

ВСЕЛЕННАЯ

ПОЛНЫЙ
ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ АТЛАС

Издательство АСТ
Москва

УДК 087.5:52
ББК 22.6я2
М42

Медведев, Дмитрий Юрьевич.

М42 Вселенная. Полный иллюстрированный атлас / Д. Ю. Медведев. — Москва : Издательство АСТ, 2026. — 160 с. : ил. — (Большая энциклопедия с дополненной реальностью).

ISBN 978-5-17-171932-6.

Эта книга раскрывает основополагающие концепции захватывающей и невероятно увлекательной науки — астрономии, предметом изучения которой является ни много ни мало весь существующий мир, доступный пониманию человека. Здесь подробно рассматриваются состав и структура Вселенной, законы физики, которые управляют космическими объектами, проводится экскурс в историю зарождения и развития науки о космосе. При этом ни один термин не остался без объяснения: на страницах издания понятно и доступно раскрываются сложные идеи и понятия, такие как гравитация, световой год, сингулярность, горизонт событий и многие другие. Но и это далеко не всё: «Атлас Вселенной» предлагает уникальный подход к изучению космологии с использованием технологии дополненной реальности. Она не только позволяет узнать много нового о самых разных небесных телах, но и дает возможность взаимодействовать с ними. С помощью специального приложения на смартфоне или планшете можно оживить иллюстрации, увидеть трехмерные модели планет, понаблюдать за движением звезд, исследовать далекие галактики и даже стать свидетелями грандиозных космических явлений. 4D-визуализация делает изучение космоса увлекательным и доступным для всех возрастов и позволяет перенестись с Земли в бесконечные космические просторы, благодаря чему данное издание становится не просто книгой, а интерактивным опытом, который наверняка изменит обычное представление об астрономии и расширит горизонты знаний.

**УДК 087.5:52
ББК 22.6я2**

© Оформление, иллюстрации. ООО «Интеджер», 2025

© ООО «Издательство АСТ», 2026

В оформлении использованы материалы, предоставленные
Фотобанком Shutterstock, Inc., Shutterstock.com

ISBN 978-5-17-171932-6

ВВЕДЕНИЕ

Великий физик Стивен Хокинг, внесший неоценимый вклад в наше понимание Вселенной, в книге «Краткая история времени» оставил только одну формулу — $E = mc^2$. Ученый поступил так по настоянию редактора, который считал, что каждая формула снижает количество читателей — их якобы пугает излишняя сложность материала. В этой книге из формул вы тоже найдете только знаменитое уравнение Эйнштейна, а также объяснение, почему оно кардинально поменяло наше представление о мироустройстве.

Этот «Атлас» представляет собой своеобразный путеводитель по Вселенной, который позволит совершить путешествие по пространству-времени. Наш старт — это Большой взрыв, произошедшее 13,8 млрд лет назад грандиозное событие, положившее, как считают ученые, начало миру. Мы увидим самые далекие известные галактики, окинем взглядом паутину Вселенной

и гигантские структуры, протянувшиеся на миллиарды световых лет, остановимся на загадках темной материи и темной энергии — неизведанных сущностей, которые влияют на все космическое пространство и мириады находящихся в нем объектов.

Затем мы приблизимся к галактикам — огромным скоплениям звездных систем, пройдем мимо горизонта событий черной дыры, ощутим жар от красных и голубых гигантов, увидим удивительные экзопланеты, постараемся поймать в глубинах космоса планету-бродягу.

После этого мы вернемся в родную Солнечную систему, где посетим все планеты и прикоснемся к тайнам каждой из них, а также узнаем, какая судьба ждет наше Солнце и почему все мы сотканы из атомов, родившихся в недрах далеких звезд. И наконец мы повторим первые шаги людей в космос и попробуем заглянуть в будущее, смело устремляясь туда, куда не ступала нога человека.



ДРЕВНЕЙШИЕ НАБЛЮДАТЕЛИ

Астрономия является одной из фундаментальных наук, задача которой — изучать Вселенную. С помощью телескопов и других астрономических инструментов, применяя математические модели, выдвигая различные гипотезы, ученые наблюдают за космосом, чтобы понять, как появилась, развивается и функционирует Вселенная и какое место занимаем в ней мы. А зародилась астрономия тысячи лет назад — когда наши предки впервые посмотрели на звездное небо...

НАСКАЛЬНЫЕ РИСУНКИ

В знаменитой своими наскальными рисунками пещере Ласко (Франция), сделанными примерно 19 тыс. лет назад, найдены изображения шести звезд. Ученые интерпретируют их как скопление Плеяды в созвездии Тельца. Наскальные рисунки в Альте (Норвегия) создавались в 4200—500 гг. до н. э. Помимо очевидных сцен они включают и геометрические символы, которые можно интерпретировать как астрономические объекты. Впрочем, их истинное значение пока остается загадкой.



ПЕРВЫЕ ПОПЫТКИ

Древнейшие астрономические символы, оставленные первобытными людьми, представляют собой удивительные свидетельства их наблюдений за небом и попыток понять окружающий мир. Одними из самых распространенных символов являются изображения Солнца в виде кругов или дисков. Они часто дополнялись лучами, исходящими от центра, что символизировало солнечные лучи. Луну и ее фазы изображали в виде серпов, полумесяцев и полных кругов, что отражало изменения лунного цикла. Звезды рисовали в виде точек или маленьких кругов. Некоторые наскальные рисунки и петроглифы символизируют группы звезд, например Плеяды. Так, Мария Райхе, ведущая исследовательница огромных геоглифов в долине Наска в Чили, считала, что все рисунки сделаны для решения астрономических или астрологических задач. Однако более поздние исследования астронома Джеральда Хокинса позволили однозначно сопоставить с небесными ориентирами лишь 20 % линий Наска. Так что плато по-прежнему остается загадкой для ученых.

Паук — одно из самых известных изображений на плато Наска. Группа астрономов из Чикагского планетария считает, что это диаграмма крупного звездного скопления в созвездии Ориона.

НЕБЕСНЫЙ ДИСК ИЗ НЕБРЫ

Небесный диск из Небры — уникальный артефакт, который был изготовлен около XVII в. до н. э. в окрестностях Небры в современной Германии. Этот объект считается одной из наиболее значимых находок, связанных с древними представлениями о космосе и астрономии. Диск имеет диаметр около 30 см и выполнен из меди, что указывает на высокий уровень мастерства его создателей. На диск нанесены сложные гравировки, изображающие различные небесные тела и геометрические фигуры. Это отражает представления древних людей о мире и его устройстве. В частности, исследователи отмечают, что на диске схематично показаны солнечные и лунные циклы, а также другие астрономические явления. Видимо, жители Небры обладали значительными познаниями в области астрономии.



На диск нанесены изображения Солнца, Луны и 32 звезд, включая скопление Плеяды.

ОБСЕРВАТОРИЯ ДРЕВНИХ?

Стоунхендж — это древний мегалитический памятник, расположенный на юге Англии, который часто рассматривается как астрономическая обсерватория. Исследования показывают, что это грандиозное сооружение могло использоваться как солнечный календарь, позволяя древним людям отслеживать сезонные изменения и важные астрономические события. Основное назначение Стоунхенджа, согласно этой версии, заключалось

в наблюдении за солнцем, особенно в моменты летнего и зимнего солнцестояния. Летнее солнцестояние происходит 20 или 21 июня, когда наше светило достигает своей наивысшей точки на небесной сфере. В это время один из крупных камней, известный как «Алтарный камень», прямо указывает на точку восхода солнца. Однако нет свидетельств, которые однозначно подтверждали бы использование Стоунхенджа как обсерватории. Он мог выполнять множество функций, включая культовые и ритуальные, а его «астрономическая роль» могла быть лишь одной из них.

Закатное солнце над Стоунхенджем.



ПЕРВЫЕ АСТРОНОМЫ

Древние цивилизации, не обладавшие практически никакими астрономическими приборами, использовали наблюдения за небесными телами для создания календарей, предсказания сезонов и ориентации в пространстве. Египтяне, вавилоняне, греки заложили основы для развития астрономии как науки, и их наблюдения и методы до сих пор вызывают восхищение и уважение.

КАЛЕНДАРЬ ПО СИРИУСУ

Астрономы Древнего Египта разработали один из первых солнечных календарей, основанный на движении звезды Сириус. Этот календарь состоял из 365 дней и был разделен на 12 месяцев по 30 дней, с добавлением пяти дополнительных дней в конце года. Египтяне первыми заметили и использовали гелиакический восход Сириуса для определения времени начала разлива Нила. Это событие было важным для сельского хозяйства и религиозных обрядов. Египтяне также внимательно наблюдали за движением звезд, планет и Луны. Так, Великая пирамида в Гизе ориентирована по сторонам света, а храм в Карнаке выровнен по направлению восхода солнца в день зимнего солнцестояния.



Пирамиды в Гизе (вверху) и храм в Карнаке.

Скарабей — священные жуки у древних египтян. Считалось, что, катая свой шарик, они повторяют путь Солнца по небу. Оказалось, что скарабей способен различать свет Млечного Пути и использовать его как ориентир. Они выбирают направление и следуют ему, чтобы катить свой шарик по прямой линии. Скарабей — одно из немногих животных, использующих небесные ориентиры для навигации.

ГЕЛИАКИЧЕСКИЙ ВОСХОД

Это момент, когда звезда или планета впервые появляется на утреннем небе перед восходом солнца после периода, когда она была невидима из-за близости к нашему светилу.

АСТРОНОМИЯ И АСТРОЛОГИЯ

Вавилонская астрономия была тесно связана с астрологией. Астрономы в то время составляли гороскопы и предсказывали будущее на основе положения небесных тел. Но все же древние ученые внесли большой вклад и в настоящую науку. Так, вавилоняне разработали сложные математические методы для расчета движения планет и звезд. Они использовали систему счисления на основе 60 (шестидесятеричная система), что позволило им проводить точные вычисления. Удивительно, но ее мы используем и сегодня: наш час по-прежнему делится на 60 минут, а минута — на 60 секунд.

ИЗМЕРЕНИЯ ЗРАТОСФЕНА

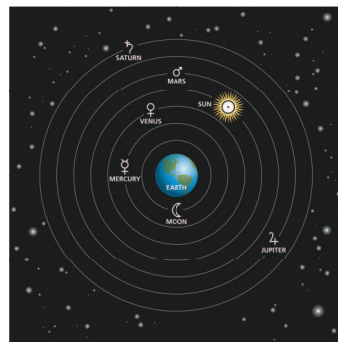
Эратосфен определил длину окружности Земли с удивительной точностью. Он знал, что в день летнего солнцестояния в городе Сиена Солнце находится прямо над головой, и его лучи падают в колодез вертикально, не создавая тени. В тот же день ученый измерил угол падения солнечных лучей в Александрии: он составил примерно $7,2^\circ$ ($1/50$ часть окружности).

Эратосфен знал, что расстояние между этими двумя городами составляет примерно 800 км. Используя пропорцию, он рассчитал, что полная окружность Земли должна быть в 50 раз больше расстояния между Сиеной и Александрией. Таким образом он получил длину окружности Земли около 40 000 км.

ГЕОЦЕНТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Астрономия в Древней Греции достигла значительных успехов и оказала огромное влияние на развитие науки в целом. Клавдий Птолемей разработал геоцентрическую модель Вселенной, в которой Земля находится в центре, а все планеты и звезды вращаются вокруг нее. Эта модель доминировала в астрономии на протяжении многих веков. Впрочем, Аристарх Самосский уже тогда предложил идею, что Земля и другие планеты вращаются вокруг Солнца. Но его гипотеза не была принята. Греческие астрономы измеряли размеры Земли и расстояния до Луны и Солнца. Именно в Греции изобрели одни из первых инструментов для наблюдений — астролябии и армиллярные сферы для измерения угловых расстояний между звездами и планетами.

Портрет Клавдия Птолемея. Гравюра на дереве из книги Николая Ройзнера. 1587 г.



Геоцентрическая модель мира.



«АЛЬМАГЕСТ» — ОСНОВА ОСНОВ

«Альмагест», или «Великое математическое построение по астрономии в 13 книгах» — классический труд Клавдия Птолемея, написанный около 140 г. н. э. Помимо изложения геоцентрической модели Вселенной он включает звездный каталог, содержащий около тысячи звезд с описанием их положения и яркости. В первых двух книгах также изложены математические основы астрономии, включая геометрию и тригонометрию, необходимые для расчета движения небесных тел. «Альмагест» оставался основным трудом по астрономии на протяжении тринадцати столетий и оказал огромное влияние на развитие науки в Средние века и эпоху Возрождения.

Первые астрономы [7]

СОЗВЕЗДИЯ

Созвездия — это участки неба, на которые астрономы разделили небесную сферу для удобства ориентации и изучения звезд.

В древности созвездиями называли характерные фигуры, образуемые яркими звездами. Эти фигуры часто ассоциировались с мифологическими персонажами, животными или предметами.



Яркие звезды, образующие созвездие Ориона.

СОЗВЕЗДИЯ ДРЕВНИХ

Вавилоняне были одними из первых, кто систематически разделил небо на созвездия. Именно в Вавилоне создали зодиак, который включал 12 созвездий, соответствующих 12 месяцам года. Эти созвездия использовались для астрологических предсказаний и сельскохозяйственных целей. Греки заимствовали многие созвездия у вавилонян и добавили свои. Они дали созвездиям имена героев и богов из своей мифологии. Так, в «Альмагест» включены 48 из 88 современных созвездий. Китайские астрономы делили небо на 28 «лунных стоянок», которые использовались для астрономических и астрологических целей. Эти «стоянки» были частью более крупной системы, включающей созвездия и звезды. Цивилизация майя в Центральной Америке также делила небо на созвездия и использовала их для создания сложных календарей и предсказания астрономических событий.

ЗОДИАКАЛЬНЫЙ ПОЯС

Так называют пояс на небесной сфере, через который проходит видимый путь Солнца, Луны и планет. Он делится на 12 равных частей, каждая из которых соответствует одному из зодиакальных созвездий: Овен, Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион, Стрелец, Козерог, Водолей, Рыбы. Однако Земля вращается вокруг своей оси, которая медленно колеблется, как волчок. Этот процесс называется прецессией, из-за нее положение созвездий на небе меняется со временем. Созвездие, которое было в определенной точке на небе 2000 лет назад, сейчас находится в другом месте. Поэтому сегодня Солнце проходит через 13 созвездий — к зодиакальным созвездиям древности добавился Змееносец. А даты, в которых Солнце находится в том или ином зодиакальном созвездии, сильно сдвинулись.



ВЕЛИКИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОТКРЫТИЯ

В эпоху Великих географических открытий, охватывающую XV–XVII вв., европейские мореплаватели и астрономы начали активно исследовать Южное полушарие, открывая новые созвездия. Последние часто получали названия в честь животных, мифологических персонажей или инструментов, используемых в навигации и астрономии.

Так, голландский астроном и картограф Петер Планциус в 1597 г. ввел названия созвездий Жирафа и Единорога, которые используются до сих пор. Другим важным событием стало создание звездного атласа «Уранометрия» немецкого астронома Иоганна Байера в 1603 г. Байер включил в свой атлас 12 новых созвездий, большинство из которых были видны только из Южного полушария.

В 1690 г. увидел свет труд польского астронома Яна Гевелия «Уранография». Этот атлас включал 56 карт, из которых 54 были посвящены отдельным созвездиям, а две карты представляли собой полусферы всего неба. В книге описаны 1564 звезды, объединенные в созвездия.



Карта неба, изображающая Северное и Южное полушария с созвездиями и знаками зодиака.

Создана картографом и гравером Фредериком Де Витом в Амстердаме в 1680 г.

88 СОЗВЕЗДИЙ

В 1922 г. на I Генеральной ассамблее Международного астрономического союза (МАС) в Риме был утвержден список из 88 созвездий, на которые было разделено звездное небо. В 1928 г. были приняты четкие и однозначные границы между этими созвездиями, проведенные строго по линиям постоянного прямого восхождения и линиям постоянного склонения в экваториальной системе небесных

координат на эпоху января 1875 г. В последовавшие за этим годы в границы созвездий вносились уточнения, а в 1935 г. они были окончательно утверждены. Эти границы были установлены для удобства ориентирования на звездном небе и ликвидации пустот между созвездиями. Таким образом, МАС стандартизировал и упорядочил систему созвездий, что позволило астрономам всего мира использовать единые координаты и названия.

ЗВЕЗДНАЯ ЭПОХА

Это момент времени, используемый в астрономии для определения координат небесных объектов. Поскольку звезды и другие небесные тела постоянно движутся из-за прецессии земной оси и других факторов, астрономы используют определенные стандартные эпохи, такие как J2000.0 (1 января 2000 г.), для унификации данных и упрощения расчетов. Звездные каталоги и астрономические карты часто указывают координаты объектов на определенную звездную эпоху, чтобы избежать путаницы и обеспечить точность наблюдений.

КАРТА ЗВЕЗДНОГО НЕБА

Северное полушарие



Звездная величина — это характеристика яркости звезды. Самые яркие звезды относят к первой величине.

Плоскость эклиптики — плоскость, в которой Земля обращается вокруг Солнца.

Небесный экватор — условная линия, делящая звездное небо на два полушария.

ОСТАНОВИТЬ СОЛНЦЕ И СДВИНУТЬ ЗЕМЛЮ

Астрономия в Средневековье была тесно связана с астрологией и религией. В этот период наука развивалась в основном в исламских странах. Именно эти труды, которые затем стали известны в Европе, заложили основу для будущих открытий в области астрономии.

АСТРОНОМИЯ В ИСЛАМСКОМ МИРЕ

После падения великих античных цивилизаций научный центр мира сместился на Ближний Восток и в Центральную Азию. Арабские математики и астрономы совершили великие открытия, намного продвинувшие астрономию вперед. Мусульманские астрономы построили обсерватории и разработали инструменты для точных наблюдений за небесными телами. Одной из самых известных была обсерватория в Багдаде, основанная халифом аль-Мамуном. В обсерваториях составляли подробные астрономические таблицы, или зиджи, которые использовались для расчета положений звезд и планет. Эти таблицы были настолько точными, что их использовали в течение многих веков. Так, под руководством узбекского правителя, математика и астронома Улугбека в 1437 г. был составлен «Гурганский зидж» — каталог звездного неба, в котором было описано 1018 звезд. Этот труд стал одним из самых точных



Вид с воздуха на обсерваторию Улугбека. 24 мая 2021 г. Самарканд, Узбекистан.

Справа — современный музей, слева — укрытая крышей сохранившаяся часть огромного секстанта (прибора для определения высоты Солнца и других объектов над горизонтом) радиусом около 40 м.

© Collab Media / Shutterstock.com.

и полных звездных каталогов своего времени. В построенной Улугбеком в Самарканде обсерватории проводились чрезвычайно точные

наблюдения. Например в ней установили продолжительность астрономического года с погрешностью всего в 58 секунд.

ПЕРЕВОДЫ КЛАССИКОВ

Важной заслугой исламских ученых является то, что они перевели и сохранили многие труды древнегреческих и индийских астрономов, включая «Альмагест» Птолемея. Эти переводы стали основой для дальнейших исследований и развития астрономии в Европе.

ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

Главное открытие великого польского астронома Николая Коперника — гелиоцентрическая теория, которая утверждает, что Солнце находится в центре Вселенной, а планеты, включая Землю, вращаются вокруг него. Эта теория была изложена в его труде «О вращении небесных сфер», опубликованном в 1543 г. Коперник предположил, что планеты движутся по орбитам вокруг Солнца, и это — причина наблюдаемых ретроградных движений планет, которые не могли быть объяснены в рамках геоцентрической модели. Астроном также предположил, что Земля вращается вокруг своей оси, что объясняет смену дня и ночи. Работы Коперника стали основой для дальнейших исследований и открытий в астрономии. Его гелиоцентрическая модель была принята и развита Галилео Галилеем и Иоганном Кеплером. Последний, например, использовал идеи Коперника для разработки своих законов движения планет.

ТИХО БРАГЕ

Выдающийся датский астроном Тихо Браге построил обсерваторию «Ураниборг» на острове Вен, где проводил наблюдения за звездами и планетами с наивысшей для того времени точностью. Так, в 1572 г. Браге наблюдал сверхновую звезду в созвездии Кассиопеи. Это событие стало важным открытием, поскольку показало, что небесные сферы не являются неизменными, как считалось ранее. Именно наблюдения Браге стали основой для работ Иоганна Кеплера.



На памятнике Николаю Копернику в его родном Торуне написано: «Николай Коперник из Торуня, сдвинувший Землю, остановивший Солнце и небеса».

© Robson90 / Shutterstock.com



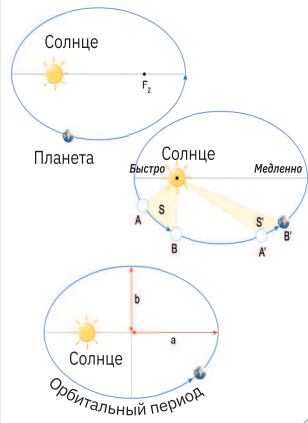
Модель Солнечной системы в обсерватории имени Тихо Браге в Круглой башне в Копенгагене.

ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ

Иоганн Кеплер опубликовал несколько важных трудов, среди которых «Новая астрономия» (1609) и «Гармония мира» (1619). В этих работах он изложил свои законы движения планет и другие важные открытия. Законы Кеплера стали основой для дальнейших исследований и открытий, включая работы Исаака Ньютона по теории гравитации. Кеплер также внес значительный вклад в оптику. Он разработал теорию рефракции света и изобрел улучшенную зрительную трубу, которая позволила проводить более точные астрономические наблюдения.

ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА

Первый закон Кеплера. Орбиты планет являются эллипсами, а Солнце находится в одном из фокусов эллипса.
Второй закон Кеплера. Радиус-вектор планеты за равные промежутки времени описывает равные площади.
Третий закон Кеплера. Квадраты периодов обращения планет пропорциональны кубам их средних расстояний от Солнца.



Остановить Солнце и сдвинуть Землю [13]

ПЕРВЫЕ ТЕЛЕСКОПЫ

Телескопы играют ключевую роль в астрономии, позволяя ученым получать данные о далеких объектах и явлениях, которые невозможно наблюдать невооруженным глазом. Эти приборы помогают расширять наше понимание Вселенной и ее законов. Если первый телескоп Галилео Галилея представлял собой трубку с линзами, то современные приборы — это огромные сложные механизмы с сегментированными зеркалами, компьютерным управлением и адаптивной оптикой, которые позволяют получать удивительно четкие изображения.

ПРЕДШЕСТВЕННИКИ ТЕЛЕСКОПОВ

Первые упоминания об увеличительных приборах относятся к временам Древнего Рима: там для увеличения использовали сосуды, наполненные водой. В Средневековье итальянские мастера разработали прототипы очков и луп, которые позволяли увеличивать изображение предметов на близком расстоянии.

В 1608 г. Иоганн Липперсгей продемонстрировал первую подзорную трубу в Гааге. Его устройство состояло из выпуклой и вогнутой линз, что позволяло увеличивать изображение объектов. Однако в выдаче патента на изобретение Липперсгею отказали: другие мастера, например Захарий Янсен из Мидделбурга, уже сконструировали подобные устройства и подали собственные заявки.

ПЕРВЫЙ ТЕЛЕСКОП

В 1609 г., узнав об изобретении зрительной трубы в Голландии, Галилей сконструировал собственный телескоп. Его прибор состоял из выпуклой линзы и вогнутого окуляра, что позволяло увеличивать изображение объектов в 20 раз. И если голландские

мастера собирали подзорные трубы для того, чтобы рассматривать объекты на поверхности Земли, то Галилей впервые решил навести телескоп на звездное небо.

С помощью своего телескопа Галилей сделал несколько революционных открытий. Он обнаружил, что поверхность Луны не гладкая, как считалось ранее, а покрыта кратерами и горами. Ученый наблюдал фазы Венеры, что подтвердило гелиоцентрическую модель Солнечной системы. Галилей открыл четыре крупнейших спутника Юпитера (Ио, Европа, Ганимед и Каллисто), которые теперь известны как Галилеевы спутники.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НЬЮТОНА

Исаак Ньютон в 1668 г. изобрел телескоп, использующий зеркала вместо линз для фокусировки света. Основной компонент телескопа Ньютона — параболическое зеркало, которое собирает и фокусирует свет в одной точке.

Телескоп Ньютона стал отправной точкой для создания более мощных и совершенных телескопов, которые позволили ученым увидеть далекие галактики и изучать удивительные явления космоса.



Модель телескопа Галилео Галилея.



Портрет Исаака Ньютона из «Энциклопедического словаря» Мейера, изданного в Германии.

© Nicku / Shutterstock.com

РЕФРАКТОРЫ И РЕФЛЕКТОРЫ

Телескоп-рефрактор, изобретенный Галилеем, использует линзы для сбора и фокусировки света. Свет проходит через линзу, которая преломляет (рефрактирует) его, создавая изображение. Пример таких телескопов — классические подзорные трубы и многие современные астрономические телескопы для любителей.

Телескоп-рефлектор, придуманный Ньютоном, использует зеркала для сбора и фокусировки света. Свет отражается от вогнутого зеркала, которое фокусирует его в одну точку, создавая изображение. Крупные профессиональные астрономические телескопы построены именно по такому принципу. Оба типа телескопов имеют свои преимущества и недостатки, и выбор между ними зависит от целей наблюдений и предпочтений пользователя.



Полевые наблюдения за звездным небом с помощью телескопа.

СРАВНЕНИЕ РЕФЛЕКТОРОВ И РЕФРАКТОРОВ

	Рефракторы	Рефлекторы
Оптическая система	Используют линзы для сбора и фокусировки света.	Используют зеркала для сбора и фокусировки света.
Конструкция	Двояковыпуклая линза (объектив) создает изображение, которое увеличивается окуляром, как лупой.	Главное зеркало расположено в передней части телескопа, а вторичное зеркало направляет свет от него к окуляру.
Изображение	Обеспечивают четкие и контрастные изображения при наблюдении относительно близких планет и Луны.	Обеспечивают яркие изображения без хроматической аберрации, что делает их идеальными для наблюдения глубокого космоса.
Проблемы	Могут страдать от хроматической аберрации (разделение света на цветные полосы), что требует использования дополнительных линз для коррекции.	Могут страдать от комы (искажение изображения на краях поля зрения) и требуют регулярной юстировки (выравнивания по оси) зеркал.
Применение	Часто используются для наземных наблюдений и в любительской астрономии.	Широко используются в профессиональной астрономии и для наблюдения за далекими галактиками, туманностями и звездами.