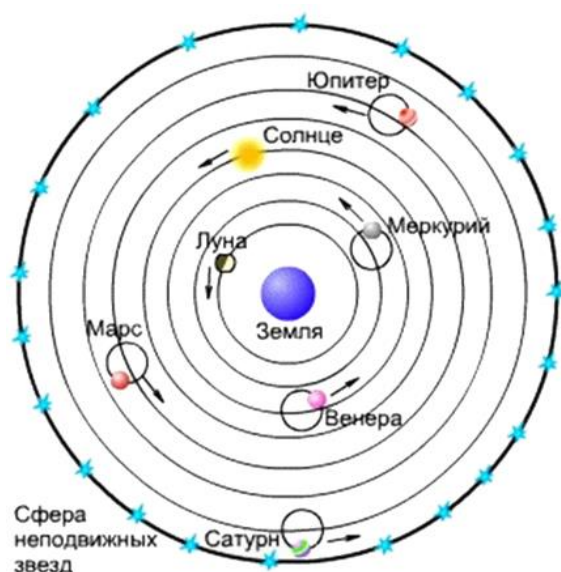


РАЗДЕЛ 1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ АСТРОНОМИИ

Тема 1.2 Особенности астрономии. Астрономические инструменты

1. Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы мироздания
2. Особенности астрономической информации
3. Роль наблюдений в астрономии.

Вопрос о положении Земли во Вселенной, о том, неподвижна она или движется вокруг Солнца, всегда имел важное значение как для астрономии, так и для миропонимания.



На рубеже новой эры астроном **Птолемей Клавдий** пишет знаменитый труд «Альмагест», в котором он сформулировал систему мироздания, которую позже ученые назовут **геоцентрической**.

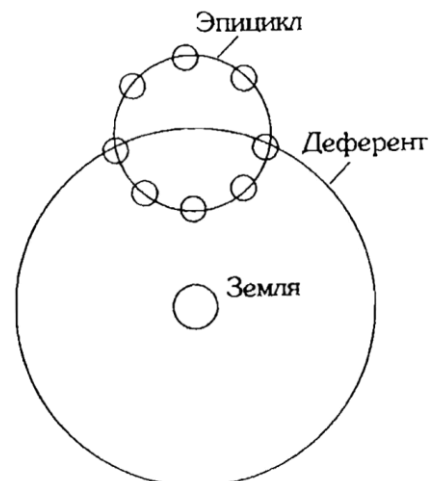
Птолемей взял за основу строение земли по Аристотелю где небеса состоят из 7 хрустальных (т.е. прозрачных) сфер – на которых закреплены пять планет, Солнце и Луна.

В центральной «сфере» находится Земля, а Солнце и планеты вращаются вокруг неё и вокруг собственной оси.

Изложенное Птолемеем прекрасно подтвердилось результатами наблюдения. Действительно любой наблюдатель мог обнаружить Луну, пять планет, их взаимное расположение и движение по ночному небу.

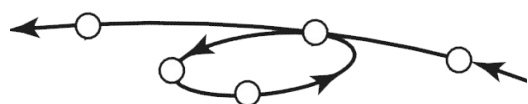
То, что движение планет отличалось от движения Солнца и Луны Птолемей объяснял тем, что каждая планета равномерно движется по двум направлениям:

- *эпициклу* — малому кругу собственного вращения;
- *деференту* — большому кругу, центр которого движется вокруг Земли.



Казалось, истина найдена! Геоцентрическая система мироздания Птолемея Клавдия просуществовала практически без изменений 1300 лет!

Однако в конце периода Средневековья – в эпоху Возрождения тщательные наблюдения выявили, что точность измерений движения планет по птолемеевскому эпициклу не совпадала с наблюдаемыми данными.



Наблюдатель с Земли видел как планета, двигаясь сначала прямолинейно, внезапно начинала двигаться назад, совершая как бы петлю, а потом снова двига-

АСТРОНОМИЯ

краткий конспект лекций
ФГБУ ПОО «БГУОР»

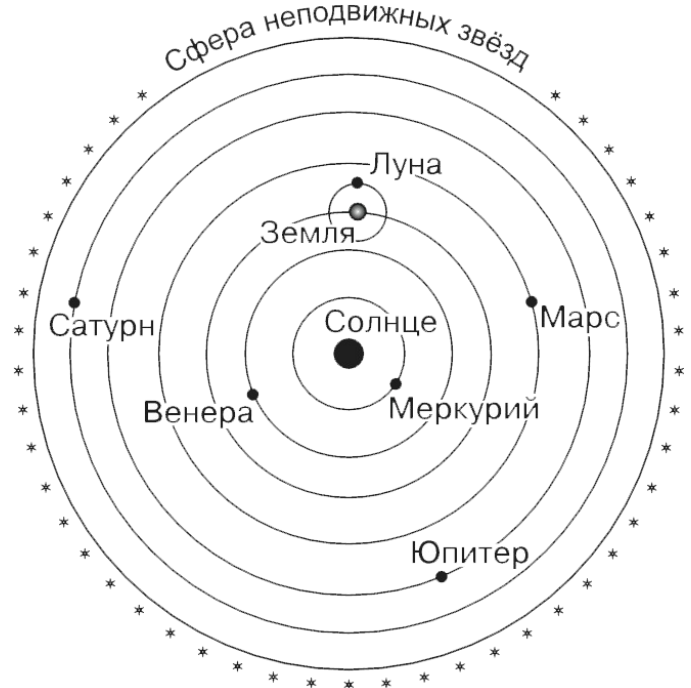
лась прямолинейно. Геоцентрический подход не мог объяснить наблюдаемое явление. Необходимо было другое объяснение.

В 1543 г. была издана книга польского ученого **Николая Коперника**, в которой он обосновал иную - **гелиоцентрическую** систему мира.

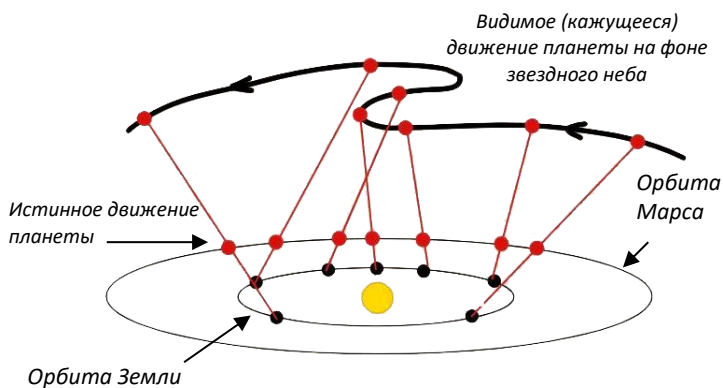
Коперник предположил, что все планеты движутся одинаково вокруг общего центра, но движение планет по орбитам неравномерное. Планеты, расположенные ближе к Солнцу, движутся быстрее расположенных дальше от него.

Таким образом, пока Земля и Марс движутся последовательно, наблюдатель видит прямолинейное движение Марса.

Но затем Земля начинает обгонять Марс (т.к. ее орбита ближе к Солнцу) и для наблюдателя создается иллюзия попятного движения Марса (как будто планета совершает петлю). Затем орбиты снова выравниваются и вновь наблюдатель



видит прямолинейное движение.



На самом деле Коперник понял, что если в центре мира разместить не Землю, а Солнце (Гелиос) и представить, что все планеты вращаются вокруг него, то не потребуются никаких эпициклов и деферентов для понимания движения планет.

Создание гелиоцентрической системы мира ознаменовало новый этап в развитии не только астрономии, но и всего естествознания.

Особо важную роль сыграла идея Коперника о том, что за наблюдаемой картиной происходящих явлений, которая нам кажется истинной, нужно искать и находить недоступную для непосредственного наблюдения сущность этих явлений.

Гелиоцентрическая система открытая, но недоказанная Коперником получила подтверждение и развитие в трудах таких выдающихся ученых, как **Галилео Галилей** и **Иоганн Кеплер**.

Галилей (1564—1642), одним из первых направивший телескоп на небо, истолковал сделанные при этом открытия как доводы в пользу теории Коперника.

Обнаруженные им четыре спутника Юпитера опровергали представления о том, что Земля является центром мироздания.

Галилей не только увидел горы на Луне, но даже измерил их высоту. Он также наблюдал пятна на Солнце и заметил их перемещение по солнечному диску. На этом основании он заключил, что Солнце вращается.

Наконец, наблюдая в Млечном Пути множество слабых звезд, недоступных невооруженному глазу, Галилей сделал вывод о том, что расстояния до звезд различны и никакой «сферы неподвижных звезд» не существует.

Далеко не случайно, например, что **Галилео Галилей** и **Исаак Ньютон** известны своими трудами и в физике, и в астрономии. Сформулированный Ньютоном в конце XVII в. **закон всемирного тяготения** открыл возможность применения математических методов для изучения движения планет и других тел Солнечной системы.

Постоянное совершенствование способов расчета на протяжении XVII в. вывело эту часть астрономии — **небесную механику** — на первый план среди других наук той эпохи.



Небесная механика — это раздел астрономии, применяющий законы механики для изучения и вычисления движения небесных тел, в первую очередь Солнечной системы (Луны, планет и их спутников, комет, малых тел).

Много раз в истории развития науки отдельные мыслители пытались ограничить возможности познания Вселенной, утверждая, что её невозможно постичь умом человека.

Пожалуй, последняя такая попытка случилась в XIX веке: *«Мы можем измерить форму, расстояние, размеры и движение планет и звезд, но никогда, никакими способами мы не сможем изучить их химический состав»* - это сказал ученый (!) **Огюст Конт**.

Однако вскоре произошло открытие **спектрального анализа** и сегодня астрофизики уже абсолютно точно могут ответить на вопрос о химическом составе звезд, удаленных на громадные расстояния.

В XX в., особенно во второй его половине, достижения астрономии снова, как и во времена Коперника, привели к серьезным изменениям в научной картине мира, к становлению представлений об эволюции Вселенной. Эти представления составляют основу современной **космологии**.

Оказалось, что возраст Вселенной, в которой мы сегодня живем, составляет не менее десятка миллиардов лет. 13,8 миллиардов лет тому назад она была совершенно иной — в ней не существовало ни галактик, ни звезд, ни планет. Для того чтобы объяснить процессы, происходившие на начальной стадии ее развития, понадобился весь арсенал современной теоретической физики, включая теорию относительности, атомную физику, квантовую физику и физику элементарных частиц.

События, которые произошли в науке за последние десятилетия, показали, что неразрывная связь, существующая между астрономией и физикой, позволяет успешно решать многие проблемы, волнующие человечество.

Особенности астрономической информации

Первая особенность астрономии в том, что основным источником информации для ученых являются *наблюдения*. Это отличает ее от других наук (например, физики или химии), где значительную роль играют опыты, эксперименты.

Вторая особенность в том, что непосредственно наблюдать происходящие изменения далеких объектов невозможно, так как то, что мы видим произошло миллионы и миллиарды лет назад. Иными словами – мы видим лишь прошлое тех событий, которые наблюдаем.

Третья особенность обусловлена необходимостью указать положение небесных тел в пространстве (их координаты) и невозможностью различить, какое из них находится ближе, а какое дальше от нас.

Законы Вселенной таковы, что любая информация в ней может быть перемещена от одного объекта к другому с помощью некоего носителя информации.

Это проще представить в виде почтальона, который является посредником в доставке информации от отправителя информации к ее получателю.

Что же может выступать в роли «вселенского почтальона», доставляющего информацию наблюдателю Вселенной? Сведения о том, что происходит за пределами Земли в космическом пространстве, ученые получают главным образом на основе приходящего от этих объектов света и других видов излучения, которое и является носителем и распространителем информации. Перемещаясь во все стороны бескрайнего пространства, видимый свет и невидимые глазом, но вполне материальные излучения несут потоки зашифрованной информации, которую можно наблюдать, измерять и обрабатывать.

Важно понимать, что глядя на звездное небо, мы видим лишь прошлое Вселенной. Родившаяся звезда на протяжении миллиардов лет ежесекундно «шлет» в космос колоссальный поток излучения, несущий зашифрованную информацию о светиле (о его местоположении, температуре, давлении недр, о химическом составе, о скорости перемещения и т.д.). И как бы долго звезда не существовала, через несколько миллиардов лет она неизбежно погаснет и поток информации прекратится. Но расстояния во Вселенной настолько велики, что даже фотонам света с их колоссальной скоростью в 300 000 км/с, требуются миллионы и миллиарды лет, что бы преодолеть гигантское пространство и донести поток излучения до наблюдателя.

Однако поток излучения, однажды оторвавшийся от своего источника, продолжит путешествовать в пространстве фактически бесконечно, пока не иссякнет. Именно поэтому глядя в небеса мы «принимаем» информацию о состоянии объекта, которое было у него много лет назад. Возможно самого объекта уже давно не существует, а его излучение еще продолжает лететь в пространстве.

Роль наблюдений в астрономии

Наблюдения – основной источник информации о небесных телах, процессах и явлениях, происходящих во Вселенной. Для проведения наблюдений во многих

АСТРОНОМИЯ

краткий конспект лекций
ФГБУ ПОО «БГУОР»

странах созданы специальные научно-исследовательские учреждения – **астрономические обсерватории**.

В России их несколько десятков:

- Главная астрономическая обсерватория РАН – Пулковская (Санкт-Петербург)

Специальная астрофизическая обсерватория (Северный Кавказ)

Государственный астрономический институт им.П.К.Штернберга (Москва) и др.

Основным инструментом астрономических исследований являются телескопы (оптические и радиотелескопы). Термин телескоп произошёл от двух греческих слов, которые в переводе означают «далеко» и «смотрю».

Современные обсерватории оснащены крупными оптическими телескопами, представляющими собой очень большие, сложные и автоматизированные инструменты.

Телескоп как это обычно ошибочно считают обыватели – не увеличивает изображение неба. Телескоп увеличивает угол зрения, под которым видны небесные тела, и собирает во много раз больше света, приходящего от небесного светила, чем глаз наблюдателя. Благодаря этому в телескоп можно рассматривать невидимые невооруженным глазом детали поверхности ближайших к Земле небесных тел и увидеть множество слабых звезд.

Существует несколько типов оптических телескопов.



Все оптические телескопы можно классифицировать по трем категориям:

- рефракторы (линзовые телескопы)
- рефлекторы (зеркальные телескопы)
- катадиоптрики (зеркально-линзовые телескопы)

Принцип действия оптического телескопа зависит от его типа, однако все они ориентированы на то, чтобы собрать как можно больше света, приходящего от небесных светил и сконцентрировать световые лучи в приемнике. Чем больше зеркало (или линза), тем большее количество лучей можно собрать и, соответственно, дальше заглянуть в космос.

Возможность различать мелкие детали характеризует **разрешающую способность** телескопа. Эта характеристика зависит от величины диаметра его объектива.

Казалось бы, а почему бы не сделать размер объектива огромным – может быть тогда мы сможем заглянуть максимально далеко в пространство? Однако

чем больше объектив, тем значительнее искажение, которое он неизбежно создаст. Поэтому в создании астрономических инструментов хороша «золотая середина». Отливка, шлифовка и калибровка оптических линз – одна из самых скрупулёзных, затратных и долговременных процедур.

Даваемое телескопом увеличение вычисляется по следующей формуле:

$$\Gamma = F/f$$

F - фокусное расстояние объектива

f - фокусное расстояние окуляра

С помощью телескопов производятся не только визуальные и фотографические наблюдения, но и **спектральные** наблюдения. При помощи их получают сведения о температуре, химическом составе, магнитных полях небесных тел, а также об их движении.

Телескопы, приспособленные для фотографирования небесных объектов, называются **астрографами**.

Многие открытия при изучении Солнечной системы, нашей и других галактик связаны с **радиотелескопами**, предназначенными для исследования небесных тел в радиодиапазоне. Один из крупнейших радиотелескопов – «РАТАН-600» – установлен в Специальной астрофизической обсерватории. Его антенна состоит из подвижных элементов (щитов), расположенных по окружности диаметром 600 м (см. рис.). Там же находится и 6-метровый телескоп-рефлектор.

На юге Китая в 2016 году пустили в эксплуатацию самый большой радиотелескоп, диаметр которого 500 метров.

Однако значительная часть излучения небесных тел поглощается земной атмосферой и не доходит до поверхности Земли. Поэтому наземные наблюдения приходится дополнять внеатмосферными, которые стали возможны благодаря успешным запускам **искусственных спутников Земли, автоматических межпланетных станций** и орбитальных научных станций.

Таким образом, астрономия из оптической превратилась во всеволновую.

Космический телескоп Хаббл

Знаменитый телескоп размещенный на околоземной орбите, которому было присвоено имя выдающегося астронома XX века Эдвина Хаббла был запущен в 1990 году.

Размещение телескопа в космосе даёт возможность регистрировать электромагнитное излучение в диапазонах, в которых земная атмосфера непрозрачна; в первую очередь — в инфракрасном диапазоне.

Благодаря отсутствию влияния атмосферы разрешающая способность телескопа в 7—10 раз больше, чем у аналогичного телескопа, расположенного на Земле.

За 15 лет работы на околоземной орбите «Хаббл» получил более 1 млн изображений звёзд, туманностей, галактик, планет. Поток ежедневных данных составляет 500 Гб. Общий их объём, накопленный за всё время работы телескопа, на 2018 год превысило 80 терабайт.

Космический телескоп James Web

Самый крупный космический телескоп с зеркалом диаметром 6,5 метра из когда-либо запущенных человечеством. Это даёт телескопу площадь сбора света примерно в 5,6 раза больше, чем у телескопа Хаббл. В отличие от Хаббла, который ведёт наблюдения в ближнем ультрафиолетовом, видимом и ближнем инфракрасном спектрах, телескоп «Джеймс Вэб» ведёт наблюдения в более низком диапазоне частот, от длинноволнового видимого света (красный) до среднего инфракрасного.

Это позволяет ему наблюдать наиболее далёкие объекты во Вселенной, первые галактики и звёзды во Вселенной.

Телескоп размещён в точке Лагранжа L2 системы Солнце — Земля, в 1,5 млн км от Земли. Разрешающая способность телескопа в 10 раз больше, чем у земных телескопов.

Вопросы для закрепления

1. *Перечислите известные вам особенности астрономических знаний*
2. *Что является основным носителем информации во Вселенной?*
3. *Как объяснить утверждение, что глядя на звезды мы видим лишь прошлое состояние Вселенной?*
4. *Какой инструмент (инструменты) являются основными для изучения астрономии?*
5. *Объясните принцип действия линзового телескопа.*
6. *Назовите наиболее известные телескопы современности.*
7. *В чем особенности работы радиотелескопов?*