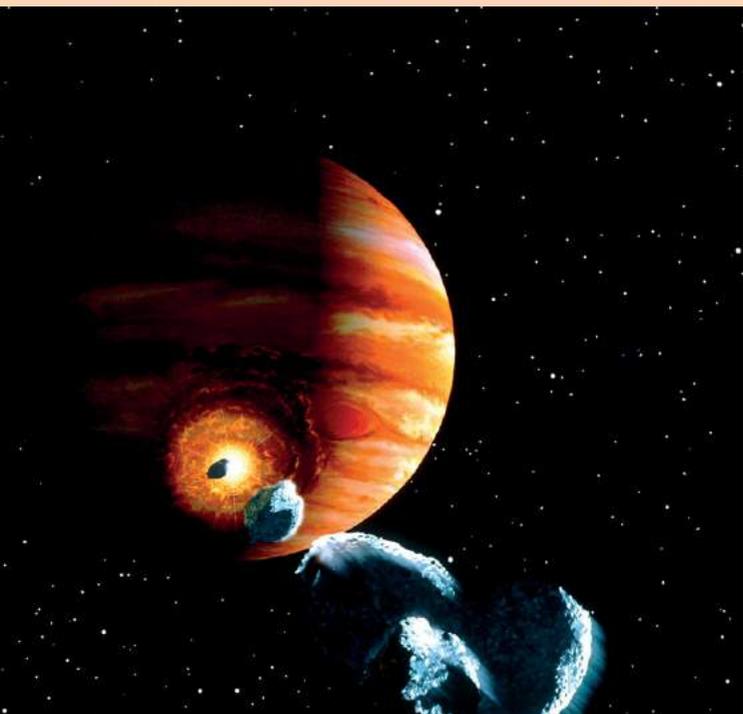


89 Удар кометы

УСПЕХ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЦЕЛИКОМ ЗАВИСИТ ОТ УМЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ БЛАГОПРИЯТНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ. В июле 1994 года довольно неожиданно такая возможность представилась, оказалось, что необходимые космические аппараты уже готовы занять зрительские места в первом ряду. Астрономы замерли

в ожидании крупнейшего космического столкновения в человеческой истории.

Нам повезло, что произошло это не на Земле, а комета была раз в десять меньше той, которая, как считается, 65 миллионов лет назад уничтожила динозавров. Тем не менее удар нынешней кометы все равно оказался очень силен. Как указывает ее название, первооткрывателями кометы Шумейкеров — Леви-9 (ШЛ9) — были супруги Кэролин и Юджин Шумейкеры, а также их коллега Дэвид Леви. Комета ШЛ9 была девятым небесным трофеем этой команды. Странности обнаружились уже при открытии кометы в 1993 году: она обращалась вокруг Юпитера, а не вокруг Солнца и стала первым из множества таких объектов, найденных впоследствии. Последнее сближение с Юпитером в 1992 году было столь тесным, что его гравитация разорвала комету на 21 осколок. На следующем обороте эти объекты должны были столкнуться с планетой.



Комета ШЛ9 упала на невидимой с Земли стороне Юпитера, но, поскольку он вращается в два с лишним раза быстрее Земли, места ударов вскоре стали видны как темные пятна посреди полосатых юпитерианских облаков

Столкновения такого масштаба случаются примерно раз в пару столетий, и астрономы не хотели его упустить. К счастью, автоматическая межпланетная станция «Галилео» уже была на пути к Юпитеру. Операторы развернули ее камеру в нужном направлении. Ожидалось, что в местах ударов на поверхность поднимется вещество из глубины Юпитера. Однако они напоминали темные синяки сероводорода и серы из-под самого верхнего слоя облаков. Куски льда и камней разлетелись при ударе и не проникли так глубоко внутрь Юпитера, как ожидалось.

«ГАЛИЛЕО» ВРЕЗАЕТСЯ В ЮПИТЕР

После впечатляющего кометного шоу станция «Галилео» продолжила свою миссию. И первым делом по прибытии к Юпитеру в его атмосферу был сброшен зонд. Этот небольшой прочный шар, напичканный датчиками, погрузился в облака и передавал данные, пока не был раздавлен атмосферой и не прекратил работу. Основной космический аппарат вышел на сложную орбиту, позволившую ему посетить несколько спутников, периодически проходя над самой кромкой облаков Юпитера. Данные «Галилео» радикально изменили наши представления о системе Юпитера — теперь это первый кандидат в списке мест, где может существовать жизнь. В 2003 году станция «Галилео» была сведена с орбиты и сгорела в облаках Юпитера.



90 Дежурный по Солнцу

СОЛНЕЧНАЯ ГЕЛИОСФЕРНАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ SOHO — ЭТО НЕБЕСНЫЙ ГЛАЗ, СПОСОБНЫЙ НА ТО, НА ЧТО НЕСПОСОБЕН ГЛАЗ ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ, — СМОТРЕТЬ ПРЯМО НА СОЛНЦЕ. Работа обсерватории SOHO, запущенной в 1995 году, продлевалась семь раз. Она сможет функционировать еще долго, пока солнечные батареи обеспечивают ее достаточным количеством энергии. Но в 2011 году на околоземной орбите заработала новейшая солнечная обсерватория SDO, которая постоянно снимает Солнце на видео в нескольких диапазонах спектра.

В отличие от планет, комет и астероидов, к которым отправлялись космические аппараты, Солнце занимает неизменное положение. Это значительно расширяет окно запуска для солнечных зондов и облегчает изучение дневного светила. По программе NASA «Пионер» в 1960-х годах было создано семейство межпланетных станций, четыре из которых вышли на орбиту вокруг Солнца примерно на том же расстоянии, что и Земля, но с другими наклонениями. «Пионеры» следили за «космической погодой», то есть за солнечным ветром и магнитным полем. В начале 1990-х европейский зонд «Улисс» пролетел над солнечными полюсами и обнаружил, что там отсутствует солнечная корона — окружающее Солнце плазменное гало.

На SOHO установлено 12 детекторов, большинство из которых имеет легко произносимые аббревиатуры: SWAN, GOLF, VIRGO. В основном они следят за короной и еще более широкой областью гелиосферы (области, заполненной солнечным ветром) при помощи ультрафиолетовых телескопов, а также регистрируют внутренние изменения в Солнце, измеряя его сейсмическую активность — подъемы и опускания солнечной поверхности. SOHO ведет наблюдения из идеальной позиции — с орбиты вокруг солнечно-земной точки Лагранжа, которая находится примерно в 1,5 миллиона километров от Земли в направлении к Солнцу. То есть обсерватория движется вокруг точки в пространстве, где гравитационное притяжение далекого Солнца равно и противоположно по направлению притяжению намного более близкой Земли.



В 1998 году обсерватория SOHO на два месяца потеряла связь с Землей из-за поломки гироскопов. Мощные антенны дальней космической связи помогли найти ее и загрузить новую программу управления, после чего обсерватория заработала вновь

91 Чужие обнаружены?

Мысль о том, что Марс служит пристанищем для внеземной жизни, популярна уже 150 лет. Марсиан представляли маленькими и зелеными воинственными захватчиками или расой опекунов, следящих за нами. Неудивительно, что первое научное сообщение об инопланетной жизни касалось марсианских образцов, правда не особо впечатляющих.



ALH8400 — кодовое обозначение камня номер 1, найденного в 1984 году в районе холмов Алана в Антарктиде. Он весит чуть меньше 2 кг и, как считается, имеет возраст немногим более 4 миллиардов лет. Согласно последней теории, порода, из которой состоит этот камень, происходит из Долины Маринера, района Марса, где она образовалась в результате метеоритного удара. В космос обломок был выброшен другим метеоритным ударом 15 миллионов лет назад, а 13 тысяч лет назад он упал на Землю.

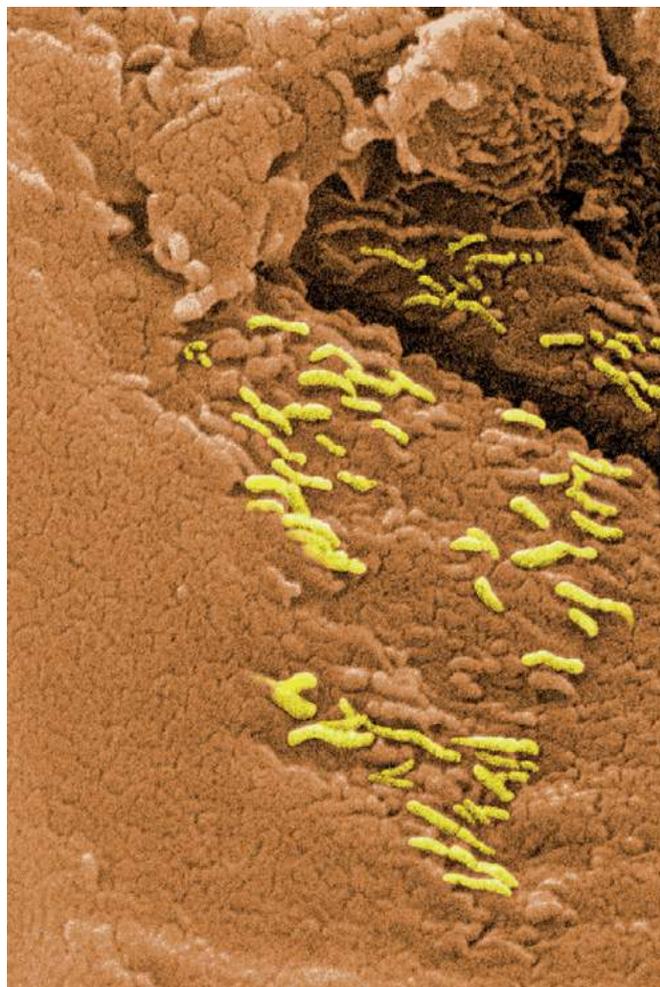
Ни один космический аппарат пока не доставил на Землю образцов марсианских пород. Но это вовсе не означает, что у нас нет таких образцов. Так же, как Земля и другие твердые планеты, Марс подвергается метеоритной бомбардировке. Крупные тела ударяют по поверхности с такой силой, что выбрасывают куски Марса в космос. Некоторые из этих «изгнанников» достигают Земли и сами становятся метеоритами. Так что, хотя космические аппараты не могут пока доставить нам камни с Марса, небольшие кусочки этой планеты все же есть на

Земле. Метеорные частицы постоянно сталкиваются с Землей, и раза два в день попадают достаточно большие обломки, способные долететь до поверхности, не полностью испарившись. Большинство из них так никогда и не находят, поскольку они теряются среди земных камней. Однако есть место, где находить метеориты легче, — это Антарктида. Здесь темные космические камни хорошо выделяются на фоне белого льда. В 1984 году один из полярных охотников за метеоритами обнаружил объект ALH84001, который оказался марсианским обломком.

Тщательное изучение

В 1996 году исследователи NASA взглянули на этот обломок с помощью электронного микроскопа и увидели нечто очень похожее на окаменелых бактерий. Это было объявлено свидетельством существования жизни в далеком прошлом Марса. Далеко не всех удалось убедить, что это миниатюрные марсиане, однако это открытие подтвердило, что NASA вновь готовится отправлять на Марс зонды, чтобы тщательнее поискать там признаки жизни.

О биогенного вида образованиях в марсианском метеорите упомянул в своем выступлении президент США Билл Клинтон. Однако впоследствии скептики указывали, что они слишком малы (менее 100 нм), чтобы содержать молекулы РНК или, возможно, были загрязнены на Земле.



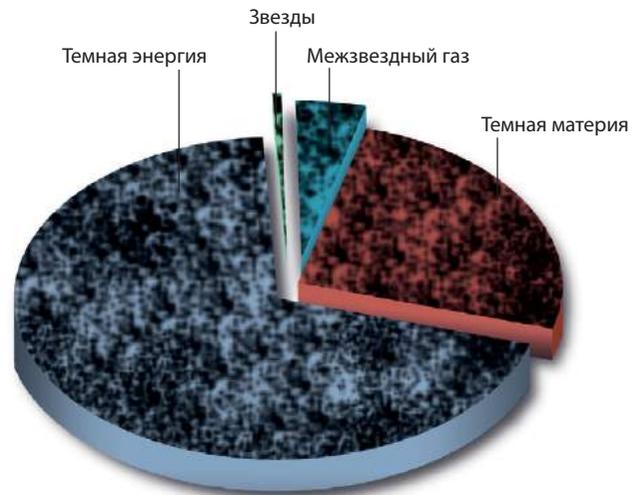
92 Темная энергия

От Ньютона и до Эйнштейна с Хабблом представления о расширении Вселенной подчинялись простому правилу: по мере ее роста и старения скорость, с которой она расширяется, становится меньше. Однако в 1998 году наблюдения далеких звезд затуманили это понимание пространства и времени — с тех пор мы остаемся во тьме.

70 лет назад Хаббл вывел закон: любое далекое скопление галактик во Вселенной удаляется от всех остальных. Все мы знаем, что разбросало их катастрофическое событие, называемое Большим взрывом. Однако вывод Ньютона, сделанный сотни лет назад, не изменился: гравитация притягивает массы, а значит, расширение Вселенной, безусловно, должно замедляться под влиянием сил притяжения галактик друг к другу. Поэтому стоял вопрос о том, сможет ли гравитация в один прекрасный день остановить расширение, или же мощь Большого взрыва пересилит тяготение и приведет к вечному расширению?

Гравитация пропорциональна массе, и на сегодня ясно, что большая часть материи во Вселенной — невидимая, или темная. Считалось, что, измерив, насколько быстро замедляется расширение, можно выяснить количество этой загадочной темной материи. Для этого стали выполнять обзор сверхновых типа Ia. Они вспыхивают в двойных системах, состоящих из звезды Главной последовательности или красного гиганта и белого карлика. Вещество с более крупного компаньона перетекает на белый карлик, пока его масса не достигает предела Чандрасекара, после чего он уже не может сохранять равновесие и взрывается как сверхновая. Звезды, взрывающиеся как сверхновые типа Ia, всегда имеют одинаковую массу и достигают одинаковой светимости, так что они могут служить стандартными свечами для измерения расстояний во Вселенной — чем слабее вспышка, тем она дальше. Красное смещение показывает, сколь быстро объект от нас удаляется, и поэтому ожидается, что более далекие (и древние) источники будут иметь большее красное смещение, чем ближние к нам в пространстве и времени. По древним вспышкам сверхновых можно определить, с какой скоростью шло расширение Вселенной в прошлом, и сравнить его с современным.

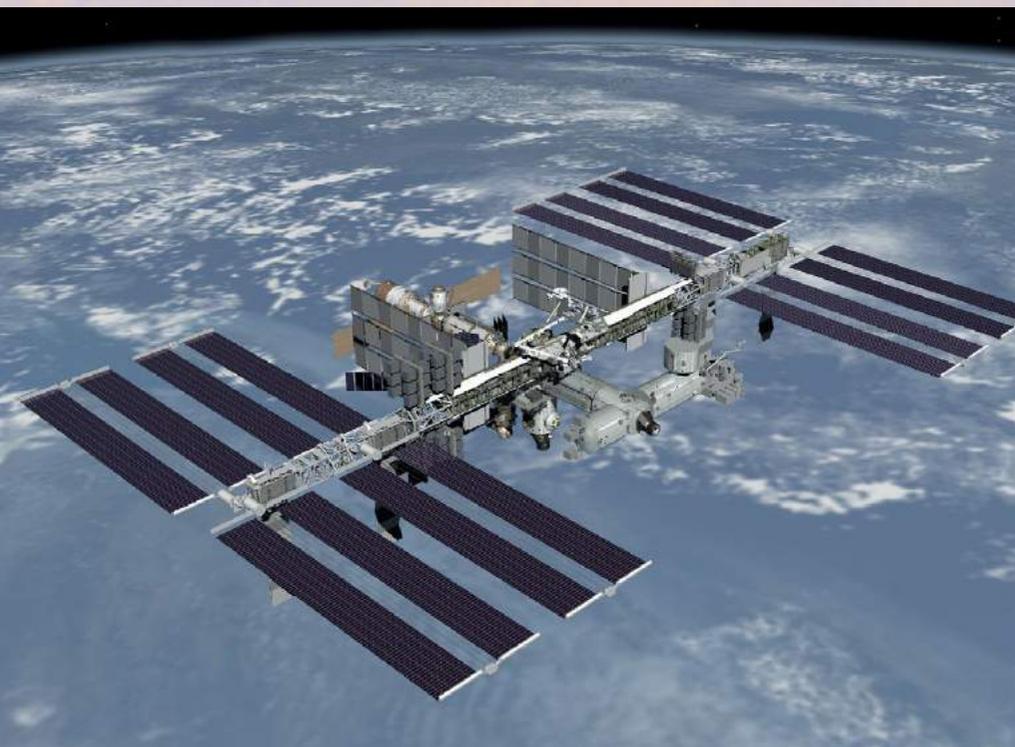
Результаты обзора сверхновых шокировали астрономическое сообщество. Расширение Вселенной не замедляется; гравитация вовсе не стягивает все вещество до полной остановки. В действительности расширение ускоряется! К этому приводит субстанция до сих пор неясной природы, получившая название темной энергии. Никто еще не измерял темную энергию непосредственно, только вызываемые ею эффекты. Теории о том, что такое темная энергия, начинают с того, что наделяют саму пустоту пространства-времени энергией и массой в некотором минимально возможном количестве. Даже ничто, похоже, обладает какой-то энергией, а вокруг нас огромное количество этого «ничто».



Измеренный сегодня рост скорости расширения Вселенной означает, что атомы, планеты и звезды — это еще менее значительная часть Вселенной, чем считалось прежде. Видимая материя составляет менее 1% всего, что есть во Вселенной. Добавьте 3% в счет газа и пыли, которые относятся к обычной материи (просто их труднее увидеть), а все остальное приходится на непонятную темную материю (22%) и темную энергию (74%)

93 Мир в космосе

ОТТЕПЕЛЬ В МИРОВОЙ ПОЛИТИКЕ, НАЧАВШАЯСЯ В 1990-х ГОДАХ, НАШЛА ОТРАЖЕНИЕ В МЕЖДУНАРОДНОМ КОСМИЧЕСКОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ. Своего пика оно достигло в проекте Международной космической станции (МКС), которая была запущена в 1998 году. На сегодня она является крупнейшим в истории космическим аппаратом и послужила пристанищем для космонавтов из 15 стран, а также нескольких платных туристов.



Огромный массив солнечных батарей МКС сравним по площади с полем для игры в американский футбол. В некоторые периоды года, когда свет зашедшего за горизонт Солнца подсвечивает станцию, она отлично видна невооруженным глазом, как яркая точка, быстро пересекающая небо

Одновременно в NASA решили сократить расходы на создание собственной станции «Фридом» и вступили в партнерство с новыми российскими друзьями. В 1998 году к альянсу присоединились японцы и европейцы, внося свои наработки по собственным планам создания космических станций. Канадское космическое агентство, знаменитое своими космическими роботами, также подключилось к работе после запуска первого российского модуля «Заря».

К 2000 году станция «Мир» была покинута и вскоре завершила свой 15-летний полет, упав в Тихий океан, а на МКС появился первый постоянный экипаж. С тех пор станция остается обитаемой и постепенно разрослась до системы из 12 герметичных модулей, включающих лаборатории, кабины экипажа и обзорный модуль «Купола». После списания космических челноков NASA и в ожидании появления нового американского пилотируемого корабля обслуживание МКС целиком осуществляется с космодрома Байконур, расположенного в казахстанской степи. Жизнь на космической станции вошла в накатанную колею, и прежних пилотов истребителей сменило новое поколение астронавтов-ученых. В 2001 году американский финансовый магнат Денис Тито, заплатив 20 миллионов долларов, стал первым в истории космическим туристом и провел 8 дней в российском сегменте МКС.

Успех советской станции «Мир» продемонстрировал всем космическим агентствам, как увеличить время пребывания экипажей в космосе при небольших бюджетах. Вывод на орбиту тяжелых полезных грузов был самой дорогой частью космических путешествий. Но когда космическая станция построена, она может долгое время служить домом для экипажа. Для снабжения и смены экипажей требуется относительно небольшое число ракетных стартов.

Международная космическая станция появилась отчасти благодаря тому, что Российское космическое агентство (реорганизованное после своего расцвета в советскую эпоху) не смогло запустить станцию «Мир-2».

94

Уникальна ли Земля?

НА СЕГОДНЯ ЗЕМЛЯ — ЕДИНСТВЕННОЕ ИЗВЕСТНОЕ НАМ МЕСТО ВО ВСЕЛЕННОЙ, ГДЕ ОБНАРУЖЕНА ЖИЗНЬ. НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ НЕЕ УСЛОВИЯ ХОРОШО ИЗВЕСТНЫ, И АСТРОНОМЫ НАДЕЮТСЯ, что открытие внеземной жизни уже не за горами. Однако в 2000 году один известный астроном и геофизик переметнулся в лагерь тех, кто считает нашу живую планету редчайшим феноменом, возможно даже совершенно уникальным.

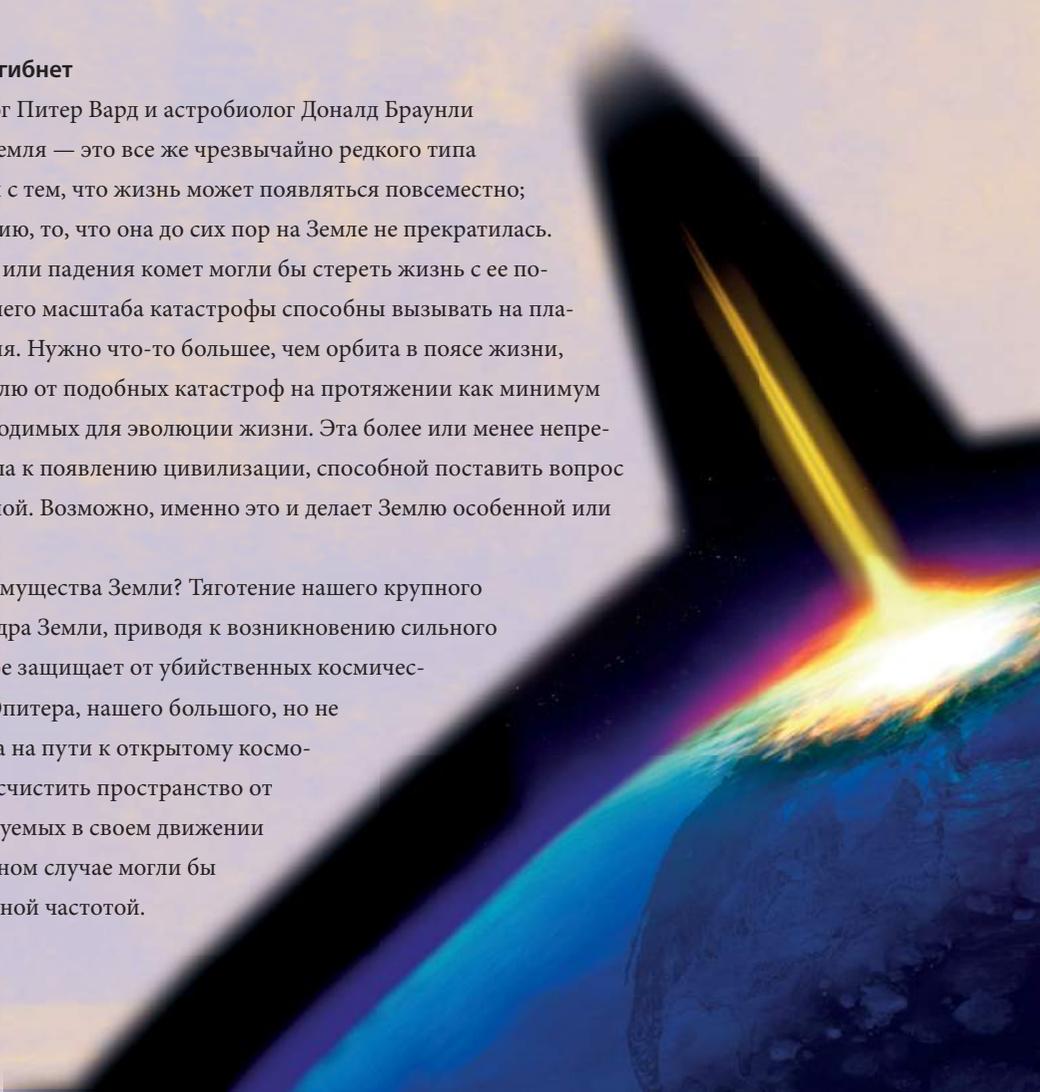
К 1930-м годам стало очевидно, что Солнечная система находится далеко не в центре Млечного Пути. В очередной раз проявился принцип заурядности, утверждающий, что наше Солнце, Солнечная система и обитаемая планета Земля не представляют собой ничего необычного. Все, что нужно для появления жизни, — это законы физики и химии, а также правильные условия в первичном бульоне, чтобы приготовить некоторые биохимические соединения, способные расти и самовоспроизводиться. Чтобы выполнялись эти условия, орбита планеты должна попадать в так называемый пояс жизни — область пространства вокруг звезды, где не слишком горячо и не слишком холодно, а как раз подходящая для жизни температура. Земля находится именно на такой орбите, и это единственное известное нам место, где на поверхности небесного тела может находиться жидкая вода, а значит, и зарождающаяся в ней жизнь.

Последнее массовое вымирание случилось на Земле 65 миллионов лет назад, когда 10-километровый астероид упал в районе нынешней Мексики. Если бы подобное событие произошло в любом месте Земли с момента появления человека, наша цивилизация могла бы исчезнуть не начавшись

Легко возникает, легко гибнет

Однако в 2000 году геолог Питер Вард и астробиолог Доналд Браунли высказали мнение, что Земля — это все же чрезвычайно редкого типа планета. Они не спорили с тем, что жизнь может появляться повсеместно; удивительно, по их мнению, то, что она до сих пор на Земле не прекратилась. Близкие гамма-всплески или падения комет могли бы стереть жизнь с ее поверхности, и даже меньшего масштаба катастрофы способны вызывать на планете массовые вымирания. Нужно что-то большее, чем орбита в поясе жизни, чтобы предохранять Землю от подобных катастроф на протяжении как минимум 3,5 миллиарда лет, необходимых для эволюции жизни. Эта более или менее непрерывная эволюция привела к появлению цивилизации, способной поставить вопрос о своем месте во Вселенной. Возможно, именно это и делает Землю особенной или даже уникальной?

Каковы главные преимущества Земли? Тяготение нашего крупного спутника разогревает недра Земли, приводя к возникновению сильного магнитного поля, которое защищает от убийственных космических лучей, а тяготение Юпитера, нашего большого, но не слишком близкого соседа на пути к открытому космосу, вероятно, помогло расчистить пространство от большинства непредсказуемых в своем движении комет, которые в противном случае могли бы врезаться в Землю с опасной частотой.



95 «NEAR — Шумейкер»

ЕЩЕ ОДНО ПРОРЫВНОЕ ДОСТИЖЕНИЕ В ИССЛЕДОВАНИЯХ КОСМОСА ПРИШЛОСЬ НА 2001 ГОД, КОГДА НЕБОЛЬШОЙ КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ СОВЕРШИЛ ПОСАДКУ НА АСТЕРОИД — один из вращающихся вокруг Солнца каменных обломков, слишком маленьких, чтобы считаться планетами, но при этом достаточно больших, чтобы привлекать к себе внимание. Особый интерес среди них представляют так называемые NEA (near-Earth asteroids) — сближающиеся с Землей астероиды, которые однажды могут с нами столкнуться.



При запуске этот аппарат был удачно назван NEAR (Near Earth Asteroid Rendezvous — рандеву с околоземным астероидом), что по-английски означает «близко». Имя «Шумейкер» добавили позднее в честь Юджина Шумейкера — великого астрогеолога (специалиста по горным породам космического происхождения), который скончался уже во время полета. Небольшой зонд направлялся к Эросу — космическому обломку длиной 34 километра, напоминающему с виду земляной орех. Он обращается вокруг Солнца по такой орбите, что часто сближается с Землей. NEAR пропустил первую встречу с Эросом из-за проблем с двигателем, и ему пришлось лишний раз облететь вокруг Солнца,

чтобы предпринять еще одну попытку в 2000 году. В 2001 году он совершил посадку в узкой средней части астероида, откуда еще 14 дней передавал данные. Зонд выяснил, что гравитация Эроса сильнее вблизи утолщений на его концах. Это, в принципе, может приводить к тому, что песчинки будут катиться по его поверхности вверх по склону!

Чтобы совершить посадку на Эрос, «NEAR — Шумейкер» пролетел 3 миллиарда км. Астрономы очень хотели добраться до Эроса, поскольку его орбита может измениться таким образом, что станет пересекаться с земной, и тогда будет лишь вопросом времени, когда планета и астероид окажутся в одном месте и в одно время

96 Облако Оорта и пояс Койпера

ОДНА ИЗ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЗАГАДОК КАСАЕТСЯ ТОГО, ОТКУДА ПРИЛЕТАЮТ КОМЕТЫ. НА ПРОТЯЖЕНИИ МИЛЛИАРДОВ ЛЕТ бесчисленные кометы врезались во всё и вся, включая Землю, но, не похоже, чтобы их численность сокращалась. Ответ был найден на окраине Солнечной системы.

Солнечная система образовалась из газопылевого диска, который остался после того, как Солнце выросло до такой величины, чтобы начать светиться. Нагрев во внутренней части диска привел к испарению летучих веществ, таких как вода, углекислота и метан. Эти газы были выметены давлением солнечного ветра и излучения. Вот почему в этом районе образовались четыре каменные планеты. Подальше от Солнца, там, где было холоднее, планеты формировались из менее плотных газов и льдов. Кометы — это «грязные снежки», комки изо льда и камней, сохранившиеся с ранних дней Солнечной системы, около 4,6 миллиарда лет назад. В 1950-х годах выдающийся голландский астро-

НАПЫЛИТЬ ДЛЯ ЯСНОСТИ

В 2005 году зонд «Дип импакт» (внизу) отправился к комете Темпеля-1 с целью ее бомбардировки. Внушительный медный ударник, столкнувшись с ядром, поднял облако пыли и создал кратер. За этим наблюдал зонд, летящий параллельным курсом. За год до того зонд «Стардаст» сумел захватить немного пыли из комы другой кометы — Уайлда-2. Пылинки, застрявшие в специальном аэрогеле, были доставлены на Землю в 2011 году. Обе миссии показали, что кометы состоят из мягкого грязного льда и глиноподобной пыли.



ном Ян Оорт предположил, что кометы — это визитеры из далекого облака ледяных комков, лежащего у границ Солнечной системы, слишком далекого, чтобы включиться в процесс формирования планет. Он считал, что кометы выбиваются из этого облака тяготением звезд, пролетающих мимо на расстояниях в несколько световых лет и нарушающих хрупкое равновесие этих далеких небесных тел. Однако охотники за кометами указывали на различия в орбитальных периодах комет — интервалах времени, которое требуется им, чтобы совершить оборот вокруг Солнца. У короткопериодических комет на это уходит менее 200 лет; долгопериодические могут затрачивать многие тысячи. В то время как траектории долгопериодических комет соответствуют теории об их происхождении из облака Оорта, находящегося в 1000 раз дальше Плутона, орбиты короткопериодических говорили об их более близком происхождении.

Множество планет X

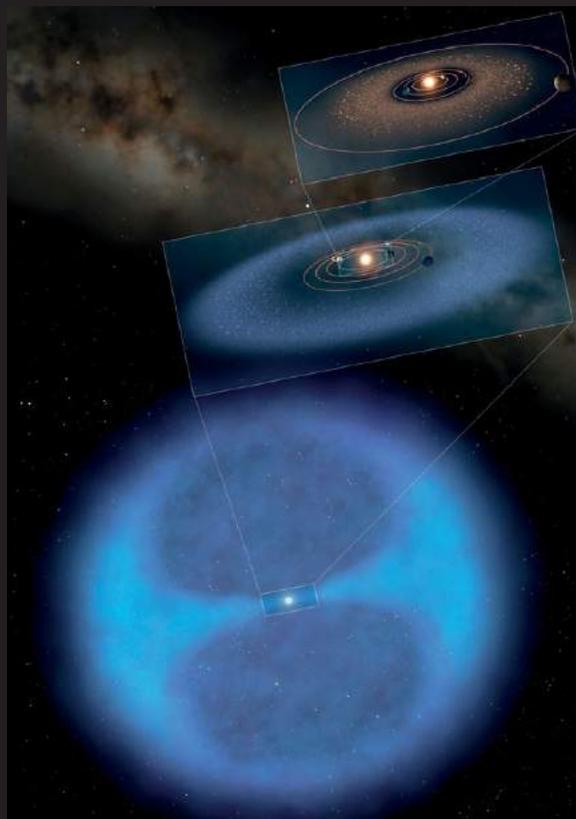
Со времен популярности теории о Планете X, когда астрономы считали, что за орбитой Нептуна есть другой большой объект

(его поиски привели к открытию Плутона), лишь немногие люди пытались изучать Солнечную систему за пределами планетных орбит. А что если там есть небольшие объекты и, возможно, короткопериодические кометы прилетают именно оттуда? В конце 1980-х годов для поиска этих гипотетических тел стали проводиться обзоры неба. Делалось это вручную, с помощью блинк-компаратора, как и 60 лет назад, когда был открыт Плутон. Однако вскоре процесс был автоматизирован с использованием ПЗС-матриц — электронно-оптических устройств, которые ныне повсеместно применяются в цифровых камерах, но в те годы являлись самой передовой технологией. Постепенно было обнаружено семейство транснептуновых объектов, которое стали называть поясом Койпера в честь голландского астронома Герарда Койпера. В 1950-х годах он предположил, что диск из объектов подобного типа должен образоваться в ходе рождения Солнечной системы. Правда, Койпер полагал, что этот диск давно рассеялся под влиянием тяготения Плутона — в то время считалось, что тот не уступает по размерам Земле.

Объекты пояса Койпера подорвали статус Плутона

Тритон, крупнейший спутник Нептуна, обращается вокруг него в направлении, противоположном всем остальным спутникам планет. Есть предположение, что он является крупным объектом пояса Койпера, захваченным планетой-гигантом в прошлом. Тритон больше Плутона (как наша Луна), и к 2002 году в поясе Койпера были найдены другие объекты сравнимых с Плутоном размеров (точно измерить их довольно трудно). В результате в 2006 году Международный астрономический союз лишил Плутон статуса планеты. Теперь он считается карликовой планетой наряду с несколькими другими объектами.

Солнечная система далеко не исчерпывается звездой, планетами и поясом астероидов. На самом деле, они занимают совсем немного места вблизи ее центра. По современным представлениям, пояс Койпера — это центральная часть диска, соединяющаяся с облаком Оорта



Внутренние планеты и Юпитер

Пояс Койпера

Облако Оорта

97 Планетоходы

КАДРЫ С АСТРОНАВТАМИ, РАЗЪЕЗЖАЮЩИМИ ПО ЛУНЕ НА ЛУННОМ ВЕЗДЕХОДЕ, ИДЕАЛЬНОМ ПЕСЧАНОМ БАГГИ, — ПОЖАЛУЙ, САМЫЕ ЗАХВАТЫВАЮЩИЕ ВО ВСЕЙ ПРОГРАММЕ «АПОЛЛОН».

Идея отправки роботизированного планетохода для исследования других миров начала реализовываться примерно в те же годы, но никто не знал, насколько трудной окажется эта задача.



Первым подвижным автоматическим зондом, едущим по поверхности другого небесного тела, был «Луноход-1», восьмиколесный вездеход, ставший главным советским вкладом в изучение Луны. Машина длиной 230 см, с виду напоминавшая корыто на колесах и производившая впечатление склепанной на коленке, прибыла в Море дождей в 1970 году. За следующие 10 месяцев она прошла несколько тысяч метров по лунной поверхности, анализируя образцы грунта и отправляя на Землю снимки. Аккумуляторы лунохода заряжались от солнечных батарей, и на период лунной ночи аппарат отключался (кроме системы терморегулирования, которая питалась от радиоактивного источника).

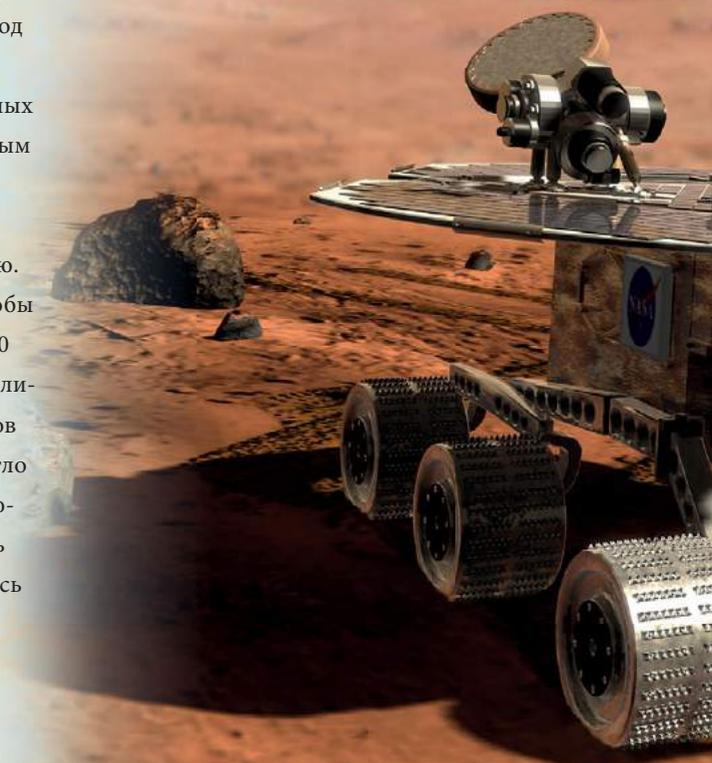
За этим успехом последовало создание маленьких гусеничных вездеходов для Марса, которые находились на борту первых советских спускаемых аппаратов, запущенных в 1971 году. Оба они разбились. Затем, после успешного запуска второго лунохода в 1973 году, советская планетоходная программа сошла на нет.

«Соджорнер»

В NASA тоже признали, что планетоходы — лучший способ исследования Красной планеты, но прошло целых 25 лет, прежде чем эта стратегия стала реализовываться. В 1997 году космический аппарат «Пасфайндер» (*Pathfinder* — пер-

вопроходец) доставил на Марс небольшой вездеход под названием «Соджорнер» (*Sojourner* — проезжий). Он напоминал роликовую доску на солнечных батареях с шестью колесами и прибыл упакованным в связку воздушных мешков, амортизовавших его падение. Управление «Соджорнером» с Земли было неспешной и осмотрительной деятельностью. Каждой команде требовалось около 10 минут, чтобы достичь марсохода. За 83 дня он прошел около 100 м, посылая на Землю лучшие снимки Марса и анализируя его грунт в поисках убедительных признаков присутствия биогенных веществ — всего, что могло быть продуктом инопланетной жизни, существующей или исчезнувшей. Вскоре в путь отправились новые зонды, однако добраться до Марса оказалось далеко не просто.

Марсоходы «Спирит» и «Оппортьюнити» сначала спускались на парашютах, затем замедлялись тормозными двигателями и, наконец, падали с высоты около 10 м, окруженные амортизирующими воздушными мешками. Скорость столкновения с поверхностью составляла 100 км/ч, и посадочный аппарат, десяток раз подпрыгнув, катился около 900 м



В ПОИСКАХ ВОДЫ

В 2004 году в NASA приступили к планированию полета астронавтов на Луну, и тот же космический корабль предполагалось использовать для полета к Марсу около 2050 года. Проекта «Констеллейшн» (*Constellation* — созвездие) больше нет, но пока он еще не был закрыт, марсоход обнаружил ключевой для осуществления этой миссии ресурс — воду. Астронавтам придется провести на поверхности Марса несколько месяцев, и поэтому наличие воды в марсианских породах принесет им большую пользу. В 2008 году спускаемый аппарат «Феникс» (*Phoenix*) совершил посадку недалеко от марсианского северного полюса и немного прокопал смерзшийся грунт. То, что ему открылось, было похоже на комки водяного льда (внизу слева, в тени), облепленные пылью. Это подтвердилось, когда спустя четверо суток лед испарился.



«Спирит» и «Оппортьюнити»

Следующие три марсианских аппарата разбились, поэтому в конце 2003 года, когда посадку производил новый гораздо более крупный марсоход «Спирит» (*Spirit* — дух), нервы были напряжены до предела. Спустя несколько недель, уже в 2004 году, на планету прибыл еще один точно такой же марсоход «Оппортьюнити» (*Opportunity* — возможность). Оба они были направлены в районы с ровным рельефом, идеальным для того, чтобы прыгать в воздушных мешках, и с минимальным числом препятствий, об которые посадочные аппараты могли бы разбиться. Марсоходы помещались в защитных пирамидах, довольно впечатляюще раскладывающихся, образуя пандус для съезда на ржавого цвета почву.

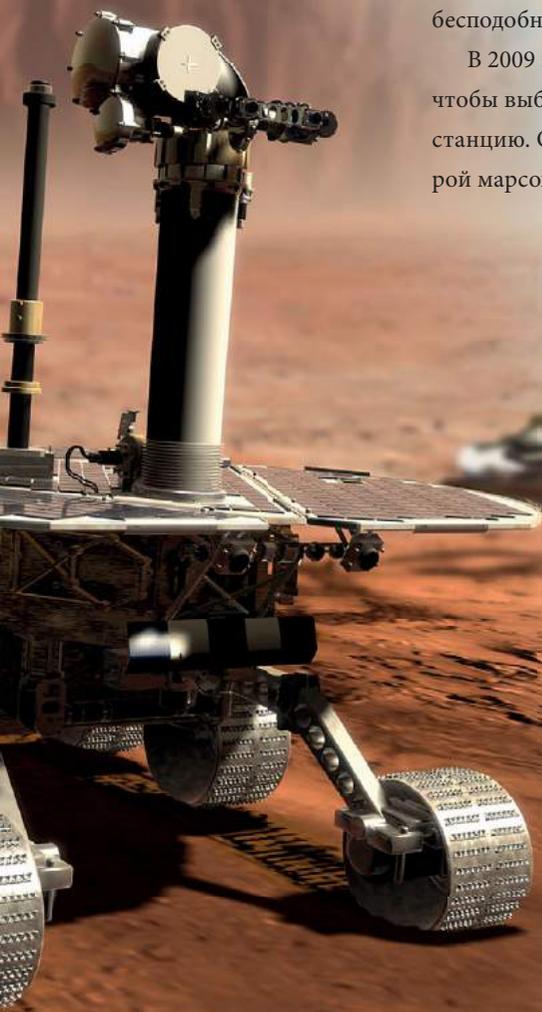
И «Спирит», и «Оппортьюнити» достигли беспрецедентного успеха. На них было установлено оборудование для изучения марсианских пород, а также лопатки-манипуляторы и буры для взятия проб грунта и камней. Их стереокамеры сканировали ландшафт, подобно паре глаз, измеряя расстояния и получая бесподобные панорамы марсианской пустыни.

В 2009 году «Спирит» попал в глубокий песок, и ему не хватило мощности, чтобы выбраться, так что он превратился в неподвижную исследовательскую станцию. Однако он не пережил марсианскую зиму 2010 года, во время которой марсоход следовало припарковать на солнечном склоне холма и усыпить

до наступления лета. «Спирит» не мог занять правильное положение и к 2011 году остался полностью без электропитания. «Оппортьюнити» же до сих пор продолжает работать.

Новый еще более крупный марсоход MSL (*Mars Science Laboratory* — марсианская научная лаборатория) высадился на планету в 2012 году. Он лишь немного уступает в размерах советскому «Луноходу», и для посадки столь крупного аппарата уже не годились воздушные мешки. Была разработана принципиально новая технология — летающая реактивная платформа, которая зависла над местом посадки, на тросах опустила на поверхность тяжелый марсоход и улетела прочь. Кто знает, может быть, на одном из следующих марсоходов уже будут кататься астронавты...

«Оппортьюнити» — другой марсоход, такой же как «Спирит». По размерам он сопоставим с багги для гольфа, даже немного поменьше. Он целиком зависит от солнечной энергии, и потенциально его срок работы неограничен. И все же рано или поздно суровые марсианские зимы его доконают



98 Посадка на Титан

Первыми кольца Сатурна описали голландец Кристиан Гюйгенс и французский астроном Джованни Кассини. В 1997 году «Гюйгенс» и «Кассини» отправились к Сатурну — на этот раз, чтобы вблизи исследовать кольца и совершить первую посадку на объект во внешней части Солнечной системы.

Спускаемый аппарат «Гюйгенс» стал первым совершившим посадку на спутник другой планеты. Он упал на покрытую углеводородной слякотью равнину с разбросанными по ней камнями и в течение 90 минут передавал изображения и данные об атмосфере Титана

Космический аппарат с радиоактивным источником энергии, созданный совместными усилиями NASA и ESA, получил название «Кассини», а находящийся на его борту небольшой спускаемый аппарат — «Гюйгенс». Для полета был разработан впечатляющий маршрут, на котором станция встречалась с Юпитером и дважды с Венерой, чтобы за счет эффекта гравитационной пращи добраться до Сатурна в 2004 году.

Там она прошла между кольцами, имеющими толщину всего несколько метров, но вдвое превышающими по ширине саму планету. После тура по спутникам Сатурна от «Кассини» в 2005 году отделился «Гюйгенс», который проник сквозь толстые оранжевые облака Титана, крупнейшего спутника Сатурна. Спускаемый аппарат обнаружил мир, покрытый замершим метаном, с океанами из пропана и других более сложных углеводородов.



99 Карликовые планеты

В 2006 году число планет Солнечной системы уменьшилось с девяти до восьми, поскольку Плутон был разжалован в карликовые планеты. Сделанное в предыдущем году открытие показало, что он является далеко не самым крупным объектом в этой области космоса.

В 1978 году масса, которую относили тогда целиком на счет Плутона и оценивали несколько больше массы Меркурия, разделилась между Плутоном и его очень крупным спутником. Спутник назвали Хароном (в честь паромщика, который перевозил души в подземное царство Плутона), и он оказался размером в треть своей «планеты». Некоторые специалисты полагали, что систему Плутон — Харон следует считать двойной планетой, сохранив за ней девятое место. Однако принять эту точку зрения не позволил быстрый рост числа объектов, обнаруженных в поясе Койпера, в том числе и довольно крупных.

Когда был обнаружен Харон, стало ясно, что Плутон (изображенный здесь вместе с Хароном между Землей и Луной) вовсе не является единым телом, каким он представлялся с 1930 года. В 2005 году у Плутона найдено еще два крошечных спутника — Никс и Гидра. Четвертый, еще не названный спутник обнаружен в 2011 году



В 2005 году была открыта Эрида, объект пояса Койпера размером чуть больше Плутона, и на следующий год Международный астрономический союз

решил действовать. Плутон, Эрида и еще два объекта пояса Койпера — Хаумеа и Макемаке, а также крупнейший астероид Церера были переквалифицированы в карликовые планеты. От других объектов их отличает то, что, во-первых, они, как и планеты, достаточно велики, чтобы собственная гравитация придала им сферическую форму (хотя Хаумеа больше похожа на яйцо). Во-вторых, в отличие от планет, они недостаточно велики, чтобы расчистить свои окрестности от других объектов. Формирующаяся планета возмущает движение всех окружающих объектов, пока они либо не упадут на молодую планету, либо не будут вышвырнуты на отдаленные орбиты. В результате пространство вокруг орбиты полноценной планеты пустеет. С карликами все обстоит иначе: Церера окружена астероидами, остальные — объектами пояса Койпера. Пока признан статус лишь пяти карликовых планет, но гораздо больше кандидатов еще находится на рассмотрении. К середине века число карликовых планет будет исчисляться десятками, и всем им понадобятся имена. Сейчас их называют согласно традиции в честь божеств, но уже не только из греко-римского пантеона.

100

Новая Земля

В 2009 году был запущен новый космический телескоп, названный в честь астронома, открывшего законы движения планет. Перед «Кеплером» была поставлена одна цель: обследовать Млечный Путь в поисках звезд, имеющих планеты, и выяснять, находятся ли они в обитаемой зоне. Поиски Земли-2 начались.

Астрономы подтвердили обнаружение первой *экзопланеты* в 1992 году. Это был поистине чуждый нам мир: небольшой комок вещества, обращающийся вокруг пульсирующей нейтронной звезды, — ничего общего с нашей Солнечной системой. Поиски пригодной для жизни планеты продолжились. Вести их совсем не просто, тут недостаточно смотреть на звезду в ожидании, когда появится планета. Астрономы используют ряд более изощренных методов. Некоторые следят за колебаниями в движении звезды, вызванными обращающимися вокруг нее планетами. Другие ждут, когда звезда немного потускнеет из-за того, что планета проходит между ней и Землей, заслоняя часть звездного света.

Всего за четыре месяца (хотя обработка данных заняла гораздо больше времени) «Кеплер» обнаружил более 1200 объектов, похожих на планеты. К 2011 году 68 из них считались похожими по размерам на Землю, а пять из них обращались в обитаемой зоне, где может существовать жидкая вода. Однако предстоит еще очень много работы для подтверждения того, что они действительно похожи на Землю.

По последним оценкам, число планет во Вселенной превышает число звезд. Даже если вероятность возникновения высоко развитой цивилизации составляют всего один к миллиарду, то все равно в одном лишь Млечном Пути может быть свыше 100 цивилизаций.

Для детектирования экзопланет телескоп «Кеплер» следит за их прохождением перед своими звездами, отчего те немного тускнеют. Вне атмосферы звезды не мерцают, нет и других искажений, что позволяет регистрировать в 100 раз меньшие изменения в интенсивности звездного света, чем на Земле



101

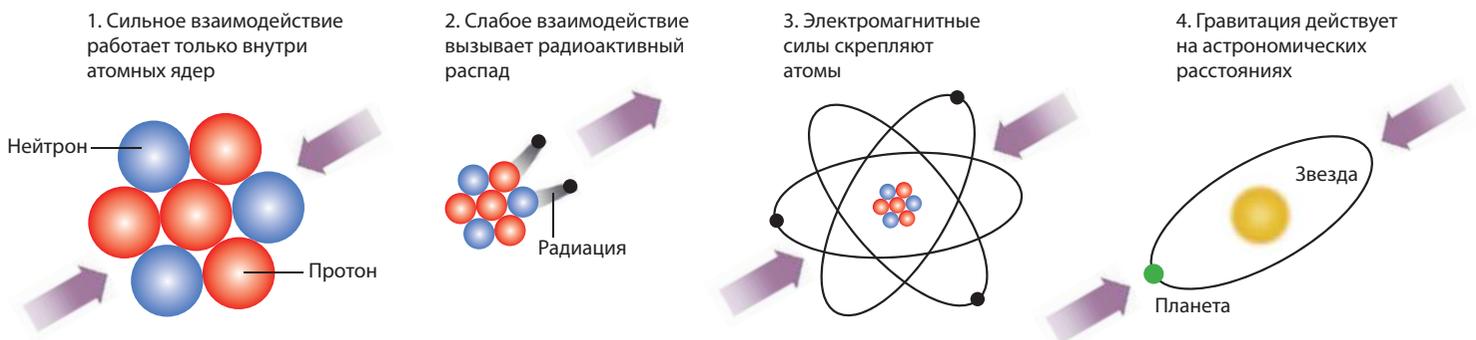
Основы астрономии

В КАКУЮ КАРТИНУ СКЛАДЫВАЮТСЯ ВСЕ ЭТИ ОТКРЫТИЯ? Если взглянуть на астрономию под немного иным углом, сведя все рассмотренные линии изложения воедино, нам откроются самые основания этой науки.

Четыре силы

Силы, или взаимодействия, передают энергию от одной массы к другой и проявляются в изменении движения обоих тел. За долгие годы физики выявили четыре фундаментальные силы, действующие на Земле. Фундаментальный принцип астрономии состоит в том, что законы физики, наблюдаемые на Земле, соблюдаются и в любых самых отдаленных уголках Вселенной. Поэтому свойства четырех известных нам взаимодействий лежат в основе понимания того, как образуются звезды и движутся планеты, позволяя тем самым интерпретировать огни, которые мы видим в небе.

Первая из этих сил — сильное взаимодействие. Оно удерживает вместе протоны и нейтроны, образующие ядро атома. Это взаимодействие самое сильное, на что и указывает его название, однако

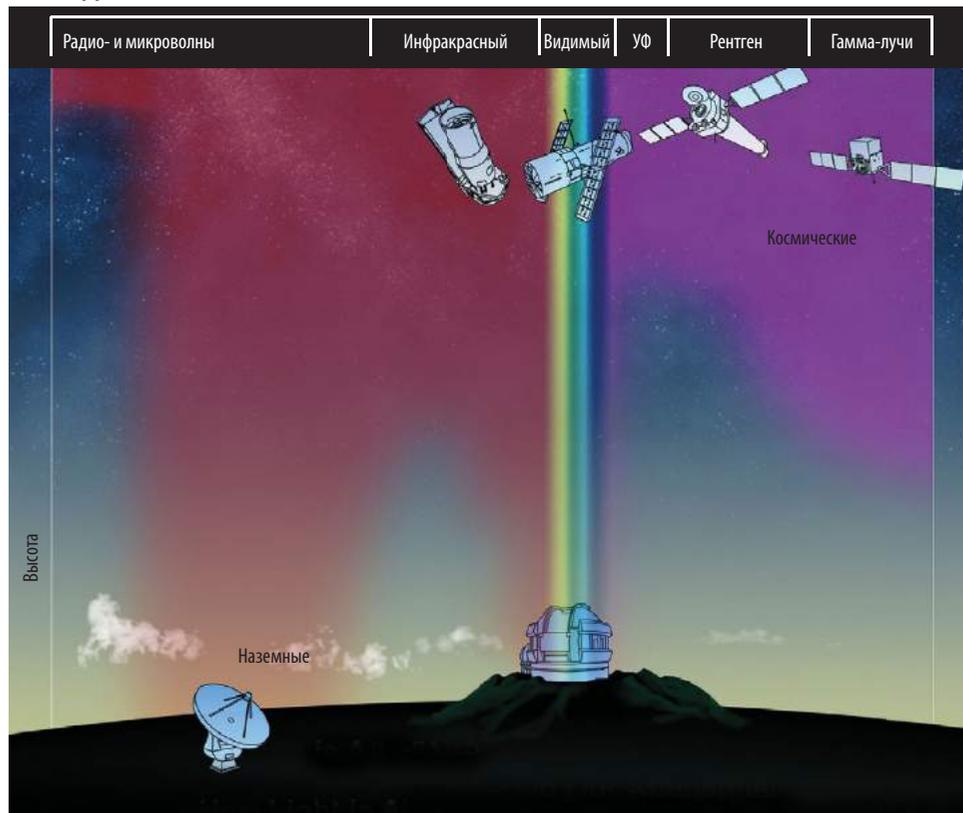


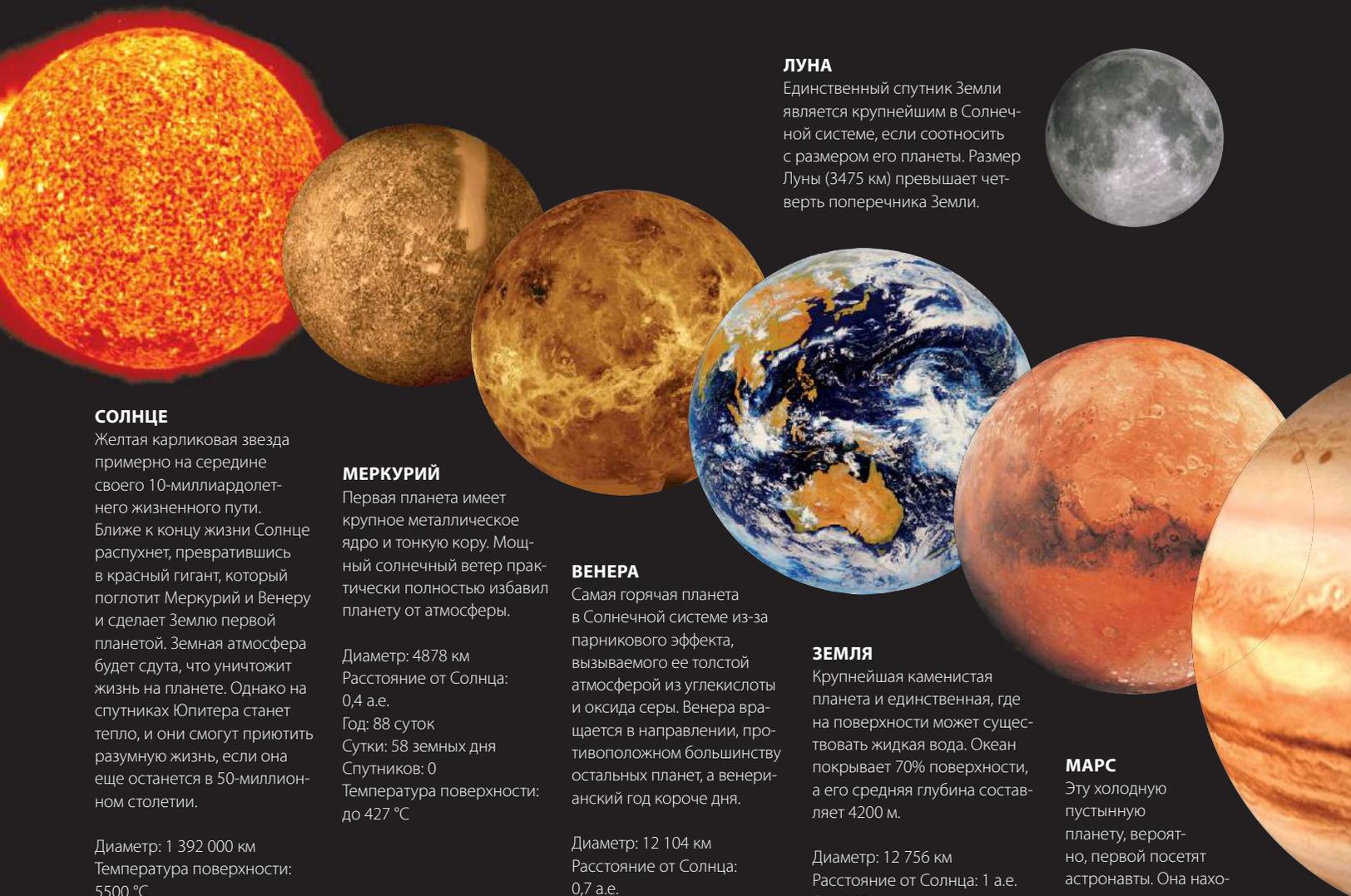
его влияние едва ли выходит за пределы ядра. Вторая сила — слабое взаимодействие — проявляется в радиоактивности, из-за которой частицы выбрасываются из нестабильных атомных ядер. (Выброшенные частицы проявляются как радиация.) Третьим идет электромагнитное взаимодействие, под влиянием которого «противоположное притягивается, а подобное отталкивается». Оно удерживает отрицательно заряженные электроны на своих местах вокруг положительно заряженных ядер. В больших масштабах электромагнетизм также проявляется в виде магнитных и электрических явлений. Наконец, четвертая сила — это гравитация. Это сила притяжения, которая действует между любыми массами. Чем больше масса, тем сильнее она притягивает все остальные, и именно гравитация триллионов и триллионов тел заставляет все объекты Вселенной двигаться по своим траекториям в пространстве.

Наблюдаемые излучения

Астрономия — наука, основанная на косвенных методах. С большинства объектов Вселенной нельзя получить образцы — до них слишком далеко. Поэтому астрономы добывают информацию, собирая свет и другие излучения, приходящие с неба. Лишь малую часть космического излучения можно увидеть глазом. Земная атмосфера прозрачна для видимого света — именно поэтому наше зрение приспособилось работать в этом диапазоне, — а также для радиоволн, которым проходить сквозь воздух чуть труднее. Однако большая часть инфракрасного, ультрафиолетового, а также жесткого рентгеновского и гамма-излучения не достигает поверхности Земли. Телескопы могут наблюдать в этих диапазонах, находясь вне атмосферы.

ВЗГЛЯД В НЕБЕСА



**СОЛНЦЕ**

Желтая карликовая звезда примерно на середине своего 10-миллиардолетнего жизненного пути. Ближе к концу жизни Солнце распухнет, превратившись в красный гигант, который поглотит Меркурий и Венеру и сделает Землю первой планетой. Земная атмосфера будет сдута, что уничтожит жизнь на планете. Однако на спутниках Юпитера станет тепло, и они смогут приютить разумную жизнь, если она еще останется в 50-миллионном столетии.

Диаметр: 1 392 000 км
Температура поверхности: 5500 °C
Температура ядра: 15 000 000 °C

МЕРКУРИЙ

Первая планета имеет крупное металлическое ядро и тонкую кору. Мощный солнечный ветер практически полностью избавил планету от атмосферы.

Диаметр: 4878 км
Расстояние от Солнца: 0,4 а.е.
Год: 88 суток
Сутки: 58 земных дня
Спутников: 0
Температура поверхности: до 427 °C

ВЕНЕРА

Самая горячая планета в Солнечной системе из-за парникового эффекта, вызываемого ее толстой атмосферой из углекислоты и оксида серы. Венера вращается в направлении, противоположном большинству остальных планет, а венерианский год короче дня.

Диаметр: 12 104 км
Расстояние от Солнца: 0,7 а.е.
Год: 225 суток
Сутки: 243 земных дня
Спутников: 0
Температура поверхности: 460 °C

ЗЕМЛЯ

Крупнейшая каменная планета и единственная, где на поверхности может существовать жидкая вода. Океан покрывает 70% поверхности, а его средняя глубина составляет 4200 м.

Диаметр: 12 756 км
Расстояние от Солнца: 1 а.е.
Год: 365 суток
Сутки: 24 часа
Спутников: 1
Средняя температура поверхности: 14 °C

МАРС

Эту холодную пустынную планету, вероятно, первой посетят астронавты. Она находится недалеко от пояса астероидов, и ее два спутника — Фобос и Деймос — являются крупными астероидами, захваченными притяжением планеты.

Диаметр: 6787 км
Расстояние от Солнца: 1,5 а.е.
Год: 678 суток
Сутки: 24,5 часа
Спутников: 2
Средняя температура поверхности: -20 °C

Солнечная система

Солнечная система образовалась 4,5 миллиарда лет назад, когда сверхновая в одном из рукавов нашего Млечного Пути вызвала ударную волну, распространяющуюся по межзвездному облаку, состоящему из водорода, гелия и небольшого количества других элементов. Вызванные волной уплотнения заставили облако сжиматься под действием собственного тяготения и образовать крутящийся водородный шар, выросший до таких размеров, что он зажегся новорожденной звездой.

Вращение заставило остатки пыли, льда и газа образовать диск вокруг звезды. Частицы этого диска постоянно сталкивались и слипались друг с другом, образуя все более крупные тела — зародыши планет, называемые планетезималиями. Они продолжали расти, а их гравитация затягивала все окружающие объекты меньшего размера. Вблизи Солнца планетезималии состояли в основном из плотных металлов и минералов; во внешних районах доминировали менее плотные газы и грязный лед. После беспокойной эпохи столкновений, длившейся 500 миллионов лет, новая планетная система пришла в стабильное состояние с восемью планетами — четырьмя небольшими каменными и четырьмя гигантскими газовыми. Оставалось только появиться цивилизации, чтобы предъявить права на этот участок космоса.



ЮПИТЕР

Крупнейшая планета, состоящая в основном из газа. Вероятно, в ее глубине имеется твердое железо-каменное ядро размером чуть больше Земли. Гигантская планета очень быстро вращается: Юпитер совершает оборот быстрее всех остальных планет. Экваториальные области вращаются быстрее полярных, что порождает вихри в атмосфере.

Диаметр: 142 800 км
 Расстояние от Солнца: 5,2 а.е.
 Год: 11,9 года
 Сутки: 10 часов
 Спутников: 67
 Температура поверхности:
 -124 °C

САТУРН

Вторая по величине планета, имеющая наименьшую плотность. Состоящий в основном из газа Сатурн плавал бы в воде, если бы нашлась емкость, в которую его поместить. Его кольца — это либо обломки столкнувшихся ледяных спутников, либо остатки «протоспутникового» диска, которым не удалось объединиться в спутник в первую очередь из-за действия приливных сил со стороны Сатурна.

Диаметр: 120 540 км
 Расстояние от Солнца: 9,6 а.е.
 Год: 29,5 года
 Сутки: 10,5 часа
 Спутников: 62
 Средняя температура поверхности: -168 °C

УРАН

Будучи довольно скучным на вид, Уран представляет собой шар из метана без ярко выраженных особенностей, в глубине которого находится ядро из водянистого льда, лишенное активности. Однако в далеком прошлом с Ураном столкнулось нечто достаточно крупное, чтобы сбить его ось вращения. Сегодня ледяной гигант, хоть и вращается не очень быстро, движется вокруг Солнца, лежа на боку.

Диаметр: 51 118 км
 Расстояние от Солнца: 19,2 а.е.
 Год: 84 года
 Сутки: 18 часов
 Спутников: 27
 Средняя температура поверхности: -200 °C

НЕПТУН

Последняя планета — самая ветреная. Здесь практически не меняется погода и нет никакой турбулентности. Одни и те же ветры миллионы лет дуют вокруг Нептуна, и ничто не может их остановить. «Вояджер-2» засек здесь скорость ветра около 2000 км/ч.

Диаметр: 49 528 км
 Расстояние от Солнца: 30 а.е.
 Год: 169 года
 День: 19 часов
 Спутников: 13
 Средняя температура поверхности: -212 °C

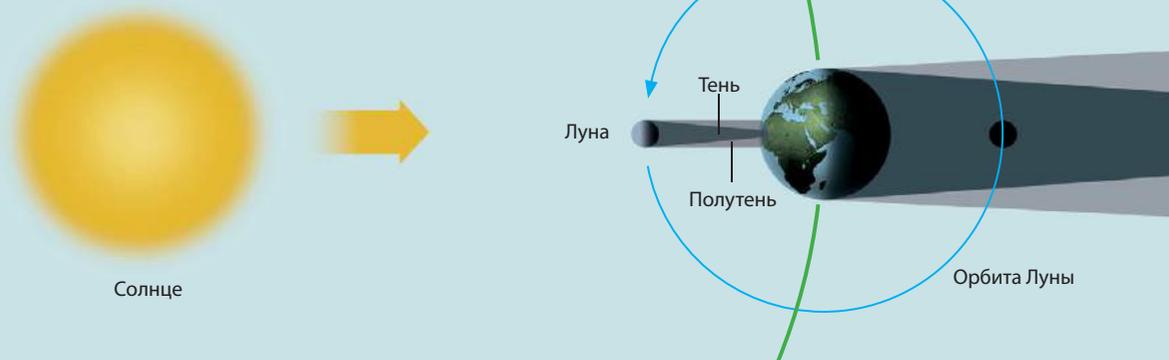
Наблюдение затмений

Затмение — самое заметное астрономическое явление, привлекающее порой массу наблюдателей. Чтобы увидеть затмение, не нужно никакого специального оборудования, и они могут случаться даже посреди дня. Затмения делятся на лунные и солнечные. Во время первых Земля находится между Солнцем и Луной. Ее тень в течение нескольких часов проходит по лунной поверхности, откусывая от нее кусок за куском. При полном затмении Луна краснеет, поскольку ее освещает только сумеречный свет, преломившийся в земной атмосфере.

При солнечном затмении Луна находится между Солнцем и Землей, отбрасывая конус тени на нашу планету. Зона затенения скользит по поверхности Земли по мере того, как планета вращается, а Луна движется по орбите. Всякий, попавший в зону полутени, видит, что Луна заслоняет часть Солнца. Удивительно, но для освещения окружающего мира достаточно узкого солнечного серпа. Только внутри тени, где Солнце заслонено целиком, день на несколько поразительных секунд неожиданно сменяется ночью.

По чистому совпадению размеры Луны, Земли и Солнца, а также расстояния между ними делают затмения возможными

СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ



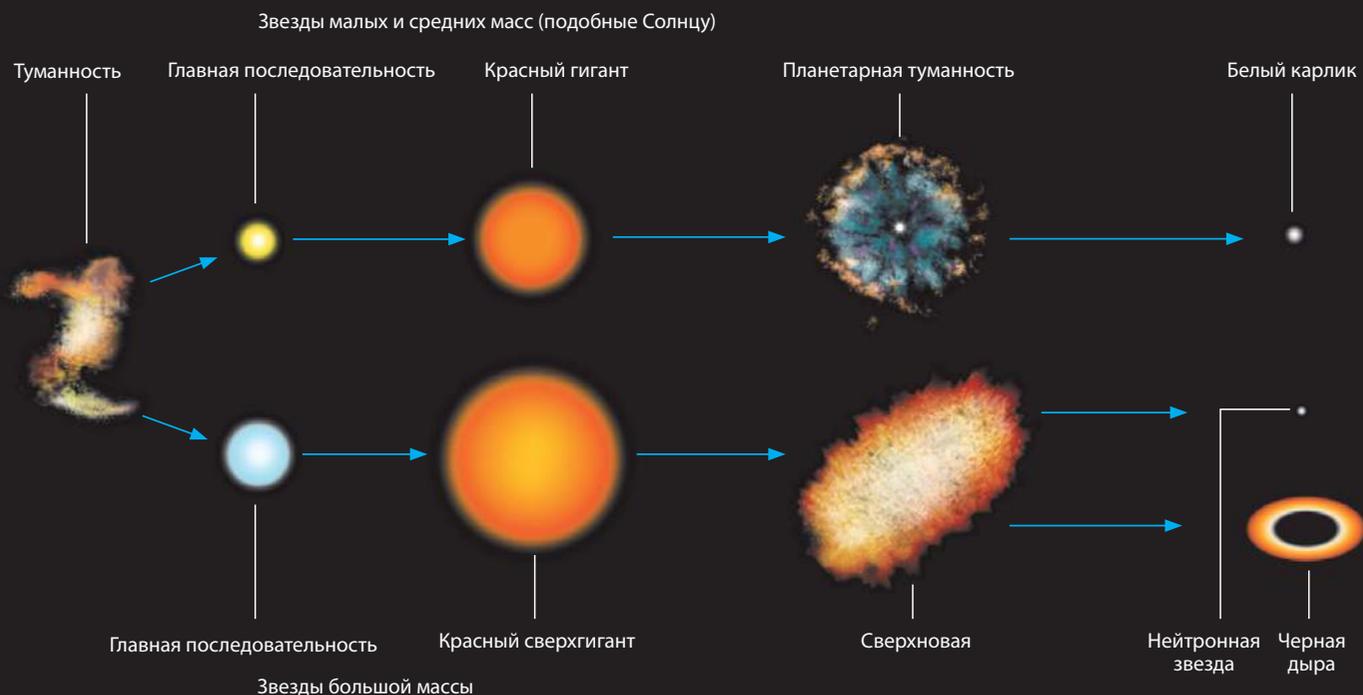
ЛУННОЕ ЗАТМЕНИЕ



Жизнь и смерть звезд

Все звезды рождаются в колоссальных облаках газа, в основном водорода, оставшегося после Большого взрыва, но содержащего также немного вещества, выброшенного более древними, уже умершими звездами. Гравитация стягивает часть этого газа во все более плотные шары, пока давление и температура в центре не окажутся достаточно высокими, чтобы начались реакции термоядерного синтеза. Энергия, которая при этом выделяется, заставляет звезду сиять — испускать свет, тепло и другие виды излучения. Водород — это звездное топливо, и когда весь он исчерпывается, звезда начинает умирать. Как именно это происходит, зависит от массы исходной звезды.

ЗВЕЗДНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ



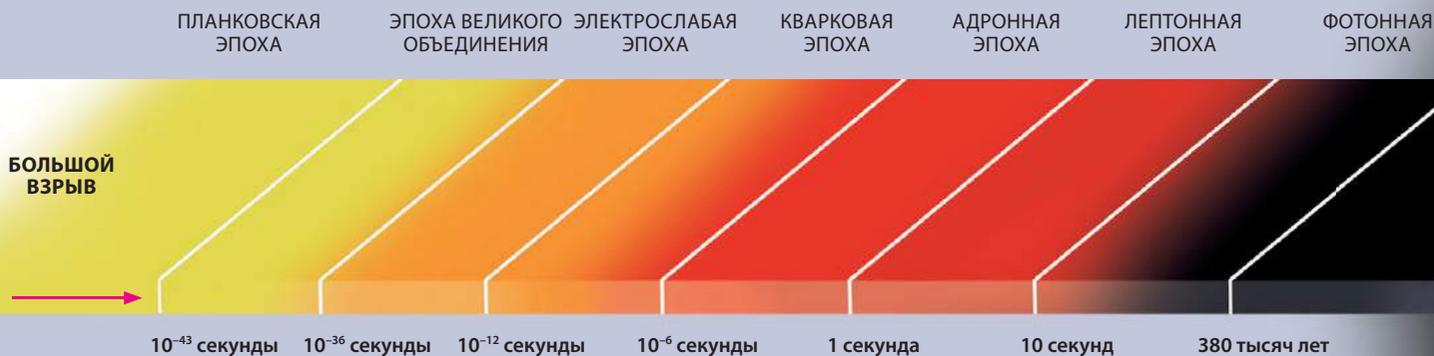
Средняя звезда вроде нашего Солнца раздувается, становясь красным гигантом, который намного больше в размерах, но холоднее. Какое-то время внутри него протекают реакции с более тяжелыми атомами, такими как гелий и углерод, но в конце концов термоядерные реакции окончательно прекращаются, и атмосфера гиганта уплывает прочь, образуя облако вещества, называемое планетарной туманностью. Она обогащена тяжелыми элементами, такими как натрий, железо и неон. В ее центре остается раскаленное ядро — звезда, которую называют белым карликом. Белые карлики постепенно остывают и перестают светиться, становясь невидимыми черными карликами. (На самом деле, черных карликов не существует, поскольку для такого остывания требуются миллиарды лет, а Вселенная пока еще слишком молода.)

Звезды с массой больше нескольких масс Солнца гибнут в мощном взрыве. Сначала образуется сверхгигант, который под действием собственного огромного веса взрывается внутрь себя, порождая явление, называемое сверхновой. Сверхгиганты поменьше превращаются при этом в нейтронную звезду размером всего несколько километров. Материя такой звезды вырождается в вещество, состоящее из одних нейтронов. Ядра самых крупных звезд коллапсируют еще дальше, становясь черными дырами. Эти крошечные, но невероятно массивные объекты обладают такой сильной гравитацией, что даже свет не может из них вырваться.

Краткая история Вселенной

Вселенная началась со взрыва. Он не только был большим, но и случился сразу повсюду, сделав все пространство невероятно горячим. История Вселенной — это рассказ о том, как это горячее, но крошечное пространство расширялось и остывало. По мере остывания Вселенная постепенно превратилась в то, что мы видим перед собой сегодня. Космологи, ученые, изучающие Большой взрыв и его последствия, делят историю Вселенной на эпохи соответственно доминировавшим в них явлениям.

ЭПОХИ ЭВОЛЮЦИИ ВСЕЛЕННОЙ



Планковская эпоха длилась самую малую долю времени. В этот период современные законы физики были неприменимы, так что космологи ищут теории вроде теории струн или суперсимметрии, в которых все фундаментальные взаимодействия сливаются в одно

Вселенная остывает настолько, что гравитация становится отдельной силой, однако остальные три взаимодействия остаются объединенными

Сильное взаимодействие отделяется от электрослабого (слабое взаимодействие и электромагнетизм еще считаются объединенными)

Формируются частицы, называемые кварками. Это энергия, превратившаяся в массы

Кварки объединяются по три и формируют адроны, более крупные частицы, такие как протоны и нейтроны

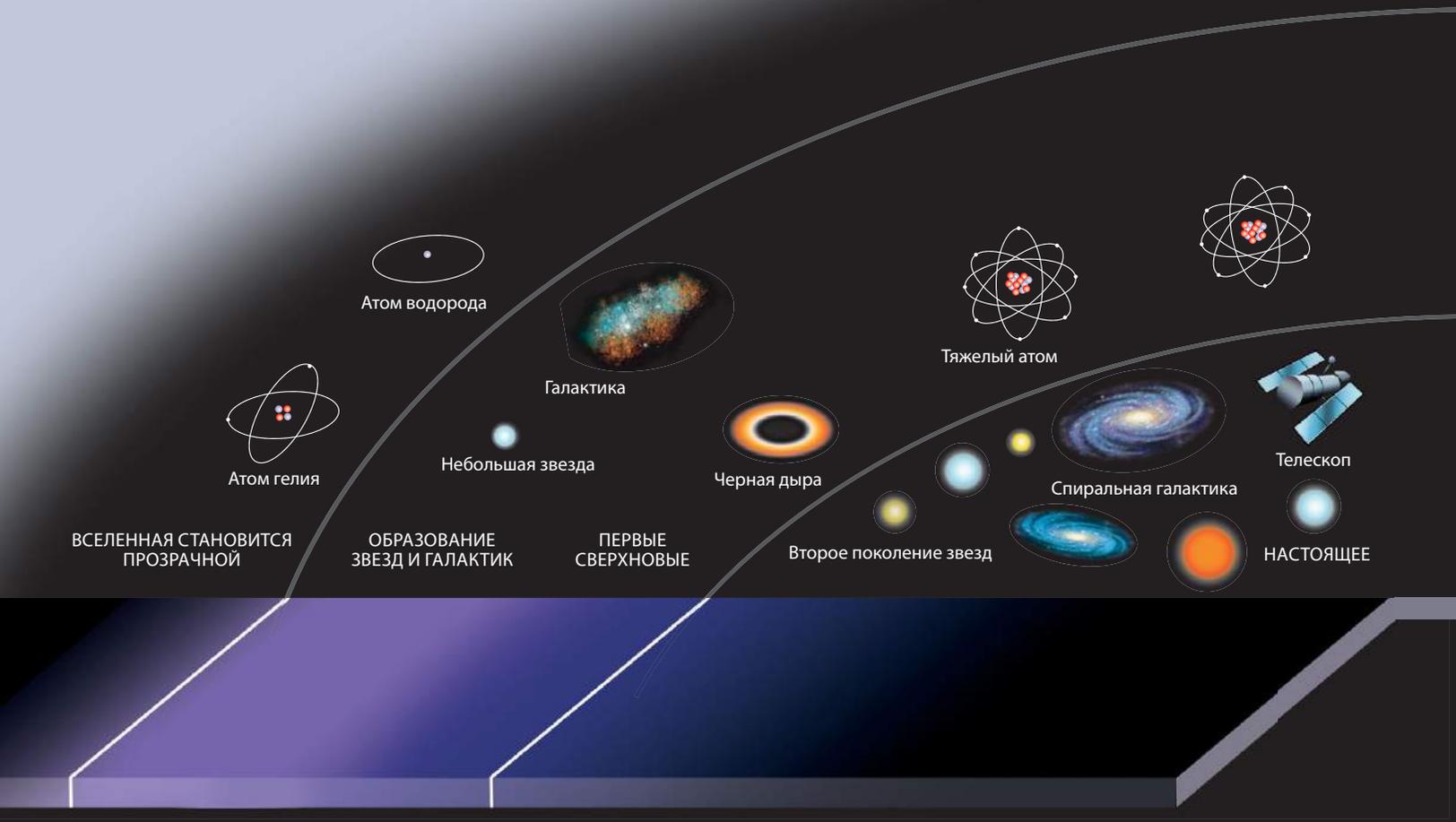
Наряду с веществом существует и антивещество. Частицы вещества аннигилируют с античастицами, но со временем по неизвестной пока причине остается небольшой избыток вещества

Когда все антивещество аннигилировало с веществом и исчезло, Вселенная заполнилась фотонами — частицами света и других видов излучения

Первые 380 тысяч лет после Большого взрыва Вселенная была непрозрачной — все излучение поглощалось сразу после испускания и переизлучалось вновь в другом направлении. После образования атомов фотоны получили возможность свободно двигаться в пространстве. Телескопы проникают в прошлое не дальше этого момента



Земля образовалась 4,5 миллиарда лет назад. Современный человек появился 120 000 лет назад — это всего 0,03% всей истории планеты.



800 миллионов лет

5 миллиардов лет

Настоящее:
13,8 миллиарда лет

Примерно через 800 миллионов лет после Большого взрыва образуются первые звезды и галактики. Звезды первого поколения вспыхивают сверхновыми и порождают первые черные дыры, а также выбрасывают первые тяжелые элементы, которые в дальнейшем войдут в состав планет и следующих поколений звезд.

С расширением Вселенной, плотность вещества в ней падает, а его тяготение ослабевает. В какой-то момент отталкивающее действие темной энергии превосходит притяжение вещества, и расширение Вселенной начинает ускоряться. Тем временем в ней образуются знакомые нам галактики, звезды и планеты.

Сегодня мощные телескопы заглядывают вглубь космоса и вместе с тем в далекое прошлое нашей Вселенной.

Типы галактик

Во Вселенной существует не менее 125 миллиардов галактик (штук по двадцать на каждого жителя Земли). Они различаются формой, размерами и возрастом. Самые молодые галактики имеют неправильную форму и содержат множество ярких звезд. Когда галактики становятся старше и массивнее, у них возникает вращающийся спиральный узор, как в нашем Млечном Пути. У большинства спиралей есть центральная перемычка, в которой процесс образования звезд идет особенно интенсивно. (Кто-то порадует, что и у Млечного Пути есть такая перемычка.) Самые старые и крупные галактики, поглотившие множество других, становятся эллиптическими.

Эллиптические



Спиральные



Спиральные с перемычкой



Неправильные



Пожалуй, астрономия более чем любая другая крупная наука переживает сейчас захватывающие времена. Недавние открытия заставили пересмотреть наши фундаментальные представления о Вселенной. Нет недостатка в загадках, и, возможно, мы стоим на пороге больших открытий. Вот некоторые вопросы, на которые астрономы, вероятно, найдут ответы в будущем.

Посещали ли нас инопланетяне?

Карл Саган, великий популяризатор науки XX столетия, давал бесстрастный ответ на этот вопрос: с учетом огромного возраста Вселенной и ее колоссальных размеров, если бы гипотетическая технология позволяла, задействовав какие-то еще неизвестные особенности пространства и времени, преодолевать огромные межзвездные расстояния для посещения крошечной старушки-Земли, то были бы шансы, что древняя и высокоразвитая инопланетная культура могла это сделать в прошлом. Он предполагал, что наблюдения НЛО, которые стали происходить после изобретения летающих машин, были удобным прикрытием для военных испытаний времен холодной войны. Саган не утверждал, что инопланетян не существует. Он просто говорил, что они с нами никогда не встречались. Слишком велики расстояния. Однако он не считал, что это невозможно и инопланетяне не могут уже быть на пути к нам, просто это столь маловероятно, что не стоит рассмотрения. Проект SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence — поиск внеземного разума) занимается фильтрацией космических радиоволн уже 35 лет в поисках признаков их искусственного происхождения. Если о послании будет объявлено завтра, скорее всего, оно шло к нам так издалека и так долго, что его отправитель жил еще до появления на Земле человеческого вида.

НЛО, вероятно, имеют объяснение более близкое к нашему дому, чем открытый космос

Существует ли теория всего?

Теория всего — это способ описания того, как работает Вселенная, в рамках единой системы. В настоящее время мы используем две системы: квантовую механику для первых трех взаимодействий (сильного, слабого и электромагнитного) и теорию относительности для гравитации. Лучший кандидат на роль объединенной теории — суперсимметрия, наследница теории струн, которая представляет субатомные частицы не как нулевого размера точки, а как линии, или струны, с большим числом «компактных» измерений. Описанные математиками колебания струн определяют свойства частиц, такие как спин или заряд. Суперсимметрия предполагает, что существует связь между бозонами, частицами, которые переносят взаимодействия (такими как фотоны, переносящие электромагнетизм), и фермионами — электронами, кварками и другими частицами, которые составляют массивную материю. Для изучения симметрии между бозонами и фермионами очень важен знаменитый бозон Хиггса, найденный в 2012 году.



Каким будет конец Вселенной?

Вселенная имела начало, значит, возможно, у нее будет и конец. Раньше популярно было мнение, что если расширение Вселенной остановится, то оно сменится сжатием и закончится Большим схлопыванием — Большим взрывом наоборот. Если же расширение пересилит гравитацию, то Вселенная будет постепенно разлетаться, теряя энергию и становясь все менее активной и холодной. В конце концов наступит тепловая смерть, которую в духе других подобных событий иногда называют Большим замерзанием. Энергия и масса Вселенной станут настолько рассеянными, что ничего больше не будет происходить. Однако, похоже, что Вселенная расширяется все быстрее. Это связывают с гипотетической «темной энергией», силой, которая отталкивает объекты друг от друга. Эта сила увеличивается с расширением пространства, так что, чем больше удаляются друг от друга объекты, тем больше становится темной энергии, все сильнее ускоряющей расширение. В конце концов галактики распадутся на звезды. Затем звезды и планеты станут разрушаться темной энергией. Наконец, даже атомы будут разорваны на части Большим разрывом, который рассеет энергию по всему бесконечному пространству. Сколько у нас осталось времени? Миллиардов двадцать лет или около того.

*Каким бы ни был конец,
он будет Большим*

Что было до Большого взрыва?

С Большого взрыва начался отсчет времени, а равно и пространства, так что, согласно этой теории, никакого «до» просто не было. Другая возможность состоит в том, что Большой взрыв был на самом деле Большим отскоком. Сжимающаяся прошлая Вселенная сколлапсировала вплоть до полного ничто (Большое схлопывание), а затем отразилась и вновь стала расширяться.

*Субатомные частицы — это не частицы
(или волны), а струны, которые колеблются
в 10 измерениях — так говорит теория*

Существует ли Мультиверс?

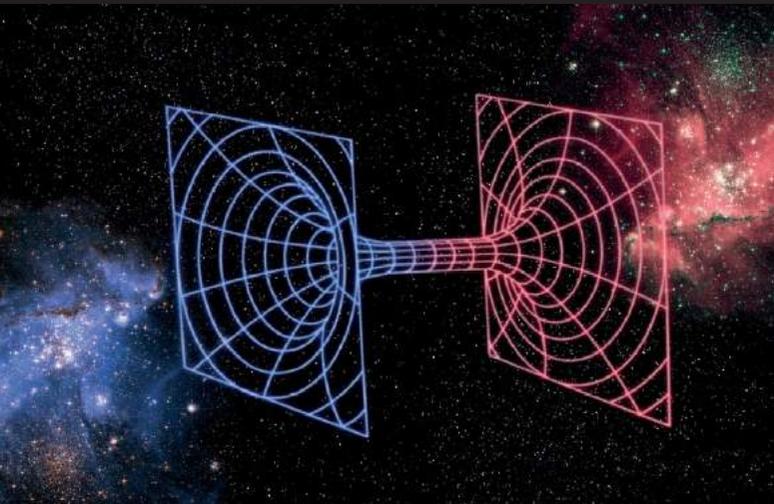
Как трехмерные существа, мы воспринимаем изменения, происходящие в следующем (четвертом) измерении, как непрерывно меняющиеся кадры в трех измерениях, которые мы способны видеть. Это называется ходом времени. Представьте себе, что наряду с длиной (продолжительностью) время также имело бы ширину. Возможно, это позволило бы лучше описывать разветвления, бифуркации, альтернативные возможности. Воспринимая четвертое измерение как протекание времени, мы забываем об этом пятом измерении, этих альтернативных настоящих, прошлых и будущих, которые ответвляются от нашей единственной линии времени. Если каждое событие имеет более одного исхода — два или более ветвления на линии времени, — тогда уже скоро мы получим огромное число альтернативных вселенных. В них действуют одни и те же законы физики, вот только масса и энергия занимают в них другое квантовое состояние. Что это: лишь возможные реальности или они действительно существуют наряду с нашей Вселенной? И может ли информация проходить из одной вселенной в другую? Если да, то, возможно, когда-нибудь мы найдем ответ на этот вопрос.



Альтернативный взгляд состоит в том, что дочерние вселенные отпочковываются от родительской, когда та в полной мере расширится. Согласно некоторым теориям, низкая плотность энергии, порождаемая Большим разрывом, напоминает условия, которые требуются для Большого взрыва

Существует ли гравитация?

Набор субатомных частиц, составляющих Вселенную, подчиняется Стандартной модели. Одно семейство частиц называется бозонами. Их роль состоит в том, чтобы переносить энергию между другими частицами, порождая то, что мы измеряем как силы, действующие между массами, отталкивающие или притягивающие их. Бозон электромагнетизма — это фотон, глюоны переносят сильное взаимодействие, а бозоны, обозначаемые W и Z , стоят за слабым взаимодействием. Было предложено называть гравитоном бозон, который переносит гравитацию. Гравитация не охватывается Стандартной моделью. Считается, что она должна как-то учитываться, но мы не знаем как. Вселенная может быть заполнена гравитонами, и если мы обнаружим один из них, то сможем открыть, как работает эта сила. Однако гравитация — очень слаба сравнительно с другими силами, и потому обнаружить воздействие этих крошечных бозонов до сих пор не удается.



Сможем ли мы путешествовать к звездам?

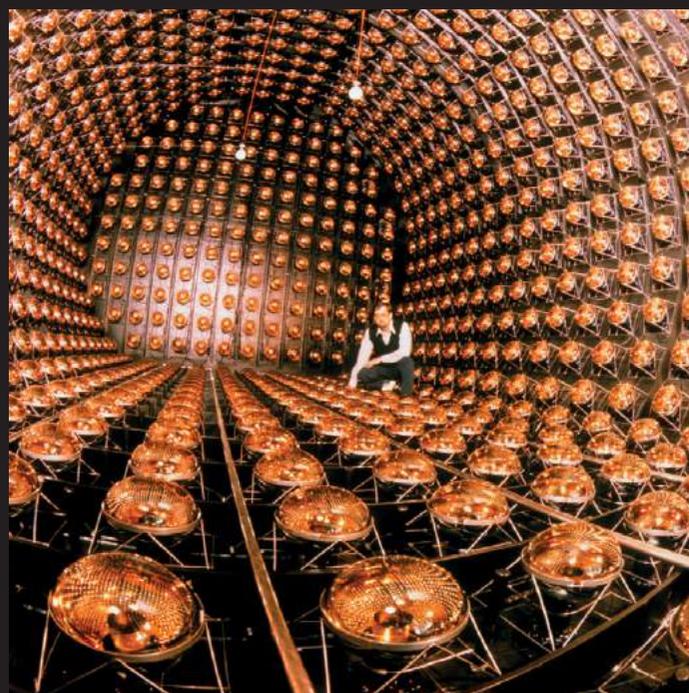
Ближайшая звезда находится чуть более чем в четырех световых годах от нас. Наши ракеты способны развивать примерно одну 4000-тысячную от скорости света, так что это будет долгое путешествие. Только путь туда равнялся бы по продолжительности всей письменной истории человечества. (Надо поторопиться со сборами.) Существуют идеи более быстрых и долговечных двигателей, способных разогнать

звездолет до значительно больших скоростей, но и они могут сократить тысячелетнее путешествие лишь до столетий. При этом ближайшая звезда — это скучный красный карлик. Чтобы достичь чего-нибудь интересного, понадобится лететь в десятки, сотни, даже тысячи раз дальше. Однако гипотетически возможны путешествия без движения. Масса искривляет пространство-время. Если каким-то способом свернуть саму ткань пространства Вселенной в «кратовую нору» так, чтобы на одном ее конце была цель путешествия, а на другом — точка старта, то можно будет забраться очень далеко. Однако гравитация в таком пространстве была бы столь сильной, что ваши ноги уже оказались бы на другом краю Галактики, пока голова еще проходит паспортный контроль. Это немного неприятно.

«Кратовая нора» может быть черной дырой с выходом на другом конце

Где все эти нейтрино?

Термоядерная реакция, выжимающая энергию из атомов внутри Солнца, также приводит к высвобождению маленьких скромных частиц, называемых нейтрино. Наше Солнце, как и любая звезда, изливает невероятные миллиарды этих частиц каждую секунду. Вселенная должна быть сегодня просто переполнена нейтрино. Но требуются огромные усилия, чтобы поймать хотя бы одно из них. Проблема в том, что нейтрино почти никак не проявляются — научный термин: «слабо взаимодействуют». Они насквозь проходят через всю Землю и прямо сейчас пролетают сквозь вас. Тем не менее физики могут их детектировать: для этого надо заполнить шахту тяжелой водой и ждать. Большинство нейтрино пролетают емкость насквозь, но очень редко одно из них сталкивается с ядром атома в молекуле воды и вызывает крошечную вспышку. Знаменитым результатом работы детекторов стала регистрация нейтрино, пришедших от сверхновой в 1987 году. Умиравшая звезда испустила 10^{58} этих частиц. Наши ученые поймали 24 штуки. Исследования продолжаются.



Нейтринный детектор окружен рядами датчиков, которые ждут вспышки от проходящей частицы. Детекторы размещены под землей, чтобы защититься от помех, вызываемых космическими лучами

Великие астрономы

Главная работа астронома — наблюдения с помощью телескопа, или радиоантенны, или просто невооруженным глазом — однако великие астрономы идут дальше этого. Они должны суметь интерпретировать свои наблюдения с тем, чтобы извлечь из наблюдаемых удаленных источников глубокие знания о Вселенной или обнаружить существование невидимых объектов. Что же помогает им этого добиться? Обратимся к биографиям величайших астрономов.

Фридрих Бессель

Родился:	22 июля 1784 года
Родина:	Мюнхен, Бранденбург (ныне Германия)
Умер:	17 марта 1846 года
Значение:	Измерил расстояние до звезд по их параллаксам



Свою карьеру Бессель начал стажером в финансовом отделе судоходной компании. Вскоре он стал бесценным сотрудником благодаря своей способности рассчитывать маршруты для грузов. Когда же он направил свои таланты на небесную сферу и применил их к движению кометы Галлея, то заслужил

скромную позицию в обсерватории рядом с Бременом. На тот момент ему было всего 16 лет. Десять лет спустя он стал директором Прусской королевской обсерватории в Кёнигсберге (ныне Калининград, Россия). Именно в этом балтийском городе много лет спустя он стал одним из первых, кто измерил звездный параллакс и показал, что расстояния до звезд составляют световые годы.

Аристотель

Родился:	384 год до н.э.
Родина:	Стагир, Греция
Умер:	322 год до н.э.
Значение:	Наиболее влиятельная фигура в ранней западной науке

Сын царского врача, Аристотель был выходцем из македонской аристократии. Как и подобает человеку его статуса, он завершил свое образование в Афинах, став учеником Платона. Наследие Аристотеля превзошло труды его учителя, как и всех прочих греческих философов. Его легко можно считать препятствием на пути научной мысли, так много ошибок он совершил. Тем не менее работы Аристотеля в области поэзии, логики, метафизики, языкознания и биологии почти на две тысячи лет стали пищей для размышления интеллектуалов на огромной территории от Туркменистана до Ирландии.



Ханс Бете

Родился:	2 июля 1906 года
Родина:	Страсбург, Германия (ныне Франция)
Умер:	6 марта 2005 года
Значение:	Объяснил солнечные термоядерные реакции

Еврейское происхождение Ханса Бете заставило его покинуть Германию в 1933 году. После пары лет, проведенных в английских колледжах, он перешел в Корнельский университет в штате Нью-Йорк. Именно здесь в 1939 году он с коллегами разобрался в механизме солнечных термоядерных реакций. В ходе войны, сообразуясь с нуждами времени, Бете в числе многих великих умов занимался освоением энергии атомного распада. После корейской войны, поставившей мир на грань ядерного конфликта, Бете возглавлял проект по созданию водородной бомбы, которая использовала термоядерную энергию осуществления самых мощных взрывов в истории.



Аристарх

Родился:	ок. 310 года до н.э.
Родина:	?
Умер:	ок. 230 года до н.э.
Значение:	Первым сравнил расстояния от Земли до Луны и Солнца

Аристарх Самосский был первым ученым, на которого сослался Николай Коперник в своем описании гелиоцентрической системы с движущейся Землей. Коперник, должно быть, вдохновлялся работой грека по сравнению расстояний до Луны и Солнца. Мы знаем об этом сегодня во многом благодаря польскому ученому XVI века, чья ссылка служит одним из немногих доказательств существования Аристарха. Современники практически игнорировали его. Архимед, который был почти на 30 лет младше, в числе немногих обратил внимание на его астрономические исследования. Предполагается, что, живя в Александрии, Аристарх учился у Стратона Лампсакийского, который обучал там царских детей, а затем отправился в лицей Аристотеля в Афинах.

Тихо Браге

Родился:	14 декабря 1546 года
Родина:	замок Кнудstrup, Сконе, Дания
Умер:	24 октября 1601 года
Значение:	Последний великий астроном дотелескопной эпохи

Тихо, как его обычно называли, обладал огромным унаследованным богатством; в какой-то момент оно составляло 1% от всего имущества Датского королевства. Во время учебы в университете нос Тихо пострадал в ходе дуэльного спора о правильности математической формулы. До конца своих дней он носил золотой протез, закрывающий отверстие. Тихо утверждал, что у него жил ручной лось. Но когда его попросили показать животное, он заявил, что тот погиб, упав с лестницы в пьяном виде. Сам Тихо умер от воспаления почек, поскольку согласно этикету не мог отойти в туалет во время королевского обеда в Праге.



Джоселин Белл Бёрнелл

Родилась:	15 июля 1943 года
Родина:	Белфаст, Северная Ирландия
Умерла:	—
Значение:	Соавтор открытия пульсаров

Белл Бёрнелл, в те времена еще просто Белл, сделала свое открытие пульсаров, еще готовясь к получению докторской степени в Кембриджском университете. Она тесно сотрудничала с Энтони Хьюишем в настройке радиотелескопа, и именно ее анализ данных привел к открытию. Но, когда Хьюиш получил Нобелевскую премию в 1974 году, Белл Бёрнелл не была удостоена награды (так обычно обходились тогда со студентами). Однако ее достижение всеми признавалось, и она сделала блистательную международную академическую карьеру. В 2007 году королева Великобритании присвоила ей титул Дамы Джоселин.



Майк Браун

Родился:	5 июля 1965 года
Родина:	Хантсвилл, Алабама, США
Умер:	—
Значение:	Охотник за карликовыми планетами

Возможно, это имя еще и не блистает в астрономическом зале славы, но Майк Браун возглавляет большую работу по поиску транснептуновых объектов (ТНО) и обнаружил их больше, чем кто-либо другой. ТНО — это все, что крутится за орбитой последней планеты, включая Плутон, объекты пояса Койпера и то, что находится за ним. За 10 лет команда Брауна засекла 14 ТНО, включая Эриду, самую большую карликовую планету, и Седну, считающуюся первым объектом, найденным в облаке Оорта. Работа Брауна непосредственно привела к переклассификации Плутона в 2006 году.



Жорж-Луи Леклерк де Бюффон

Родился:	7 сентября 1707 года
Родина:	Монбар, Франция
Умер:	16 апреля 1788 года
Значение:	Дал первую научную оценку возраста Земли



Жорж-Луи Леклерк, граф де Бюффон, был своего рода ученым-энциклопедистом.

За 100 лет до Дарвина его занимала идея специализации и эволюции, он применил математический анализ к теории вероятности, а попутно следил за ботаническим садом французского короля. От рождения титула он не имел, но унаследовал состояние своего бездетного крестного. После веселых походов по всей Европе он вернулся во Францию, сам добавил к имени «де Бюффон» (графом он стал только в 1773 году) и стал подавать себя как парижского джентльмена-ученого.

Галилео Галилей

Родился:	15 февраля 1564 года
Место рождения:	Пиза, Италия
Умер:	8 января 1642 года
Значение:	Первым применил телескоп в астрономии



Он известен как астроном и физик, а также один из тех, кто первым применил в своих исследованиях математику. Будучи сыном теоретика музыки, Галилей выбрал карьеру ученого, но все время высматривал возможности для бизнеса — его семья постоянно нуждалась в деньгах. Телескоп как раз и был одним из средств быстрого

обогащения, принесшим ему значительный доход. Однако описание Вселенной, какой он увидел ее в телескоп, привело его к конфликту с церковью, и, чтобы избежать тюрьмы и сохранить свой доход, Галилей был вынужден отречься от теории о вращении Земли вокруг Солнца.

Уильям Гилберт

Родился:	24 мая 1544 года
Место рождения:	Колчестр, Эссекс, Англия
Умер:	10 декабря (30 ноября по старому стилю) 1603 года
Значение:	Открыл магнитное поле Земли



Работа Гилберта по магнетизму, вышедшая до Ньютона, но после Коперника, показала, каким может быть источник невидимых сил, приводящих в движение небеса. Однако у Гилберта имелись и другие заботы. Врач по образованию, он исполнял обязанности королевского лекаря Елизаветы I вплоть до ее смерти

в 1603 году, а потом отвечал за здоровье ее преемника Якова I, первого короля Англии и Шотландии. История Великобритании могла тогда повернуться иначе. Несколько месяцев спустя Гилберт сам умер от чумы, но не допустил гибели нового монарха-объединителя.

Гиппарх

Родился:	?
Место рождения:	Никея, Вифиния (ныне Изник, Турция)
Умер:	после 127 года до н.э.
Значение:	Создал тригонометрию



Гиппарх развивал науку, которая стала тригонометрией. Она требовалась для объяснения движений небесных тел, которые он наблюдал. Большую часть своей жизни Гиппарх провел на эгейском острове Родосе (находящемся у берегов Турции, но принадлежащем Греции). Он догадывался, что планеты

обращаются вокруг Солнца, и первым рассчитал их движение. Однако результаты говорили о том, что планеты движутся не по идеальным окружностям, из-за чего Гиппарх отказался от этой идеи как от явно неверной: Вселенная считалась совершенной, а значит, и движения в ней должны быть такими же.

Эдмунд Галлей

Родился:	8 ноября 1656 года
Место рождения:	Шордитч (ныне Лондон), Англия
Умер:	14 января 1742 года
Значение:	Доказал, что кометы движутся по орбитам



Эдмунд Галлей известен прежде всего своим предсказанием возвращения кометы, названной в его честь. Это стало доказательством того, что вокруг Солнца обращаются не только планеты. Но то был не единственный его вклад в науку.

С 1676 по 1678 год он путешествовал по южной Атлантике и составил первую точную карту южного неба. В пути он также вел измерения магнитного поля Земли, особое внимание уделяя его направлению. Составленная Галлеем схема должна была помочь морякам определять долготу. В 1720 году он стал вторым британским королевским астрономом.

Роберт Годдард

Родился:	3 октября 1882 года
Место рождения:	Уорчестр, Массачусетс, США
Умер:	10 августа 1945 года
Значение:	Изобрел ракету на жидком топливе



Годдард — национальный герой Соединенных Штатов. Достаточно сказать, что его именем назван центр космических полетов NASA. Но это не помешало его семье в 1951 году подать иск против правительства за нарушение патента. Военные ракеты, созданные учеными из бывшей нацистской Германии, имели много

общего с ранними разработками Годдарда. Это признавал он сам, инспектируя захваченные «Фау-2» в 1945 году, за несколько месяцев до своей смерти. Скандал с патентом длился почти 10 лет, в течение которых покойный Годдард был всячески превозносим, в честь него учредили медаль и назвали космический центр. А в итоге наследники получили миллион долларов — огромные для 1960 года отступные за урегулирование патентного дела.

Уильям Гершель

Родился:	15 ноября 1738 года
Место рождения:	Ганновер (ныне Германия)
Умер:	25 августа 1822 года
Значение:	Открыл планету Уран



Отец Уильяма Гершеля был гобоистом в оркестре ганноверской гвардии. Когда Уильям и его брат Якоб подросли, их тоже приняли в оркестр: Уильям играл на гобое. Однако сражение при Хастенбеке (во время которого был сдан Ганновер) отвратило Уильяма от военной карьеры, и он уехал жить в Англию. Он зарабатывал на жизнь как

учитель музыки, пока не стал дирижером в Бате. Там Уильям, как мы знаем сегодня, присоединился к своей сестре Каролине Лукреции, и они сформировали астрономический дуэт, превративший их из пылких любителей в профессионалов на королевской службе.

Христиан Гюйгенс

Родился:	14 апреля 1629 года
Место рождения:	Гаага, Нидерланды
Умер:	8 июля 1695 года
Значение:	Открыл кольца Сатурна



Гюйгенс — один из великих энциклопедистов эпохи Возрождения, известный своими работами по движению маятников и оптике, а также астрономическими открытиями. Он сконструировал первые часы, использовавшие качающийся маятник для хранения точного времени, и был одним из главных сторонников волновой теории

света, которая противостояла корпускулярной теории Ньютона. (В итоге оба они оказались правы.) Гюйгенс также одним из первых среди ученых задумался о возможности жизни вне Земли. Он посчитал воду необходимым условием для жизни и предположил, что пятна, видимые на Юпитере, — это океаны, хотя и замерзшие.

Джованни Доменико Кассини

Родился:	8 июня 1625 года
Родина:	Перинальдо, Республика Генуя (Италия)
Умер:	14 сентября 1712 года
Значение:	Первый директор Парижской обсерватории

Кассини звали Жан-Доминик, но, поскольку его родная Генуя стала впоследствии частью северной Италии, он больше известен как Джованни Доменико Кассини. Будучи приверженцем оккультизма и известным астрологом, что было довольно нетипично для ученых его эпохи, он занимал кафедру в Болонском университете. В 1669 году,



в ходе одного из первых прецедентов утечки мозгов, Кассини был приглашен в Париж королем Людовиком XIV. Когда Король-Солнце приглашает возглавить новую государственную Парижскую обсерваторию, никто не может сказать «нет». Именно там Кассини добился успеха в наблюдениях Сатурна. Просвет между кольцами планеты сегодня носит название щель Кассини.

Иоганн Кеплер

Родился:	27 декабря 1571 года
Место рождения:	Вайль-дер-Штадт, Вюртемберг (ныне Германия)
Умер:	15 ноября 1630 года
Значение:	Обнаружил, что орбиты имеют форму эллипсов

Кеплер был сыном солдата-наемника, который ушел на войну, когда Иоганну было пять лет, и не вернулся (предположительно, погиб в бою). Мальчик жил при трактире своего деда и помогал обслуживать посетителей. Ему удалось получить место в строгом протестантском колледже в Тюбингене с перспективой выучиться на лютеранского священника. Религиозные войны заставили Иоганна уехать в Прагу, где он начал свою карьеру как ассистент слабевшего здоровьем Тихо. Кеплер оставался набожным человеком, но его открытие, согласно которому орбиты планет не являются идеальными кругами, привело к запрету на участие в церковной жизни.



Шарль Мессье

Родился:	26 июня 1730 года
Место рождения:	Бадонвиллер, Франция
Умер:	12 апреля 1817 года
Значение:	Составил каталог незвездных объектов



Несмотря на то что Мессье в юном возрасте потерял отца, ему дали неплохое воспитание в сельской части Франции. Его образованием занимался старший брат, а когда пришло время зарабатывать самостоятельно, Мессье смог получить должность при главном флотском астрономе в Париже.

В его обязанности входило создание карт и помощь в наблюдениях. Он присоединился к многочисленным астрономам, искавшим комету Галлея, возвращение которой было предсказано за 76 лет до того. Его раздражение из-за обнаружения «ложных комет» привело к созданию каталога незвездных объектов, который носит его имя.

Исаак Ньютон

Родился:	25 декабря 1642 года (4 января 1643 года по новому стилю)
Место рождения:	Вулстроп, Линкольншир, Англия
Умер:	20 марта (31 марта) 1727 года
Значение:	Открыл закон всемирного тяготения

Ньютоновские законы движения и тяготения легли в основу современной физики — их оказалось достаточно, чтобы 300 лет спустя проторить дорогу на Луну. И это помимо его работ по оптике и математическому анализу. Отец Исаака не дождал его рождения, а мать уделяла ему мало внимания. Он рос скрытным, эгоистичным и мстительным. Выдуманная история про яблоко случилась якобы, когда он в семейном доме в Линкольншире переживал эпидемию чумы, охватившую города. Ньютон так оберегал свои открытия, что нередко проходили десятки лет, прежде чем он их публиковал.



Николай Коперник

Родился:	19 февраля 1473 года
Родина:	Торунь, Польша
Умер:	24 мая 1543 года
Значение:	Предложил гелиоцентрическую модель мира

Коперник родился в семье торговцев, но после смерти отца заботу о его семье взял на себя дядя, брат его матери, влиятельный епископ. Выучившись в Италии на врача и юриста, Коперник свободно говорил на четырех языках и вслед за старшим братом и сестрой получил пост клирика, который приберег для него дядя Лукас. Дядя также предоставил своему племяннику возможность общаться со многими интеллектуалами того времени, и, возможно, они посоветовали Копернику не начинать публичную дискуссию о гелиоцентризме до смерти дяди.



Урбен Леверье

Родился:	11 марта 1811 года
Место рождения:	Сен-Ло, Франция
Умер:	23 сентября 1877 года
Значение:	Его расчеты привели к открытию Нептуна

Студентом Леверье изучал химию под началом Жозефа Луи Гей-Люссака, однако вскоре переключился на астрономию и позднее получил работу в Парижской обсерватории. Судя по воспоминаниям, он не был всеобщим любимцем: «Я не знаю, действительно ли месье Леверье — самый отвратительный человек во Франции, но я вполне уверен, что его ненавидят больше всех» — так без обиняков отозвался о нем один из коллег. Его непопулярностью можно объяснить, почему ни один из парижских знакомых не стал работать с ним, чтобы подтвердить его открытие Нептуна. Он был вынужден отправить данные за рубеж.



Птолемей

Родился:	Ок. 100 года
Место рождения:	Египет (?)
Умер:	Ок. 170 года
Значение:	Автор звездного каталога «Альмагест»

Клавдий Птолемей был римским гражданином, писавшим по-гречески, то есть на языке интеллектуалов Римской империи — по иронии судьбы языком ученых впоследствии стала латынь. Несмотря на свое имя, он не был правителем Египта, хотя легко может так показаться, поскольку это имя носили многие фараоны из Александрии. Во избежание недоразумений его часто называли Птолемеем Мудрым. Хотя он провел много лет в Александрии, некоторые авторитетные источники говорят, что он был из Верхнего Египта, то есть из южной части страны — «верхняя» и «нижняя» части Египта расположены не так, как можно подумать, глядя на карту.



Оле Рёмер

Родился:	25 сентября 1644 года
Место рождения:	Орхус, Ютландия, Дания
Умер:	23 сентября 1710 года
Значение:	Первый астроном, измеривший скорость света

От рождения его фамилия была Педерсон, но семья поменяла ее на Рёмер в честь родного острова (Ремё), чтобы отличаться от других. Обучаясь в Копенгагене, молодой Рёмер жил с Расмусом Бартолином, выдающимся ученым того времени, который редактировал перед публикацией статьи Тихо Браге, величайшего датского астронома. После недолгого пребывания во Франции, где Рёмер был учителем в королевской семье и работал в Парижской обсерватории, он вернулся домой и сменил направление карьеры, став начальником полиции и математиком при датском королевском суде, а также профессором астрономии в Копенгагенском университете.



Карл Саган

Родился:	9 ноября 1934 года
Место рождения:	Бруклин, Нью-Йорк, США
Умер:	20 декабря 1996 года
Значение:	Разработчик межпланетных зондов и популяризатор



Карл Саган был крупнейшим популяризатором науки своего поколения. Имея за плечами опыт научных исследований и работая в NASA, он стал телеведущим и научным писателем — популяризировал науку и вел кампанию против ядерного оружия. Его научно-популярный сериал «Космос» вышел в эфир в 1980 году и привлек к астрономии и космологии внимание целого поколения. Затем он стал движущей силой проекта SETI по поиску внеземного разума и приложил все силы к тому, чтобы донести до публики, к каким последствиям приведет ядерная война. Именно он придумал термин «ядерная зима», описывающий условия на Земле после такого конфликта.

Леон Фуко

Родился:	18 сентября 1819 года
Место рождения:	Париж, Франция
Умер:	11 февраля 1868 года
Значение:	Наглядно продемонстрировал вращение Земли



Наиболее известен своим знаменитым маятником, украшающим музеи и научные центры по всему миру. Он также усовершенствовал аппаратуру, применявшуюся его соотечественником Ипполитом Физо для измерения скорости света. А ведь все могло сложиться иначе. Фуко предстояло стать врачом, пока непереносимость вида крови не положила конец этим планам. Он обратился к физике, исследовал фотографические процессы, что было передним краем науки в то время, интересовался микроскопией. Наиболее продуктивными стали для Фуко 1850-е годы, наполненные работой по электродинамике, оптике и гироскопам.

Клайд Томбо

Родился:	4 февраля 1906 года
Место рождения:	Стритор, Иллинойс, США
Умер:	17 января 1997 года
Значение:	Открыл Плутон



Фермерское семейство Томбо не могло себе позволить отправить Клайда в колледж, и в юности он сам строил себе телескопы, шлифуя линзы и зеркала по собственным расчетам. Он послал свои чертежи в Лоуэлловскую обсерваторию, и они произвели там такое впечатление, что ему предложили работу. Наряду с Плутон Томбо открыл несколько астероидов. Во время Второй мировой войны он учил навигации в военно-морском колледже. В 1950-х годах он занимался системами наведения ракет, пока не сделал карьеру в качестве профессора астрономии в Университете штата Нью-Мексико.

Эдвин Хаббл

Родился:	20 ноября 1889 года
Место рождения:	Маршфилд, Миссури, США
Умер:	28 сентября 1953 года
Значение:	Открыл расширение Вселенной



Интерес Хаббла к науке и звездам начался с увлечения научной фантастикой, в особенности книгами Жюль Верна, который одним из первых описал космические путешествия. Обучаясь в колледже, Хаббл в равной мере преуспевал в спорте, математике и естественных науках. Он получил стипендию Родса на обучение в Оксфорде, на время отвернулся от науки, предпочтя короткую, но неудачную карьеру юриста. Отслужив во Франции во время Первой мировой войны, Хаббл устроился на работу в обсерваторию Маунт-Вилсон как раз тогда, когда там установили новый телескоп им. Хукера. Этот инструмент обеспечил Хабблу и его коллегам лучшие в мире возможности для наблюдений.

Джон Флемстид

Родился:	19 августа 1646 года
Родина:	Денби, Англия
Умер:	31 декабря 1719 года
Значение:	Первый королевский астроном

В возрасте 19 лет Флемстид написал статью об устройстве астрономического квадранта и его использовании. Десять лет спустя, став клириком — распространенный случай для астрономов-любителей того времени, — Флемстид получил предложение работать в новой Гринвичской обсерватории королевским астрономическим наблюдателем (эту должность обычно называют королевским астрономом).

Флемстид посвятил все свои труды обновлению звездного каталога, утроив число звезд, зафиксированных Тихо. В 1712 году, когда карта была почти закончена, Исаак Ньютон и Эдмунд Галлей украли большую ее часть и напечатали пиратское издание.



Йозеф фон Фраунгофер

Родился:	6 марта 1787 года
Место рождения:	Штраубинг, Бавария (ныне Германия)
Умер:	7 июня 1826 года
Значение:	Создатель спектроскопии



Урожденный Фраунгофер и лишь в конце жизни пожалованный дворянской приставкой «фон», этот баварец осиротел в возрасте 11 лет и был отдан в ученики к стекольщику. В 13 лет юный Йозеф едва не оказался похоронен заживо, когда обрушилось здание мастерской. Спасательными работами руководил курфюрст Баварии Максимилиан, который взял мальчика под свое покровительство и оплатил его дальнейшее образование. Фраунгофер стал искусным мастером по изготовлению линз, а также изобрел способ получения сверхчистого оптического стекла для ахроматических объективов. Все это легло в основу фраунгоферовского спектрометра и других оптических устройств, изменивших облик астрономии.

Джон Харрисон

Родился:	март 1693 года
Место рождения:	Фоулби, Йоркшир, Англия
Умер:	24 марта 1776 года
Значение:	Изобрел морской хронометр для навигации



Джону Харрисону, плотнику из провинциального Йоркшира, ставшему королевским часовых дел мастером, нелегко давался каждый шаг вверх по социальной лестнице Англии XVIII века. Делом всей жизни было для Харрисона получить премию за решение проблемы долготы и таким образом создать

состояние. Но хотя его морские хронометры неоднократно демонстрировали нужную для навигации точность, работу раз за разом отвергали. Его часы имели ход — известную поправку, определяющую, насколько они спешат или отстают, которую следовало учитывать при вычислении долготы. В глазах астрономов, заведовавших премией, это было недостатком.

Фред Хойл

Родился:	24 июня 1915 года
Место рождения:	Бингли, Йоркшир, Англия
Умер:	20 августа 2001 года
Значение:	Соавтор открытия звездного нуклеосинтеза



Фред Хойл был одним из первых популяризаторов крупномасштабной космологической картины Вселенной. Прирожденный оратор, он часто появлялся на радио и телевидении, и сообразно росла известность его самого и его теорий. В родной Англии колорита ему добавляло то, что даже о предметах космического масштаба он вещал с характерным сельским йоркширским выговором. О Хойле также часто упоминают как о противнике теории Большого взрыва. Он предпочитал ей теорию стационарной Вселенной, которую развивал с двумя коллегами, встреченными в ходе монтажа радаров во время Второй мировой войны. Но его основной вклад в науку — объяснение того, как в звездах образуются атомы.

Стивен Хокинг

Родился:	8 января 1942 года
Место рождения:	Оксфорд, Англия
Умер:	—
Значение:	Открыл излучение черных дыр



Заточенный в инвалидном кресле из-за заболевания нервной системы Стивен Хокинг стал почти такой же иконой в научном мире, как и Альберт Эйнштейн: всемирно известный мозг, разговаривающий через компьютер. Вклад Хокинга в астрономию — открытие в 1974 году того факта, что даже черные дыры испускают излучение. Вирту-

альные частицы материи и антиматерии присутствуют повсюду, постоянно возникая и аннигилируя друг с другом. Но у горизонта событий черной дыры эти пары могут разделяться в момент образования так, что одна из частиц улетает от дыры в виде хокинговского излучения.

Карл Шварцшильд

Родился:	9 октября 1873 года
Место рождения:	Франкфурт-на-Майне, Германия
Умер:	11 мая 1916 года
Значение:	Вычислил размеры черной дыры



Шварцшильд был неординарным ребенком. В возрасте 16 лет он опубликовал первую статью по небесной механике, теории движения небесных объектов. К возрасту 23 лет он уже заслужил степень доктора за работы по многомерной геометрии. Как и положено такому таланту, после недолгой работы

в Венской обсерватории Шварцшильд получил пост директора обсерватории в Гёттингене, который когда-то занимал Карл Гаусс. В 1915 году, будучи на восточном фронте Первой мировой войны, Шварцшильд выполнил работу, за которую его помнят сегодня. Тогда же у него развилось аутоиммунное заболевание, от которого через год он скончался.

Фриц Цвикки

Родился:	14 февраля 1898 года
Место рождения:	Варна, Болгария
Умер:	8 февраля 1974 года
Значение:	Открыл темную материю и ввел термин «сверхновая»



Цвикки был наполовину швейцарец, наполовину чех, родившийся в Болгарии и проживший большую часть времени в Калифорнии. Он женился на дочери богатого сенатора, и деньги жены гарантировали ему спокойную работу Паломарской обсерватории, принадлежащей Калифорнийскому технологическому институту. В 1930-х годах Цвикки установил там один из первых широкоугольных шмидтовских телескопов, используемых для обзоров неба. Он сыграл большую роль в поиске первых сверхновых в других галактиках. Помимо астрономии Цвикки работал над первыми реактивными двигателями и ракетами. Говорят, в одном из экспериментов он первым вывел металлические шарики на околосолнечную орбиту (непреднамеренно).

Артур Эддингтон

Родился:	28 декабря 1882 года
Родина:	Кендал, Англия
Умер:	22 ноября 1944 года
Значение:	Предложил теорию термоядерной энергии звезд



Этот астрофизик сыграл ключевую роль в понимании того, как устроены звезды и как они излучают свет. Он также помог подтвердить правильность теории относительности Эйнштейна (хотя его результаты вызывают споры). В 1919 году физик Людвиг Зильберштейн поздравил Эддингтона с тем, что он один из трех людей, которые пони-

мают теорию относительности Эйнштейна. Под другими двумя Зильберштейн имел в виду себя и, разумеется, Эйнштейна. Эддингтон замаялся, и, когда Зильберштейн предложил ему не скромничать, англичанин объяснил свое молчание: «Я стараюсь понять, кто этот третий человек?»

Константин Циолковский

Родился:	5 сентября (17 сентября по новому стилю) 1867 года
Место рождения:	Ижевское, Рязанская губерния, Россия
Умер:	19 сентября 1935 года
Значение:	Предложил идею космической ракеты

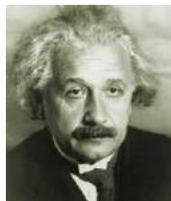


На протяжении большей части жизни Циолковский был глухим из-за перенесенной в 10-летнем возрасте скарлатины. Это усилило его естественную склонность к затворничеству, и он остался дома, обучаясь самостоятельно в основном по книгам из отцовской библиотеки. Он преподавал математику в небольшом городке Боровске к юго-

западу от Москвы, где к нему относились как к чудаку. Долгое время он проводил в уединенных размышлениях, и это отражалось на его работах. Наряду с мечтами о космических кораблях, он также придумал космический лифт — устройство, позволяющее по тросу поднимать людей на орбитальную платформу.

Альберт Эйнштейн

Родился:	14 марта 1879 года
Родина:	Ульм, Германия
Умер:	18 апреля 1955 года
Значение:	Создал теорию относительности



Считается, что Эйнштейн не был по достоинству оценен своими учителями. Это произошло, потому что с раннего возраста он следовал своей собственной интеллектуальной программе. В подростковом возрасте Эйнштейн остался завершать образование в Мюнхене, в то время

как его родители пытались найти работу в Италии. Он не был прилежным учеником. Слабая академическая характеристика мешала ему в начале карьеры вопреки его очевидному таланту. В 1903 году, уже женившись, Эйнштейн наконец получил должность патентного клерка в Берне (Швейцария). Несложная работа оставляла время для труда над своими теориями, которые два года спустя выдвинули его на передний край физической науки.

Субраманьян Чандрасекар

Родился:	19 октября 1910 года
Родина:	Лахор, Индия (ныне Пакистан)
Умер:	21 августа 1995 года
Значение:	Вычислил минимальную массу сверхновой



Его имя навсегда связано с пределом Чандрасекара, минимальной массой, которую должна иметь звезда, чтобы стать сверхновой. Интересно, что имя астронома происходит от санскритского «владелец Луны». До 20 лет Чандрасекар учился в Индии, а затем был приглашен в аспирантуру Кембриджского универ-

ситета. И как раз по пути в Англию он сделал свое замечательное открытие. Чандрасекар получил Нобелевскую премию по физике в 1983 году. В честь него названа орбитальная рентгеновская обсерватория «Чандра», запущенная в 1999 году.

Эратосфен

Родился:	ок. 276 года до н.э.
Родина:	Кирена, Ливия
Умер:	ок. 194 года до н.э.
Значение:	Вычислил размеры Земли



Как главный библиотекарь Великой Александрийской библиотеки, Эратосфен располагал самыми обширными информационными ресурсами, какие только существовали в мире, и он использовал их для своего знаменитого измерения земного шара. Это и другие достижения снискали ему славу основателя географии,

причем термин предложил он сам. Ученый также упоминается как один из первых эгалитаристов (сторонников всеобщего равенства): он критиковал мнение Аристотеля о необходимости сохранять чистоту крови греков и избегать браков с «варварами». Будучи сам выходцем из Северной Африки, Эратосфен, вероятно, не прошел бы у Аристотеля проверку на наследственность.

ПРЕДМЕТНЫЙ И ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

61 Лебеда 51, 54

АAL84001 108
Astronomia Nova 31**В**B2FH 80
Bell X-1 77**С**

COBE, спутник 103

Д

De Magnete 29

И

ICE, зонд 101

МMe-163, самолет 77
MSL 115**Н**NASA 77, 82
NASA 61, 77, 82–5, 88–91, 96,
98–9, 101, 105, 108, 110,
115–16
NEAR, аппарат 112**С**SETI, программа 126, 136
Siderius Nunciatus 33
SN 1572 27
SOHO, космическая
обсерватория 107
SpaceShipOne 99**U**Ursa Major см. Большая
Медведица**W**

WIMP 73

X

X-37 99

ААдамс, Джон 53
«Аджена» 89
адрон 124
азимут 24, 52
Альберт, обезьяна 83
Александр Македонский 22
Александрия 18, 22, 43, 138
Александрийская
библиотека 24, 133
алидада 20, 43
«Альмагест» 22–3
альманах 24, 43
Альтаир 24, 64
альфа Центавра 9
Альфед, Бете и Гамов 78
Амоса, книга 12Анаксимандр Милетский 17
Андромеда 9, 24, 69, 71, 91
антенна 86
антикварк 80
Антикитера 21
антиматерия 80, 103, 124
антинейтрино 102
Аполлон (Греческий бог) 13
«Аполлон»-11 88, 95, 98
«Аполлон»-17 88–9
«Аполлон», проект 88–9,
98, 114
арабские астрономы 24
арабские термины 24
Арес 15
Аристарх Самосский 18, 130
аристотелевская модель
мира 16, 21, 23, 32
Аристотель 16–18, 38–40, 42,
62, 130, 133
Армстронг, Нейл 89
Артемида 13
артиллерия 50, 66, 76
Архимед 130
ас-Суфи 24
астеризм 13
астероид 48, 112, 117, 139
Астероидов пояс 48, 120
астробиолог 7
астрология 14, 43, 132
астролябия 24, 43
астронавт 77, 84–5, 89, 110
Астрономическая единица
8, 51
астрономический квадрант
137
астрономы древнего Египта
11, 22
астрономы древнего Китая
25, 56
астросейсмолог 7
Асуан 18
«Атлантис», космический
челнок 99
Атлантический океан 42
«Атлас», ракета 85
атмосфера 63, 119
атом 17, 49
атомизм 17
аэростат 63, 84**Б**Бааде, Вальтер 73
Багдад 24
Бактерия 108
Байконур, космодром 82, 110
Бартолин, Расмус 135
Бевис, Джон 25
Белл Бёрнелл, Джоселин
87, 131
Белка 83
белый карлик 72, 81, 123
белый свет 57
бензин 70
Бентли, Ричард 78
Бессель, Фридрих 51, 131Бете, Ганс 75, 130
Бетельгейзе 24
Бёрбидж, Джеффри 81
Бёрбидж, Маргарет 81
Близнецы 46, 63
блинк-компаратор 72
Боде, Иоганн 46
Боде, закон 46, 53
бозон 126, 128
Бойль, Роберт 41
боги 7, 11;
отождествление с
планетами 15
Большой Взрыв 78, 80, 86,
103, 105, 109, 123–4, 127
Большой Ковш 12–13
Большая Медведица 12
Большой Пес 13
Браге, Тихо 25, 27, 30, 31, 39,
51, 131, 133, 137, 138
Брадлей, Джеймс 54
Браун, Майк 132
Браун, Вернер фон 76
Браунли, Доналд 111
Бунзен, Роберт 49, 57
«Буран» 99
Бюффон, граф де 45, 132
Бюро долгот 45**В**вавилонские астрономы 11,
14, 20
вакуум 84, 104
Ван Аллена, Пояс 82
Ван Аллен, Джеймс 82
Ван-Ху 60
Вард, Питер 111
«Вега», зонд 101
«великая стена» 9
Великий Аттрактор 100
«Венера»-1 85
«Венера»-3 92
«Венера»-4 92
«Венера»-7 92
«Венера»-9 92
Венера 8, 15, 27, 33, 85, 92,
101, 103, 116, 120;
прохождение 34
фотографии 92;
Венера, богиня 15
Верн, Жоль 60, 136
ветер 50
«Викинг»-1 92
«Викинг»-2 92
Вильсон, Роберт 86
високосный год 22, 29
водород 75, 123;
жидкий 98
Возрождение 133
«Война миров» 58
Вольф, Рудольф 57
воображение 8
«Восток»-1 85
«Восток», программа 84–5
«Вояджер»-1 97
«Вояджер»-2 97, 121«Вояджер», программа 96
вращение 50
времена года 10, 61
время 24, 44, 59, 128, 137
Вселенная,
Аристотелева модель 16;
возраст 9;
идея о 6;
история 7;
конец 127;
меняющаяся 27;
эпохи эволюции 124;
расширяющаяся 71, 78, 109,
100, 127;
происхождение 80, 103,
124, 127;
размер 8
Высота 53, 56
высота 19, 42–4**Г**гаганавт 85
Гагарин, Юрий 85
галактика 68–9;
кластер 9;
типы 125
Галактики центр 91
Галилей 32–4, 37–9, 53, 55–6,
68, 94–5, 134
«Галилео», зонд 106
Галле, Иоганн 53
Галлей, Эдмунд 39, 100, 133
Галлея комета 39, 100–1, 131,
135, 137
гамма-всплески 111
гамма-лучи 87, 97, 119
газы, свойства 41
Гаусс, Карл 48, 138
Гегель, Георг 48
Гей-Люссак, Жозеф Луи 135
гелиоцентризм 18, 23, 26,
32–3, 51, 132, 136
гелиометр 51
гелиопауза 97
гелий 57, 75, 80–1
Генрих Мореплаватель 42
геодезия 41
география 133
геометрия 31
геоцентризм 16, 33, 51
Гермес 15
Герцшпрунг, Эйнар 65
Гершель, Каролина 46, 136
Гершель, Уильям 46, 48, 56,
58, 64, 68, 74, 136
Геспер 15
Гесс, Виктор 63
Гиза, пирамиды 11
Гилберт, Уильям 29, 132
Гленн, Джон 85
глюон 128
гномон 19
гобелен из Байё 39
год, продолжительность 11
Годдард, Роберт 70, 76, 133
горизонт 13, 17горизонт событий 67, 135
Гиппарх 20–4, 61, 64, 132
гравитация 20, 35, 8–9, 53, 63,
66, 72, 75, 78, 96, 107, 109,
112, 117, 119, 123–4, 126,
128–9, 138;
Закон Ньютона 38–9, 65–6;
Теория Аристотеля 32;
гравитационная праща 116;
гравитационный колодец 66
Гравитон 128
Греция, древняя 14
греческий язык 12
Гринвичское среднее время
59
Григорий XIII, Папа 28
Гудрайк, Джон 47
«Гюйгенс», зонд 116
Гюйгенс, Христиан 35, 40–1,
58, 116, 133**Д**Дарвин, Чарльз 131
двигатель внутреннего
сгорания 35
движение 51,
Солнца и Луны 21, 23
уравнения Ньютона 39, 50,
70;
Дезик, собака 83
Деймос 120
дельта Цефея 47
Демокрит 17
Декарт, Рене 40
деферент 21
«Джеммини», проект 88–9
Джотто ди Бондоне 101
«Джотто», зонд 101
динозавр 106
«Дискавери», космический
челнок 99
долгота 20, 36–7, 40, 43–5,
135
Доплера, эффект 71
Доплер, Кристиан 71
дотелескопическая эра 27**Е**Евдокс 14–15
Европа 97
Европейское Космическое
Агентство 110, 116
ересь 26, 33**Ж**

животные в космосе 83

ЗЗах, Франц Ксавьер фон 48
«Заря» 110
затмение 11, 14–15, 17, 122;
солнечное 57, 67
Заяц 13
звезда 8, 20, 65;
белые карлики 65, 72,
81, 123

- гиганты 65;
главная
последовательность 65;
голубые 65;
движение 15;
долгота 20, 36–7, 40, 43–5, 135
рождение 123;
карлики 65;
красные 65;
координаты 20;
коричневые карлики 65;
расстояние до 47, 51;
сверхгиганты 65;
смерть 72, 102, 125;
ядро 75, 81;
звездная величина 20, 64–5
звуковой барьер 70, 77
Зевс 12–13, 15
Земля 120;
возраст 45;
вращение 37, 44, 55;
жизнь на 111;
измерение 8, 18–19, 39;
место во Вселенной 14;
ось 20, 61;
полярная окружность 40;
расстояние от 8–9;
форма 17–18, 40
экваториальная
окружность 40;
ядро 29;
зенит 24
Зильберштейн, Людвиг 138
зодиак 14, 20, 39, 48
зонд 89, 92, 96–7, 100, 108
- И**
Ибн-ал-Хайсам 24
измерение 66, 128
измерения,
астрономические 8
изотоп 75
Индия 17
инерция 55
инквизиция 33
инопланетная жизнь 58, 87,
108, 111, 126
инфракрасный 75, 119
Ио 37
ион 63
исследование космоса 83
- Й**
Йегер, Чак 77
- К**
календарь 11, 22, 28–9
камера-обскура 56
Канадское космическое
агентство 110
Каналы, марсианские 58
Каптейн, Якобус 68
карликовая планета 116–17
картографирование 36, 40
Кассини, щель 134
Кассини, Жак 40
Кассини, Джованни
Доменико 40, 58, 116, 132
Каталоги, звездные 6, 20, 23
- квантовая физика 74
кварк 80, 124
квинтэссенция 16
Келус 15
Кельвин, Лорд 75
Кеплера каталог 134
Кеплер, Иоганн 30–1, 34,
37–9, 134
«Кеплер», космический
телескоп 117
кибла 24
Кирхгоф, Густав 49, 57
кислород, жидкий 70
Кито 41
Киттинджер, Джо 84
Клавий, Христофор 29
Клеопатра 23
климат 56
Койпер, Герард 113
Койпера пояс 113, 116–17,
131
колебания 55
«Колумбия», космический
челнок 99
комета 25, 39, 47, 100, 101,
106, 111–113
комета Шумейкеров —
Леви-9 106
компас 11, 29, 42
компьютер,
астрономический 21
конические сечения 31
«Констеллейшн», проект 115
Коперник, Николай 26, 34, 55,
62, 95, 130, 132, 134
корабельные часы см.
морской хронометр 45
Кориолис, Гаспар-Гюстав 50
Кориолиса эффект 50
Королев, Сергей 76, 82
Королевская обсерватория,
Гринвич 37, 133
Королевский астроном 37,
46, 133
корона, солнечная 107
Космическая Гонка 82, 85, 88
космические лучи 63, 82, 73
«Космическая транспортная
система» 98
космические полеты 60,
83, 99
космические роботы 110
космические станции 60,
90–1
космический лифт 139
космический
микроволновый фон 86
космический туризм 110
космолог 7
космонавт 84
Крабовидная туманность
25, 47
Кронос 15
красное смещение 71, 100,
109
красный карлик 129
«кротовая нора» 129
Кукулькан 11
- Л**
Лагранжа, точка 107
Лайка 83
Лакайль, Никола Луи де 41
Лансберг, Филипп ван 34
Лаплас, Пьер Симон 66–7
Лапландия 41
Лебедь 13, 51
Леверье, Урбен 53, 137
Леви, Дэвид 106
«Левиафан», телескоп 52,
68–9
Левитт, Генриетта 47
Летний Треугольник 13
Ливей, Ян 85
Липперсгей, Ханс 30, 32
Липпиш, Александр 77
Лира 13
Локьер, Норман 57
Лондон 37
Лоуэлл, Констанция 72
Лоуэлл, Персиваль 58, 71–2
Лоуэлловская обсерватория
58, 71–2, 139
Луна 8, 11, 14–15, 21, 33, 120;
вращение 94;
голубая 28;
камни 94–5;
охотничья 28;
поверхность 34, 94
происхождение 95;
расстояние до 21;
урожайная 28;
фазы 17, 28;
«Луна»-2 89
«Луна»-9 89
Лунные моря 94
лунный вездеход 114
лунный модуль 89
лунный свет 12
«Луноход»-1 114
Людвик XV, король
Франции 41
Люцифер 15
- М**
«Магеллан», зонд 103
Магеллановы Облака 69
магнетизм 29, 38, 119
магнит 29
магнитар 97
магнитное поле 82
Майкельсона — Морли
эксперимент 63
Макемаке 117
Маленькие Зеленые
Человечки 87
малый ледниковый период
56
Малый Пес 13
«Маринер»-1 85
«Маринер»-2 85
«Маринер»-9 92
Марс (планета) 15, 31, 58, 92,
108, 115, 120;
вода на 115
жизнь на 108;
исследования 114, 115;
Марс, бог 15
Маскелейн, Невил 46
- масса 66, 109, 118, 124, 128
массивные астрофизические
компактные объекты гало
73
математик 17
математический анализ 35,
131
материя 124
Маундер, Эдвард 56
маундеровский минимум 56
Маунт-Вилсон, обсерватория
69, 136
маятник 55, 136
Международный
астрономический союз 117
Международный
Геофизический Год 82
Международная
Космическая Станция 110
Межпланетный
сцинтилляционный массив
87
Мекка 24
Мексика 11
меридиан 36, 41; Paris 59
Меридиан, Гринвичский 37
Меркурий 15, 85, 116, 120;
прохождение 56
«Меркурий», корабль 83
Меркурий, бог 15
«Меркурий», программа
84, 88
Месопотамия 13, 17
Мессье каталог 47
Мессье, объекты 52, 69
Мессье, Шарль 47, 68, 134
Местная Группа 9, 69, 71, 100
месяц 11
метан 121
метеорит 108
метр 8
микроскоп 30
микроволновые
радиосигналы 86
миля 8
миф 12–13
михраб 24
Млечный Путь 9, 12, 68–9, 73,
91, 100–11, 117, 120, 125
«Мир», станция 91, 110
«Мир»-2, станция 110
морская миля 45
морской хронометр 45, 137
Мультиверс 128
Мур, Патрик 13
- Н**
наблюдения невооруженным
взглядом 27
навигация 6, 29, 36, 42–4, 50
научная фантастика 136
надир 24
невесомость 60, 90–1
нейтрино 75, 129
нейтрон 73, 118
нейтронная звезда 73, 87, 97,
117, 123
Нептун 53, 72, 96–7, 113, 121,
137
Нил, река 11, 19, 22
- Нобелевская премия 130,
132
новая 25, 27, 69
НЛО 126
Ньюкомб, Саймон 61
Ньютон, Исаак 35, 38, 40–1,
49, 52, 55, 74, 78, 109, 134
- О**
Оберт, Герман 76, 105
обсерватория 20, 27
океанические течения 50
Олимпия 19
Оорт, Ян 73, 112
Оорта облако 113, 132
«Оппортьюнити», марсоход
115
орбита 38, 85, 100
орбитальная скорость 60
Орел 13
Орион 13
относительность 16, 53, 62,
66–7, 75, 126, 138
охотники за кометами 113
- П**
Паллада 48
Паломарская обсерватория
138
«Пасфайндер», марсоход 114
парабола 38
парадигма 26, 62
параллакс 27, 51, 131
Парижская обсерватория
36–7, 40, 53, 134–135
парсек 51
Парсонс, Уильям 52
Пасха 28
Пейн, Сесилия 75
Пензиас, Арно 86
Пиаци, Джузеппе 48
Пизанская башня 32
Пикар, Жан 37
«Пионер-11» 96
«Пионер», аппарат 96
«Пионер», программа 107
Пипин, Денис 41
пирамида 11
Пифагор 15, 17
плазма 75, 80, 102
планета 14, 15, 46, 48, 112;
карликовые 72;
обитаемые 117
образование 71;
планет законы движения
30–1, 37
Планета X 72, 113
Платон 14
плутонизм 120
плоская Земля 17
Плутон 12
Плутон 58, 72, 113, 116–17,
132
позитрон 80
Погсон, Норман 64
подзорная труба 30
подсчет пройденного пути
45
«Поклонение волхвов» 101
полдень 18

- полинезийцы 42
 полюс 8
 Полярная звезда 11, 13, 42–3
 полярные сияния 82
 полутень 122
 Полушарие 13, 61
 Полюс небесной сферы,
 Северный 43
 Прага 30
 предсказание 7
 премия за решение
 проблемы долготы 137
 прецессия 20, 61
 прилив 94
 прилунение 88–9, 98
 проводимость воздуха 63
 пространство, геометрия 66
 призма 49
 проблема долготы 44–5
 Проксима Центавра 8–9
 протон 75, 118
 Птолемей, клавдий 22–4,
 36, 138
 пульсар 87, 97, 130
 Пуян 12
- Р**
 равноденствие 11, 20, 28
 радиации 8, 75, 80, 86, 97,
 119, 123
 радиоактивность 119
 радиоволны 86–7, 119, 126
 радиус Земли 21
 радуга 49, 74
 Райт, братья 66
 ракета 70, 76, 82, 88, 91, 98–9,
 35, 139
 ракета Конгрива 60
 ракетное топливо 60, 76–7
 Рассел, Генри 65
 реактивный двигатель 139
 реакции, ядерные 130
 Резерфорд, Эрнест 75
 Резец 41
 «Рейнджер», зонд 89
 рентгеновское излучение
 105, 119
 рефракция 33, 49
 Рёмер, Оле 37, 54, 138
 Ригель 24
 римляне, древние 12
 Риччиоли, Джованни
 Баттиста 50, 95
 ретроградное движение 53
 роботизированный
 планетоход 114
 Родос 20–1, 131
 Рождество 28
 Российское Космическое
 Агентство 110
 Рукав Ориона 9, 120
- С**
 Саган, Карл 126, 138
 «Салют»-1 90
 «Салют»-8 91
 самолет-носитель 99
 Сатурн 34, 96–7, 116, 121, 132;
 кольца 35
 «Сатурн»-V 89, 91
- Сатурн, греческий бог 15
 сверхновая 25, 73, 81, 87, 97,
 102, 109, 120, 123, 125, 129,
 138, 139
 Сверхскопление Девы 9, 69
 свет 8, 33, 49, 62–3, 119;
 пророда 24;
 скорость 8, 37, 54, 62–3,
 129, 134
 световая минута 9
 световое загрязнение 12
 световой год 8, 51, 54, 105
 Северная звезда см.
 Полярная звезда
 Северное полушарие 14
 Северный полюс 41, 43
 Седна 132
 Семь Мудрецов 12
 Секстант 43
 сельское хозяйство 11
 Сернан, Юджин 89
 «С Земли на Луну» 60
 Сиена 19
 сила 118
 сильное взаимодействие
 118, 124, 128
 синее смещение 71
 синтез, термоядерный 75,
 123
 синтез элементов 81
 Сириус 11, 22
 система жизнеобеспечения
 90
 «Скайлэб» 91, 105 SL9 106
 скафандр 84, 89
 Скиапарелли, Джованни 58
 Скорпион 13
 слабое взаимодействие 119,
 128
 Слайфер, Весто 71
 слон 17
 Слоновий остров 19
 Собачья звезда, см. Сириус
 Советская космическая
 программа 90, 92
 «Соджорнер», вездеход 114
 созвездия 12–14, 41–2, 91
 Созиген Александрийский 22
 солнечная масса 80
 Солнечная система 8, 68, 111
 рождение 101, 112, 120
 солнечные пятна 56–7
 солнечные термоядерные
 реакции 131
 солнечный свет 17, 56, 74
 Солнце 11, 14–15, 21, 33, 43,
 50, 74, 106–7, 111, 120;
 ядро 75;
 корона 57;
 расстояние до 18, 21;
 магнитное поле 57;
 наблюдения 56;
 размер 18
 «Союз» 90
 спектр 49, 74
 спектр поглощения 57
 спектрометр 49, 71, 134
 спектроскоп 49
 спектроскопия 57, 68
 «Спирит», марсоход 115
- спутник, искусственный
 60, 82
 «Спутник»-1 82, 84
 «Спутник»-2 83
 «Спутник»-5 83
 Стандартная модель 128
 Стоунхендж 11
 Стратон Лампсакийский 130
 Стрелец 91
 Стрелец А* 91
 Стрелка 83
 Стьернеборг 27
 субатомные частицы 128
 сфера 17, 40
 суперсимметрия 124, 126
 «Сюрейер-1» 89
- Т**
 «таблицы Солнца» 61
 тайконавт 85
 ТАСС 82
 телескоп 32, 52, 134;
 Большой Сорокафутовый
 46;
 Галилея 33;
 Ньютона 35;
 первые 34;
 рефлектор 35, 46;
 рефрактор 33
 Телец 13
 Темза, река 56
 темная материя 73
 темная энергия 109, 127
 тень 18, 122
 теория вероятности 132
 теория всего 126
 теория струн 124
 тепло, 74
 терминатор 17
 термодинамика 75
 термометр 74
 террелла 29
 течения, океанские 42
 Титан 97
 Тито, Денис 110
 Томбо, Клайд 72, 136
 траектория 66
 транснептуновые объекты
 131
 тригонометрия 18, 20, 23, 136
 Тритон 113
 туманность 25, 52, 68–9, 123
 тяжелые элементы 80–1,
 123, 125
- У**
 Уран 15, 46–8, 53, 97, 121
 Ураниборг 27
 ускоритель частиц 80
 ускорение 38–9
 Уэллс, Герберт 58
- Ф**
 Фалес Милетский 11, 29
 Фарсида, провинция 93
 «Фау-1» ракета 76
 спектрометр 49, 71, 134
 Фаулер, Уильям 81
 фейерверк 60
 «Феникс», спускаемый
- аппарат 115
 фермион 126
 физики, законы 16, 118
 Физо, Ипполит 54, 136
 Филолай 15–16
 философ 14, 17
 фильтр 56
 Флемстид, Джон 37, 46, 137
 Фландро, Гэри 96
 Флеминг, Стэнфорд 59
 Фобос 120
 Фосфор (звезда) 15
 фотон 62–3, 124, 128
 Фраунгофер, Йозеф фон 49,
 137
 Фраунгофера линии 49
 «Фридом», космическая
 станция 110
 «Фридом»-7 85
 Фуко, Леон 54–5, 136
 Фуко, маятник 55
- Х**
 Хаббл, Эдвин 69, 71, 109, 136
 «Хаббл», Космический
 телескоп 104–5
 Хаббла, закон 100, 109
 Харон 116
 Харрисон, Джордж 45, 137
 Хаумеа 117
 Хейл, Джордж 57
 Хейл, Эдвард 60
 Хиггса бозон 126
 Хоккинг, Стивен 135
 Хогарт, Уильям 44
 Холмдел, атенна 86
 Хоррокс Джереми 34
 Хойл, Фред 78, 81, 137
 Хукера телескоп 69, 136
 Хьюиш, Энтони 87, 131
 Хэм, шимпанзе 83
- Ц**
 цвет 49, 57, 71, 74
 Цвикки, Фриц 73, 138
 Цельсий, Андерс 41
 центробежная сила 40
 Церера 48, 117
 цефеиды 47, 69
 Цефей 47
 циклотрон 80
 Циолковского формула 60
 Циолковский, Константин
 60, 139
 Цыган, собака 83
- Ч**
 Чако, каньон 25
 «Чандра», орбитальная
 рентгеновская
 обсерватория, 139
 Чандрасекар, Субраманьян
 72, 139
 Чандрасекара предел 72,
 109, 139
 часы 44–5
 часы с маятником 35
 «Челленджер», космический
 челнок 99, 101
 черная дыра 67, 73, 87, 123,
 125, 135
 черный карлик 123
 число 15
 Чичен-Ица 11
 чума 38, 138
- Ш**
 шаттл 91, 98–9, 105, 110
 Швабе, Генрих 56
 Шварцшильда, радиус 67
 Шварцшильд Карл 67, 139
 Шепард, Алан 85
 широта 20, 36, 40, 43
 Шумейкер, Кэролин 106
 Шумейкер, Юджин 106, 112
- Э**
 Эддингтон, Артур 67, 75
 Эйнштейн, Альберт 16, 53,
 62–3, 66–7, 75, 78, 109, 133
 Эквадор 41
 экватор 8, 36, 41, 43
 эквант 23
 эклиптика 14, 24, 61
 «Эксплорер-1» 82
 эксцентрик 21, 23, 26
 электричество 29, 119
 электромагнетизм 119, 128
 электрон 75, 80
 электроскоп 63
 электрослабое
 взаимодействие 124
 элемент,
 искусственный 80;
 классический 16
 эллипс 31, 38
 Эль-Кастильо 11
 Эль Negro, Канарские
 острова 37
 эмиссионный спектр 57
 «Эндевор», космический
 челнок 99
 энергия 75, 118, 124, 128
 «Энтерпрайз», космический
 челнок 99
 эпицикл 21, 23, 26
 Эратосфен 8, 42, 133
 Эрида 117, 131
 эфир 16, 62–3
- Ю**
 Юлий Цезарь 22, 28
 Юнона 48
 Юпитер 15, 33, 96–7, 106, 116,
 12–1, 137;
 луны 33–4, 37, 120
- Я**
 яблоко 38, 134
 ядерная война 138
 ядерная зима 138
 ядерная физика 75
 ядерное оружие 81–2, 87
 Янсен, Захариас 30
 Янсен, Пьер 57
 янтарь 29
 Японское Космическое
 агентство 110

ИЛЛЮСТРАЦИИ

© 2005 **Antikythera Mechanism Research Project** Scientific Data of Fragment A of the Antikythera Mechanism 21 внизу.
Alamy /© Cosmo Condina Mexico 11 сверху; © Ancient Art & Architecture Collection Ltd 11 внизу; © North Wind Picture Archives 20; © The Art Archive 22; © Pictorial Press Ltd 26 сверху; © Mary Evans Picture Library 28 слева; © The Art Archive 28 справа; © The Art Gallery Collection 35 внизу; © World History Archive 36 внизу; © Greg Balfour Evans 37 сверху; © The Art Gallery Collection 39 внизу; © The Art Archive 43 сверху; © Ian M Butterfield (Bristol) 59 внизу; © Keystone Pictures USA 62; © The Art Archive 101 сверху; © The Art Gallery Collection 5; © The Art Gallery Collection 34-35 внизу. **Bradbury and Williams** 8-9, 18, 19, 21, 61, 65, 109, 118-119, 122-123, 124-125. **Corbis** 10; 14; 44 внизу; / Stocktrek Images 12; The Print Collector 13 внизу; Heritage Images 56 внизу; 130 внизу слева; 136 внизу слева; 138 внизу справа. **Getty** Historic Map Works LLC 59 сверху. **NASA** 110; **NASA/ JPL-Caltech** 96 сверху; **NASA/JPL-Caltech/ESA/Harvard-Smithsonian CfA** 68-69; **NASA/JPL-Caltech/UCLA** 2-3. **James Reynolds & Sons** (с. 1850) 7 сверху. **Science Photo Library** endpapers/Frank Zullo 6 слева; SOHO/ESA/NASA 7 внизу; Dr Fred Espanak 17; 19; Royal Astronomical Society 23 сверху; NYPL/Science Source 23 внизу; European Southern Observatory 25; Detlev van Ravenswaay 27; 29 слева; 29 справа; 30; Crawford Library/Royal Observatory, Edinburgh 31 сверху слева; сверху в центре; 32; Royal Astronomical Society 33 внизу; Adam Hart-Davis 34; 35 сверху; Royal Astronomical Society 36 сверху; NYPL/Science Source 37 внизу; American Institute of Physics 38; Royal Astronomical Society 39 в центре; Sheila Terry 40; Science, Industry and Business Library/ New York Public Library 41; 42; Royal Astronomical Society 43 внизу; 44 сверху; Sheila Terry 45; 46 внизу; Maria Platt-Evans 46 сверху; 47 сверху; Royal Astronomical Society 47 внизу; 48 сверху; Science Source 48 внизу; NOAA 50 внизу; Dr Jeremy Burgess 51; David Parker 52; Royal Astronomical Society 53 сверху, 53 внизу, 54, 55; Detlev van Ravenswaay 56 сверху, 57 сверху; Dept. of Physics, Imperial College 57 внизу; Detlev Van Ravenswaay 58 сверху, 58 внизу; RIA Novosti 60 внизу; Library of Congress 61 сверху; 63; Mark Garlick 64; Jon Lomberg 66; Julian Baum 67 сверху; 67 внизу; NASA/ESA/STSCI/H.Ford, JHU 68 в центре справа; Emilio Segre Visual Archives/American Institute of Physics 68 внизу; NASA 70 слева, 70 справа; Royal Astronomical Society 71 внизу; 72; NASA/ESA/STSCI/J.Morse, U.Colorado 73 сверху слева; Stefan Schiessl 73 внизу справа; Claus Lunau 74; Seymour 75; Detlev van Ravenswaay 76,77; Emilio Segre Visual Archives/American Institute of Physics 80 в центре справа, 80 внизу слева; RIA Novosti 82 слева; Jack Finch 82 внизу справа; RIA Novosti 83; US Air Force 84 сверху; NASA 84 внизу; NASA/ JPL 85; Lynette Cook 87; NASA 88 слева, 88 справа, 89 сверху; Philippe Plailly/ Eurelios 89 внизу; NASA 90, 91 сверху; NRAO/AUI/NSF 91 внизу; RIA Novosti 92 сверху; NASA 93 в центре справа; Joe Tucciarone 95 сверху; NASA 95 внизу справа; Christian Darkin 96 внизу; NASA 97; 98; Henning Dalhoff 99 сверху; NASA 99 внизу; Julian Baum 100; European Space Agency 101 внизу; NASA/ESA/STSCI/P.Challis & R.Kirschner, Harvard 102; JPL/NASA 103 сверху, 103 внизу; NASA/CXC/STSCI/JPL-CALTECH 104; NASA 105; Julian Baum 106 сверху; David A. Hardy 106 внизу; Ton Kinsbergen 107; NASA 108 слева, 108 справа; Mike Agliolo 111; Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory 112; Detlev van Ravenswaay 113 сверху; Mark Garlick 113 внизу; Detlev van Ravenswaay

114 слева; NASA/JPL-CALTECH/UNIVERSITY OF ARIZONA/TEXAS A AND M UNIVERSITY 115 сверху; ESA/NASA 116 сверху; Walter Myers 116 внизу; Lynette Cook 117; John Sanford 120 сверху справа; European Space Agency 120 сверху крайний слева; US Geological Survey 120 сверху second from слева; NASA 120 в центре; Kevin A. Horgan 120 в центре second from справа; NASA/ESA/L. Sromovsky, U. Wisc/STSci 121 в центре справа; NASA 121 far справа; Kevin A. Horgan 124 внизу; Richard Kail 126; Mark Garlick 127 сверху; Henning Dalhoff 128; Victor de Schwanberg 129 сверху; Los Alamos National Laboratory 129 внизу; Robin Scagell 130 внизу справа; 131 сверху слева; Sheila Terry 131 сверху справа; Los Alamos National Laboratory 131 внизу слева; NASA 131 внизу справа; New York Public Library Picture Collection 132 сверху слева; 132 сверху справа; American Institute of Physics 132 внизу слева; NYPL/Science Source 132 внизу справа; Library of Congress 133 сверху слева; Sheila Terry 133 сверху справа; US Library of Congress 133 внизу слева; Science Source 133 внизу справа; 134 сверху слева; Sheila Terry 134 сверху справа; Science Source 134 внизу слева; 134 внизу справа; Library of Congress 135 сверху слева; Sheila Terry 135 сверху справа; Science Source 135 внизу слева; James King-Holmes 135 внизу справа; 136 сверху слева; A. Barrington Brown 136 сверху справа; Hale Observatories 136 внизу справа; 137 сверху слева; Royal Astronomical Society 137 сверху справа; Sheila Terry 137 внизу слева; 137 внизу справа; Dr Jeremy Burgess 138 сверху слева; Science Source 138 сверху справа; NYPL/Science Source 138 внизу слева; 139 сверху слева; 139 сверху справа; 139 внизу слева; Emilio Segre Visual Archives/American Institute of Physics 139 внизу справа; NYPL/Science Source 4; RIA Novosti 2-3 background, 4-5 background; NASA 92-93, 114-115; RIA Novosti 60 сверху; Physics Today Collection/American Institute of Physics 86 сверху; Stefan Schiessl 78-79; NASA/CXC/M.WEISS 119. **Thinkstock** 15 внизу; / Photos.com 16; 26 внизу, Photos.com 31 внизу; 49; 94; 95 внизу слева; 121 слева; /Goodshoot 121 сверху; 127 внизу; /Digital Vision 120-121 в центре; /Stockbyte 86-87. **Werner Forman Archive**/British Museum, London 6 справа; Royal Canonry of Premonstratensiens, Strahov, Prague 13 сверху; Private Collection 15 сверху; British Museum, London. **Colin Woodman** 33 сверху, 50, 71 сверху, 81.

БЛАГОДАРНОСТИ

Alamy/ © The Art Gallery Collection. **Corbis**; Corbis/ © Alfredo Dagli Orti; The Art Archive; © Arvind Garg; © Chrisверхуhe Boisvieux; © Flip Schulke; © Francis Dean; © Gianni Dagli Orti; © Greg Smith; Hemis; Heritage Images; © Hoang Van Danh; © Jon Arnold; JAI; © J P Laffont; Sygma; © Kevin Schafer; © Leif Skoogfors; © Leonard de Selva; © Leslie Richard Jacobs; © Lindsay Hebbard; © Mark Rykoff; Michael Ochs; © Michel Setboun; © Pablo Corral Vega; © Paul Souders; © Third Eye Images; © Tim Graham; © Werner Forman; © Xinhua; Heritage Images; National Geographic Society; Ocean; Sygma; The Print Collector. **Science Photo Library**/Allan Morton/Dennis Milon; Babak Tafreshi,Twan; CCI Archives; Daniel Sambras; David Parker; Detlev Van Ravenswaay; Dr Jeremy Burgess; Martin Bond; Mehau Kulyk; NASA; NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Insititution of Washington; NIBSC; RIA Novosti; Royal Astronomical Society; Science Source; Sheila Terry; Simon Fraser; Tek Image; Walt Anderson, Visuals Unlimited.

ХРОНОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ АСТРОНОМИИ

3200–1000 годы до н.э.

Астрономия

Ок. 3000 года до н.э.

Шумеры составляют каталог ярчайших звезд и вводят первые зодиакальные созвездия.

2550–2490 годы до н.э.

Египтяне строят **пирамиды в Гизе**, вероятно, отражающие положения звезд.

2296 год до н.э.

Китайские астрономы оставляют первую сохранившуюся **запись о наблюдении кометы**.



Пирамида Хеопса в Гизе

2137 год до н.э.

Китайские хроники сообщают о солнечном затмении.

Ок. 2000 года до н.э.

Лунный и солнечный календари появляются в Египте и Месопотамии.

Вавилоняне используют шестидесятеричную систему счисления, до сих пор применяемую для времени и углов.

Не позже 2000 года до н.э.

В Англии построен **Стоунхендж** для слежения за равноденствиями.

Наука и изобретения

Ок. 3200 года до н.э.

Возникают первые **полноценные системы письменности** — египетские иероглифы и шумерская клинопись. Среди иероглифов появляются числа.

В Шумере изобретается **колесо**.

Ок. 3500 года до н.э.

В Египте разрабатывается **технология мумифицирования**.

2500 года до н.э.

Изобретается **абак**.

Ок. 2300 года до н.э.

В Лотхале, в долине Инда, строится **древнейший известный док**.



Шумерское колесо



Дворец в Кноссе

2066 год до н.э.

В Египте разрабатывается **новая технология глазури**.

Мировые события

3000 год до н.э.

Царства Верхнего и Нижнего Египта объединяются царем Менесом.

Бронзовый колоколовидный кубок

2800 год до н.э.

В Европе расцветает относящаяся к границе **неолита и бронзового века**



традиция колоколовидных кубков, для которой характерна определенная форма бронзовой посуды.

2600 год до н.э.

Расцвет **цивилизации долины Инда** в северо-западе Индии и Пакистана

с большими городами и развитой системой канализации.

2500 год до н.э.

Достигает расцвета **шумерская цивилизация** на Ближнем Востоке.

2000 год до н.э.

Заселение Азии и Европы народами, говорящими на **индоевропейских языках**.

Инуиты первыми селятся в Арктике.

Культура

3761 год до н.э.

С этой даты начинается **еврейский календарь**, ведущий счет лет от сотворения мира.

3100 год до н.э.

По преданию, возрождается **бог Кришна** и начинаются события, описанные в индустском эпосе «Махабхарата».

3000 год до н.э.

Оформляется древнеегипетская религия. В ней считается, что Солнце по



Бог Кришна

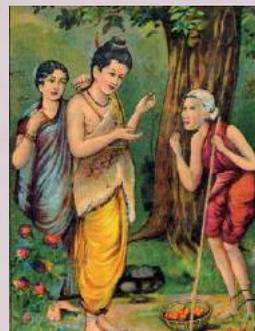
ночам спускается в подземный мир.

К 2184 году до н.э.

Закрепляется мистическая система с **12 китскими зодиакальными символами** и 5 элементами.

2040 год до н.э.

Условная дата рождения **принца Рамы**, героя индустского эпоса «Рамаяна».



Принц Рама

Ок. 2000–1500 годов до н.э.

Минойцы на Крите поклоняются в основном богиням.

1000–40 годы до н.э.

1600–1400 годы до н.э.

В Дании создается старейшая в Европе звездная карта — **Солнечная повозка**.



Солнечная повозка

1450 год до н.э.

Солнечные часы используются в Древнем Египте.

1400 год до н.э.

Египтяне вводят 365-дневный год.



Стоунхендж

763 год до н.э.

Солнечное затмение отмечается в вавилонских хрониках.



Вавилонские астрономы

585 год до н.э.

Фалес Милетский использует данные наблюдений для предсказания солнечного затмения.

580 год до н.э.

Греческий философ **Анаксимандр** предполагает, что Земля — это цилиндр, плывущий в пространстве.

440 год до н.э.

Левкипп предполагает, что Вселенная состоит из отдельных атомов.



Левкипп

Вания, дающая более ярко окрашенную керамику.

Ок. 2000 года до н.э.

Водопроводная вода подается в **Кносский дворец** на острове Крит.

В Перу возделывается **хлопок**.

Стандартные учебники используются в египетских школах, где учатся царские отпрыски.

1200 года до н.э.

У хеттов в Азии начинается **железный век**.

1000 год до н.э.

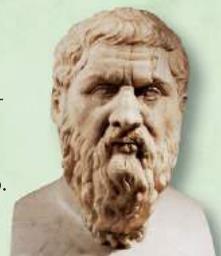
Ручки используются в Китае для каллиграфии.

876 год до н.э.

Индийские математики используют понятие нуля как числа.

Ок. 600 года до н.э.

Согласно Геродоту, **финикийцы** впервые обходят Африку по морю.



Платон



1600 год до н.э.

В Китае воцаряется **династия Шан**, при которой развивается обработка бронзы и письменность.

Бронзовая маска эпохи династии Шан

Ок. 2000 года до н.э.

Создается **шумерский эпос «Гильгамеш»**, один из древнейших сохранившихся текстов.

Ок. 1850 года до н.э.

Состоятельных египтян хоронят со статуэтками «ушебти», изображающими слуг, которые будут окружать умершего в загробной жизни.

Ок. 1600 года до н.э.

Гадательные кости распространяются в Китае в эпоху династии Шан.

Ок. 1350 года до н.э.

В Египте **фараон Эхнатон** вводит культ единого бога Атона вместо прежнего пантеона.

Ок. 1200 года до н.э.

В Греции появляется **Дельфийский оракул**. Греческие боги во главе с Зевсом поселяются на Олимпе.



Эхнатон

Основывается **зороастризм**.

814 год до н.э.

Город **Карфаген** основывается финикийцами на севере Африки.

597 год до н.э.

Вавилонский царь **Навуходоносор II** покоряет Иудею и переселяет евреев в Вавилон.

521–486 годы до н.э.

Дарий Великий правит огромной Персидской империей.



Статуэтка культуры Нок

509 год до н.э.

Римское царство становится республикой.

Ок. 500 года до н.э.

В Нигерии процветает **культура Нок**.

Ок. 478 года до н.э.

Афины становятся одним из ведущих греческих городов-государств.

961–924 годы до н.э.

Правление царя Соломона в Израиле. Он строит первый храм в Иерусалиме.

Ок. 770 года до н.э.

«**Сто школ мысли**» в Китае, золотой век философии.

Ок. 604–532 годов до н.э.

Годы жизни **Лао Цзы**, создателя даосизма в Китае.

Ок. 563–483 годов до н.э.

Годы жизни основателя буддизма, индийского принца **Гаутамы Сиддхартхи**.

Ок. 551–479 годов до н.э.

Годы жизни **Конфуция**, чья философия стала основой для государственного управления и социального



Гаутама Сиддхартха

400 год до н.э.

Евдокс описывает небесную сферу.

350 год до н.э.

Платон и **Аристотель** помещают Землю в центр Вселенной.**Аристотель** предполагает, что Земля и другие небесные тела имеют круглую форму.

270 год до н.э.

Аристарх возражает против геоцентрической модели Платона и предлагает гелиоцентрическую теорию с Солнцем в центре планетной системы. Однако его идеи по большей части игнорируются.

240 год до н.э.

Появление **кометы Галлея** впервые регистрируется в Китае.

Не позже 194 года до н.э.

Эратосфен вычисляет размеры Земли по высоте Солнца.

150 год до н.э.

Гиппарх изобретает **астролябю**.

Гиппарх

Не позже 120 года до н.э.

Гиппарх вводит долготы и широты на небе; он также обнаруживает колебания земной оси.

65 год до н.э.

Создан **Антикитерский механизм** для предсказания движений небесных тел.

46 год до н.э.

Юлий Цезарь реформирует римское летоисчисление, введя юлианский календарь, который лежит в основе современного.

990 год

Аль-Бируни вычисляет окружность Земли, используя измерения, сделанные на вершине горы в Индии.

1054 год

Китайские астрономы наблюдают сверхновую, породившую Крабовидную туманность.

1543 год

Коперник публикует подробности своей **гелиоцентри-**

595 год

Появляется **индийско-арабская система записи чисел**, которая сегодня используется во всем мире.

1088 год

Шэнь Ко пишет книгу «Записки о ручье снов», излагающую китайские знания, в частности о магнитном компасе и наборном печатном станке.

700–1200 годы

Золотой век арабской культуры с центрами в Багдаде и Кордобе (Испания).

1066 год

Норманское завоевание

Битва при Гастингсе (Англия)

30 год

Распят **Иисус Христос**.

570–632 годы

Годы жизни **Мухаммеда**, основателя исламской религии.**XII столетие**В Камбодже возводится храм **Ангкор Ват**.

1452–1519 годы

Годы жизни художника, ученого и мистика **Леонардо да Винчи**.

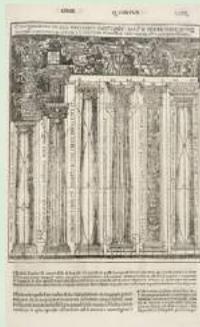
Ок. 500–200 годов до н.э.

Великие древнегреческие мыслители, такие как **Платон**, **Евклид**, **Аристотель** и **Архимед**, добиваются значительного прогресса в науке, в частности в математике.

Ок. 100 года до н.э.

В Южной Америке возделывается **шоколадное дерево** (какао).

90–20 годы до н.э.

Годы жизни **римского инженера Витрувия**, написавшего 10-томный труд об архитектуре.

Десять книг Витрувия об архитектуре

Ок. 90 года до н.э.

Марк Туллий Тирон предположительно изобретает стенографическую запись, применявшуюся позднее монахами.

48 год до н.э.

Пожар уничтожает **великую Александрийскую библиотеку** в Египте.

336 год до н.э.

Александр Македонский начинает свой завоевательный поход.

218–201 годы до н.э.

В ходе **Второй пунической войны** между Римом и Карфагеном **Ганнибал** проводит армию,

Ганнибал переходит через Альпы

включая слонов, через Альпы в Италию, чтобы атаковать Рим.

Ок. 112 года до н.э.

Между западной Европой и Китаем начинается

торговля вдоль Великого шелкового пути.

Ок. 73–71 годы до н.э.

Гладиатор **Спартак** возглавляет восстание рабов против Рима.

27 год до н.э.

Римская республика превращается в империю под властью **Августа Цезаря**.

поведения в Китае, Японии, Корее и Вьетнаме.

Ок. 400 года до н.э.

Культура майя в Мезоамерике создает сложный ритуальный календарь.

Ок. 350 года до н.э.

Солярные ритуалы и **фигуры ягуаров** — характерные детали ольмекской культуры в Мексике.

298 год до н.э.

Император **Чандрагупта Маурья**, объединитель Индии, оставляет трон и становится джайнистским аскетом.

Ок. 268–231 годов до н.э.

Ашока, император **маурийской Индии**, обращается в буддизм.

Ок. 200 года до н.э.

В Египте создается **Розеттский камень**.**Огромные рисунки** создаются на **плато Наска**, Перу.

Ок. 50 года до н.э.

Магические манускрипты и мистические культы создаются в греко-египетском и греко-римском мирах.

Рисунки на плато Наска

ческой Вселенной, где Земля и планеты обращаются вокруг Солнца.

1570 год

Тихо Браге создает самый подробный для своего времени обзор ночного неба.

1582 год

Григорианский календарь, названный в честь папы Григория XIII,



Небесная сфера Тихо Браге

вводится для корректировки погрешности юлианского календаря.

1600 год

Уильям Гилберт обнаруживает, что у Земли есть собственное магнитное поле.

1608 год

Ханс Липперсей изобретает оптический телескоп из

очковых линз.

1609 год

Законы Кеплера показывают, что планеты движутся по эллипсам, а не по окружностям.

1610 год

Галилей публикует результаты своих наблю-



Галилео Галилей

дений Солнца, Луны и планет в книге «Звездный вестник».

1639 год

Джереми Хоррокс наблюдает прохождение Венеры по диску Солнца, предсказав его на основе законов Кеплера.

1440 год

Иоганн Гутенберг изобретает печатный станок в Европе.

1543 год

Николай Коперник демонстрирует,



Николай Коперник

что Земля обращается вокруг Солнца.

1583 год

Качающаяся люстра в Пизе подталкивает Галилея к формулировке закона, который описывает, как связаны длина маятника и период колебаний.

1591 год

Франсуа Виет ускоряет развитие алгебры, введя буквенные обозначения (x и y), используемые по сей день.

1600 год

Каспар Леман изобретает метод резки стекла.

1611 год

Марк де Доминис дает научное объяснение радуге.

1616 год

Виллеборд Снеллиус открывает закон преломления света.

С.1620 год

Корнелиус Дреббель конструирует и испытывает первый подводный аппарат.

1622 год

Изобретается **логарифмическая линейка**, предтеча современных калькуляторов.

Англии.

Начало XV века

Начинается европейская **эпоха Великих географических открытий**, за которой последовала колонизация земель в Азии, Америке и Африке.

1453 год

Турки-османы завоевывают Константинополь. Вскоре после этого Византийская империя распадается.

1526 год

Бабур, последователь Чингисхана, основывает в Индии империю Великих Моголов.

1536 год

Империи **инков** и **ацтеков** разгромлены Испанией.



Испанская армада

1588 год

Испанская армада разгромлена Англией.

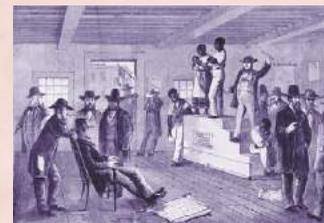
1606 год

Джеймстаун, **первая английская колония** в Северной Америке, основывается **Джоном Смитом**, которого спасла от

смерти индейская «принцесса» Покахонтас.

1619 год

Первые **африканские рабы** доставлены в европейские колонии Северной Америки.



Аукцион рабов

1469–1539 годы

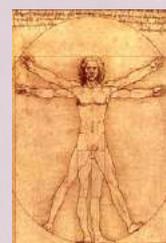
Годы жизни **гуру Нанак**, основателя сикхской религии.

XV столетие

Город **Тимбукту** в Мали становится крупным исламским центром.

1517 год

Мартин Лютер публикует свои «95 тезисов» против коррупции



в Римско-католической церкви и кладет начало протестантской Реформации.

Витрувианский человек да Винчи

1547 год

Французский астролог **Нострадамус** делает свои первые предсказания.

1578 год

Титул **Далай-ламы** (духовного лидера) впервые присваивается буддистскому лидеру Тибета.

XVI столетие

Христианские миссионеры распространяют свое учение в Америке и Азии.

1611 год

В Англии выпускается «**Библия короля Якова**», авторизованный перевод Библии на английский язык.



Вторая пражская дефенестрация (казнь выбрасыванием из окна) стала началом Тридцатилетней войны

1618–1648 годы

Тридцатилетняя война в Центральной Европе — преимущественно религиозный конфликт между католиками и протестантами.

1620 год

Поиски религиозной свободы заставляют **отцов-пилигримов** отправиться в Америку.

1635 год

В Японии создается **управление по надзору за храмами и усыпальницами**.

1638 год

Христианство запрещается в Японии.

1640 год

Джордж Фокс основывает **Общество друзей**, или **квакеров**.

1650–1750 годы

1655 год

Кристиан Гюйгенс предполагает, что странная форма Сатурна связана с кольцами вокруг планеты.

1668 год

Исаак Ньютон демонстрирует Лондонскому Королевскому обществу свою конструкцию зеркального телескопа.



Телескоп-рефлектор Ньютона

1650–1700 годы

Начинается **европейская эпоха Просвещения** — период интеллектуального роста.

1660 год

В Лондоне учреждается **Королевское общество**.

1662 год

Роберт Бойль открывает закон, гласящий, что объем, занимаемый газом, обратно пропорционален газовому давлению.

1655 год

Британия отбивает **Ямайку** у испанцев.

1665 год

Великая чума опустошает Британию.

1666 год

Большой лондонский пожар уничтожает практически весь старый город, но очищает его от чумы.



Великая чума

Ок. 1650 года

Архиепископ Джеймс Ашшер подсчитывает, что сотворение мира произошло в 4004 году до н.э.

1692 год

Суд над ведьмами в Салеме, Массачусетс, США.

XVII столетие

Исаак Ньютон в числе многих других ученых занимается алхимией.

1675 год

В Гринвиче учреждается **Королевская обсерватория**, через которую проводится начальный меридиан для отсчета долгот и всемирного времени.

1676 год

Оле Рёмер измеряет скорость света, используя наблюдения за спутниками Юпитера.

Телескоп-рефлектор Ньютона

1674 год

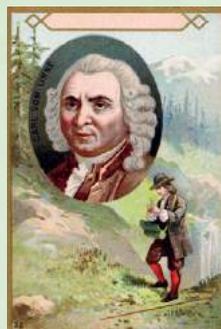
Антони ван Левенгук, используя самодельные линзы, случайно открывает микроорганизмы и закладывает основы микробиологии и бактериологии.

1701 год

Джетро Талл изобретает механическую сеялку, что кладет начало **сельскохозяйственной революции**.

1735 год

Карл Линней разрабатывает первую



общую систему классификации живых организмов, вводя названия родов и видов.

Карл Линней

1727 год

Бразильский **кофе** начинают выращивать в Африке.

Король Агаджи в африканской Дагомее отряд женщин-воинов.

1730 год

В Индии начинает доминировать **Маратхская империя**.

Конец XVII столетия

Научный прогресс снижает доверие к астрологии в Европе.

1618–1648 годы

Годы жизни **Бааля Шем Това**, основателя хасидского движения в иудаизме.

1703–1792 годы

Годы жизни **Мухаммада ибн Абд аль-Ваххаба**, основателя ваххабитского течения в исламе,



Петр Великий

религии современной Саудовской Аравии.

1708 год

Убит десятый и последний сикхский **гуру Гобинд Сингх**.

1721 год

Петр Великий устанавливает государственный контроль над Русской православной церковью.

1750–1850 годы

форму Земли; обнаруживается, что планета сплюснута с полюсов.

1750 год

Никола де Лакайль выполняет детальный обзор южного полушария звездного неба.

1757 год

Появляется **секстант** — новейший навигационный инструмент для определения широты.

1773 год

Морской **хронометр Джона**

Хронометр Джона Харрисона



1750 год

Джозеф Блэк выделяет углекислый газ и показывает, что он присутствует в выдыхаемом воздухе.

1752 год

Бенджамин Франклин запускает змея в грозовое облако и изобретает молниеотвод.

1750 год

В Британии начинается **промышленная революция**.

1775–83 годы

Американская революция и война за независимость.



Сражение при Конкорде, американская революция

1750–1820 годы

Развивается **европейская классическая музыка**.

1751–1765 годы

Дени Дидро публикует во Франции свою знаменитую энциклопедию.

1760 год

В Китае разрушен **замок Шаолинь**.

1768 год

В Лондоне основана **Королевская академия художеств**.

Харрисона признается лучшим средством определения долготы.

1779 год

Граф де Бюффон замеряет, сколько времени остывает железный шар, экстраполирует результаты и получает оценку возраста Земли (75 000 лет).

1781 год

Уильям Гершель открывает шестую планету, которую в итоге называют Ураном.

1764 год

Джеймс Уатт изобретает первый паровой двигатель.

1766 год

Генри Кавендиш выделяет водород; название ему позднее даст **Антуан Лавуазье**.

1771 год

Карл Вильгельм Шлее выделяет кислород, но в качестве отдельного элемента его идентифицирует **Антуан Лавуазье** в 1777 году.

1788 год

Первая **британская колония** в Австралии основана в Ботаническом заливе.

1789 год

Французская революция.

1790 год

Под властью **маньчжурской династии Цин** Китайс-

1770 год

Впервые исполняется **оратория Генделя «Мессия»**.

1771 год

Выходит первое издание **энциклопедии «Британика»**.

1780-е годы

В Вест-Индии оформляется **религия вуду**, приобретающая специ-

1784 год

Шарль Мессье составляет свой каталог астрономических объектов, которые внешне отличаются от звезд.

1784 год

Джон Гудрайк вводит термин «цефеиды» для класса переменных звезд, позднее использованных для определения **межгалактических** расстояний.



Телескоп Гершеля

1789 год

Антуан Лавуазье и другие ученые предлагают систему именования химических соединений и составляют таблицу 33 известных элементов.

Лаборатория Лавуазье

1801 год

Джузеппе Пиаци открывает **Цереру**, первый объект пояса астероидов.

1814 год

Йозеф фон Фраунгофер замечает темные линии в спектре **Солнца** и основывает науку спектроскопию.

1835 год

Гаспар-Гюстав Кориолис описывает кажущуюся силу, вызывающую эффект Кориолиса, благодаря которому вращение Земли отклоняет направление ветров и океанических течений.

1837–1838 годы

Яков Струве и **Фридрих Бессель** используют явление параллакса для измерения расстояний до звезд; Бессель вводит в обраще-



Битва при Ватерлоо

кая империя достигает максимальных размеров с населением вдвое больше, чем во всей Европе.

1804 год

Наполеон Бонапарт становится императором Франции и начинает завоевания в Европе,



Королева Виктория

пока не терпит поражение при Ватерлоо в 1815 году.

1811–1825 годы

Латиноамериканские войны и революции против испанского владычества.

1837 год

Королева Виктория восходит на британский трон.

фические американские черты в Новом Орлеане.

1790-е годы

Второе великое пробуждение (духовный подъем протестантизма в Америке).

1810 год

Открывается первый **храм реформистского иудаизма**.



Обложка книги «Франкенштейн»

1818 год

Мэри Шелли публикует «Франкенштейна», который многими считается первым научно-фантастическим романом.

1826 год

Родился **индуистский святой Рамакришна**.

1830 год

Основывается **церковь мормонов**.

1836 год

В иудаизме формируется **прогрессивное, или неортодоксальное, течение**.

1848 год

Карл Маркс и **Фридрих Энгельс** публикуют «Манифест коммунистической партии».

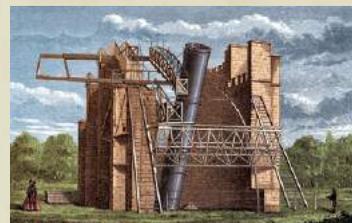


Карл Маркс

ние световой год как единицу расстояния.

1845 год

Уильям Парсонс строит «**Левиафан**», крупнейший телескоп XIX века; он используется для первых наблюдений спиральных галактик.



«Левиафан»

1846 год

Планету **Нептун** открывают на орбите, предвычисленной математиком **Урбеном Леверье**.

1801 год

Математик **Карл Фридрих Гаусс** публикует трактат «Арифметические исследования».

1844 год

Морзе передает первое телеграфное сообщение.

1850–1950 годы

1851 год

Маятник Фуко наглядно демонстрирует, что Земля действительно вращается.



Маятник Фуко

Генрих Швабе замечает, что солнечные пятна появляются с 11-летней периодичностью.

1868 год

Гелий обнаруживается в атмосфере Солнца благодаря спектральному

1850 год

Между Великобританией и Францией прокладывается первый **подводный кабель**.

1852 год

Роберт Бунзен изобретает газовую горелку, названную его именем.

1853–1856 годы

В ходе **Крымской войны** между Россией и Британией с Францией **Флоренс Найтингейл** коренным образом реформирует деятельность медсестер.

1861–1865 годы

Американская гражданская война положила конец рабству в США.

1859 год

Чарльз Дарвин публикует трактат «Происхождение видов» с изложением теории эволюции.

1865 год

Образуется **Армия спасения**.

1868 год

Синтоизм становится государственной религией Японии.

анализу солнечного света.

1877 год

Джованни Скиапарелли рисует карту каналов на Марсе, что вызывает жаркие споры об инопланетной жизни.

1884 год

Сэндфорд Флемминг созывает в Вашингтоне конференцию по стандартизации временных поясов.

1895 год

Константин Циолковский предлагает способ достичь космоса.

1900 год

Саймон Ньюкомб публикует теорию движения Луны, которая

1855 год

Генри Бессемер изобретает доменную печь для выплавки чугуна.

1859 год

Изобретается **двигатель внутреннего сгорания**.

1870 год

Итальянские государства объединяются в одну нацию.

1870–1871 годы

Франко-прусская война.

1871 год

Германские государства объединяются в одну страну.

1875 год

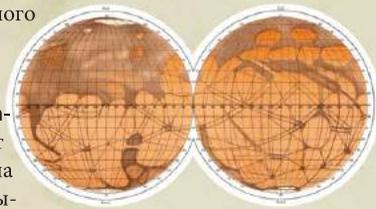
Основывается **теософская религия**.

1879 год

Открывается первая церковь протестантского течения «**христианская наука**».

1895–1898 годы

Герберт Уэллс пишет научно-фантастические романы «Машин времени» и «Война миров».



Карта марсианских каналов Скиапарелли

будет использоваться в течение 90 лет.

1905 год

Специальная теория

Альберта Эйнштейна объявляет скорость света предельной скоростью во Вселенной.

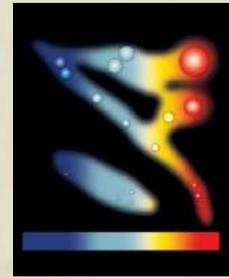
1912 год

Виктор Гесс регистрирует высокие в атмосфере странные заряжен-

ные частицы — первые признаки космических лучей.

1913 год

Диаграмма Герцшпрунга — Рассела позволяет сгруппировать звезды по их размерам, температуре и светимости.



1915 год

Общая теория относительности **Эйнштейна** объясняет, как

Диаграмма Герцшпрунга — Рассела

1861 год

Джеймс Клерк Максвелл делает первую цветную фотографию.

1864 год

Луи Пастер изобретает метод пастеризации.

1866 год

Грегор Иоганн Мендель сообщает об открытом им законе наследственности.

1876 год

Александр Грейам Белл изобретает телефон.

1877–1883 годы

Томас Эдисон изобретает фонограф и электрическую лампу накаливания.

1901 год

Вручаются первые **Нобелевские премии**.

1901 год

Гульельмо Маркони осуществляет первую беспроводную радиопередачу.



Грегор Иоганн Мендель



Франко-прусская война

1883 год

Извержение индонезийского вулкана **Кракатау**.

1893 год

Новая Зеландия становится первой страной, где женщинам предоставлено право голоса.

1898–1900 годы

Боксерское восстание в Китае.

1896 год

Возникает **современное сионистское движение**, призывающее к созданию еврейского государства в Палестине.

The first **modern Olympic Games** are held in Greece.

1905 год

Первый **регулярный кинотеатр** открывается в Питтсбурге, США.

1911 год

В **Голливуде** открывается первая **киностудия**.

1913 год

Формируется **консервативный иудаизм**.



1914–1916 годы
Густав Холст пишет союзу «Планета».

Первые современные Олимпийские игры

1850—1950 годы

пространство и время могут искривляться.

1916 год

Карл Шварцшильд на основе теории Эйнштейна предсказывает существование черных дыр.

1925 год

Эдвин Хаббл обнаруживает объекты, находящиеся далеко за пределами нашей Галактики, и открывает, что она является лишь одной из множества других галактик во Вселенной.

1926 год

Роберт Годдард запускает первую ракету на жидком топливе, приближая тем самым эпоху космических полетов.

1929 год

Эдвин Хаббл открывает, что все галактики удаляются друг от друга, а Вселенная как целое растет в размерах.

1930 год

Клайд Томбо открывает Плутон, который признается девятой планетой.

1933 год

Субраманьян Чандрасекар вычисляет массу звезды, необходимую для порождения сверхновой; **Вальтер Бааде** и **Фриц Цвикки** высказывают предположение о существовании нейтронных звезд.

Ян Оорт обнаруживает по движениям звезд, что значительная масса во Вселенной остается невидимой, это легло в основу представления о темной материи.



Вернер фон Браун

1939 год

Ханс Бете объясняет, как звезды получают энергию за счет ядерного синтеза.

1942 год

Вернер фон Браун строит **баллистическую ракету «Фау-2»**, которая совершает первый суборбитальный космический полет.

1946 год

Фред Хойл с коллегами описывает процесс звездного нуклеосинтеза, в котором все элементы тяжелее гелия образуются внутри звезд.

1903 год

Братья Райт совершают первый полет на самолете.



Братья Райт

1913 год

Нильс Бор публикует свою модель атома с электронами, находящимися на орбитах вокруг ядра.

1926 год

Джон Лоуги Бэрд впервые демонстрирует передачу

телевизионного изображения.

1928 год

Александр Флемминг открывает антибиотик пенициллин.

1935 год

Эрвин Шрёдингер предлагает

Александр Флемминг

мысленный эксперимент со «шрёдингеровским котом».

1938 год

Энрико Ферми впервые запускает цепную реакцию ядерного деления.



1901 год

Появление **растворимого кофе** меняет представление о завтраке.

1911—1912 годы

Китайская революция кладет конец тысячелетиям Китайской империи и учреждает республику.

1914—1918 годы

Первая мировая война.



Первая мировая война

1917 год

Революция в России.



Вторая мировая война

1914—1918 годы

Подъем поэзии в период Первой мировой войны; появляются такие имена, как **Зигфрид Сассун** и **Уилфред Оуэн**.

1920 год

Турция становится секулярной нацией. Мусульманский халифат, провозглашенный

турецкими султанами, формально упраздняется в 1924 году.

1920-е годы

Появляются **новые художественные течения**, такие как баухаус, сюрреализм и ар-деко.

1930 год

Уоллес Фард Мухаммад основывает в Америке движение «**Нация ислама**». В будущем его членами становятся Элайджа Мухаммад и Малколм Икс.

1936 год

Маргарет Митчел основывает характеры в своем романе «Унесенные ветром» на характеристиках астрологических знаков.



Кларк Гэйбл и Вивьен Ли в фильме «Унесенные ветром»

Альфред Айер публикует спорную книгу

1945 год

Атомные бомбы сбрасываются на японские города Хиросиму и Нагасаки.

1927—1949 годы

Китайская гражданская война приводит к образованию коммунистической Китайской Народной Республики в главе с председателем Мао.

1929 год

Великая депрессия начинается с краха на американских биржах.

1936—1939 годы

Испанская гражданская война.

1939—1945 годы

Вторая мировая война.

«Язык, правда и логика», отвергающую многие идеи традиционной философии и пропагандирующую секулярный гуманизм.

1943 год

С премьеры «Оклахомы» **Роджерса и Хаммерстейна** начинается золотой век бродвейских мюзиклов.

1950–2013 годы

1947 год

Чак Йегер преодолевает звуковой барьер на ракетоплане **Bell X-1**.



Ракетный самолет Bell X-1

1947 год

Появляется **мгновенная фотокамера Polaroid**.

Мгновенная фотокамера Polaroid



1947 год

Индия получает независимость от Британии и разделяется на Пакистан и Индию.

1948 год

В Индии убит **Махатма Ганди**.

Основывается **государство Израиль**.

В Южной Африке вводится **режим апартеида**, или расового разделения.

1945 год

Философ **Бертран Рассел** пишет «Историю западной философии».



Бертран Рассел

1957 год

«**Спутник-1**» становится первым искусственным спутником Земли.

1960 год

Две собаки, **Белка** и **Стрелка**, запущенные на орбиту в СССР, первыми среди животных благополучно возвращаются на Землю.

Джо Киттнер прыгает с парашютом с борта



Sputnik 1

аэростата, поднявшегося на высоту 31 км, где условия близки к открытому космосу.

1961 год

Юрий Гагарин становится первым человеком в космосе.

1962 год

Запущенный NASA к Венере зонд «**Маринер-2**» становится

первым аппаратом, сблизившимся с другой планетой.

1965 год

По всему небу обнаруживается **космический микроволновый фон** — эхо Большого взрыва.

1967 год

С помощью радиотелескопа обнаруживается первый **пульсар** — нейтронная звезда, вращающаяся с огромной скоростью и испускающая узконаправленный радиолуч.

1952 год

Появляется первый гражданский пассажирский **реактивный авиалайнер**.

1953 год

Фрэнсис Крик и **Джеймс Уотсон** определяют структуру и генетический код ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты).

1955 год

Джонас Солк объявляет о создании вакцины против полиомиелита.

1958 год

Запускается первый **спутник связи**.

1962 год

Патентуется **кремниевый чип**.



1965 год

Компания IBM выпускает первый флоппи-диск (гибкий диск).

1967 год

Выполняется первая **пересадка сердца**.

1969 год

Совершает полет первый самолет с **вертикальным взлетом и посадкой Harrier Jump Jet**.

Harrier Jump Jet

1950–1953 годы

Корейская война.

1953–1959 годы

Кубинская революция под руководством **Фиделя Кастро** и **Че Гевары**.

1955 год

Основывается **Европейский союз**.

1957 год

Открытие **Суэцкого канала**.



Че Гевара и Фидель Кастро

1961 год

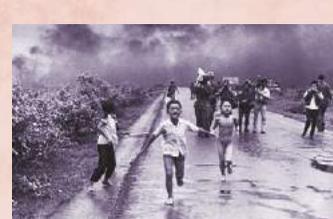
Возводится **Берлинская стена**.

1962 год

Карибский кризис. Между США и СССР едва не начинается ядерная война из-за конфликта вокруг **размещения ракет на Кубе**.

1963 год

Убит президент США **Джон Кеннеди**.



Вьетнамская война

1965–1973 годы

Вьетнамская война.

1967–1975 годы

Гражданская война в Камбодже.

1954 год

В Корее **Мун Сон Мён** основывает Ассоциацию Святого Духа для объединения мирового христианства, известную позднее как Церковь объединения, или Церковь Муна.

1959 год

Далай-лама и около 100 тысяч тибетцев бегут в Индию, спасаясь от китайских преследований.

1950–1960-е годы

Уорхол, **Лихтенштейн** и **Хокни** олицетворяют собой стиль поп-арт.

1962 год

Главный секс-символ Америки **Мэрилин Монро** умирает от передозировки наркотиков.



Мэрилин Монро

1960-е годы

Контркультурное молодежное течение в среде западной молодежи повышает интерес к восточным религиям, течениям нью-эйдж, а также мистике — астрологии, картам таро и т. п.

1963 год

На Би-би-си запускается **телесериал «Доктор Кто»**.

1966 год

Запускается **телесериал «Звездный Путь»**.

Наблюдается первый **гамма-всплеск**; так называют самые мощные взрывы во Вселенной.

1969 год

Полет «Аполлона-11»: Нил Армстронг становится первым человеком, ступившим на поверхность Луны.

1971 год

«Салют-1» становится первой космической станцией на околоземной орбите.

1974 год

Стрелец А*, гигантская черная дыра, обнаруживается в центре галактики Млечный Путь.



Млечный Путь

1970 год

Появляются **видеокассеты**.

1971 год

Западная Германия начинает исследования и разработку магле-



Поезд-маглев



Поверхность стикера с большим увеличением

ва — поезда на магнитной подушке.

1974 год

Артур Фрай изобретает клейкие **стикеры**.

1975 год

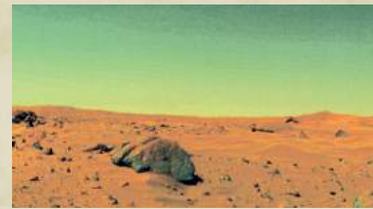
«Венера-9» становится первым космическим аппаратом, совершившим посадку на другую планету и передавшим ее изображения.

1976 год

«Викинг-1» становится первым зондом, успешно работающим на поверхности Марса.

1977 год

«Вояджер-1» и «Вояджер-2» отправляются на облет внешних планет.



Снимок поверхности Марса, полученный «Викингом-1»

1979 год

Открывается первый **магнитар** — магнитная нейтронная звезда.

Появляются **лазерные принтеры** для компьютеров.

Пол Берг прекращает свои исследования в области генетической инженерии бактерий, когда понимает их потенциальную опасность, и разрабатывает международные принципы генетической инженерии.

1976 год

Начинает полеты сверхзвуковой реактивный лайнер «Конкорд».



Магниторезонансное изображение

Эволюционный биолог **Ричард Докинз** публикует книгу «Эгоистичный ген», где доказывает, что эволюция движется генами, и вводит термин «мем» для механизма передачи культуры.

1977 год

Реймонд Дамадьян изобретает

1968 год

Убит американский сенатор **Роберт Кеннеди**.

1972 год

«Черный сентябрь».

Палестинские террористы захватывают и убивают израильских спортсменов на Олимпийских играх в Мюнхене.

1974 год

Президент США **Ричард Никсон** подает в отставку

из-за Уотергейтского скандала.

Мохаммад Али становится чемпионом мира по боксу в супертяжелом весе, отправив в нокаут Джорджа Формана в Заире, Африка.



Отставка президента Никсона

1979 год

США и Китайская Народная Республика подписывают первое дипломатическое соглашение.



Три-Майл-Айленд

Авария на атомной станции Три-Майл-Айленд в Пенсильвании, США.

Мать Тереза получает Нобелевскую премию мира за свою работу в Калькутте.



Мать Тереза

Маргарет Тэтчер становится первой женщиной — премьер-министром Великобритании.

1967–1975 годы

Советский Союз вводит войска в Афганистан.

1968 год

Убит американский **правозащитник Мартин Лютер Кинг**.

Католическая церковь в **папской энциклике «Человеческая жизнь»** подтверждает



Мартин Лютер Кинг

запрет на контрацепцию и аборт.

1972 год

В США впервые **женщина становится раввином**.

1973 год

Первая **женщина становится священником** англиканской церкви.

1977 год

Выпускается первый фильм «Звездных войн».

Стивен Спилберг выпускает фильм «Близкие контакты третьей степени».

1978 год

Польский кардинал Кароль Войтыла (папа Иоанн Павел II) становится первым за более чем 400 лет папой не из Италии.

Библия, отпечатанная Гуттенбергом, продается на аукционе за 2 миллиона долларов.

В **Джонстауне, Гайана**, совершают коллективное самоубийство более 900 членов религиозного движения «Храм народов», возглавляемого Джимом Джонсом.

1979 год

После успеха **иранской революции** и свержения шаха Иран становится фундаменталистским исламским государством под руководством **аятоллы Хомейни**.

1981 год

Шаттл «Колумбия» совершает свой первый полет и становится первым космическим кораблем многоразового использования.



Запуск «Колумбии»

1986 год

В центре **сверхскопления Центавра** открывается **Великий Аттрактор** — загадочный массивный объект, в тысячи раз тяжелее Млечного Пути.

«**Джотто**» и другие космические аппараты сближаются с кометой Галлея во время ее последнего визита к Земле.

1987 год

SN 1987A становится первой самой близкой сверхновой, наблюдавшейся астрономами после изобретения телескопа.

1990 год

Аппарат «Магеллан» на орбите вокруг Венеры строит подробную карту поверхности планеты, скрытой непрозрачными облаками.

Запускается **космический телескоп «Хаббл»**.

1992

Спутник COBE обнаруживает аномалии распределения температуры в ранней Вселенной.



Космический телескоп «Хаббл»

1994 год

Зонд «Галилео» на пути к Юпитеру делает снимки кометы **Шумейкерв — Леви-9**, сталкивающейся с гигантской планетой.

1995 год

Солнечная и гелиосферная обсерватория SOHO

выводится на орбиту вокруг точки Лагранжа, откуда можно непрерывно наблюдать Солнце и подлетающие к нему кометы.

1996 год

Исследователи NASA предполагают, что найденный в Антарктиде метеорит

магниторезонансное сканирование.

1979 год

Изобретаются **штрихкоды**.

Начинают применяться **дисплеи на жидких кристаллах**, молекулы которых находятся в полужидком состоянии.

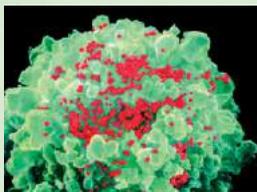
1983 год

На рынке продается первый **сотовый телефон**.

1984 год

Выявляется **СПИД** (син-

дром приобретенного иммунодефицита).



Вирус СПИДа (ВИЧ)

1988 год

Стивен Хокинг публикует «Краткую историю времени», книгу, популяризирующую физику и космологию.

1989 год

Сидни Олтмен и Томас Чек получают Нобелевскую премию за исследование каталитической функции РНК (рибонуклеиновой кислоты) в генетике.

Тим Бернерс-Ли разрабатывает Всемирную паутину (WWW).

1995 год

Пятьдесят миллионов людей в мире пользуются Интернетом.

1996 год

В Шотландии появляется **первое клонированное животное** — овечка Долли.

1980 год

К этому времени все **ближневосточные нефтедобывающие страны** получают как минимум 50-процентную долю в нефтяных доходах и неожиданно становятся очень богатыми.

1986–1987 годы

Советский лидер М перестройка Горбачев под объявил **Перестройку** — либеральную политэкономическую реформу.

1987 год

Палестинцы начинают **интифаду** (восстание) против Израиля.

1989–1990 годы

Берлинская стена рушится, Германия воссоединяется.

1989 год

Холодная война объявляется законченной.

Танкер «Эксон Вальдез» разливает



Берлинская стена

сотни тысяч баррелей нефти у побережья Аляски.

1989 год

Южноафриканский борец с апартеидом **Нельсон Мандела** выходит из тюрьмы, где он провел 27 лет.

1990–1991 годы

Распадается Советский Союз.

1990–1994 годы

Гражданская война в Руанде.

1991 год

Первая иракская война.

Международные силы освобож-

дают Кувейт после вторжения Ирака, начатого Саддамом Хуссейном.

1991–2001 годы

Гражданская война в Югославии.

1994 год

Открывается **туннель под Ла-Маншем**, соединяющий Великобританию и Францию.

1997 год

«**Птичий грипп**» вызывает панику по всему миру.

2001 год

«**9/11**» — террористы на захваченных

1980 год

Становится популярной **музыка в стиле рэп**.

1982 год

Майкл Джексон выпускает альбом «Триллер», тираж которого превосходит все прежние рекорды.

Выходит на экраны **фильм «Инопланетянин»**.



Аятолла Хомейни

1985 год

На концертах фестиваля **Live Aid** («Живая помощь») собираются миллионы долларов в помощь голодающим в Эфиопии.

1989 год

Аятолла Хомейни издает фетву против писателя Салмана Рушди.

Впервые выносятся приговор за распространение **компьютерного вируса**.

1990-е годы

С появлением **3D-графики и портативных устройств** резко возрастает популярность видеоигр.

1990 год

Падающая башня в Пизе закрыта для публики по соображениям безопасности.

1991 год

В европейских Альпах найдено **замерзшее тело человека**, жившего около 5300 лет назад.

1993 год

При штурме сотрудниками ФБР ранчо Вако, принад-



Наклонная башня в Пизе

прилетел с Марса и может содержать следы существования там примитивных бактерий.

1998 год

Обнаруживается, что

расширение Вселенной ускоряется, а это говорит о существовании новой непонятной силы, названной **темной энергией**.

Стартует первый модуль **Международной косми-**

Марсианский метеорит



ческой станции, крупнейшего космического аппарата в истории.

2000 год

Биологи **Петер Уорд** и **Доналд Браунли** выдвигают **гипотезу редкости Земли**, утверждая,

что сложные формы земной жизни — это результат целой совокупности факторов и маловероятно, чтобы они повторялись где-то еще во Вселенной.

2001 год

Зонд «**NEAR — Шумейкер**» садится на Эрос, становясь первым аппаратом, совершившим посадку на астероид.

2003 год

Китай становится третьей страной мира, самостоятельно отправившей космонавта на орбиту.

2004

Спускаемый аппарат «Гюйгенс» обнаруживает углеводородные озера на Титане, крупнейшем спутнике Сатурна.

2006 год

Плутон и Церера переклассифицируются

в карликовые планеты наряду с еще несколькими телами **пояса Койпера**.

Зонд «**Новые горизонты**» отправляется к Плутону, с которым встретится в 2015 году.

2011 год

Зонд «**Мессенджер**» становится первым аппаратом, вышедшим на орбиту вокруг Меркурия.

Космический телескоп «Кеплер» находит множество планет у других звезд, включая **Keppler 22b**, наиболее похожую на Землю.

Данные «Кеплера» показывают, что **число планет** во Вселенной превосходит число звезд.



Меркурий



Человеческий генетический код

2000 год

Завершается прочтение **генетического кода человека**.

Уже **450 миллионов человек** по всему миру пользуются Интернетом.

2009 год

Впервые успешно применяется **генетическая терапия**.

2010 год

Выпускается **Apple iPad** — планшетный компьютер, занимающий

нишу между ноутбуком и смартфоном.

2011 год

Более **2 миллиардов людей** по всему миру пользуются Интернетом.

самолетах врезаются в две башни Всемирного торгового центра в Нью-Йорке и в здание Пентагона.

2003 год

Вторая иракская война. США вторгаются в Ирак и свергают Саддама Хусейна.

2004 год

Цунами в Индийском океане приводит к гибели около 200 тысяч человек более чем в десяти странах.

Чеченские боевики

захватывают в заложники



Банд-Ачех, остров Суматра, Индонезия, после цунами

сотни школьников в Беслане, Россия. Многие погибают в ходе операции по освобождению.

2005 год

Террористы взрывают **бомбы в Лондоне**.

2009 год

Барак Обама становится первым афроамериканским президентом США.

2010 год

Воздушные перевозки в Европе приостанавливаются из-за пепла, выброшенного исландским вулканом.

После взрыва на **буровой платформе Deepwater Horizon** в Мексиканский залив выливается огромное количество нефти.

Начинается «**Арабская весна**».

Землетрясение на Гаити убивает более 230 тысяч человек и уничтожает инфраструктуру.

Спасение **33 чилийских шахтеров**, которые 69 дней провели под землей.

2011 год

Землетрясение и цунами приводят к гибели 16 тысяч человек в Японии и повреждают атомную электростанцию Фукусима.



Усама бен Ладен

Талибский лидер **Усама бен Ладен** убит американскими солдатами.

Численность населения в мире достигает 7 миллиардов человек.



Пожар на ранчо «Ветви Давидовой»

лежащего секте «**Ветвь Давидова**», около 80 человек погибает в огне.

2001 год

Талибский режим в Афганистане свержается международными силами во главе с США.

2004 год

Опубликованы подробные данные об уникальных **карликовых предках человека Homo floresensis**, обитавших на индонезийском острове Флорес.

Картина **Эдварда Мунка** «Крик» похищена из музея в Осло, Норвегия, наряду с другими картинами.

2010 год

Открыто **высочайшее в мире здание Бурдж-Халифа** в Дубае, Объединенные Арабские Эмираты.

Бурдж-Халифа



Ночное небо

Север
Январь

З



Астрономия начинается с созерцания звездного неба, которым можно заниматься

в любое время года. Лучше всего выбраться подальше от городских огней. Телескоп не нужен, но бинокль значительно усилит возможности вашего зрения, особенно если поставить его на треногу. (Бинокль характеризуется двумя числами; чем больше второе из них, тем лучше для астрономических наблюдений.)

СЕВЕРНОЕ ПОЛУШАРИЕ

Эти карты составлены для 40° северной широты (штат Небраска), но подойдут для всей территории Америки. На них показан вид неба в 22:00 местного времени в начале месяца; в 21:00 в середине месяца и в 20:00 в конце месяца. (Переход на летнее время учтен.)

В

Ю

Юг
Январь

З

ЮЖНОЕ ПОЛУШАРИЕ

Эти карты составлены для 36° ю.ш. (Сидней, Австралия), но годятся для более широкой территории. На них показан вид неба в 22:00 местного времени в начале месяца; в 21:00 в середине месяца и в 20:00 в конце месяца. (Переход на летнее время учтен.)



В

Ю

Север
Февраль

З

В



Жираф

Древние греки считали эту область неба пустой. Объединить тусклые звезды в созвездие предложил голландец Петер Планциус в XVII веке. Ему виделся здесь жираф, известный римлянам как «леопардовый верблюд»: Camelopardalis (жираф) = camelum (верблюд) + pardus (леопард).

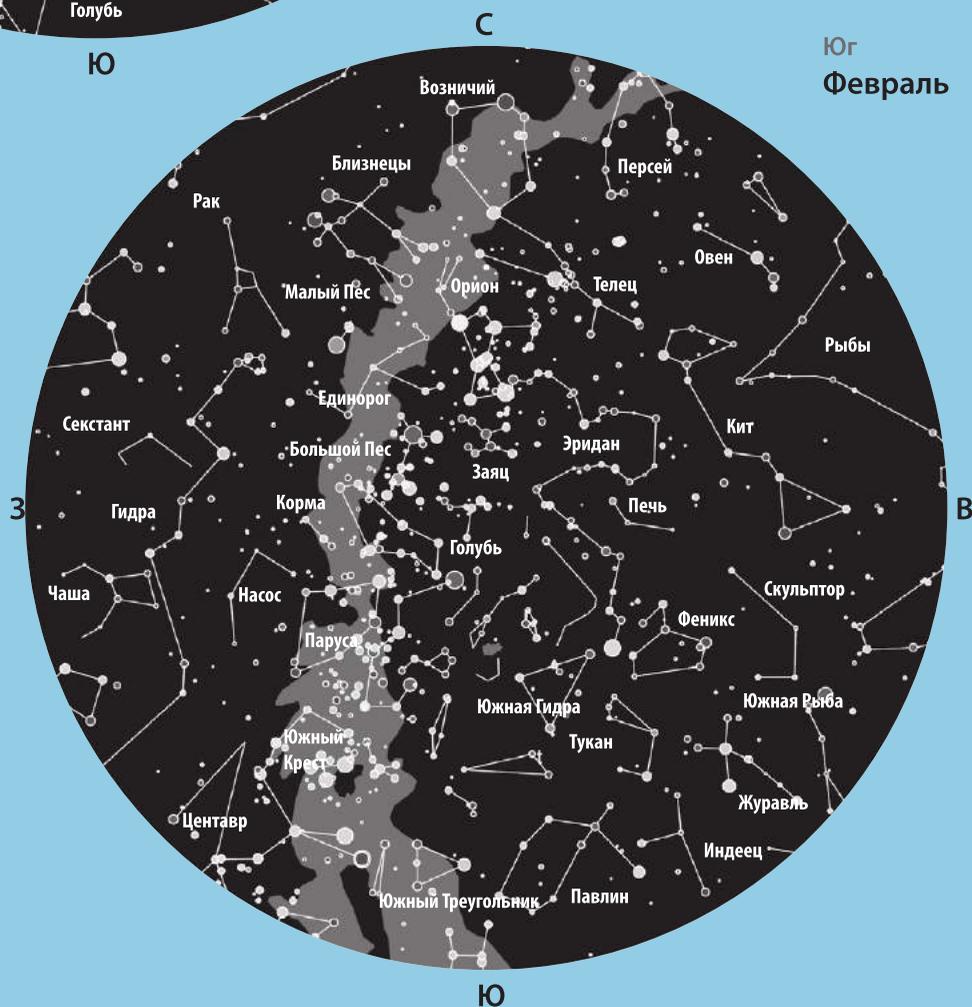
Кит

Хотя сегодня созвездие Кита соотносится всеми с морским млекопитающим из отряда китообразных, изначально это созвездие изображало морского монстра, которого Посейдон послал сожрать красавицу Андромеду, но герой Персей смог это предотвратить.

Юг
Февраль

З

В



Ю

Север
Март



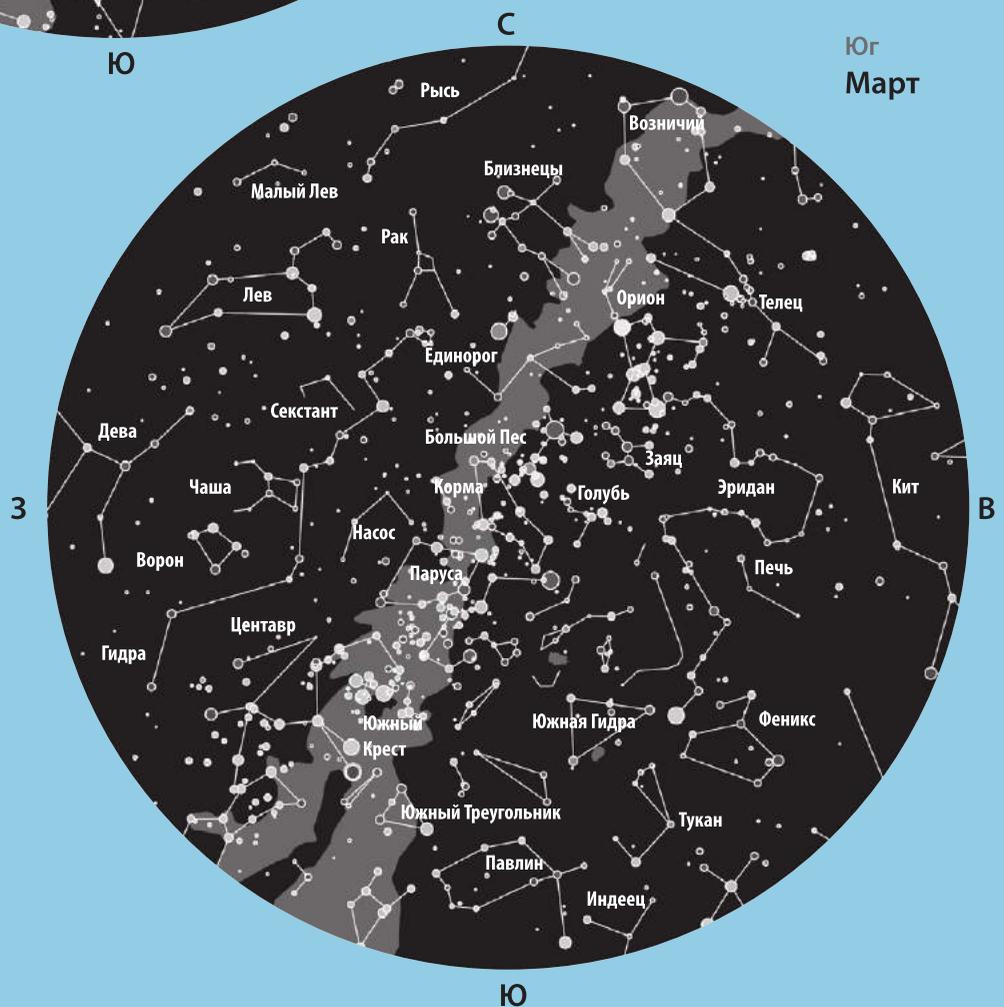
Кассиопея

М-образная Кассиопея — одна из самых заметных деталей северного неба. Кассиопея была хвастливой королевой Эфиопии, женой Цефея и матерью Андромеды. Созвездие изображает Кассиопею привязанной к креслу, где бог Посейдон навеки ее заключил.

Единорог

Малозаметное созвездие, добавленное на карту голландцем Петером Планциусом в XVII веке. На месте, которое оставили пустым прежние звездочеты, он увидел в рисунке слабых звезд образ единорога. Есть, однако, свидетельства, что единорога здесь рисовали еще на древнеперсидских картах.

Юг
Март



Север
Апрель



Цейфей

Царь Эфиопии, муж Кассиопеи и отец Андромеды. По легенде, Цейфей позволил Персею жениться на своей дочери, спасенной им от Кита, после того как герой победил горгону Медузу, обращавшую в камень любого взглянувшего на нее воина.

Волосы Вероники

Волосы Вероники — давно известный астеризм, который в итоге стал формально признанным созвездием. Он посвящен египетской царице Беренике, жене одного из первых фараонов династии Птолемеев, которая пожертвовала Афродите свои длинные светлые волосы, чтобы ее муж вернулся из похода на Сирию.



Север
Май

З



Возничий

Нижняя половина тела Эрихтония была как у змеи. Богиня Афина заперла его и наказала не открывать. Но няньки не послушались и покончили с собой от его вида. Афина воспитала его сама. Чтобы скрывать свою змеиную часть, он изобрел колесницу с четверкой лошадей и с ней захватил Афины, став там царем.

Лев

Большое и одно из старейших созвездий. Многие культуры отмечали его уже около 6000 лет назад, и все видели в нем Льва. В греческую эпоху созвездие отождествили с Немейским Львом, которого убил Геракл (Геркулес), чье созвездие тоже есть на небе.

З



Юг
Май

Ю

Север
Июнь

З



Волопас

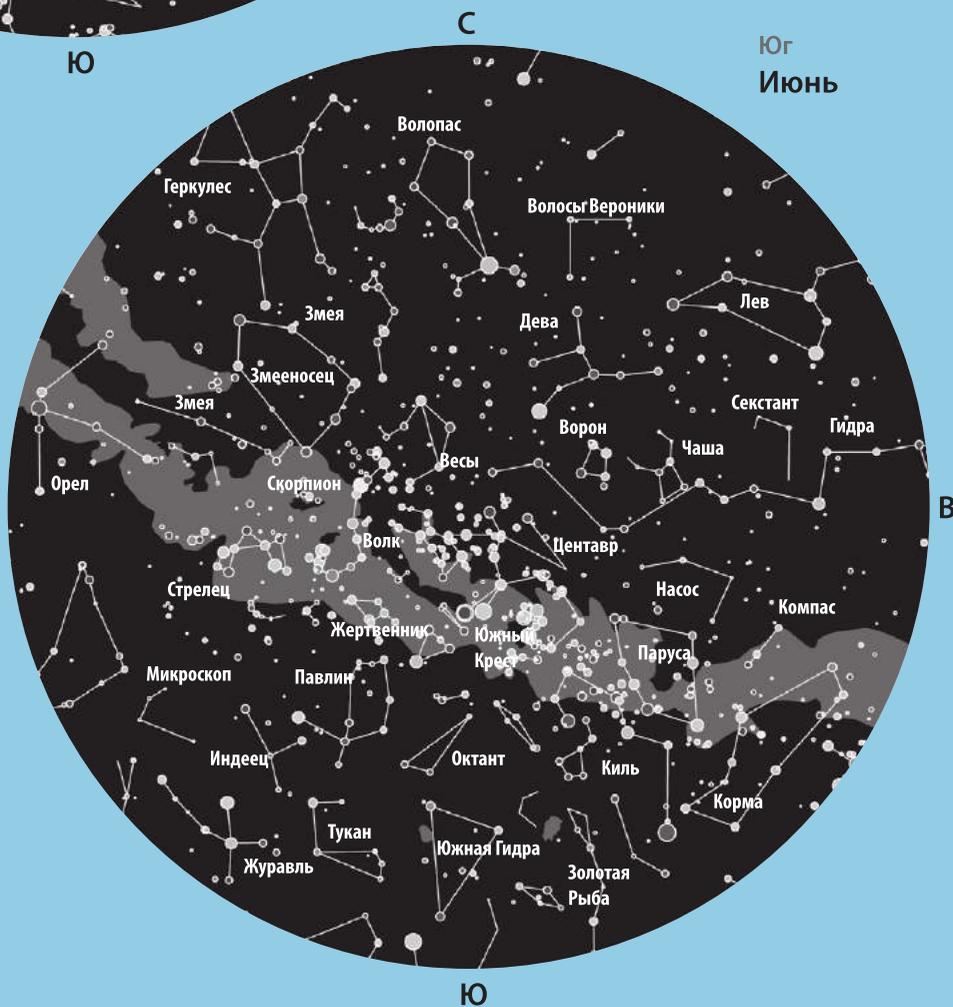
Ярчайшая звезда этого созвездия (Арктур) связывалась с шумеро-аккадским царем богов Энлилем, но само созвездие известно просто под именем Волопаса, то есть пастуха. С ним связаны двумя других небольших созвездия: Гончие Псы, которые гоняют вокруг полюса Малую Медведицу.

Ворон

Ворон сидел на хвосте змееподобного монстра Гидры. Это сочетание восходит к персидскому мифу, но греческая легенда поясняет, что ворон нес Аполлону чашу с водой (созвездие Чаши). Он замешкался и в свое оправдание притащил водяную змею. Однако бог все равно сослал ворона на небо.

Юг
Июнь

З



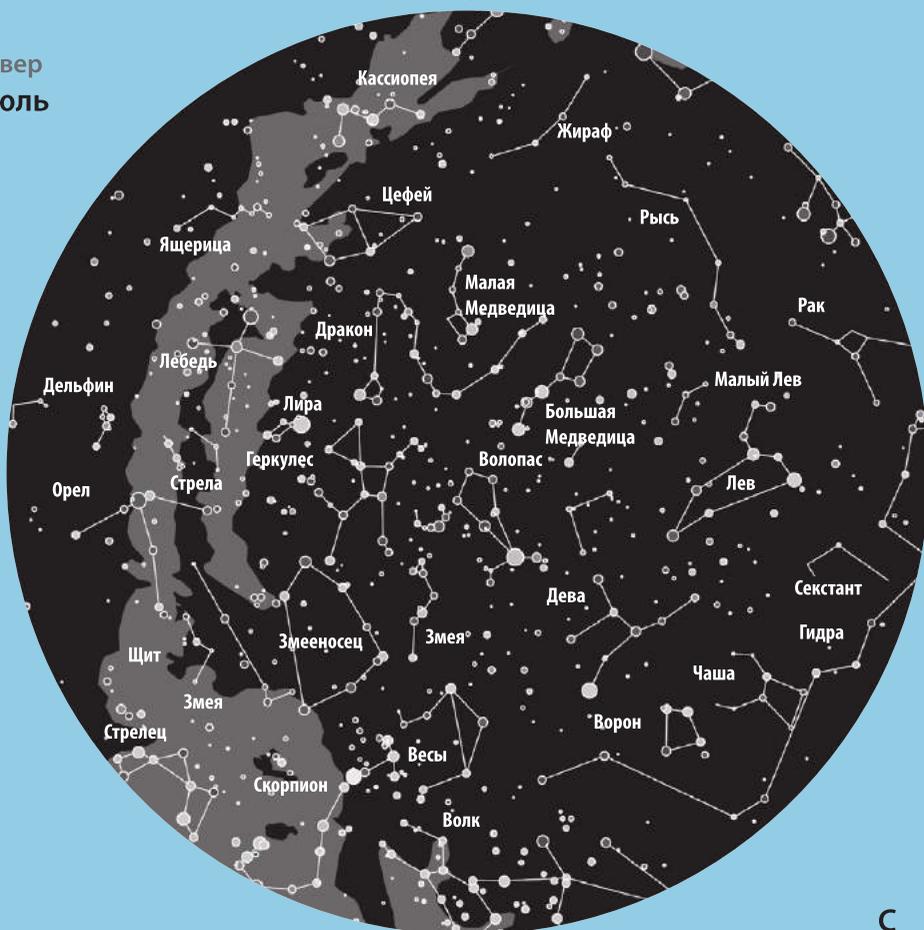
Ю

Север
Июль

З

С

В



Малая Медведица

Хотя ее часто не замечают из-за более яркой Большой Медведицы, именно Малая Медведица (Малый Ковш) занимает на небе центральное место. «Ручка» ковш заканчивается Полярной звездой, по случайности оказавшейся рядом с северным полюсом — единственной неподвижной точкой северного неба.

Микроскоп

Это одно из созвездий, введенных французом Никола Луи де Лакайлем в ходе экспедиции на мыс Доброй Надежды в XVIII столетии. Отражая прогресс оптической технологии своей эпохи, он увидел в этой группе звезд вертикальную трубку (с линзами) над коробкой-основанием.

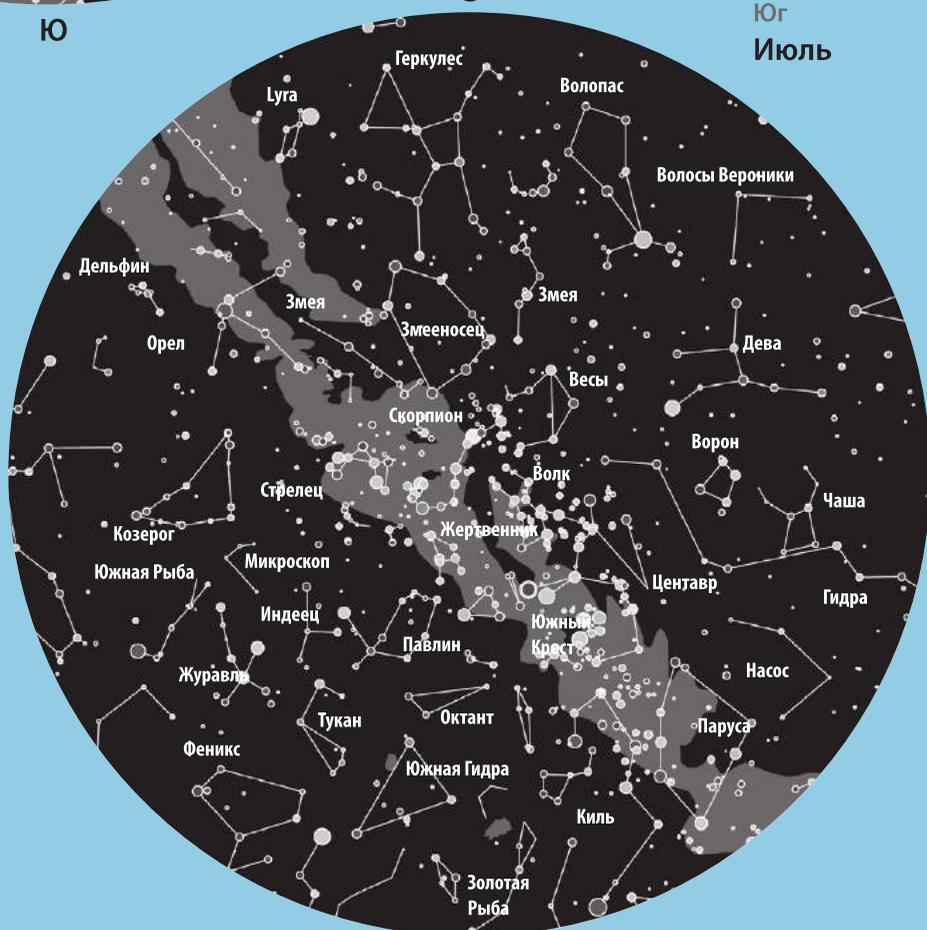
З

Ю

С

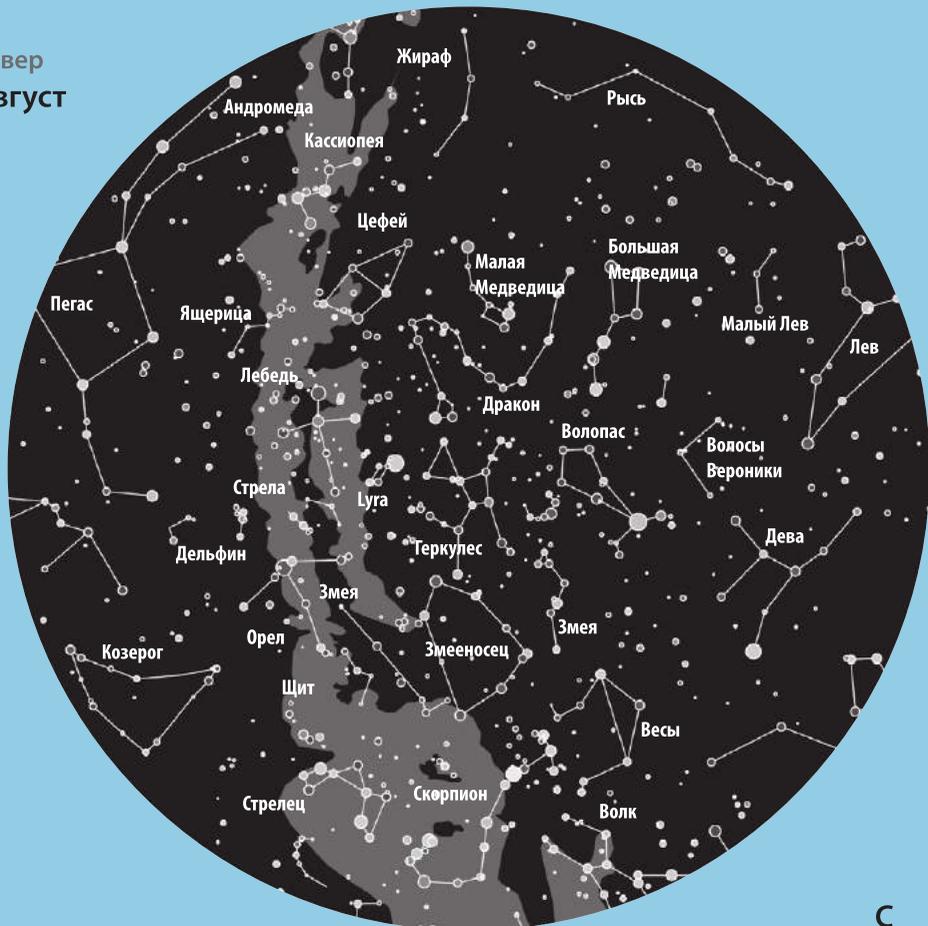
Юг
Июль

В



Север
Август

З



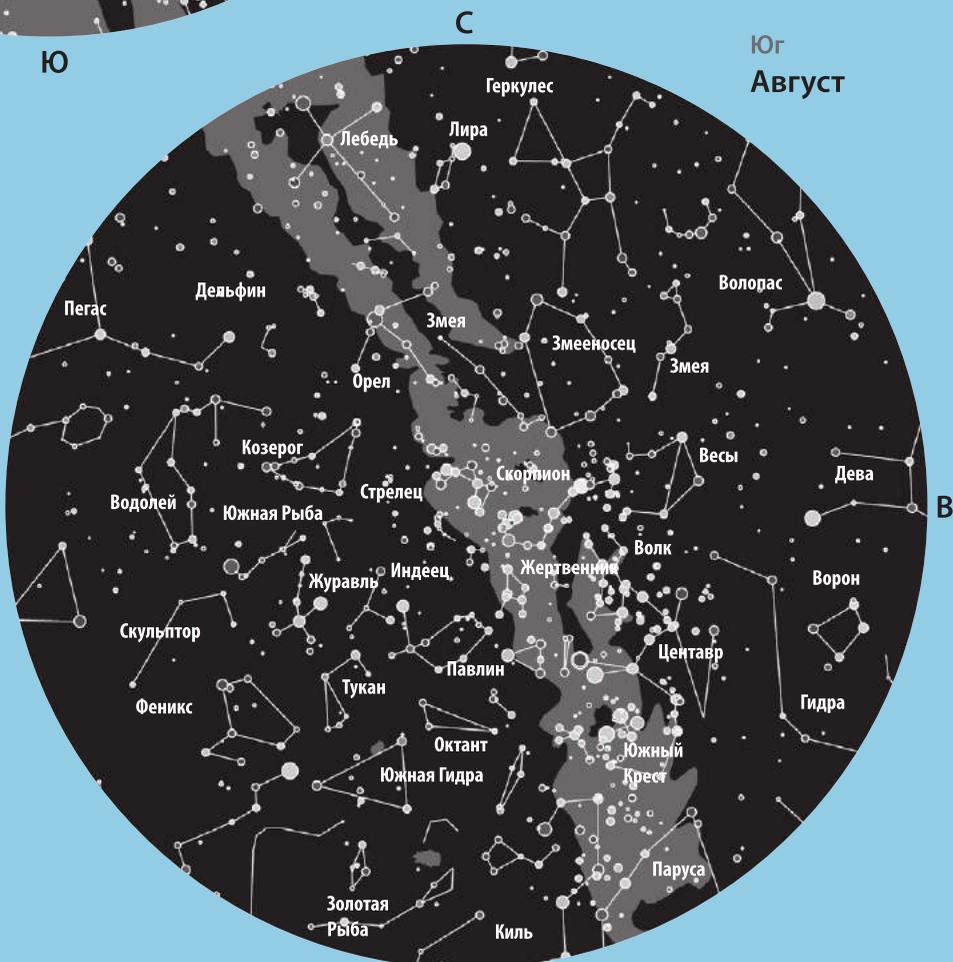
Змееносец

Созвездие Змеи протянулось по обе стороны от Змееносца (она кольцом охватывает его талию). Это часто связывают с Асклепием — богом медицины, жезл которого, обвитый змеей, служит символом врачебного дела. Он был нежеланным сыном Аполлона и воспитывался кентавром Хироном, которому посвящено южное созвездие Центавра.

Южный Крест

Древние астрономы северного полушария могли видеть эти звезды: для греков они были задними ногами соседнего Центавра, а для китайцев — военным складом. Но с веками прецессия скрыла эти звезды из виду, и вновь созвездие открыл в 1501 году испанский мореплаватель Америго Веспуччи. В XVII веке его обозначали как крест Христа, а теперь называют просто Южным Крестом.

З



Юг
Август

Ю

Север
Сентябрь

З



Пегас

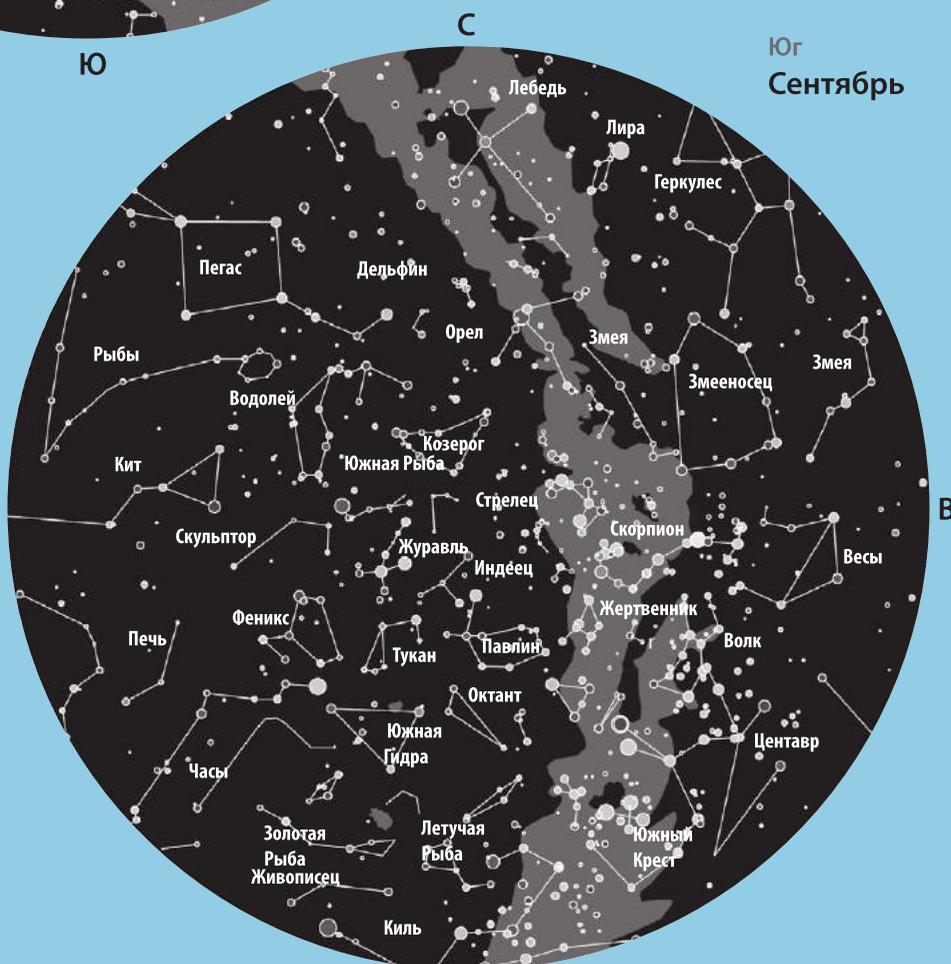
Первоначально это было просто созвездие лошади, но постепенно превратилось в Пегаса, крылатого коня, отцом которого был Посейдон, бог морей, а мать — Медуза, ужасное змееголовое чудовище, обезглавленное Персеем. Пегаса сопровождает жеребенок — Малый Конь, небольшое созвездие между Пегасом и Дельфином.

Часы

Никола Луи де Лакайль XVIII веке заполнил этим созвездием пустоту вокруг южного полюса неба, недоступного взорам прежних астрономов. Нужно воображение, чтобы увидеть тут маятниковые часы. Но Лакайль увидел на небе еще много предметов эпохи Просвещения: телескоп, лабораторную печь, воздушный насос.

Юг
Сентябрь

З



Ю

Север
Ноябрь



Козерог

Хотя это созвездие часто изображают козлом, у Козерога только голова и передние ноги от козла, а задняя часть тела — рыба, так что это шумерский рыбокозел. Греки больше внимания уделяли рогам и ногам, связывая созвездие с богом пастухов Паном — получеловеком-полукозлом. На небе он с рыбьим хвостом, поскольку скрывается в реке от монстра Тифона.

Голубь

Петер Планциус в XVI веке составил Голубя из звезд, оставшихся от Большого Пса. Это птица, посланная Ноем, чтобы найти сушу после всемирного потопы, или, если держаться греческой мифологии, это птица аргонавта Ясона, которая помогла проплыть между сталкивающимися скалами Симплегадами.



Tom Jackson
THE UNIVERSE AN ILLUSTRATED HISTORY OF ASTRONOMY

Originally published in English under the titles: The Elements, Mathematics and The Universe
which represent three titles in the series called: Ponderables: 100 Breakthroughs that Changed History by Tom Jackson
© Worth Press Ltd, Cambridge, England, 2012
© Shelter harbor Press Ltd, New York, USA, 2012

Джексон, Том.
Д40 Вселенная : иллюстрированная история астрономии / Том Джек-
сон ; [перевод с англ. А.Г. Сергеева]. — Москва : Эксмо, 2015. —
144 с. : ил. — (Иллюстрированная энциклопедия науки).

ISBN 978 5 699 65080 4

Хотите проследить историю Вселенной и найти свое место в ней?
Узнать, как поймать восход солнца среди грубых камней Стоунхенджа,
познакомиться поближе с греческим гением Аристархом, убедиться вместе
с Эдвином Хабблом, что Вселенная становится все больше и больше? Все
поворотные моменты истории астрономии собраны для вас в одной книге.

УДК 52(091)
ББК 22.6г

ISBN 978-5-699-65080-4

© Сергеев А.Г., перевод на русский язык, 2015
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2015

Научно-популярное издание

ИЛЛЮСТРИРОВАННАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ НАУКИ

Том Джексон

ВСЕЛЕННАЯ

Иллюстрированная история астрономии

(орыс тілінде)

Директор редакции *Е. Капьев*
Ответственный редактор *В. Обручев*
Художественный редактор *С. Власов*

ООО «Издательство «Эксмо»
123308, Москва, ул. Зорге, д. 1. Тел. 8 (495) 411-68-86, 8 (495) 956-39-21.
Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru

Өндіруші: «ЭКСМО» АҚБ Баспасы, 123308, Мәскеу, Ресей, Зорге көшесі, 1 үй.
Тел. 8 (495) 411-68-86, 8 (495) 956-39-21
Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru

Тәуар белгісі: «Эксмо»
Қазақстан Республикасында дистрибутор 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
Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.

Сертификация туралы ақпарат сайтта: www.eksmo.ru/certification

Оптовая торговля книгами «Эксмо»:
ООО «ТД «Эксмо», 142700, Московская обл., Лосинский р-н, с. Видное,
Белокаменная ш., д. 1, многоканальный тел. 411-50-74.
E-mail: reception@eksmo-sale.ru

Сведения о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ
о техническом регулировании можно получить по адресу: <http://eksmo.ru/certification/>

Өндірген мемлекет: Ресей
Сертификация қарастырылмаған

Подписано в печать 18.12.2014. Формат 60x84¹/₈.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 16,8 + вкл.
Тираж экз. Заказ



Сотни самых лучших астрономических идей собраны в нашем альбоме. Каждая из этих историй привела к великому открытию и изменила представления людей о Земле, звездах, Вселенной и нашем месте в ней. Заораживающая история астрономии, занимательные факты, роскошные иллюстрации шаг за шагом расскажут вам, как на самом деле прекрасен мир, в котором мы живем. Эта книга изменит ваше сознание, ведь чем больше вы узнаете о Вселенной, тем больше она вдохновляет вас.

**РАСКЛАДНОЙ
ПУТЕВОДИТЕЛЬ**

ВНУТРИ

ПО ИСТОРИИ
АСТРОНОМИИ
И ЗВЕЗДНОМУ
НЕБУ



- неподвижные и странствующие звезды
- юлианский календарь • карта южного неба
- возраст Земли • солнечный цикл • космические бомбы
- Большой взрыв • удар кометы • карликовые планеты
- великие астрономы и многое другое...

ISBN 978-5-699-65080-4



9 785699 650804



ЭКМО