

The background features a central yellow star with a soft glow, surrounded by several concentric elliptical orbits. A small blue planet is visible on one of the inner orbits, and a larger reddish planet is on an outer orbit. The overall scene is set against a dark, starry space background.

# *ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ АСТРОНОМИИ*

# Что такое

## астрономия?

Астрономия изучает строение Вселенной, физическую природу, происхождение и эволюцию небесных тел и образованных ими систем. Астрономия исследует также фундаментальные свойства окружающей нас Вселенной. Как наука, астрономия основывается прежде всего на наблюдениях. В отличие от физиков астрономы лишены возможности ставить эксперименты.

Практически всю информацию о небесных телах приносит нам электромагнитное излучение. Только в последние 40 лет отдельные миры стали изучать непосредственно: зондировать атмосферы планет, изучать лунный и марсианский грунт. Масштабы наблюдаемой Вселенной огромны и обычные единицы измерения расстояний – метры и километры – здесь малопригодны. Вместо них вводятся другие.

Астрономическая единица используется при изучении Солнечной системы. Это размер большой полуоси орбиты Земли:  $1 \text{ а.е.} = 149 \text{ млн. км.}$  Более крупные единицы длины - световой год и парсек, а также их производные - нужны в звёздной астрономии и космологии. Световой год - расстояние, которое проходит световой луч в вакууме за один земной год. Парсек исторически связан с измерением расстояний до звёзд по их параллаксу и составляет  $3,263$  светового года  $= 206\,265 \text{ а. е.}$

Астрономия тесно связана с другими науками, прежде всего с физикой и математикой, методы которых широко применяются в ней. Но и астрономия является незаменимым полигоном, на котором проходят испытание многие физические теории. Космос - единственное место, где вещество существует при температурах в сотни миллионов градусов и почти при абсолютном нуле, в пустоте вакуума и в нейтронных звёздах. В последнее время достижения астрономии стали использоваться в геологии и биологии, географии и истории.

Астрономия изучает фундаментальные законы природы и эволюцию нашего мира. Поэтому особенно велико её философское значение. Фактически, она определяет мировоззрение людей.

## Древнейшая из наук.

За несколько тысяч лет до нашей эры в долинах крупных рек (Нил, Тигр и Евфрат, Инд и Ганг, Янцзы и Хуанхэ) осели землевладельцы. Календарь, составленный жрецами Солнца и Луны, стал играть важнейшее значение в их жизни. Наблюдения за светилами жрецы проводили в древних обсерваториях, одновременно бывших и храмами. Их изучает археоастрономия. Археологи нашли довольно много подобных обсерваторий.

Простейшие из них – мегалиты – представляли собой один (менгиры) или несколько (дольмены, кромлехи) камней, расположенных в строгом



порядке друг относительно друга. Мегалиты отмечали место восхода и захода светил в определённое время года.

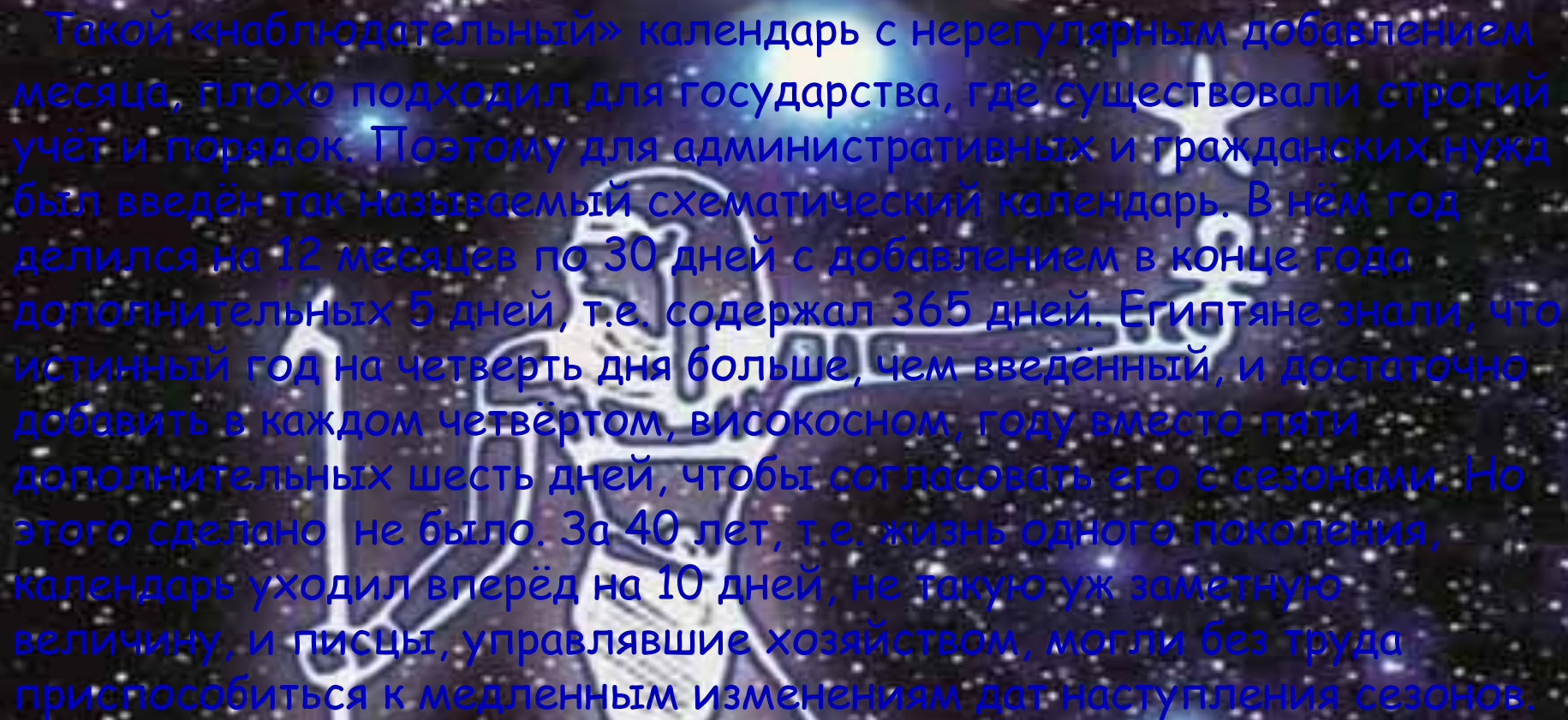
Одним из самых известных сооружений древности является Стоунхедж, расположенный в Южной Англии. Его основная функция – наблюдение Солнца и Луны, определение дней зимнего и летнего солнцестояний, предсказание лунных и солнечных затмений.

# Астрономия древних цивилизаций

Примерно за 4 тысячи лет до н.э. в долине Нила возникла одна из древнейших на Земле цивилизаций – египетская. Ещё через тысячу лет, после объединения двух царств (Верхнего и Нижнего Египта), здесь сложилось мощное государство. К тому времени, которое называют Древним царством, египтяне уже знали гончарный круг, умели выплавлять медь, изобрели письменность. Именно в ту эпоху были сооружены пирамиды. Тогда же, вероятно, появились египетские календари: лунно-звёздный – религиозный и схематический – гражданский.

Астрономия египетской цивилизации началась именно с Нила. Египетские жрецы-астрономы заметили, что незадолго до начала подъёма воды происходят два события: летнее солнцестояние и первое появление Сириуса на утренней звезде после 70-дневного отсутствия на небосводе. Сириус, самую яркую звезду неба, египтяне называли именем богини Сопдет. Греки произносили это имя как «Сотис».

К тому времени в Египте существовал лунный календарь из 12 месяцев по 29 или 30 дней – от новолуния до новолуния. Чтобы его месяцы соответствовали сезонам года, раз в два-три года приходилось добавлять 13-й месяц. «Сириус» помогал определять время вставки этого месяца. Первым днём лунного года считался первый день новолуния, наступавший после возвращения этой звезды.



Такой «наблюдательный» календарь с нерегулярным добавлением месяца, плохо подходил для государства, где существовали строгий учёт и порядок. Поэтому для административных и гражданских нужд был введён так называемый схематический календарь. В нём год делился на 12 месяцев по 30 дней с добавлением в конце года дополнительных 5 дней, т.е. содержал 365 дней. Египтяне знали, что истинный год на четверть дня больше, чем введённый, и достаточно добавить в каждом четвёртом, високосном, году вместо пяти дополнительных шесть дней, чтобы согласовать его с сезонами. Но этого сделано не было. За 40 лет, т.е. жизнь одного поколения, календарь уходил вперёд на 10 дней, не такую уж заметную величину, и писцы, управлявшие хозяйством, могли без труда приспособиться к медленным изменениям дат наступления сезонов.

Через какое-то время в Египте появился и ещё один лунный календарь, приспособленный к скользящему гражданскому. В нём дополнительные месяцы вставлялись так, чтобы удержать начало года не вблизи момента появления Сириуса, около начала гражданского года. Этот «блуждающий» лунный календарь использовался наряду с другими двумя.

В Древнем Египте существовала сложная мифология с множеством богов. Астрономические представления египтян были тесно связаны с ней. Согласно их верованиям, в середине мира находился Геб, один из прародителей богов, кормилец и защитник людей. Он олицетворял Землю. Жена и сестра Геба, Нут, была самим Небом. Её называли Огромной матерью звёзд и Рождающей богов. Считалось, что она каждое утро проглатывает светила и каждый вечер рождает их вновь. Из-за этой её привычки когда-то произошла ссора Нут и Геба. Тогда их отец Шу, Воздух, поднял Небо над Землёй и разлучил супругов. Нут была матерью Ра(Солнца) и звёзд и управляла ими. Ра в свою очередь создал Тота(Луну) как своего заместителя на ночном небе.

Согласно другому мифу, Ра плывёт по небесному Нилу и освещает Землю, а вечером спускается в Дуат(ад). Там он путешествует по подземному Нилу, сражаясь с силами мрака, чтобы утром снова появиться на горизонте.

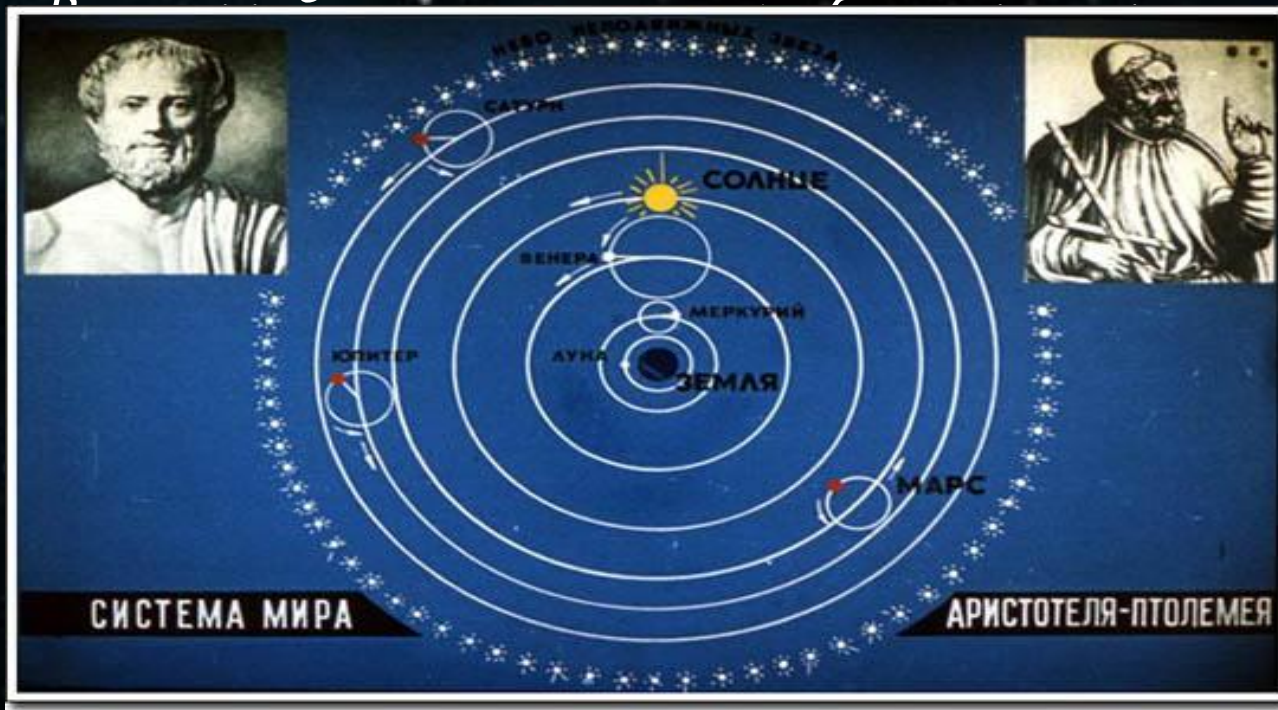




# Геоцентрическая система

## мира

Во II веке до н.э. греческий учёный Птолемей выдвинул свою «систему мира». Он пытался объяснить устройство Вселенной с учётом видимой сложности движения планет. Считая Землю шарообразной, а размеры её ничтожными по сравнению с расстояниями до планет и тем более до звёзд. Птолемей, однако, вслед за Аристотелем утверждал, что Земля – неподвижный центр



гравитационной (гравитационной системы) (гравитационной системы от Земли)

Луна, Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер, Сатурн, звёзды. Но если движение Луны, Солнца, звёзд круговое, то движение планет

образно сложное

Каждая из планет, по мнению Птолемея, движется не вокруг Земли, а вокруг некой точки. Точка эта в свою очередь движется по кругу, в центре которого находится Земля. Круг, описываемый планетой вокруг движущейся точки, Птолемей назвал эпициклом, а круг, по которому движется точка около Земли, - деферентом.

Эту ложную систему признавали почти 1 500 лет. Также её признавала и Христианская религия. В основу своего миропонимания христианство положило библейскую легенду о сотворении мира Богом за 6 дней. По этой легенде Земля является «сосредоточением» Вселенной, а небесные светила созданы для того, чтобы освещать Землю и украшать небесный свод. Всякое отступление от этих взглядов христианство беспощадно преследовало. Система мира Аристотеля - Птолемея, ставившая Землю в центр мироздания, как нельзя лучше отвечала христианскому вероучению. Таблицы, составленные Птолемеем, позволяли заранее определить положение планет на небе. Но с течением времени астрономы обнаружили расхождение наблюдаемых положений планет с предвычисленными. На протяжении веков думали, что система мира Птолемея просто недостаточно совершенна и пытались усовершенствовать её, вводили для каждой планеты новые и новые комбинации круговых движений.

# Гелиоцентрическая система мира

Свою систему мира великий польский астроном Николай Коперник (1473-1543) изложил в книге «О вращениях небесных сфер», вышедшей в год его смерти. В этой книге он доказал, что Вселенная устроена совсем не так, как много веков утверждала религия.

Задолго до Птолемея греческий учёный Аристарх утверждал, что Земля движется вокруг Солнца. Позже, в средние века, передовые учёные разделяли точку зрения Аристарха о строении мира и отвергали ложное учение Птолемея. Незадолго до Коперника великие итальянские учёные Николай Кузанский и Леонардо да Винчи утверждали, что Земля движется, что она совсем не находится в центре Вселенной и не занимает в ней исключительного положения. Почему же, несмотря на это, система Птолемея продолжала господствовать? Потому, что она опиралась на всемогущую церковную власть, которая подавляла свободную мысль, мешала развитию науки. Кроме того, учёные, отвергавшие учение Птолемея и высказывавшие правильные взгляды на устройство Вселенной, не могли ещё убедительно их обосновать. Это удалось сделать только Николаю Копернику. После 30 лет упорнейшего труда, долгих размышлений и сложных

математических вычислений он показал, что Земля – только одна из планет, а все планеты обращаются вокруг Солнца.

Что же заключает в себе книга «О вращении небесных сфер» и почему она нанесла такой сокрушительный удар по системе Птолемея, которая со всеми изъяснами держалась 14 веков под покровительством всемогущей церкви? В этой книге Николай Коперник утверждал, что Земля и другие планеты – спутники Солнца. Он показал, что именно движением Земли вокруг Солнца и её суточным вращением вокруг своей оси объясняется видимое движение Солнца, странная запутанность в движении планет и видимое вращение небесного свода. Гениально просто Коперник объяснял, что мы воспринимаем движение далёких небесных тел так же, как и перемещение различных предметов на Земле, когда сами находимся в движении. Коперник как и древнегреческие учёные предположил, что орбиты, по которым движутся планеты, могут быть только круговыми. Спустя 75 лет немецкий астроном Иоганн Кеплер, продолжатель дела Коперника, доказал, что если бы Земля двигалась в пространстве, то при наблюдении неба в разное время нам должно было бы казаться, что звёзды смещаются, меняют своё положение на небе. Но таких смещений звёзд за много веков не заметил ни один астроном. Именно в этом сторонники учения Птолемея хотели видеть доказательства неподвижности Земли. Однако Коперник утверждал, что звёзды находятся на невообразимо огромных расстояниях. Поэтому ничтожные смещения их не могли быть замечены.



## Классика небесной механики

Столетие после смерти Ньютона (1727г.) стало временем бурного развития небесной механики – науки, построенной на теории тяготения. И так уж получилось, что основной вклад в развитие этой науки внесли пять замечательных учёных.

Один из них родом из Швейцарии, хотя большую часть жизни он проработал в России и Германии. Это Леонардо Эйлер. Четверо других – французы (Клеро, Д\*Аламбер, Лагранж и Лаплас).

В 1743 году Д\*Аламбер опубликовал свой «Трактат о динамике», в котором сформулированы общие правила составления дифференциальных уравнений, описывающих движение материальных тел и их систем. В 1747 году он представил в Академию наук мемуары об отклонениях планет от эллиптического движения вокруг Солнца под действием их взаимного притяжения.

Алексис Клод Клеро(1713-1765) уже в неполные 13 лет сделал свою первую научную работу по геометрии. Она была представлена в Парижскую академию, где и была зачитана его отцом. Через три года Клеро опубликовал новую работу – «О кривых двойкой кривизны.» Юношеские работы привлекли внимание крупных учёных-математиков. Они стали добиваться избрания юного таланта в Парижскую академию наук. Но по уставу членом Академии мог стать только человек, достигший 20 лет.

Тогда известный математик Пьер Луи Мопертюи (1698-1759), покровитель Алексиса, решил повезти его в Базель к Иоганну Бернулли. Три года Клеро слушал лекции маститого учёного, совершенствуя свои знания. По возвращению в Париж он, уже достигнув 20-летнего возраста, был избран в адъюнкты Академии (младший разряд академиков). В Париже Клеро и Мопертюи окунулись в самый разгар споров о форме Земли: сжата ли она у полюсов или вытянута? Мопертюи стал готовить экспедицию в Лапландию для измерения дуги меридиана. Принял в ней участие и Клеро.

Вернувшись из Лапландии, Клеро получил звание действительного члена Академии наук. Жизнь его теперь была обеспечена и он смог посвятить её научным занятиям.

Жозеф Луи Лагранж (1735-1813) учился, а затем и преподавал в Артиллерийском училище в Турине, в 18 лет уже став профессором. В 1759 году по рекомендации Эйлера 23-летнего Лагранжа избирают в члены Берлинской академии наук. В 1766 году он уже стал её президентом.

Круг научных исследований Лагранжа был необычайно широк. Они посвящены механике, геометрии, математическому анализу, алгебре, теории чисел, а также теоретической астрономии. Основным направлением исследований Лагранжа было представление самых различных явлений в механике с единой точки зрения. Он вывел уравнение, описывающее поведение любых систем под действием сил.

В области астрономии Лагранж много сделал для решения проблемы устойчивости Солнечной системы; доказал некоторые частные случаи устойчивого движения, в частности для малых тел, находящихся в так называемых треугольных точках либрации. Эти тела - астероиды -

«тройяцы» - были обнаружены уже в XX веке, спустя столетие после смерти Лагранжа.

При решении конкретных задач небесной механики пути этих учёных неоднократно пересекались; они вольно или невольно соперничали друг с другом, приходя то к близким, то к совершенно различным результатам.

## Современная астрономия

Вся история изучения Вселенной есть, в сущности, поиск средств, улучшающих человеческое зрение. До начала XVII века невооружённый глаз был единственным оптическим инструментом астрономов. Вся астрономическая техника древних сводилась к созданию различных угломерных инструментов, как можно более точных и прочных. Уже первые телескопы сразу резко повысили разрешающую и проникающую способность человеческого глаза. Вселенная оказалась совсем иной, чем она казалась до тех пор. Постепенно были созданы приёмники невидимых излучений и в настоящее время вселенную мы воспринимаем во всех диапазонах электромагнитного спектра - от гамма-лучей до сверхдлинных радиоволн.

Более того, созданы приёмники корпускулярных излучений, улавливающие мельчайшие частицы - корпускулы (в основном ядра атомов и электроны), приходящие к нам от небесных тел. Если не бояться аллегорий, можно сказать, что Земля стала зорче, её «глаза», то есть совокупность всех приёмников космических излучений, способны

фиксировать объекты, от которых до нас лучи света доходят за многие миллиарды лет.

Благодаря телескопам и другим инструментам астрономической техники человек за три с половиной века проник в такие космические дали, куда свет - самое быстрое, что есть в этом мире - может добраться лишь за миллиарды лет! Это означает, что радиус изучаемой человечеством Вселенной растёт со скоростью, в огромное число раз превосходящей скорость света!

- **Спектральный анализ** - изучение интенсивности излучения в отдельных спектральных линиях, в отдельных участках спектра. Спектральный анализ является методом, с помощью которого определяется химический состав небесных тел, их температура, размеры, строение, расстояние до них и скорость их движения.

Через 50 лет, надо полагать, будут открыты (если они имеются) планеты у ближайших к нам 5-10 звёзд. Скорее всего их обнаружат в оптическом, инфракрасном и субмиллиметровом диапазонах волн с внеатмосферных установок.

В будущем появятся межзвёздные корабли-зонды для полёта к одной из ближайших звёзд в пределах расстояний 5-10 световых лет, разумеется, к той, возле которой будут обнаружены планеты. Такой корабль будет двигаться со скоростью не более 0,1 скорости света с помощью термоядерного двигателя.



2000 лет тому назад расстояние Земли от Солнца, согласно Аристарху Самосскому, составляло около 361 радиуса Земли, т.е. около 2.300.000 км. Аристотель считал, что «сфера звёзд» размещается в 9 раз дальше. Таким образом, геометрические масштабы мира 2000 лет тому назад «измерялись» величиной в 20.000.000 км.

При помощи современных телескопов астрономы наблюдают объекты, находящиеся на расстоянии около 10 млрд. световых лет.. Таким образом, за упомянутый промежуток времени масштабы мира выросли в 5.000.000.000.000.000 раз.

Согласно византийским христианским богословиям мир был создан 5508 лет до н.э., т.е. менее чем 7.5 тыс. лет тому назад.

Современная астрономия дала доказательства того, что уже около 10 млрд. лет тому назад доступная для астрономических наблюдений Вселенная существовала в виде гигантской системы галактик. Масштабы во времени «выросли» в 13 млн. раз.

Но главное, конечно, не в цифровом росте



КоНеЦ

Спасибо за внимание!