

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНО УЧРЕЖДЕНИЕ
«САХАЛИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР № 2»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**для обучающихся к выполнению практических работ
по учебной дисциплине:**

Астрономия

**для специальности
35.02.06 «Технология производства и переработки
сельскохозяйственной продукции»**

Тымовское

2018

Практические работы по астрономии. Метод указ. / Сост. М.Г. Лашкевич / ГБОПУ СПЦ
№2 Тымовское, 2018

Методические указания предназначены для обучающихся, изучающих астрономию.

Рекомендовано методической комиссией преподавателей ГБПОУ СПЦ №2

Председатель МК

Г. В. Мартыновских

1. Назначение и область применения

1.1. Настоящие рекомендации предназначены для преподавательского состава, связанных с образовательным процессом, а так же для обучающихся для выполнения практических работ.

2. Общие положения и структура методических указаний

2.1. Практическая работа

Практические работы составляют важную часть подготовки обучающихся. Основная цель проведения практических работ - формирование у обучающихся общих компетенций, аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Содержанием практических работ является проведение наблюдений, вычисление расстояний, определение природы Луны, планет Солнечной системы, определение физической природы звезд, проведение семинара.

Методические указания по проведению практических работ по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

3. Перечень практических работ

1. Практическая работа №1 «Работа с ПКЗН, наблюдение звёздного неба»
2. Практическая работа № 2 «Основы измерения времени».
3. Практическая работа № 3 «Вычисление расстояний до Солнца и планет Солнечной системы различными методами».
4. Практическая работа № 4 «Природа Луны»
5. Практическая работа № 5 «Строение Солнца»
6. Практическая работа № 6 «Расстояние до звезд».
7. Практическая работа № 7. «Физическая природа звезд»
8. Практическая работа № 8 «Строение Галактики».

Критерии оценивания:

Оценка «5» ставится в следующем случае:

— работа выполнена полностью;

Оценка «4» ставится в следующем случае:

— работа выполнена полностью или не менее чем на 80 % от объема задания, но в ней имеются недочеты и несущественные ошибки;

Оценка «3» ставится в следующем случае:

— работа выполнена в основном верно (объем выполненной части составляет не менее 2/3 от общего объема), но допущены существенные неточности;

Оценка «2» ставится в следующем случае:

— работа в основном не выполнена (объем выполненной части менее 2/3 от общего объема задания);

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Практическая работа №1

«Работа с ПКЗН, наблюдение звездного неба»

Цель: Научить обучающихся пользоваться подвижной картой звездного неба для определения координат звезд.

Задание:

1. Сделайте опорный конспект

Для составления звездной карты, изображающую созвездия на плоскости, в астрономии используют такую систему координат, которая вращалась бы вместе со звездным небом. Такой системой координат является экваториальная система. Она так названа потому, что экватор служит той плоскостью, от которой и в которой производятся отсчеты координат.

Одной координатой является угловое расстояние светила от небесного экватора называемое склонением δ . Она меняется в пределах $\pm 90^\circ$ и считается положительным к северу от экватора и отрицательным к югу. (Склонение аналогично географической широте).

Вторая координата аналогична географической долготе и называется прямым восхождением α .

Прямое восхождение отсчитывается по дуге небесного экватора от точки весеннего равноденствия против хода часовой стрелки, если смотреть с северного полюса. Оно изменяется от 0° до 360° и называется прямым восхождением потому, что звезды, расположенные на экваторе, восходят и заходят в порядке возрастания их прямого восхождения. Поскольку это явление связано с вращением Земли, то прямое восхождение принято выражать не в градусах, а в единицах времени. За 24 часа Земля (а нам кажется, что звезды) совершает один оборот 360° ; следовательно

$360^\circ \rightarrow 24 \text{ часа}, 15^\circ \rightarrow 1 \text{ час}, 1^\circ \rightarrow 4 \text{ мин.}, 15' \rightarrow 1 \text{ мин.}, 15'' \rightarrow 1 \text{ сек.}$
--

2. Выполните задания:

1. Определите по звездной карт координаты следующих звезд: α -Весов, β -Лиры.
2. Переведите единицы времени в градусы:
7 часов 21 мин 23 секунды.
3. Выразите 9 часов 15 минут 11 секунд в градусной мере
4. Выразите 20 часов 30 минут 15 секунд в градусной мере
5. Используя карту звездного неба, внесите в соответствующие графы таблицы схемы созвездий с яркими звездами. В каждом созвездии выделите наиболее яркую звезду и укажите название
6. Найдите на звездной карте и назовите объекты, имеющие координаты
 $\alpha=15 \text{ час } 12 \text{ мин } \delta= -9^\circ$
 $\alpha=3 \text{ час } 40 \text{ мин } \delta= 48^\circ$
7. Почему Полярная звезда почти не меняет своего положения относительно горизонта
8. Как проходит плоскость горизонта относительно поверхности земного шара

Критерии оценки: произведены расчёты и сделаны выводы.

Контроль выполнения: проверка выполненной работы.

Практическая работа № 2

«Измерение времени. Определение географической широты и долготы»

Цель: изучить основные понятия и термины, единицы времени, общие понятия о летоисчислении.

Главные вопросы:

1. Необходимость измерения времени, первые единицы меры времени.
2. Связь астрономии, географических координат и единиц времени.
3. Общие понятия о летоисчислении, календарь как система летоисчисления.
4. Нравственно-этические проблемы при обсуждении хронологических аспектов.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ

1. Координаты – числа, с помощью которых указывают положение точки на поверхности. Выражаются, обычно, в угловых расстояниях (градусах, радианах и т.д.). Координаты определяются широтой и долготой.
2. Широта – величина, определяемая астрономически – высота полюса мира (Полярной звезды) над горизонтом. Одна из первых статичных математических величин, применяемых в астрономии. Астрономы умели вычислять широту уже в III веке до н.э. Основа первых звездных каталогов.
3. Точки с одинаковыми значениями широты образуют параллели. Нулевая параллель – экватор (Полярная звезда на экваторе видна на линии горизонта).
4. Долгота – величина, которую невозможно определить только с помощью астрономических наблюдений. Долгота – разность времени на различных меридианах (в часовых угловых расстояниях). Долготу достаточно уверенно научились определять во 2-й половине XVIII века, когда появились механические часы хронометры.
5. Меридиан – линия, соединяющая полюса и проходящая через заданную точку. За нулевой меридиан (мистическое название – «Линия Розы») с 1884 года взята линия, проходящая через Гринвичскую обсерваторию (окраина Лондона). До 1884 года нулевой меридиан проходил Парижский Лувр и Парижскую обсерваторию.

ЕДИНИЦЫ ВРЕМЕНИ

1. Год – промежуток времени между двумя прохождениями Солнца через основные точки Эклиптики (осеннее и весеннее равноденствие, летнее и зимнее солнцестояние) – равен 365, 24 суток.
2. Месяц – промежуток времени полного оборота Луны вокруг Земли (полный период смены фаз Луны) – равен 29, 53 суток.
3. Неделя – условное деление, основанное на религиозных традициях.
4. Сутки – промежуток времени между двумя последовательными положениями Солнца (как правило, верхними или нижними кульминациями – полднями или полночами) на одном и том же географическом меридиане.
5. Час – промежуток времени, равный $1/24$ части суток, промежуток времени между положениями солнца на меридианах с расстоянием в 15° .
6. Минута – $1/60$ часть часа ($15'$ углового расстояния)
7. Секунда – $1/60$ часть минуты, $1/86400$ доля продолжительности солнечных суток, постоянная единица времени в Международной системе измерений, одна из 7 основных единиц системы СИ.

Основные термины, связанные со временем:

- Всемирное время – время на Гринвичском меридиане
- Московское время – время на меридиане г. Москвы
- Местное время – условное время, принятое для данного региона
- Поясное время – единое условное время между двумя меридианами с расстоянием в 15° .
- Зимнее время – перевод времени на 1 час назад по сравнению с поясным.

- Летнее время – поясное время в период с апреля по октябрь

ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА «КАЛЕНДАРИ»

Календарь – система счисления длительных промежутков времени, основанная на периодичности таких явлений природы как смена дня и ночи (сутки), смена фаз Луны(месяц), смена времен года (год). Составлять календари, следить за летоисчислением всегда было обязанностью служителей церкви.

Выбор начала летоисчисления (установление эры) является условным и связан чаще всего с религиозными событиями – сотворение Мира, всемирный потоп, рождение Христа и т.д. Месяц и год не содержат целого числа суток, все эти три меры времени несоизмеримы, и невозможно достаточно просто выразить одну из них через другую.

Лунный календарь (родина – Вавилон). В настоящее время существует в ряде арабских стран. Год состоит из 12 лунных месяцев по 29 или 30 дней, продолжительность года 354 или 355 дней.

Лунно-солнечный календарь (родина – Древняя Греция). Год делился на 12 месяцев, каждый из которых начинался с новолуния. Для связи же с временами года периодически вставлялся дополнительный 13-й месяц. В настоящее время такая система сохранилась в еврейском календаре.

Солнечный календарь (родина – Древний Египет). В Египте периоды летнего солнцестояния связаны с первым предутренним восходом Сириуса и совпадают с началом разлива Нила. Наблюдения появления Сириуса позволили определить продолжительность года, которая была принята 365 суток. Год делится на 12 месяцев по 30 дней в каждом, дополнительные 5 дней прибавляются в конце года. Год также делится на 3 сезона по 4 месяца в каждом (время разлива Нила, время сева, время сбора урожая).

Римский солнечный календарь – известен с VIII века до н.э. Год включал сначала 10 месяцев и содержал 304 дня, затем добавились еще 2 месяца, а число дней увеличили до 355. Каждые 2 года вставлялся добавочный месяц по 22-23 дня. Средняя продолжительность года за 4 года составляла 366,25 суток.

Юлианский календарь – Римский солнечный календарь, реформированный в 46 году до н.э. римским государственным деятелем Юлием Цезарем. Счет начался с 1 января 45г. до н.э. 3 года подряд содержат по 365 суток и называются простыми, 4-й год – високосный – содержит 366 суток. Продолжительность года в среднем – 365, 25 суток. Но за каждые 128 лет весеннее равноденствие отступало на 1 сутки, что к XVI веку привело к расхождению в 10 дней и очень осложнило расчеты церковных праздников.

Григорианский календарь – календарь, исправленный по указу главы католической церкви папы Григория XIII. Было решено после четверга 4 октября 1582 года пропустить в счете 10 суток и следующий день считать пятницей 15 октября, а в будущем соблюдать «правило високосов» - годы, оканчивающиеся на два нуля, считать високосными только в случае, если они делятся на 400.

Григорианская реформа проходила в тяжелейшей борьбе. Великий Коперник отказался принимать участие в ее подготовке, которая началась уже в 1514 году. Тридентский собор (международная конференция), где рассматривались вопросы реформы, длился, с перерывами, 18 лет, с 1545 по 1563 год.

В Древней Руси год по языческим обычаям начинался весной. С введением Христианства православная церковь приняла Юлианский календарь и эру от «сотворения мира» (5508 год до рождества Христова). С 19 декабря 7208 (1700) года по указу Петра I летоисчисление ведется от рождества Христова.

На Григорианский календарь Россия перешла в 1918 году. 1 февраля стали считать 14 февраля, так как расхождение с Юлианским календарем составило уже 13 суток.

Задание:

КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ по теме «Основы измерения времени»

Соотнесите понятия (А - Д) и определения (а - в):

I. А. Координаты Б. Широта В. Долгота Г. Параллели
Д. Меридианы

- а. высота полюса мира над горизонтом
- б. числа, с помощью которых указывают положение точки на поверхности
- в. линия, соединяющая полюса и проходящая через заданную точку

II. А. Секунда Б. Сутки В. Год Г. Полдень

Д. Полночь

- а. момент верхней кульминации Солнца
- б. промежуток времени между двумя прохождениями Солнца через точку равноденствия
- в. постоянная единица времени

III. А. Всемирное время Б. Поясное время В. Московское время Г. Летнее время Д. Зимнее время

а. время на гринвичском меридиане

б. единое условное время между двумя меридианами с расстоянием в 15°

в. перевод времени на 1 час назад по сравнению с поясным.

Контрольные вопросы:

- От какого события во времени и пространстве ведется начальный отсчет времени?
- Когда начинается год?
- Могут ли календари являться основой древней хронологии?
- Почему общепринятым календарем является Григорианский, где отсчет времени взят сначала «от сотворения мира» (Византийская дата), а затем – от рождения Христа.

Норма времени: 1 час

Критерии оценки: Выполнен тест и даны правильные ответы на вопросы.

Контроль выполнения: проверка выполненной работы.

Практическая работа № 3

«Вычисление расстояний до Солнца и планет Солнечной системы»

Цель: Рассмотреть различные способы определения расстояния до тел Солнечной системы. Дать понятие горизонтального параллакса и закрепить способ нахождения расстояния и размеров тел через горизонтальный параллакс.

Задание:

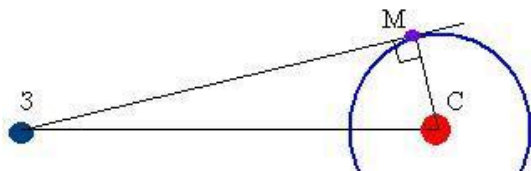
1) Определение расстояний до небесных тел.

В астрономии нет единого универсального способа определения расстояний. По мере перехода от близких небесных тел к более далеким одни методы определения расстояний сменяют другие, служащие, как правило, основой для последующих. Точность оценки расстояний ограничивается либо точностью самого грубого из методов, либо точностью измерения астрономической единицы длины (а. е.).

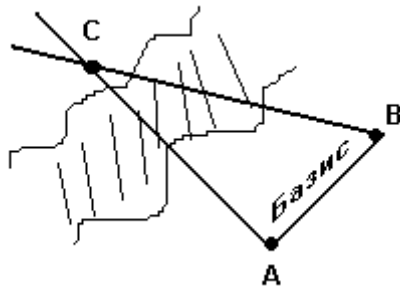
1-й способ: (известен) По третьему закону Кеплера можно определить расстояние до тел СС, зная периоды обращений и одно из расстояний.

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \Rightarrow a_1 = \sqrt[3]{\frac{T_1^2 \cdot a_2^3}{T_2^2}}$$

Приближённый метод.



2-й способ: Определение расстояний до Меркурия и Венеры в моменты элонгации (из прямоугольного треугольника по углу элонгации).



3-й способ: Геометрический (параллактический).

Пример: Найти неизвестное расстояние AC. [AB] – Базис - основное известное расстояние, т. к. углы САВ и СВА – известны, то по формулам тригонометрии (теорема синусов) можно в Δ найти неизвестную сторону, т. е. [CA]. *Параллактическим смещением называется изменение направления на предмет при перемещении наблюдателя.*

Параллакс- угол (ACB), под которым из недоступного места виден базис (AB - известный отрезок). В

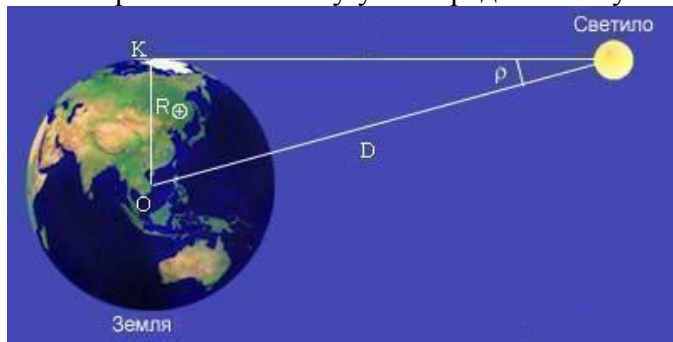
пределах СС за базис берут экваториальный радиус Земли $R=6378\text{км}$.

Пусть К - местонахождение наблюдателя, из которого светило видно на горизонте. Из рисунка видно, что из прямоугольного треугольника гипотенуза,

$$D = \frac{R_{\oplus}}{\sin \rho} \quad D = \frac{206265''}{\rho''} \cdot R_{\oplus}$$

расстояние D равно:

если выразить величину угла в радианах и учитывать, что угол выражен в секундах дуги, а $1\text{рад} = 57,3^{\circ} = 3438' = 206265''$, то и получается вторая формула.



Угол (ρ) под которым со светила, находящегося на горизонте ($\perp R$ - перпендикулярно лучу зрения) был бы виден экваториальный радиус Земли называется горизонтальным экваториальным параллаксом светила.

Т.к. со светила никто наблюдать не будет в силу объективных причин, то

горизонтальный параллакс определяют так:

1. измеряем высоту светила в момент верхней кульминации из двух точек земной поверхности, находящихся на одном географическом меридиане и имеющем известные географические широты.
2. из полученного четырехугольника вычисляют все углы (в т. ч. параллакс).

Из истории: Первое измерение параллакса (параллакса Луны) сделано в 129г до НЭ **Гиппархом** (180-125, Др. Греция).

Впервые расстояния до небесных тел (Луны, Солнца, планет) оценивает **Аристотель** (384-322, Др. Греция) в 360г до НЭ в книге «О небе» →слишком не точно, например радиус Земли в 10000 км.

В 265г до НЭ Аристарх Самосский (310-230, Др. Греция) в работе «О величине и расстоянии Солнца и Луны» определяет расстояние через лунные фазы. Так расстояния у него до Солнца (по фазе Луны в 1 четверти из прямоугольного треугольника, т. е. впервые использует базисный метод: $3С=3Л/\cos 87^{\circ} \approx 19 \cdot 3Л$). Радиус Луны определил в 7/19 радиуса Земли, а Солнца в 6,3 радиусов Земли (на самом деле в 109 раз). На самом деле угол не 87° а $89^{\circ}52'$ и поэтому Солнце дальше Луны в 400 раз. Предложенные расстояния использовались многие столетия астрономами. **В 240г до НЭ ЭРАТОСФЕН** (276-194, Египет) произведя измерения 22 июня в Александрии угла между вертикалью и направлением на Солнце в полдень (считал, что раз Солнце очень далеко, то лучи параллельны) и используя записи наблюдений в тот же день падения лучей света в глубокий колодец в Сиене (Асуан) (в 5000 стадий = 1/50 доли земной окружности (около 800км) т. е. Солнце находилось в зените) получает разность углов в $7^{\circ}12'$ и определяет размер земного шара, получив длину окружности шара 39690 км (радиус=6311км). Так была решена задача определения размера Земли, используя астрогеодезический способ.

Результат не был произведён до 17 века, лишь астрономы Багдадской обсерватории в 827г немного поправили его ошибку.

В 125г до НЭ Гиппарх довольно точно определяет (в радиусах Земли) радиус Луны ($3/11 R_{\oplus}$) и расстояние до Луны ($59 R_{\oplus}$). Точно определил расстояние до планет, приняв расстояние от Земли до Солнца за 1 а.е., Н. Коперник.

Наибольший горизонтальный параллакс имеет ближайшее тело к Земле - Луна. $P = 57'02''$; а для Солнца $P = 8,794''$ Задача 1: учебник *Пример № 6* - Найти расстояние от Земли до Луны, зная параллакс Луны и радиус Земли. Задача 2 : (самостоятельно).

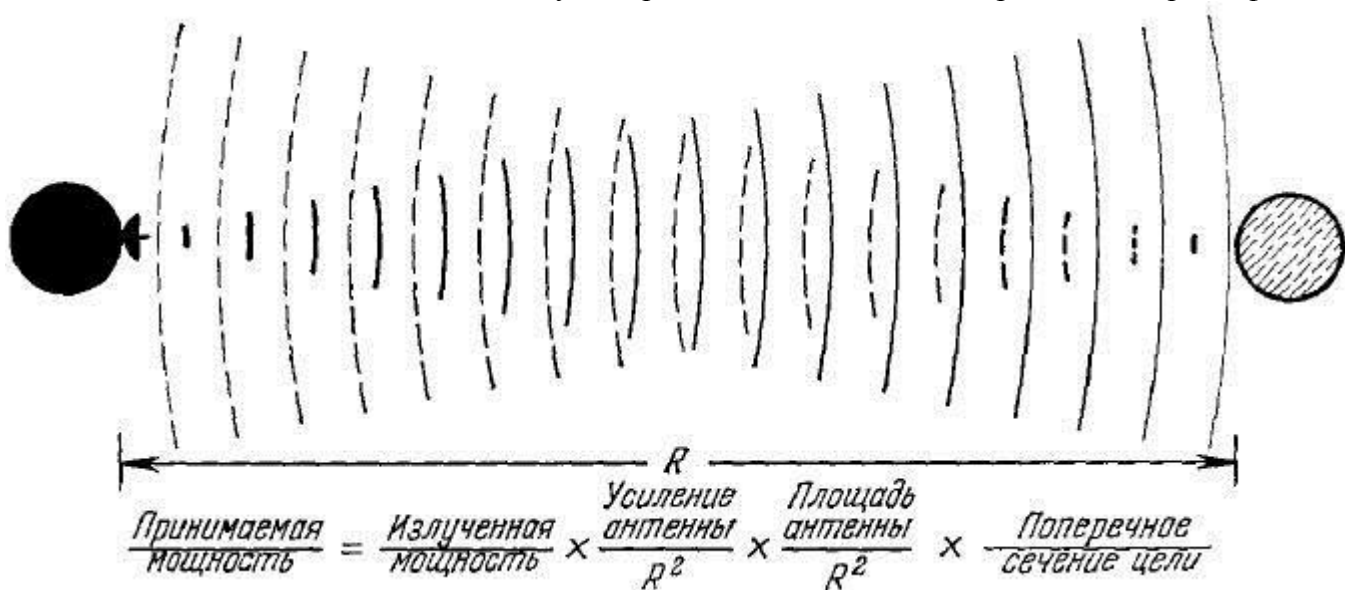
На каком расстоянии от Земли находится Сатурн, если его параллакс $0,9''$. [из формулы $D = (206265/0,9) * 6378 = 1461731300 \text{ км} = 1461731300/149600000 \approx 9,77 \text{ а.е.}$]

4-й способ Радиолокационный: импульс → объект → отраженный сигнал → время. Предложен советскими физиками Л.И. Мандельштам и Н.Д. Папалекси. Быстрое развитие радиотехники дало астрономам возможность определять расстояния до тел Солнечной системы радиолокационными методами. В 1946г была произведена первая радиолокация Луны Баем в Венгрии и в США, а в 1957-1963гг — радиолокация Солнца (исследования солнечной короны проводятся с 1959г), Меркурия (с 1962г на $\lambda = 3,8, 12, 43$ и 70 см), Венеры, Марса и Юпитера (в 1964 г. на волнах $\lambda = 12$ и 70 см), Сатурн (в 1973 г. на волне $\lambda = 12,5 \text{ см}$) в Великобритании, СССР и США. Первые эхо-сигналы от солнечной короны были получены в 1959 (США), а от Венеры в 1961 (СССР, США, Великобритания). По скорости распространения радиоволн $c = 3 \cdot 10^5 \text{ км/сек}$ и по промежутку времени t (сек) прохождения радиосигнала с Земли до небесного тела и

$$R = \frac{ct}{2}$$

обратно легко вычислить расстояние до небесного тела. $V_{\text{ЭМВ}} = c = 299792458 \text{ м/с} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

Из радиолокации Венеры, уточнено значение астрономической единицы: $1 \text{ а. е.} = 149\,597\,870\,691 \pm 6 \text{ м} \approx 149,6 \text{ млн. км.}$, что соответствует $P = 8,7940''$. Так проведенная в Советском Союзе обработка данных радиолокационных измерений расстояния до Венеры в 1962-75гг (один из первых удачных экспериментов по радиолокации Венеры провели сотрудники Института радиотехники и электроники АН СССР в апреле 1961г антенной дальней космической связи в Крыму, $\lambda = 39 \text{ см}$) дала значение $1 \text{ а. е.} = 149\,597\,867,9 \pm 0,9 \text{ км}$. XVI Генеральная ассамблея Международного астрономического союза приняла в 1976г значение $1 \text{ а. е.} = 149\,597\,870 \pm 2 \text{ км}$. Путем радиолокации с КА определяется рельеф



поверхности планет и их спутников, составляются их карты

Основные антенны, используемые для радиолокации планет:

= Евпатория, Крым, диаметр 70 м, = 39 см;

= Аресибо, Пуэрто Рико, диаметр 305 м, = 12.6 см;

= Голдстоун, Калифорния, диаметр 64 м, = 3.5 и 12.6 см, в бистатическом режиме прием осуществляется на системе апертурного синтеза VLA.

С изобретение Квантовых генераторов (лазера) в 1969г произведена первая лазерная локация Луны (зеркало для отражения лазерного луча на Луне установили астронавты США «Аpollo - 11» 20.07.69г), точность измерения составили ± 30 см. На рисунке показано расположение лазерных уголкового отражателей на Луне, установленных при полете КА "Луна-17, 21" и "Аполлон - 11, 14, 15". Все, за исключением отражателя Лунохода-1 (L1), работают и сейчас. Лазерная (оптическая) локация нужна для: -решение задач космических исследований. -решение задач космической геодезии. -выяснения вопроса о движении земных материков и т.д.



2) Определение размеров небесных тел.

а) Определение радиуса Земли.

$AOB = n = \varphi_A - \varphi_B$ (разность географических широт)
 $e = AB$ - длина дуги вдоль меридиана

$$R_{\oplus} = \frac{180^{\circ} \cdot e}{\pi n}$$

т.к. $e_1^0 = e/n = 2\pi R/360^{\circ}$, то [форм 21].

Аналогичным способом в 240г до НЭ (рисунок выше) определяет радиус Земли географ Эратосфен. $L/800 = 360^{\circ}/7,2^{\circ}$

б) Определение размера небесных тел.

III. Закрепление

1. Пример 7 (стр. 51).

- CD- "Red Shift 5.1" - Определить на данный момент удаленность нижних (планет земной группы, верхних планет, планет гигантов) от Земли и Солнца в а.е.
- Угловой радиус Марса $9,6''$, а горизонтальный параллакс $18''$. Чему равен линейный радиус Марса? [Из формулы 22 получим 3401,6 км. (фактически 3396 км)].
- Каково расстояние между лазерным отражателем на Луне и телескопом на Земле, если импульс возвратился через 2,43545с? [из формулы $R = (ct)/2$
 $R = 3 \cdot 10^8 \cdot 2,43545 / 2 \approx 365317500,92 \text{ м} \approx 365317,5 \text{ км}$]
- Расстояние от Земли до Луны в перигее 363000км, а в апогее 405000км. Определите горизонтальный параллакс Луны в этих положениях. [из формулы $D = (206265''/p) \cdot R_{\oplus}$ отсюда $p = (206265''/D) \cdot R_{\oplus}$; $p_A = (206265''/405000) \cdot 6378 \approx 3248,3'' \approx 54,1'$, $p_{\Pi} = (206265''/363000) \cdot 6378 \approx 3624,1'' \approx 60,4'$].

Контрольные вопросы:

- 1) Что такое параллакс?
- 2) Какими способами можно определить расстояние до тел СС?
- 3) Что такое базис? Что принимается за базис для определения расстояния до тел СС?
- 4) Как зависит параллакс от удаленности небесного тела?
- 5) Как зависит размер тела от угла?

Критерии оценки: Определение радиуса Земли. Определение размера небесных тел и даны правильные ответы на вопросы.

Контроль выполнения: проверка выполненной работы.

Практическая работа № 4

«Природа Луны»

Цель: Познакомить студентов с ближайшим космическим телом – Луной. Физические условия на Луне. Рельеф, породы, внутреннее строение. Исследование Луны и из значение. Теория приливов.

Оборудование: Глобус Луны, карты Луны, фотографии, диапозитивы. Таблицы: спутники планет, Луна, космические полеты к Луне. В/ф "Астрономия", часть 1, фр.6 "Луна", "Изучение Луны методами космонавтики", диафильм «Луна – спутник Земли» или «Поверхность Луны», «Природа, эволюция и происхождение Луны». CD-"Red Shift 5.1" Экскурсии = Карта Луны, Видеогалерея = Солнечная система (Образование Луны, Поездка на лунном вездеходе "ровер", Лунный вездеход "Ровер", Посадка на Луну, Взлёт с Луны, Поверхность Луны): Фотогалерея - Луна. Фотографии и иллюстрации астрономических объектов из мультимедийного диска «Мультимедиа библиотека по астрономии».

Возможные варианты

образования

Луны:

1. Новообразованная Земля вращалась настолько быстро, что сбросила с себя часть вещества, ставшую затем Луной. Эту теорию выдвинул в 1879г английский астроном и математик Джордж Дарвин. Но расчеты показывают, что в данном случае приливные силы вернули бы ее обратно.
2. В 1962г американский геофизик Гарольд Юри предположил, что Земля захватила уже готовую, сформировавшуюся Луну. Но учитывая соотношение энергий такую теорию трудно принять.
3. На начальной стадии формирования Солнечной системы сначала было захвачено несколько небольших лун, а позже из них сформировалась современная Луна.
4. В 60-е годы советская исследовательница Евгения Леонидовна Рускол, развивая идеи своего учителя, математика Отто Юльевича Шмидта, выдвинула теорию совместного образования Земли и Луны как двойной планеты из облака допланетных тел, окружавшего когда-то Солнце.
5. В 2002г возникла теория, которая и принята сейчас как наиболее правдоподобная. Ее выдвинул американский астрофизик Робин Кэнап. Основная идея состоит в том, что, когда планеты, которые мы видим теперь, только ещё формировались, некое небесное тело величиной с Марс с силой врезалось в молодую, почти сформировавшуюся, Землю под скользящим углом. Из выбитого вещества и образовалась Луна.

Физические

условия

на Луне

1. Нет атмосферы (может и была) т.к. масса Луны в 81,3 раз меньше земной и вторая космическая скорость для Луны 2,38км/с². Небо черное, видны хорошо звезды, планеты. Нет магнитного поля поэтому ориентация по звездам.
3. Диск Земли с Луны в 3,5 раза > диска Солнца.
4. Продолжительность суток около месяца (29,5 дня) – две недели день, две недели ночь.
5. Резкий перепад температур в 300К (+116оС днем до -173оС ночью) из-за отсутствия атмосферы. На глубине десятков см $T = const.$, грунт (реголит, достигающий в некоторых местах толщины 10-12м) имеет плохую теплопроводность.
6. Луна повернута к нам одной стороной (с небольшими колебаниями) – оборот вокруг оси и вокруг Земли за 27,3 сут.

Задание:

1. Задача: Угловой диаметр кратера Коперник составляет 40". Каков истинный размер кратера? ($h = \alpha \cdot D / 206265'' = 384400 \cdot 40 / 206265'' = 76 \text{ км}$).
2. Задача: Море кризисов имеет диаметр 400 км. Можно ли его видеть с Земли невооруженным глазом, если разрешающая способность глаза 2'? (из $D = 206265'' \cdot r / \alpha$ находим $\alpha = 206265'' \cdot r / D = 206265 \cdot 400 / 384400 \approx 214,64'' \approx 215'' = 3'35''$ да, так как данный угол больше разрешающей способности глаза в 2').
3. Начертите в масштабе профиль лунного кратера диаметром 250 км, если высота вала 5 км (тогда при высоте вала 2 мм диаметр кратера будет 100 мм, что удобно изобразить на чертеже).
4. Подсчитайте какую примерно кинетическую энергию имеет тело массой 1 кг при встрече с лунной поверхностью, приняв скорость тела равной орбитальной скорости Земли. ($E = m \cdot v^2 / 2 = 1 \cdot 298002^2 / 2 = 444020000 \text{ Дж} \approx 444 \text{ МДж}$).
5. Выведите формулу по которой Галилей определил высоту гор в терминаторе. (Чертеж, прямоугольный треугольник).
6. Зная, что масса Луны составляет 1/81,3 массы Земли, вычислите ускорение силы тяжести на Луне. (т.к. $t \cdot g = G \cdot (M \cdot t) / R^2$ то находим отношение для Земли и Луны, получим $g_z / g_l = (M_z \cdot R_l^2) / (M_l \cdot R_z^2)$ отсюда $g_z / g_l = (81,3 \cdot 17382) / 63712 = 245578357,2 / 40589641 \approx 6,05$, тогда $g_l = g_z / 6,05 = 9,78 / 6,05 \approx 1,62$).

Контрольные

вопросы:

1. Назовите основные формы рельефа Луны?
2. Какие физические условия на поверхности Луны?

Норма времени: 1 час

Критерии оценки: Правильно выполненная самостоятельная работа.

Контроль выполнения: проверка выполненной работы.

Практическая работа № 5

«Строение Солнца»

Цель: формирование представлений студентов о строении и физических характеристиках Солнца.

Задание:

Пользуясь дополнительной литературой, найти следующие сведения о Солнце: внутреннее строение, атмосфера, магнитное поле и заполнить таблицу

Строение Солнца

По современным представлениям, Солнце состоит из ряда концентрических сфер, или областей, каждая из которых обладает специфическими особенностями. Схематический разрез Солнца показывает его внешние особенности вместе с гипотетическим внутренним строением. Энергия, освобождаемая термоядерными реакциями в ядре Солнца, постепенно прокладывает путь к видимой поверхности светила. Она переносится посредством процессов, в ходе которых атомы поглощают, переизлучают и рассеивают излучение, т.е. лучевым способом. Пройдя около 80 процентов пути от ядра к поверхности, газ становится неустойчивым, и дальше энергия переносится уже конвекцией к видимой поверхности Солнца и в его атмосферу.

Внутреннее строение Солнца

Внутреннее строение Солнца слоистое, или оболочечное, оно состоит из ряда сфер, или областей. В центре находится ядро, затем область лучевого переноса энергии, далее конвективная зона и, наконец, атмосфера. К ней ряд исследователей относят три внешние области: фотосферу, хромосферу и корону. Правда, другие астрономы к солнечной

атмосфере относят только хромосферу и корону. Остановимся кратко на особенностях названных сфер.

Ядро - центральная часть Солнца со сверхвысоким давлением и температурой, обеспечивающими течение ядерных реакций. Они выделяют огромное количество электромагнитной энергии в предельно коротких диапазонах волн.

Область лучистого переноса энергии - находится над ядром. Она образована практически неподвижным и невидимым сверхвысокотемпературным газом. Передача через нее энергии, генерируемой в ядре, к внешним сферам Солнца осуществляется лучевым способом, без перемещения газа. Этот процесс надо представлять себе примерно так. Из ядра в область лучевого переноса энергия поступает в предельно коротковолновых диапазонах - гамма излучения, а уходит в более длинноволновом рентгеновском, что связано с понижением температуры газа к периферической зоне.

Конвективная область Солнца

Конвективная область - располагается над предыдущей. Она образована также невидимым раскаленным газом, находящимся в состоянии конвективного перемешивания. Перемешивание обусловлено положением области между двумя средами, резко различающимися по господствующим в них давлению и температуре. Перенос тепла из солнечных недр к поверхности происходит в результате локальных поднятий сильно нагретых масс воздуха, находящихся под высоким давлением, к периферии светила, где температура газа меньше и где начинается световой диапазон излучения Солнца. Толщина конвективной области оценивается приблизительно в 1/10 часть солнечного радиуса.

Фотосфера

Фотосфера - это нижний из трех слоев атмосферы Солнца, расположенный непосредственно на плотной массе невидимого газа конвективной области. Фотосфера образована раскаленным ионизированным газом, температура которого у основания близка к 10000°K (т. е. абсолютная температура), а у верхней границы, расположенной примерно в 300 км выше, порядка 5000°K . Средняя температура фотосферы принимается в 5700°K . При такой температуре раскаленный газ излучает электромагнитную энергию преимущественно в оптическом диапазоне волн. Именно этот нижний слой атмосферы, видимый как желтовато-яркий диск, зрительно воспринимается нами как Солнце.

Через прозрачный воздух фотосферы в телескоп отчетливо просматривается ее основание - контакт с массой непрозрачного воздуха конвективной области. Поверхность раздела имеет зернистую структуру, называемую грануляцией. Зерна, или гранулы, имеют поперечники от 700 до 2000 км. Положение, конфигурация и размеры гранул меняются. Наблюдения показали, что каждая гранула в отдельности выражена лишь какое-то короткое время (около 5-10 мин.), а затем исчезает, заменяясь новой гранулой. На поверхности Солнца гранулы не остаются неподвижными, а совершают нерегулярные движения со скоростью примерно 2 км/сек. В совокупности светлые зерна (гранулы) занимают до 40 процентов поверхности солнечного диска.

Процесс грануляции представляется как наличие в самом нижнем слое фотосферы непрозрачного газа конвективной области - сложной системы вертикальных круговоротов. Светлая ячейка - это поступающая из глубины порция более разогретого газа по сравнению с уже охлажденной на поверхности, а потому и менее яркой, компенсационно погружающейся вниз. Яркость гранул на 10-20 процентов больше окружающего фона указывает на различие их температур в $200\text{-}300^{\circ}\text{C}$.

Образно грануляцию на поверхности Солнца можно сравнить с кипением густой жидкости типа расплавленного гудрона, когда со светлыми восходящими струями появляются пузырьки воздуха, а более темные и плоские участки характеризуют погружающиеся порции жидкости.

Исследования механизма передачи энергии в газовом шаре Солнца от центральной области к поверхности и ее излучение в космическое пространство показали, что она

переносится лучами. Даже в конвективной зоне, где передача энергии осуществляется движением газов, большая часть энергии переносится излучением.

Таким образом, поверхность Солнца, излучающая энергию в космическое пространство в световом диапазоне спектра электромагнитных волн, - это разреженный слой газов фотосферы и просматриваемая сквозь нее гранулированная верхняя поверхность слоя непрозрачного газа конвективной области. В целом зернистая структура, или грануляция, признается свойственной фотосфере - нижнему слою солнечной атмосферы.

Хромосфера солнца

Хромосфера. При полном солнечном затмении у самого края затемненного диска Солнца видно розовое сияние - это хромосфера. Она не имеет резких границ, а представляет собой сочетание множества ярких выступов или языков пламени, находящихся в непрерывном движении. Хромосферу сравнивают иногда с горячей степью. Языки хромосферы называют спикулами. Они имеют в поперечнике от 200 до 2000 км (иногда до 10000) и достигают в высоту нескольких тысяч километров. Их надо представлять себе как вырывающиеся из Солнца потоки плазмы (раскаленного ионизированного газа).

Установлено, что переход от фотосферы к хромосфере сопровождается скачкообразным повышением температуры от 5700 К до 8000 - 10000 К. К верхней же границе хромосферы, находящейся приблизительно на высоте 14000 км от поверхности солнца, температура повышается до 15000 - 20000 К. Плотность вещества на таких высотах составляет всего 10-12 г/см³, т. е. в сотни и даже тысячи раз меньше, чем плотность нижних слоев хромосферы.

Солнечная корона

Солнечная корона - внешняя атмосфера Солнца. Некоторые астрономы называют ее атмосферой Солнца. Она образована наиболее разреженным ионизированным газом. Простирается примерно на расстояние 5 диаметров Солнца, имеет лучистое строение, слабо светится. Ее можно наблюдать только во время полного солнечного затмения. Яркость солнечной короны примерно такая же, как у Луны в полнолуние, что составляет лишь около 5/1000000 долей яркости Солнца.

Критерии оценки: Правильно заполненная таблица.

Контроль выполнения: проверка выполненной работы.

Практическая работа № 6

«Расстояние до звезд»

Цель: Выяснить способы определения расстояний до звезд.

Следующее открытие (30-е годы XIX века) – определение звёздных **параллакс**ов. Учёные давно подозревали, что звёзды могут быть похожими на далёкие солнца. Однако это всё-таки была гипотеза, причём, я бы сказал, до этого времени практически ни на чём не основанная. Было важно научиться напрямую измерять расстояние до звёзд. Как это делать, люди понимали достаточно давно. Земля вращается вокруг Солнца, и, если, например, сегодня сделать точную зарисовку звёздного неба (в XIX веке сделать фотографию было ещё нельзя), подождать полгода и повторно зарисовать небо, можно заметить, что часть звёзд сместилась относительно других, далёких объектов. Причина проста – мы смотрим теперь на звёзды с противоположного края земной орбиты. Возникает смещение близких объектов на фоне далёких. Это точно так же, как если мы

вначале посмотрим на палец одним глазом, а потом другим. Мы заметим, что палец смещается на фоне далёких объектов (или далёкие объекты смещаются относительно пальца, в зависимости от того, какую мы выберем систему отсчёта). Тихо Браге, лучший астроном-наблюдатель дотелескопической эпохи, пытался измерить эти параллаксы, но не обнаружил их. По сути, он дал просто нижний предел расстояния до звёзд. Он сказал, что звёзды как минимум дальше, чем, примерно, световой месяц (хотя, такого термина тогда, конечно, ещё не могло быть). А в 30-е годы развитие технологии телескопических наблюдений позволило точнее измерять расстояния до звёзд. И не удивительно, что сразу три человека в разных частях Земного шара провели такие наблюдения для трёх разных звёзд.

Первым формально правильно расстояние до звёзд измерил Томас Хендерсон. Он наблюдал Альфу Центавра в Южном полушарии. Ему повезло, он практически случайно выбрал самую близкую звезду из тех, которые видны невооружённым глазом в Южном полушарии. Но Хендерсон считал, что ему не хватает точности наблюдений, хотя значение он получил правильное. Ошибки, по его мнению, были большими, и он результат свой сразу не опубликовал. Василий Яковлевич Струве наблюдал в Европе и выбрал яркую звезду северного неба – Вега. Ему тоже повезло – он мог бы выбрать, например, Арктур, который гораздо дальше. Струве определил расстояние до Веге и даже опубликовал результат (который, как потом оказалось, был очень близок к истине). Однако он несколько раз его уточнял, изменял, и поэтому многие посчитали, что нельзя верить этому результату, поскольку сам автор его постоянно меняет. А Фридрих Бессель поступил по-другому. Он выбрал не яркую звезду, а ту, которая быстро движется по небу – 61 Лебеда (само название говорит, что, наверное, она не очень яркая). Звёзды немножко движутся относительно друг друга, и, естественно, чем ближе к нам звёзды, тем заметнее этот эффект. Точно так же, как в поезде придорожные столбы очень быстро мелькают за окном, лес лишь медленно смещается, а Солнце фактически стоит на месте. В 1838 году он опубликовал очень надёжный параллакс звезды 61 Лебеда и правильно измерил расстояние. Эти измерения впервые доказали, что звёзды – это далёкие солнца, и стало ясно, что светимость всех этих объектов соответствуют солнечным значениям. Определение параллаксов для первых десятков звёзд позволило построить трёхмерную карту солнечных окрестностей. Всё-таки человеку всегда было очень важно строить карты. Это делало мир как бы чуть более контролируемым. Вот карта, и уже чужая местность не кажется такой загадочной, наверное там не живут драконы, а просто какой-то тёмный лес. Появление измерения расстояний до звёзд действительно сделало ближайшую солнечную окрестность в несколько световых лет какой-то более, что ли, дружелюбной.

Задание: Каждому по звезде. Самостоятельно найти:

- а) по имеющемуся расстоянию - параллакс и выразить расстояние в парсеках, а.е., км.
- б) по известной видимой звездной величине и вычисленному расстоянию определить абсолютную звездную величину.
- в) Найти эту звезду на ПКЗН и определить координаты близлежащей по карте яркой звезды.

2. Дополнительно:

1. Годичный параллакс самой близкой звезды из созвездия Центавра (Альфа Центавра) = 0,76". Каково расстояние до нее в парсеках, световых годах, километрах? [параллакс найден в 1839г Т. Гендерсон - обсер. мыс Доброй Надежды, - тройная звезда, вся система летит к нам под углом 45° со скоростью 31 км/с].
2. Экваториальные координаты яркой звезды ? = 18ч35м, ? = 38°44'. Какая это звезда? Вычислите расстояние до нее, если известно, что видимая и абсолютная звездные величины ее соответственно равны $m = 0,1$ и $M = 0,5$.

Контрольные вопросы:

1. Что такое парсек, световой год? Соотношение между ними.

2. Во сколько раз световой год больше астрономической единицы?
3. Как вы думаете, почему на протяжении нескольких тысячелетий вид созвездий практически не меняется? (Вид созвездий почти не меняется (изменение ощутимо за десятки тысяч лет), так как расстояния до звезд велики по сравнению с перемещениями их в пространстве.)
4. Основные способы определения расстояний до звезд и их математическое выражение.
5. Что такое абсолютная звездная величина?

Норма времени: 1 час

Критерии оценки: Даны правильные ответы на вопросы.

Контроль выполнения: проверка выполненной работы.

Практическая работа № 7

«Физическая природа звезд»

Цель: Определить как изменяются с увеличением размера звезды ее параметры: масса, плотность, светимость, время жизни, число звезд в Галактике.

В 1959г Г. КИРХГОФ, работая вместе с Р. БУНЗЕН с 1854г, *открыли спектральный анализ*, назвав спектр непрерывным и сформулировали законы спектрального анализа, что послужило основой возникновения астрофизики:

1. Нагретое твердое тело дает непрерывный спектр.
2. Раскаленный газ дает эмиссионный спектр.
3. Газ, помещенный перед более горячим источником, дает темные линии поглощения.

У. ХЕГГИНС *первым применил спектрограф начал спектроскопию звезд*. В 1863г показал, что спектры Солнца и звезд имеют много общего и что их наблюдаемое излучение испускается горячим веществом и проходит через вышележащие слои более холодных поглощающих газов.

Спектры звезд – это их паспорт с описанием всех звездных закономерностей. По спектру звезды можно узнать ее светимость, расстояние до звезды, температуру, размер, химический состав ее атмосферы, скорость вращения вокруг оси, особенности движения вокруг общего центра тяжести.

2. Цвет звезд

ЦВЕТ - свойство света вызывать определенное зрительное ощущение в соответствии со спектральным составом отражаемого или испускаемого излучения. Свет разных длин волн возбуждает разные цветовые ощущения:

от 380 до 470 нм имеют фиолетовый и синий цвет,
от 470 до 500 нм — сине-зеленый,
от 500 до 560 нм — зеленый,
от 560 до 590 нм — желто-оранжевый,
от 590 до 760 нм — красный.

Однако цвет сложного излучения не определяется однозначно его спектральным составом.

Глаз чувствителен к длине волны, несущей максимальную энергию $\lambda_{\max} = b/T$ (закон Вина, 1896г).

В начале 20-го столетия (1903—1907гг) Эйнар Герцшпрунг (1873-1967, Дания) первым определяет цвета сотен ярких звезд.

3. Температура звезд

Непосредственно связана с цветом и спектральной классификацией. Первое измерение температуры звезд произведено в 1909г германским астрономом Ю. Шейнер.

Температура определяется по спектрам с помощью закона Вина [$\lambda_{\max} \cdot T = b$, где $b = 0,2897 \cdot 10^7 \text{ \AA} \cdot \text{K}$ - постоянная Вина]. Температура видимой поверхности большинства звезд составляет от **2500 К** до **50000 К**. Хотя например недавно открытая звезда **HD 93129A** в созвездии Кормы имеет температуру поверхности 220000 К! Самые холодные - **Гранатовая звезда** (m Цефея) и **Мира** (o Кита) имеют температуру 2300К, а **e Возничего А** - 1600 К.

4. *Спектральная классификация*

В 1862г **Анжело Секки** (1818-1878, Италия) дает первую спектральную классическую звезд по цвету, указав 4 типа: **Белые, Желтоватые, Красные, Очень красные**

Гарвардская спектральная классификация впервые была представлена в *Каталоге звездных спектров Генри Дрэпера* (1884г), подготовленного под руководством **Э. Пикеринга**. Буквенное обозначение спектров от горячих к холодным звездам выглядит так: **O B A F G K M**. Между каждыми двумя классами введены подклассы, обозначенные цифрами от 0 до 9. К 1924г классификация окончательно была установлена **Энной Кэннон**.

белый

желтый

оранжевый

красный

O

B

A

F

G

K

M

ср.30000К

ср.15000К

ср.8500К

ср.6600К

ср.5500К

ср.4100К

ср.2800К

Порядок спектров можно запомнить по терминологии: = *Один бритый англичанин финики жевал как морковь* =

Солнце – G2V (V – это классификация по светимости - т.е. последовательности). Эта цифра добавлена с 1953 года. | Таблица 13 – там указаны спектры звезд |.

5. Химический состав звезд

Определяется по спектру (интенсивности фраунгоферовых линий в спектре). Разнообразие спектров звезд объясняется прежде всего их разной температурой, кроме того вид спектра зависит от давления и плотности фотосферы, наличием магнитного поля, особенностями химического состава. Звезды состоят в основном из водорода и гелия (95-98% массы) и других ионизированных атомов, а у холодных в атмосфере присутствуют нейтральные атомы и даже молекулы.

6. Светимость звезд

Звезды излучают энергию во всем диапазоне длин волн, а светимость $L = \sigma T^4 4\pi R^2$ - общая мощность излучения звезды. $L = 3,876 \cdot 10^{26}$ Вт/с. В 1857г **Норман Погсон** в Оксфорде устанавливает формулу $L_1/L_2 = (M_1/M_2)^4$. Сравнивая звезду с Солнцем, получим формулу $L/L_1 = (M/M_1)^4$, откуда логарифмируя получим $\lg L = 4(M - M_1)$ Светимость звезд в большинстве $1,3 \cdot 10^{-5} L_1$ до $10^5 L_1$. Большую светимость имеют звезды-гиганты, звезды малой светимости - звезды-карлики. Наибольшей светимостью обладает голубой сверхгигант - звезда Пистолет в созвездии Стрельца - $10000000 L_1$ Светимость красного карлика Проксимы Центавра около $0,000055 L_1$.

7. Размеры звезд - существует несколько способов их определения:

- 1) Непосредственное измерение углового диаметра звезды (для ярких $\geq 2,5^m$, близких звезд, > 50 измерено) с помощью интерферометра Майкельсона. Впервые измерен угловой диаметр α Ориона- Бетельгейзе 3 декабря 1920г = **Альберт Майкельсон** и **Франсис Пиз.**
- 2) Через светимость звезды $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ в сравнении с Солнцем.
- 3) По наблюдениям затмения звезды Луной определяют угловой размер, зная расстояние до звезды.

По своим размерам, звезды делятся (название: карлики, гиганты и сверхгиганты) ввел **Генри Рессел** в 1913г, а открыл их в 1905г **Эйнар Герцшпрунг**, введя название "белый карлик"), введены с 1953 года на:

- Сверхгиганты (I)
- Яркие гиганты (II)
- Гиганты (III)
- Субгиганты (IV)
- Карлики главной последовательности (V)
- Субкарлики (VI)
- Белые карлики (VII)

Размеры звезд колеблются в очень широких пределах от 10^4 м до 10^{12} м. Гранатовая звезда π Цефея имеет диаметр 1,6 млрд. км; красный сверхгигант ϵ Возничего А имеет размеры в $2700R_1$ - 5,7 млрд. км! Звезды Лейтена и Вольф-475 меньше Земли, а нейтронные звезды имеют размеры 10 - 15 км.

8. **Масса звезд** - одна из важнейших характеристик звезд, указывающая на ее эволюцию, т.е. определяет жизненный путь звезды.

Способы определения:

1. Зависимость масса-светимость, установленная астрофизиком **А.С. Эддингтон** (1882-

$$\frac{T_1^2 \cdot (M_1 + m_1)}{T_2^2 \cdot (M_2 + m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

1942, Англия). $L \approx m^{3,9}$ 2. Использование 3 уточненного закона Кеплера, если звезды физически двойные (§26)

Теоретически масса звезд $0,005M_1$ (предел Кумара $0,08M_1$), причем

маломассивных звезд существенно больше, чем тяжеловесных, как по количеству, так и по общей доле заключенного в них вещества ($M=1,9891 \times 10^{30}$ кг (333434 масс Земли) $\approx 2 \cdot 10^{30}$ кг).

Самые легкие звезды с точно измеренной массой находятся в двойных системах. В системе Ross 614 компоненты имеют массы 0,11 и 0,07 М. В системе Wolf 424 массы компонентов составляют 0,059 и 0,051 М. А у звезды LHS 1047 менее массивный компаньон весит всего 0,055 М.

Обнаружены "коричневые карлики" с массами 0,04 - 0,02 М.

9. Плотность звезд - находится $\rho=M/V=M/(4/3\pi R^3)$

Хотя массы звезд имеют меньший разброс, чем размеры, но плотности их сильно различаются. Чем больше размер звезды, тем меньше плотность. Самая маленькая плотность у сверхгигантов: Антарес (α Скорпиона) $\rho=6,4 \cdot 10^{-5}$ кг/м³, Бетельгейзе (α Ориона) $\rho=3,9 \cdot 10^{-5}$ кг/м³. Очень большие плотности имеют белые карлики: Сириус В $\rho=1,78 \cdot 10^8$ кг/м³. Но еще больше средняя плотность нейтронных звезд. Средние плотности звезд изменяются в интервале от 10^{-6} г/см³ до 10^{14} г/см³ - в 10^{20} раз!

II. Задание:

1. **Задача 1:** Светимость Кастора (α Близнецы) в 25 раз превосходит светимость Солнца, а его температура 10400К. Во сколько раз Кастор больше Солнца?

2. **Задача 2:** Красный гигант в 300 раз превосходит Солнце по размеру и в 30 раз по массе. Какова его средняя плотность?

3. Заполнить таблицу классификации звезд (ниже) отметить, как изменяются с увеличением размера звезды ее параметры: масса, плотность, светимость, время жизни, число звезд в Галактике.

Классы звезд

Массы М

Размеры R

Плотность г/см³

Светимость L

Время жизни, лет

% общего числа звезд

Ярчайшие сверхгиганты

Сверхгиганты

Яркие гиганты

Нормальные гиганты

Субгиганты

Нормальные звезд

- белые

- желтые

- красные

Белые карлики

Норма времени: 1 час

Критерии оценки: Правильно заполненная таблица.

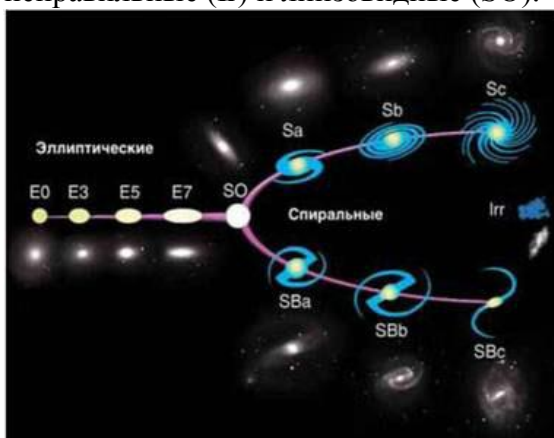
Контроль выполнения: проверка выполненной работы.

Практическая работа № 8 «Строение Галактики»

Цель: Выяснить строение и виды галактик.

Галактики

В 1924 г. Эдвин Хаббл установил, что туманность Андромеды образована огромным числом звезд, сливающихся в сплошное туманное пятно из-за огромной удаленности. Большинство других известных туманностей оказались такими же удаленными гигантскими системами, состоящими из миллионов и миллиардов звезд. Гигантские гравитационно-связанные системы звезд и межзвездного вещества, расположенные вне нашей Галактики, стали называть галактиками. Современные мощные телескопы сделали доступной регистрацию сотен миллиардов галактик. Фотоснимки показали, что галактики различаются по внешнему виду и структуре. Хаббл предложил классифицировать галактики по их форме. Позднее его классификация стала основой современной классификационной схемы. Согласно современной классификации, различают галактики следующих основных типов: эллиптические (E), спиральные (S), неправильные (Ir) и линзовидные (SO).



Эллиптические галактики в проекции на небесную сферу выглядят как круги или эллипсы. Число звезд в них плавно убывает от центра к краю. Звезды вращаются в такой системе в разных плоскостях. Сами эллиптические галактики вращаются очень медленно. Они содержат только желтые и красные звезды, практически не имеют газа, пыли и молодых звезд высокой светимости. Физическим характеристикам этих галактик свойствен довольно широкий диапазон: диаметры – от 5 до 50 кпк, массы – от 10⁶ до 10¹³ масс Солнца, светимости от 10⁶ до 10¹² светимостей Солнца. Около 25% изученных галактик принадлежат к галактикам эллиптического типа.

M 87 – гигантская эллиптическая галактика, крупнейшая в скоплении галактик в Деве с массой 2000-3000 млрд солнечных масс, и одна из крупнейших известных галактик. Является мощным источником радио- и гамма-излучения. Из ядра галактики вылетают струи вещества, движущегося с релятивистской скоростью. Первая из них была открыта в 1918 и имеет длину более 5000 св. лет. Предполагается, что

в центре галактики находится сверхмассивная чёрная дыра с массой порядка 6,6 миллиарда солнечных масс.

Спиральные галактики – это сильно сплюснутые системы с центральным уплотнением (в котором находится ядро галактики) и с заметной спиральной структурой.

Размеры этих галактик достигают 40 кпк, а светимости – 10¹¹ светимостей Солнца. В окружающем уплотнение диске имеются две или



более клочковатые спиральные ветви. Спиральные рукава представляют собой области активного звездообразования и состоят по большей части из молодых горячих звёзд; именно поэтому рукава хорошо выделяются в видимой части спектра. Абсолютное большинство наблюдаемых спиральных галактик вращается в сторону раскручивания спиральных ветвей.

Примерно у половины спиральных галактик в центральной части имеется почти прямая звездная перемычка – бар, от которой начинают закручиваться спиральные рукава. Такие галактики называются спиральными с перемычкой.

В спиральных ветвях галактик сосредоточены самые яркие и молодые звезды, яркие газопылевые туманности, молодые звездные скопления и звездные комплексы. Поэтому спиральный узор отчетливо виден даже у далеких галактик, хотя на долю спиральных рукавов приходится всего несколько процентов массы всей галактики. Наша Галактика является спиральной. Ближайшая звездная система, похожая по структуре и типу на нашу Галактику, – это туманность Андромеды. Свет от этой галактики доходит до нас примерно за 2 млн. лет.

Галактика
спиральная

Вертушка –
галактика

в созвездии Большая Медведица.



Туманность
спиральная галактика типа Sb

Андромеды) –

Линзообразная галактика – тип галактик, промежуточный между эллиптическими и спиральными в классификации Хаббла. Линзообразные галактики – это дисковые галактики (как и, например, спиральные), которые потратили или потеряли свою межзвездную материю (как эллиптические) и поэтому частота формирования звёзд в них понижена. Всё же, в своих дисках они могут сохранять значительные запасы пыли. В результате, они состоят в основном из старых звёзд. В тех случаях, когда галактика обращена плашмя в сторону наблюдателя, часто бывает трудно чётко различить линзообразные и эллиптические галактики из-за невыразительности спиральных рукавов линзообразной галактики.

Галактика Веретено – галактика в созвездии Дракон.

Галактика открыта в 1781 году французским астрономом Пьером Мешеном. В 1788 году независимо открыта английским астрономом Уильямом Гершелем.

Галактика наблюдается практически с ребра, что позволяет видеть тёмные области космической пыли, находящиеся в галактической плоскости. Галактика Веретено находится на расстоянии примерно в 44 млн световых лет. Свету требуется около 60 тысяч лет, чтобы пересечь всю галактику.



К неправильным галактикам относят маломассивные галактики неправильной структуры. У них не наблюдается четко выраженного ядра и вращательной симметрии. Видимая яркость таких галактик создается молодыми звездами высокой светимости и областями

ионизированного

водорода.

Массы неправильных галактик составляют от 108 до 1011 масс Солнца, размеры этих галактик достигают 10 кпк, а светимости их не превышают 1011 светимостей Солнца. В таких галактиках содержится много газа – до 50 % их общей массы. Ближайшими к нам яркими неправильными галактиками являются расположенные в Южном полушарии Магеллановы Облака (Большое и Малое). Они выглядят как два туманных облачка, серебристо светящихся в хорошую погоду на ночном небе. Большое Магелланово Облако, имеющее в диаметре 7 кпк, расположено от нас на расстоянии 52 кпк. По мнению некоторых астрономов, в Магеллановых Облаках можно различить зачатки спиральной структуры.



В отдельные группы галактик выделяют:

Взаимодействующие галактики, связанные между собой "перемычками", "хвостами" и "гамма-формами", состоящими из звезд.

Компактные галактики, не превышающие своими размерами 3000 св. лет, и изолированные в пространстве звездные системы имеющие значительно меньшие размеры – до 200 св. лет.

Активные галактики выделяются интенсивным свечением в радио- или ультрафиолетовом диапазоне, испусканием γ -квантов высоких энергий, необычайно яркими ядрами с двойными и даже кратными источниками излучения, в которых происходят бурные процессы, сопровождаемые выбрасыванием мощных потоков газа (джетов) со скоростью свыше 1000 км/с (до 1% от общего числа галактик). Активность ряда галактик может объясняться процессами, происходящими в результате их тесного взаимодействия (слияния). Так, столкновение галактики M81 и M82 около 600 000 лет назад привело к образованию в области их контакта сотен гигантских областей активного звездообразования, из-за чего галактика M82 наблюдается сейчас как "взрывающаяся".

В особый класс космических объектов следует выделить квазары и квазаги.

Квазар – мощное и далёкое активное ядро галактики. Квазары являются одними из самых ярких объектов во Вселенной – их мощность излучения иногда в десятки и сотни раз превышает суммарную мощность всех звёзд таких галактик, как наша. В первую очередь квазары были опознаны как объекты с большим красным смещением, имеющие электромагнитное излучение (включая радиоволны и видимый свет) и настолько малые угловые размеры, что в течение нескольких лет после открытия их не удавалось отличить от «точечных источников» – звёзд.

Задание: предлагается по 10-15 фотографиям различных галактик, необходимо создать их классификацию (повторение работы Э. Хаббла)

Критерии оценки: Правильно определение по фотографиям галактик..

Контроль выполнения: проверка выполненной работы.