

**ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВАЛУЙСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»**

**КОМПЛЕКТ
КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по учебной дисциплине

ОУД.08 Астрономия

**Профессия: 15.01.20. Слесарь по контрольно-измерительным приборам и
автоматике.**

Группа 5КИП

2020 г.

Комплект контрольно-оценочных средств по учебной дисциплине:
ОУД.08 Астрономия разработан на основе Федерального
государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) для профессии:
15.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике.

РАССМОТРЕНО:
на заседании ЦМК
Протокол № 1 от 31.08 2020 г.
Председатель ЦМК
Г. В. Тютюнникова

СОГЛАСОВАНО:
Зам. директора по УР ОГАПОУ
«Валуйский индустриальный техникум»
А. В. Кошман
«31» 08 2020 года

Организация-разработчик:
ОГАПОУ «Валуйский индустриальный техникум»
г. Валуйки Белгородской области

Подготовил:
Е.В.Синченко, преподаватель общеобразовательного цикла
ОГАПОУ «Валуйский индустриальный техникум»
г. Валуйки Белгородской области

СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств.....	4
2. Структура и перечень контрольно-оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине.....	5
3. Критерии оценки.....	11
4. Перечень информационных источников.....	12

1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО – ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

1.1. Общие положения

Контрольно-Оценочные средства (КОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины *Астрономия* в соответствии с ФГОС по профессии: 15.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике.

В соответствии с учебным планом, дисциплина *Астрономия* изучается на 2 курсе в 3 семестре. По завершению всего курса обучения по учебной дисциплине *Астрономия* проводится промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета.

1.2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

В ходе промежуточной аттестации по дисциплине осуществляется проверка предметных результатов освоения учебной дисциплины:

Предметные результаты	Основные показатели оценки результатов
<ul style="list-style-type: none">смысл понятий: активность, астероид, астрология, астрономия, астрофизика, атмосфера, болид, возмущения, восход светила, вращение небесных тел, Вселенная, вспышка, Галактика, горизонт, гранулы, затмение, виды звезд, зодиак, календарь, космогония, космология, космонавтика, космос, кольца планет, кометы, кратер, кульминация, основные точки, линии и плоскости небесной сферы, магнитная буря, Метагалактика, метеор, метеорит, метеорные тело, дождь, поток, Млечный Путь, моря и материки на Луне, небесная механика, видимое и реальное движение небесных тел и их систем, обсерватория, орбита, планета, полярное сияние, протуберанец, скопление, созвездия и их классификация, солнечная корона, солнцестояние, состав Солнечной системы, телескоп, терминатор, туманность, фазы Луны, фотосферные факелы, хромосфера, черная дыра, Эволюция, эклиптика, ядро;определение физических величин: астрономическая единица, афелий, блеск	<ul style="list-style-type: none">- умение решать качественные, экспериментальные, расчетные задачи различных типов и видов сложности;- умение решать исследовательские задачи;- теоретические, практические, экспериментальные виды деятельности;- понимание гипотез и научных теорий;- поиск и обработка информации, включая использование электронных ресурсов;- компьютерная грамотность;- использование информационных ресурсов, работа с текстами;- применение знаний и понимание;- критическое отношение к информации.- знание теоретических основ

<p>звезды, возраст небесного тела, параллакс, парсек, период, перигелий, физические характеристики планет и звезд, их химический состав, звездная величина, радиант, радиус светила, космические расстояния, светимость, световой год, сжатие планет, синодический и сидерический период, солнечная активность, солнечная постоянная, спектр светящихся тел Солнечной системы;</p> <ul style="list-style-type: none"> • смысл работ и формулировку законов: Аристотеля, Птолемея, Галилея, Коперника, Бруно, Ломоносова, Гершеля, Браге, Кеплера, Ньютона, Адамса, Галлея, Белопольского, Бредихина, Струве, Герцшпрунга-Рассела, Хаббла, Доплера, Фридмана, Эйнштейна; • использовать карту звездного неба для нахождения координат светила; • выражение результаты измерений и расчетов в единицах Международной системы; • приведение примеров практического использования астрономических знаний о небесных телах и их системах; 	<p>курса астрономии:</p> <ul style="list-style-type: none"> - явлений, - понятий, - законов, - теорий, - приборов и установок.
--	---

2. СТРУКТУРА И ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (для промежуточной аттестации) ПО ДИСЦИПЛИНЕ.

Каждый вариант дифференцированного зачета состоит из тестовых заданий и включает в себя 20 заданий, отличающихся по содержанию, форме и уровню сложности. К каждому заданию дано 4 варианта ответа, из которых только один правильный.

В контрольных измерительных материалах представлено содержание всех основных разделов курса астрономии. Общее количество заданий по каждому из разделов приблизительно пропорционально его содержательному наполнению и учебному времени, отводимому на изучение данного раздела.

Время выполнения теста: 40 минут

Вариант № 1

1. Наука о небесных светилах, о законах их движения, строения и развития, а также о строении и развитии Вселенной в целом называется...

1. Астрометрия; 2. Астрофизика; 3. Астрономия; 4. Другой ответ

2. Гелиоцентричную модель мира разработал ...

1. Хаббл Эдвин; 2. Николай Коперник; 3. Тихо Браге; 4. Клавдий Птолемей;

3. К планетам земной группы относятся ...

1. Меркурий, Венера, Уран, Земля; 2. Марс, Земля, Венера, Меркурий
3. Венера, Земля, Меркурий, Фобос; 4. Меркурий, Земля, Марс, Юпитер

4. Второй от Солнца планета называется ...

1. Венера; 2. Меркурий; 3. Земля; 4. Марс;

5. Межзвездное пространство ...

1. не заполнено ничем; 2. заполнено пылью и газом
3. заполнено обломками космических аппаратов; 4. другой ответ.

6. Угол между направлением на светило с какой-либо точки земной поверхности и направлением из центра Земли называется ...

1. Часовой угол; 2. Горизонтальный параллакс;
3. Азимут; 4. Прямое восхождение;

7. Расстояние, с которого средний радиус земной орбиты виден под углом 1 секунда называется ...

1. Астрономическая единица; 2. Парсек;
3. Световой год; 4. Звездная величина;

8. Нижняя точка пересечения отвесной линии с небесной сферой называется...

1. точка юга; 2. точка севера; 3. зенит; 4. надир;

9. Большой круг, плоскость которого перпендикулярна на оси мира называется ...

1. небесный экватор; 2. небесный меридиан;
3. круг склонений; 4. настоящий горизонт;

10. Первая экваториальная система небесных координат определяется

1. Годинный угол и склонение;
2. Прямое восхождение и склонение;
3. Азимут и склонение;
4. Азимут и высота;

11. Большой круг, по которому цент диска Солнца совершает свой видимый летний движение на небесной сфере называется ...

1. небесный экватор;
2. небесный меридиан;
3. круг склонений;
4. Эклиптика;

12. Линия вокруг которой вращается небесная сфера называется

1. ось мира;
2. вертикаль;
3. полуденная линия;
4. настоящий горизонт;

13. В каком созвездии находится звезда, имеет координаты $\alpha = 5^h 20^m$, $\delta = +100$

1. Телец;
2. Возничий;
3. Заяц;
4. Орион;

14. Обратное движение точки весеннего равноденствия называется ...

1. Перигелий;
2. Афелий;
3. Прецессия;
4. Нет правильного ответа;

15. Главных фаз Луны насчитывают ...

1. две;
2. Четыре;
3. Шесть;
- 4.восемь;

16. Угол который, отсчитывают от точки юга S вдоль горизонта в сторону заката до вертикала светила называют ...

1. Азимут;
2. Высота;
3. Часовой угол;
4. Склонение;

17. Квадраты периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей орбит. Это утверждение ...

1. первый закон Кеплера;
2. второй закон Кеплера
3. третий закон Кеплера;
4. четвертый закон Кеплера;

18.Телескоп, у которого объектив представляет собой линзу или систему линз называют ...

- 1.Рефлекторним;
- 2.Рефракторним;
3. Менисковый;
4. Нет правильного ответа.

19. Установил законы движения планет ...

1. Николай Коперник;
2. Тихо Браге
3. Галилео Галилей;
- 4.Иоганн Кеплер;

20.К планетам-гигантам относят планеты ...

1. Фобос, Юпитер, Сатурн, Уран
2. Плутон, Нептун, Сатурн, Уран
3. Нептун, Уран, Сатурн, Юпитер
4. Марс, Юпитер, Сатурн, Уран

Вариант № 2

1. Наука, изучающая строение нашей Галактики и других звездных систем называется ...

1. Астрометрия; 2. Звездная астрономия; 3. Астрономия; 4. Другой ответ;

2.Геоцентричну модель мира разработал ...

1. Николай Коперник; 2. Исаак Ньютон; 3. Клавдий Птолемей; 4. Тихо Браге;

3. Состав Солнечной система включает ...

1. восемь планет; 2. девять планет; 3. десять планет; 4. семь планет;

4. Четвертая от Солнца планета называется ...

1. Земля; 2. Марс; 3. Юпитер; 4. Сатурн;

5. Определенный участок звездного неба с четко очерченными пределами, охватывающий все принадлежащие ей светила и имеющая собственное называется ...

1. Небесной сферой; 2. Галактикой; 3. Созвездие; 4. Группа зрение;

6. Угол, под которым из звезды был бы виден радиус земной орбиты называется ...

1. Годовой параллакс; 2. Горизонтальный параллакс
3. Часовой угол; 4. Склонение;

7. Верхняя точка пересечения отвесной линии с небесной сферой называется ...

1. надир; 2. точках севере; 3. точках юга; 4.зенит;

8 Большой круг, проходящий через полюса мира и зенит называется ...

1. небесный экватор; 2. небесный меридиан
3. круг склонений; 4. настоящий горизонт;

9. Промежуток времени между двумя последовательными верхними кульминациями точки весеннего равноденствия называется ...

1. Солнечные сутки; 2. Звездные сутки; 3. Звездный час; 4. Солнечное время;

10. Количество энергии, которую излучает звезда со всей своей поверхности в единицу времени по всем направлениям называется ...

1. звездная величина; 2. Яркость; 3. Парсек; 4. Светимость;

11. Вторая экваториальная система небесных координат определяется

1. Годинный угол и склонение; 2. Прямое восхождение и склонение;
3. Азимут и склонение; 4. Азимут и высота;

12. В каком созвездии находится звезда, имеет координаты $\alpha = 20^h 20^m$, $\delta = + 35^0$

1. Козерог; 2. Дельфин; 3. Стрела; 4. Лебедь;

13. Путь Солнца на небе вдоль эклиптики пролегает среди ...

1. 11 созвездий; 2. 12 созвездий; 3. 13 созвездий; 4. 14 созвездий;

14. Затмение Солнца наступает ...

1. если Луна попадает в тень Земли;
2. если Земля находится между Солнцем и Луной
3. если Луна находится между Солнцем и Землей
4. нет правильного ответа.

15. Каждая из планет движется вокруг Солнца по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце. Это утверждение ...

1. первый закон Кеплера; 2. второй закон Кеплера;
3. третий закон Кеплера; 4. четвертый закон Кеплера

16. Календарь, в котором подсчету времени ведут за изменением фаз Луны называют ...

1. Солнечным; 2. Лунно-солнечным; 3. Лунным; 4. Нет правильного ответа;

17. Телескоп, у которого объектив представляет собой вогнутое зеркало называют ...

1. Рефлекторным; 2. Рефракторным; 3. Менисковый; 4. Нет правильного ответа;

18. Система, которая объединяет несколько радиотелескопов называется ...

- 1.Радиоинтерферометром; 2.Радиотелескопом;
3.Детектором; 4. Нет правильного ответа;

19. Наука, изучающая строение нашей Галактики и других звездных систем называется ...

1. Астрометрия; 2. Звездная астрономия
3. Астрономия; 4. Другой ответ;

20. Закон всемирного тяготения открыл ...

1. Галилео Галилей; 2. Хаббл Эдвин; 3. Исаак Ньютон; 4. Иоганн Кеплер;

Ответы

Вариант №1

Вариант №2

№ вопроса	Ответ	№ вопроса	Ответ
1	3	1	3
2	2	2	3
3	2	3	1
4	1	4	2
5	2	5	3
6	2	6	1
7	2	7	4
8	4	8	4
9	1	9	2
10	1	10	4
11	4	11	1
12	1	12	4
13	4	13	3
14	1	14	3
15	2	15	1
16	1	16	3
17	3	17	2
18	2	18	1
19	4	19	3
20	3	20	3

3. КРИТЕРИИ ОЦЕНОК

Каждое правильно выполненное задание оценивается одним баллом. Таким образом, максимальное количество первичных баллов, которое можно получить при выполнении теста – 20.

Оценка знаний, умений и навыков по результатам текущего контроля производится в соответствии с универсальной шкалой (таблицей)

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90÷100 (18-20 баллов)	5	отлично
80 ÷ 89 (16-17 баллов)	4	хорошо
70÷79 (14-15 баллов)	3	удовлетворительно
менее 70 (менее 14 баллов)	2	не удовлетворительно

4. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

4.1. Основные источники:

1. Фещенко Т.С., Алексеева Е.В., Шестакова Л.А., Скворцов П.М. Астрономия. Учебник для СПО. – М.: Академия, 2018.
2. Чаругин, В. М. Астрономия. 10-11 классы. Учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / В. М. Чаругин. – Москва: Просвещение, 2018. – 144 с.
3. Воронцов-Вельяминов Б.А., Страут Е.К. Астрономия.11 кл.: Учебник для общеобразовательных учреждений. – М.: Дрофа, 2018.

4.2. Дополнительные источники:

1. Тебиева, Д.И. Планетология. Учеб. пособие / Д. И. Тебиева. – Владикавказ: Изд-во СОГУ, 2015. – 232 с.

4.3. Интернет – ресурсы:

1. Звёздный сёрфинг. Сайт о Космосе, Вселенной и Земле... [Электронный ресурс]. – URL <http://espogor.ru>
2. Исследование планет Солнечной системы [Электронный ресурс]. – URL https://spravochnick.ru/astronomiya/issledovanie_planet_solnechnoy_sistemy/
3. История освоения космоса [Электронный ресурс]. – URL <https://www.svastour.ru/articles/raznoe/istoriya-osvoeniya-kosmosa.html>
4. Новости астрономии и космонавтики [Электронный ресурс]. – URL <https://kosmos-x.net.ru>
5. Происхождение солнечной системы [Электронный ресурс]. – URL <http://mirznanii.com/a/183/proiskhozhdenie-solnechnoy-sistemy>
6. Развитие российской космонавтики [Электронный ресурс]. – URL http://www.chaltlib.ru/articles/resurs/jubilei_goda/god_rossijskojj_kosmonavtik/v_ahnejshie_etapy_razvitiya_rossijskojj_kosmonavtiki/


ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВАЛУЙСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ ТЕХНИКУМ»

РАССМОТРЕНО:

на заседании ЦМК

Протокол № 1


Председатель ЦМК

Г. В. Тютюнникова 

" 31 " 08 2020 г.

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора

А.В.Кошман 

" 31 " 08 2020 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

ОУД.08. Астрономия

Профессия: 15.01.20. Слесарь по контрольно-измерительным приборам и
автоматике.

Группа 5КИП

Разработчик:
Преподаватель
Синченко Е. В.

2020 г.

Методические рекомендации для практических занятий по дисциплине ОУД.08 Астрономия предназначены для профессиональных образовательных организаций. Рекомендации разработаны на основе требований ФГОС среднего общего образования, предъявляемых к структуре, содержанию и результатам освоения учебной дисциплины «Астрономия» в соответствии с Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.06.2017 г. № 506.

Организация-разработчик: Областное государственное автономное профессиональное образовательное учреждение «Валуйский индустриальный техникум»

Разработчики:

Синченко Евгения Владимировна, преподаватель

ОГАПОУ «Валуйский индустриальный техникум»

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4
Рекомендации студентам	6
Критерии оценивания практической работы	7
Практическое занятие № 1 «Основные элементы небесной сферы»	
Практическое занятие № 2 «Движение планет. Законы Кеплера»	8
Практическое занятие № 3 «Определение масс, размеров, формы небесных тел и расстояний до них».	
Практическое занятие № 4 «Строение Солнечной системы»	12
Практическое занятие № 5 «Характеристики звезд».	
Практическое занятие № 6 «Атлас звездного неба».	16
Библиографический список	18

Пояснительная записка

Методические рекомендации к практическим занятиям для обучающихся 2 курса по дисциплине ОУД.08 Астрономия составлены на основе рабочей программы по данной дисциплине и предназначены для обучающихся профессии: 15.01.20. Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике.

В ходе практических занятий обучающиеся овладевают умениями пользоваться информационными источниками, работать с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками, решать разного рода задачи, делать вычисления.

Задачи, которые решаются в ходе практических занятий по астрономии:

- 1) расширение и закрепление теоретических знаний по физике и астрономии, полученных в ходе занятий;
- 2) формирование у обучающихся практических умений и навыков, необходимых для успешного решения задач по астрономии и физике;
- 3) развитие у обучающихся потребности в самообразовании и совершенствовании знаний и умений в процессе изучения астрономии;
- 4) формирование творческого отношения и исследовательского подхода в процессе изучения астрономии;
- 5) формирование профессионально-значимых качеств будущего специалиста и навыков приложения полученных знаний в профессиональной сфере.

При изучении курса «Астрономия» предполагается проведение шести практических занятий, на которые учебным планом предусмотрено 12 часов.

Практические занятия по дисциплине организованы в виде решения задач. Содержание заданий соответствует рабочей программе по астрономии. Задания выполняются в рабочей тетради студента после изучения соответствующей темы.

Рекомендации студентам при решении задач

Практические занятия по курсу «Астрономия» проводятся следующим образом:

- обучающиеся самостоятельно в письменной форме отвечают на вопросы для самоконтроля, затем решают задачи (с использованием рекомендуемой литературы или интернета), после чего делается анализ выполненной работы;
- занятие осуществляется с использованием ИКТ;
- занятие проводится под руководством преподавателя.

При решении задач можно пользоваться любыми астрономическими таблицами и необходимыми формулами.

Решение задач не предполагает громоздких математических вычислений. Очень часто задачи по астрономии носят качественный, оценочный характер и могут решаться несколькими способами. При записи числового ответа в виде десятичной дроби достаточно ограничиться одним – двумя десятичными знаками, а в часовой и градусной мере – минутами времени и минутами дуги.

Критериями оценки результатов практических занятий студентов является умение студента использовать теоретические знания при решении задач.

Контроль результатов практических занятий студентов осуществляется преподавателем на учебных занятиях по физике. Оценка, полученная студентом за выполненную работу, является формой текущего контроля.

Правила оформления результатов практического занятия

Результаты оформляются в виде письменного отчета, при написании которого необходимо придерживаться следующих требований:

- записать дату выполнения, тему и цель работы,
- записать условие задачи в краткой форме (дано);
- записать вопрос задачи в краткой форме (найди);

- обосновать необходимость применения тех или иных формул для решения задачи;
- при решении задач на построение проанализировать условие задачи и выполнить чертеж, дав описание всех построений,
- записать ответ.

Для выполнения работы рекомендуется использовать следующий атлас звездного неба. Электронная версия атласа доступна по адресу <http://solar.tsu.ru>. Однако допускается использовать любой другой атлас звездного неба, масштаб карт которого позволяет с точностью не менее 1m по прямому восхождению и 1' по склонению определять положения объектов.

Для работы с электронной версией атласа звездного неба желательно его распечатать на принтере, однако можно пользоваться им и с экрана компьютера.

Для определения экваториальных координат объектов звездного атласа используйте линейку. Вычислите, сколько минут (m) прямого восхождения и минут (') склонения укладывается, например, в 1 см. Измеряя расстояние от ближайших к объекту кругов, параллельных небесному экватору, и кругов склонений, можно определить прямое восхождение и склонение объекта.

Критерии оценивания практической работы

Оценка «5» ставится, если:

- практическая работа выполнена полностью;
- в логических рассуждениях и обосновании решения нет пробелов и ошибок;
- в решении нет математических ошибок (возможны некоторые неточности, описки, которая не является следствием незнания или непонимания учебного материала).

Оценка «4» ставится, если:

- практическая работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки);
- допущены одна ошибка, или есть два – три недочёта в выкладках, рисунках или графиках (если эти виды работ не являлись специальным объектом проверки).

Оценка «3» ставится, если:

- допущено не более двух ошибок или более двух – трех недочетов в выкладках, но обучающийся обладает обязательными умениями по проверяемой теме.

Оценка «2» ставится, если:

- допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не обладает обязательными умениями по данной теме в полной мере.

Преподаватель может повысить оценку за оригинальный ответ на вопрос или оригинальное решение задачи, которые свидетельствуют о высоком физико - математическом развитии обучающегося; за решение более сложной задачи или ответ на более сложный вопрос, предложенные обучающемуся дополнительно после выполнения им каких-либо других заданий.

Практическая работа №1

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НЕБЕСНОЙ СФЕРЫ

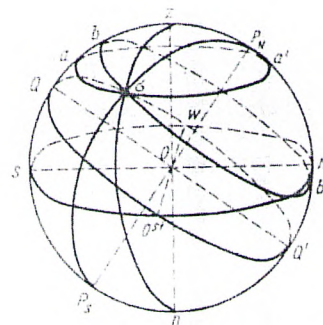
Цель работы: изучение основных элементов и суточного вращения небесной сферы на ее модели. Знакомство с системами небесных координат. Изучение условий видимости светил на различных широтах.

Оборудование: модель небесной сферы, черный глобус.

Основные теоретические сведения

Небесная сфера. Основные точки, линии и круги на небесной сфере

Небесной сферой называют сферу любого радиуса с центром в произвольной точке пространства. За ее центр, в зависимости от постановки задачи, принимают глаз наблюдателя, центр инструмента, центр Земли и т. д.



Рассмотрим основные точки и круги небесной сферы, за центр O которой принят глаз наблюдателя (рис.1). Через центр небесной сферы проведем отвесную линию. Точки пересечения отвесной линии со сферой называют зенитом Z и надиром n.

Плоскость, проходящую через центр небесной сферы перпендикулярно отвесной линии, называют *плоскостью истинного горизонта*. Эта плоскость, пересекаясь с небесной сферой, образует окружность большого круга, называемую истинным горизонтом. Последний делит небесную сферу на две части: надгоризонтную и подгоризонтную.

Прямую, проходящую через центр небесной сферы параллельно земной оси, называют осью мира. Точки пересечения оси мира с небесной сферой называются *полюсами мира*. Один из полюсов, соответственно полюсам Земли, называют северным полюсом мира и обозначают P_N, другой — южным полюсом мира P_S.

Плоскость QQ' , проходящую через центр небесной сферы перпендикулярно оси мира, называют *плоскостью небесного экватора*. Эта плоскость, пересекаясь с небесной сферой, образует окружность большого круга — *небесный экватор*, который делит небесную сферу на северную и южную части.

Большой круг небесной сферы, проходящий через полюсы мира, зенит и надир, называют *меридианом наблюдателя* $PN nPsZ$. Ось мира делит меридиан наблюдателя на полуденную $PN ZPs$ и полуночную $PN nPs$ части. Меридиан наблюдателя пересекается с истинным горизонтом в двух точках: точке севера N и точке юга S . Прямую, соединяющую точки севера и юга, называют *полуденной линией*.

Если из центра сферы смотреть в точку N , то справа будет точка востока O^{st} , а слева — точка запада W . Малые круги небесной сферы aa' , параллельные плоскости истинного горизонта, называют *альмукуантаратами*; малые bb' параллельные плоскости небесного экватора, — *небесными параллелями*.

Круги небесной сферы Zop , проходящие через точки зенита и надира, называют *вертикалами*. Вертикал, проходящий через точки востока и запада, называют первым вертикалом. Круги небесной сферы $PNoPs$, проходящие через полюсы мира, называют *кругами склонения*.

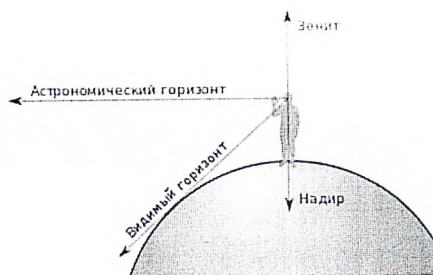
Меридиан наблюдателя является одновременно вертикалом и кругом склонения. Он делит небесную сферу на две части — восточную и западную. Полюс мира, расположенный над горизонтом (под горизонтом), называют повышенным (пониженным) полюсом мира. Наименование повышенного полюса мира всегда одноименно с наименованием широты места.

Ось мира с плоскостью истинного горизонта составляет угол, равный *географической широте места*. Положение светил на небесной сфере определяют при помощи сферических координатных систем.

В мореходной астрономии применяются горизонтная и экваториальная системы координат.

Элементы небесной сферы

Отвесная линия и связанные с ней понятия



Диаграмма, показывающая соотношение зенита, надира и горизонта (в различных определениях). Заметим, что зенит противоположен надире.

Отвесная линия — прямая, проходящая через центр небесной сферы и точку наблюдения на поверхности Земли. Отвесная линия пересекается с поверхностью небесной сферы в двух точках — зените над головой наблюдателя и надире под ногами наблюдателя.

Истинный (математический) горизонт — большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна к отвесной линии. Истинный горизонт делит поверхность небесной сферы на две полусферы: видимую полусферу с вершиной в зените и невидимую полусферу с вершиной в надире. Истинный горизонт не совпадает с видимым горизонтом вследствие приподнятости точки наблюдения над земной поверхностью, а также по причине искривления лучей света в атмосфере.

Круг высоты или вертикал светила — большой полукруг небесной сферы, проходящий через светило, зенит и надир. Альмукуантарат (араб. «круг равных высот») — малый круг небесной сферы, плоскость которого параллельна плоскости математического горизонта. Круги высоты и альмукуантараты образуют координатную сетку, задающую горизонтальные координаты светила.

Суточное вращение небесной сферы и связанные с ним понятия

Ось мира — воображаемая линия, проходящая через центр мира, вокруг которой происходит вращение небесной сферы. Ось мира пересекается с поверхностью небесной сферы в двух точках — северном полюсе мира и южном полюсе мира. Вращение небесной сферы происходит против часовой стрелки вокруг северного полюса, если смотреть на небесную сферу изнутри.

Небесный экватор — большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна оси мира и проходит через центр небесной сферы. Небесный экватор делит небесную сферу на два полушария: северное и южное.

Круг склонения светила — большой круг небесной сферы, проходящий через полюсы мира и данное светило.

Суточная параллель — малый круг небесной сферы, плоскость которого параллельна плоскости небесного экватора. Видимые суточные движения светил совершаются по суточным параллелям. Круги склонения и суточные параллели образуют на небесной сфере координатную сетку, задающую экваториальные координаты светила.

Термины, рождаемые в пересечениях понятий «Отвесная линия» и «Вращение небесной сферы»

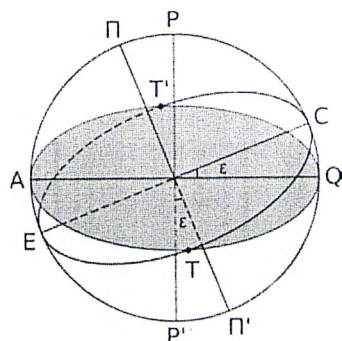
Небесный экватор пересекается с математическим горизонтом в точке востока и точке запада. Точкой востока называется та, в которой точки вращающейся небесной сферы восходят из-за горизонта. Полуокруг высоты, проходящий через точку востока, называется первым вертикалом.

Небесный меридиан — большой круг небесной сферы, плоскость которого проходит через отвесную линию и ось мира. Небесный меридиан делит поверхность небесной сферы на два полушария: восточное полушарие и западное полушарие.

Полуденная линия — линия пересечения плоскости небесного меридиана и плоскости математического горизонта. Полуденная линия и

небесный меридиан пересекают математический горизонт в двух точках: точке севера и точке юга. Точкой севера называется та, которая ближе к северному полюсу мира.

Годовое движение Солнца по небесной сфере и связанные с ним понятия



P, P' — полюсы мира, T, T' — точки равноденствия, E, C — точки солнцестояния, Π, Π' — полюса эклиптики, PP' — ось мира, $\Pi\Pi'$ — ось эклиптики, $ATQT'$ — небесный экватор, $ETCT'$ — эклиптика

Эклиптика — большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое годовое движение Солнца. Плоскость эклиптики пересекается с плоскостью небесного экватора под углом $\varepsilon = 23^{\circ}26'$.

Две точки, в которых эклиптика пересекается с небесным экватором, называются точками равноденствия. В точке весеннего равноденствия Солнце в своём годовом движении переходит из южного полушария небесной сферы в северное; в точке осеннего равноденствия — из северного полушария в южное. Две точки эклиптики, отстоящие от точек равноденствия на 90° и тем самым максимально удалённые от небесного экватора, называются точками солнцестояния. Точка летнего солнцестояния находится в северном полушарии, точка зимнего солнцестояния — в южном полушарии. Эти четыре точки обозначаются символами зодиака, соответствующими созвездиям, в которых они находились во времена Гиппарха (в результате предварения равноденствий эти точки сместились и ныне находятся в других созвездиях): весеннего равноденствия — знаком Овна (♈), осеннего равноденствия —

знаком Весов (♎), зимнего солнцестояния — знаком Козерога (♑), летнего солнцестояния — знаком Рака (♋)

Ось эклиптики — диаметр небесной сферы, перпендикулярный плоскости эклиптики. Ось эклиптики пересекается с поверхностью небесной сферы в двух точках — северном полюсе эклиптики, лежащем в северном полушарии, и южном полюсе эклиптики, лежащем в южном полушарии. Северный полюс эклиптики имеет экваториальные координаты $R.A. = 18h00m$, $Dec = +66^{\circ}33'$, и находится в созвездии Дракона, а южный полюс — $R.A. = 6h00m$, $Dec = -66^{\circ}33'$ в созвездии Золотой Рыбы.

Круг эклиптической широты, или просто круг широты — большой полукруг небесной сферы, проходящий через полюсы эклиптики.

Ход работы

1. По модели небесной сферы изучить ее основные элементы и изменение их положения относительно наблюдателя в процессе суточного вращения небесной сферы.
2. Начертить мелом на черном глобусе небесный экватор, небесный меридиан, эклиптику, горизонт, северный и южный полюса мира, зенит и надир.
3. Изобразить мелом на черном глобусе:
 - а) горизонтальную систему небесных координат;
 - б) экваториальную систему небесных координат.
4. Изобразить на чертеже землю и положение небесной сферы, ее основных элементов для наблюдателя на широте $\varphi = 30^{\circ}$.
5. Изобразить на чертеже небесную сферу и положения ее основных элементов для широты $\varphi = -15^{\circ}$ и показать на ней точки, имеющие следующие координаты:
 - а) горизонтальные: $A = 135^{\circ}$, $h = 45^{\circ}$;
 - б) экваториальные: $t = 2h$, $\delta = -45^{\circ}$ и $\alpha = 12h$, $\delta = +45^{\circ}$.
6. Определить высоту, зенитное расстояние и азимут точки запада.

7. Вычислить зенитное расстояние и высоту в верхней и нижней кульминации звезд Денеб и Бетельгейзе на экваторе, северном полюсе и в Железногорске.
8. Определить склонение δ звезд, доступных наблюдению в Железногорске.
9. Сформулируйте и запишите вывод о проделанной работе.

Практическая работа №2

ДВИЖЕНИЕ ПЛАНЕТ. ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА

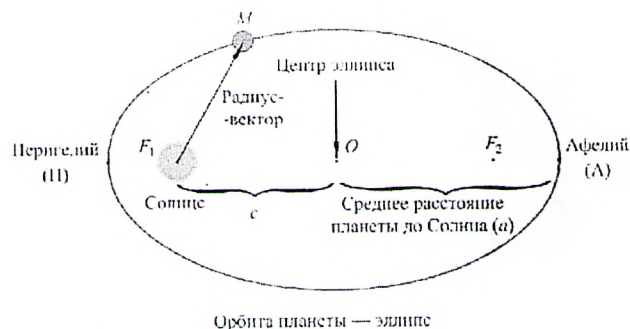
Цель работы: изучение закономерностей в движении планет и вычисление их конфигураций.

Оборудование: модель Солнечной системы, астрономический календарь (постоянная часть), астрономический календарь-ежегодник.

Основные теоретические сведения

В начале XVII в. Иоганн Кеплер установил три закона движения планет. Они названы законами Кеплера, это три эмпирических соотношения, интуитивно подобранных Иоганном Кеплером на основе анализа астрономических наблюдений Тихо Браге. Они описывают идеализированную орбиту планеты.

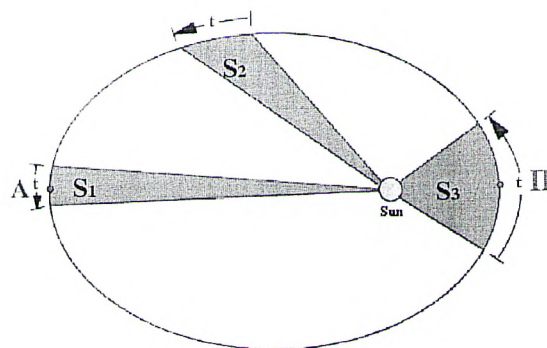
Первый закон Кеплера: каждая планета обращается вокруг Солнца по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце. Эллипсом называется плоская замкнутая кривая, имеющая такое свойство, что сумма расстояний каждой ее точки от двух точек, называемых фокусами, остается постоянной. Степень вытянутости эллипса характеризуется величиной его эксцентриситета. Эксцентриситет равен отношению расстояния фокуса от центра к длине большой полуоси.



В пределе при совпадении фокусов и центра эксцентриситет равен нулю, и эллипс превращается в окружность. Эксцентриситеты орбит у комет приближаются к единице. При эксцентриситете равном 1 второй фокус эллипса удаляется (в пределе) в бесконечность, так что эллипс становится разомкнутой кривой, называемой параболой. Ее ветви в бесконечности стремятся стать параллельными.

Кеплер открыл свои законы, изучая периодическое обращение планет вокруг Солнца. Ньютон, исходя из законов Кеплера, открыл закон всемирного тяготения. При этом он нашел, что под действием взаимного тяготения тела могут двигаться друг относительно друга по эллипсу, в частности по кругу, по параболе и по гиперболе.

Так как законы Кеплера являются следствием закона всемирного тяготения, то они применимы к любым системам тел, движущимся под действием гравитационной силы, в том числе и для спутников планет.



Второй закон Кеплера (закон площадей): радиус-вектор планеты за одинаковые промежутки времени описывает равные площади. Радиусом- вектором планеты называется отрезок прямой, соединяющий планету с Солнцем. Скорость планеты при движении ее по орбите тем больше, чем ближе она к Солнцу.

Применительно к Солнечной системе, с этим законом связаны два понятия: перигелий — ближайшая к Солнцу точка орбиты, и афелий — наиболее удалённая точка орбиты.

Таким образом, из второго закона Кеплера следует, что планета движется вокруг Солнца неравномерно, имея в перигелии большую линейную скорость, чем в афелии.

Третий закон Кеплера: квадраты периодов обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^2}{R_2^2}$$

Справедливо не только для планет, но и для их спутников.

Третий закон Кеплера связывает средние расстояния планет от Солнца с периодами обращения и позволяет большие полуоси всех планетных орбит выразить в единицах большой полуоси земной орбиты. Большую полуось

земной орбиты называют астрономической единицей расстояний. В астрономических единицах средние расстояния планет от Солнца были определены раньше, чем узнали длину астрономической единицы в километрах.

Формула III закона Кеплера для круговых орбит, когда большая и малая полуоси равны и образуют радиус окружности.

Угловая и линейная скорости планеты при ее движении на орбите периодически изменяются в соответствии со вторым законом Кеплера. Их средние значения могут быть посчитаны по средней удаленности a планеты от Солнца.

Средняя суточная угловая скорость планеты, определяется выражением:

$$\omega = 360^\circ/T,$$

где T – сидерический период обращения планеты вокруг Солнца, выраженный в средних солнечных сутках.

Очевидно, для Земли средняя угловая скорость составляет $\omega_0 \approx 1^\circ/\text{сутки}$.

Учтя третий закон Кеплера, запишем зависимость средней угловой скорости планеты от большой полуоси ее орбиты:

$$\omega(^{\circ}/\text{сутки}) = a^{-3/2} (a.e.).$$

Средняя линейная скорость движения планеты на орбите может быть рассчитана по формуле $v = \frac{2\pi a}{T}$, аналогичная величина для Земли $v_0 = \frac{2\pi a_0}{T_0}$.

Среднее значение орбитальной скорости Земли известно и составляет $v_0 = 29,8 \text{ км/с}$. Используя третий закон Кеплера, найдем зависимость v от a :

$$v(\text{км/с}) = 29,8 \cdot a^{-1/2} (a.e.).$$

Звездный (сидерический) T и синодический S периоды обращения планеты связаны между собой уравнением синодического движения

$$\frac{1}{S} = \pm \left(1 - \frac{1}{T} \right).$$

Знак «-» соответствует *внутренним* или нижним планетам (Меркурий, Венера), а «+» – *внешним* или верхним (Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун). В этой формуле T и S выражены в годах. В случае необходимости найденные значения S и T всегда могут быть выражены в сутках.

Взаимное расположение планет легко устанавливается по их гелиоцентрическим эклиптическим сферическим координатам, значения которых на различные дни года публикуются в астрономических календарях-ежегодниках, в таблице под названием «гелиоцентрические долготы планет».

Ход работы

Решите задачи:

Задача 1. Комета Галлея обращается вокруг Солнца с периодом обращения 76 лет. Нептун имеет период обращения 164,8 лет. Кто из них более удален от Солнца в точке афелия своей орбиты?

Задача 2. Комета Темпеля имеет вытянутую орбиту, ее перигелийное расстояние 1,37 а.е., период обращения вокруг Солнца $T = 5,26$ лет. Найти наибольшее расстояние от Солнца, большую полуось и эксцентриситет кометы Темпеля.

Задача 3. Замечено, что противостояния некоторой малой планеты повторяются через 2 года. Чему равна большая полуось ее орбиты?

Задача 4. За какое время Юпитер, находящийся от Солнца примерно в 5,2 раза дальше, чем Земля, совершает полный оборот вокруг Солнца?

Задача 5. Вычислить массу Урана, зная, что его спутник Оберон совершает оборот вокруг планеты за 13,46326 суток, а большая полуось его орбиты $5,866 \cdot 10^5$ км.

Задача 6. Как часто повторяются противостояния Юпитера, сидерический период которого равен 11,86 лет?

Задача 7. Марс дальше от Солнца, чем Земля, в 1,5 раза. Какова продолжительность года на Марсе? Орбиты планет считать круговыми.

Сформулируйте и запишите вывод о проделанной работе.

Практическое занятие № 3
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСС, РАЗМЕРОВ,
ФОРМЫ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ И РАССТОЯНИЙ ДО НИХ.

Цели:

- закрепить знания по теме «Видимые и действительные движения планет. Законы Кеплера. Определение масс, размеров, формы небесных тел и расстояний до них»,

- научить решать задачи на определение условий видимости тех или иных планет, их синодических и сидерических периодов, масс системы материальных тел по третьему закону Кеплера, размеров небесных тел и расстояний до них.

Ход занятия

В первую очередь учащиеся отвечают на вопросы для самоконтроля, что дает возможность вспомнить теоретический материал по теме и подготовиться к решению расчетных задач.

Для успешного решения задач необходимо придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) внимательно прочитать условие задачи;
- 2) определить, к какому разделу данной темы относится задача;
- 3) выписать все необходимые для решения задачи формулы;
- 4) при необходимости выполнить дополнительные построения.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие планеты называются нижними?
2. Какие планеты относятся к нижним, а какие – к верхним?
3. Можно ли наблюдать противостояние Меркурия? Ответ обосновать.
4. Что такое сидерический период обращения?
5. Могут ли совпадать синодический и сидерический периоды какого-либо небесного тела в Солнечной системе? Ответ обосновать.
6. Какова форма орбиты небесного тела, если эксцентриситет орбиты $e = 0$.

7. Сформулируйте законы Кеплера. Дополните ответ рисунками.
8. Как называется ближайшая к Солнцу точка орбиты планеты?
9. Дайте определение горизонтального экваториального параллакса светила.
10. Если точность наблюдений составляет $0,01''$, можно ли было бы определить линейный размер Меркурия по формуле $R = D \cdot \sin \rho$, если бы расстояние до него было 100 а. е.? Ответ обосновать.

Примеры решения расчетных задач

Задача 1. Как часто повторяются противостояния Марса, сидерический период S которого 1,9 года?

Решение:

Очевидно, нужно найти синодический период этой (верхней) планеты. Для этого воспользуемся формулой:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_3} - \frac{1}{T},$$

где T_3 – сидерический период Земли, T – сидерический период Марса.

$$\text{Тогда } S = \frac{T_3 T}{T - T_3} = \frac{1,9}{1} \approx 2,1 \text{ года}.$$

Ответ: $S = 2,1$ года.

Задача 2. Вычислите массу Юпитера, зная, что один из его спутников (Ио) обращается вокруг планеты с периодом 1,77 сут. на расстоянии 422 000 км. (Сравните движение Ио вокруг Юпитера с движением Луны вокруг Земли. Период обращения Луны вокруг Земли 27,32 сут., среднее расстояние от Земли составляет 384 000 км).

Решение:

Для решения задачи необходимо воспользоваться третьим уточненным законом Кеплера:

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

Принимая за первую пару Юпитер с Ио (M_1 – масса Юпитера, m_1 – масса Ио, a_1 – большая полуось орбиты Ио), а за вторую – Землю с Луной (M_2 – масса Земли, m_2 – масса Луны, a_2 – большая полуось орбиты Луны), а также пренебрегая массой спутников по сравнению с массой планет, получим:

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{a_1^3 T_2^2}{a_2^3 T_1^2} = \frac{422\,000^3 \cdot 27,32^2}{384\,000^3 \cdot 1,77^2} \approx 317$$

Ответ: $M_1 \approx 317M_2$.

Задача 3. Во сколько раз линейный радиус Солнца превышает радиус Земли, если угловой радиус Солнца равен $16''$?

Решение:

Вспользуемся формулами п. 5.4, гл. 5 пособия.

Обозначим R_\odot – радиус Солнца, ρ_\odot – видимый угловой радиус Солнца, p_\odot – параллакс Солнца, R_\oplus – радиус Земли. Тогда

$$R_\odot = \frac{\rho_\odot}{p_\odot} R_\oplus.$$

$$R_\odot = \frac{16 \cdot 60''}{8,8''} R_\oplus \approx 109 R_\oplus.$$

Ответ: $R_\odot \approx 109 R_\oplus$.

Задача 4. Флаг корабля привязан к мачте на высоте 30 метров над уровнем моря. На каком расстоянии l он будет виден на горизонте?

Решение:

Выполним рисунок (рис. 2).

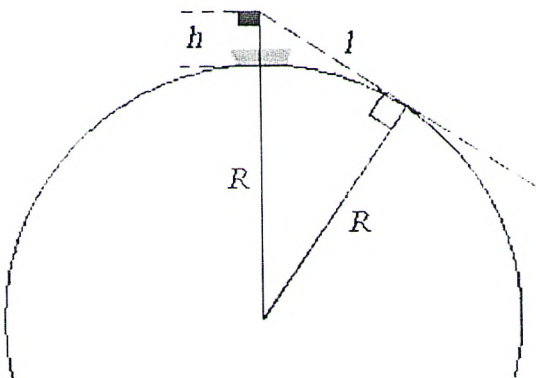


Рис. 2

Здесь h – высота флага над уровнем моря, R – радиус Земли. Ясно, что $(R + h)^2 = R^2 + l^2$. Тогда

$$l = \sqrt{(R+h)^2 - R^2} = \sqrt{(6378+0,03)^2 - 6378^2} = 19,56 \text{ км}$$

если принять за R , например, средний экваториальный радиус Земли.

Ответ: $l \approx 19,56$ км.

Задачи для самостоятельной работы

1. Наилучшая вечерняя видимость Венеры (наибольшее ее удаление к востоку от Солнца) была 5 февраля. Когда в следующий раз наступила видимость Венеры в тех же условиях?
2. Зная, что Сатурн совершает один оборот за 29,7 лет, найдите промежуток времени между его противостояниями.
3. Синодический период обращения одного из астероидов составляет 3 года. Каков звездный период его обращения около Солнца?
4. Найдите среднее суточное движение Меркурия по орбите (величину дуги орбиты, которую он проходит за земные сутки), если синодический период его обращения вокруг Солнца равняется 115,88 суткам.
5. Определите массу Урана в единицах массы Земли, сравнивая движение Луны вокруг Земли с движением спутника Урана – Титанией, обращающегося вокруг него с периодом 8,7 сут. на расстоянии 438 000 км. Период обращения Луны вокруг Земли 27,32 сут., среднее расстояние ее от Земли составляет 384 000 км.
6. Вычислите массу двойной звезды α Центавра, у которой период обращения компонентов вокруг общего центра масс $T = 79$ лет, а расстояние между ними 23,5 астрономических единицы (а. е.).
7. Чему равен горизонтальный параллакс Юпитера, когда он находится от Земли на расстоянии 6 а. е.? Горизонтальный параллакс Солнца $p_0 = 8,8''$.
8. Наименьшее расстояние Венеры от Земли равно 40 млн. км. В этот момент ее угловой диаметр равен $32,4''$. Определите линейный радиус этой планеты.

9. Определите дальность горизонта с маяка высотой 20 метров; с вершины пирамиды Хеопса (156 метров)?
10. Определите радиус Земли, если понижение горизонта с высоты 9 километров равняется $3^{\circ}3'$.

Практическая работа №4

СТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Цель работы: Изучить строение солнечной системы, выяснить общие свойства планет земной группы и планет – гигантов

Основные теоретические сведения

Наша Солнечная система состоит из центрального тела Солнца и планет, которые вращаются по своим орбитам вокруг Солнца. Чем ближе к Солнцу расположена планета, тем быстрее движется и меньше времени она тратит на один оборот.

Всего вокруг Солнца вращается 8 планет. Свои имена планеты получили в честь римских богов. Между орбитами Марса и Юпитера находится пояс астероидов, за орбитой Нептуна находится пояс Койпера и за поясом Койпера, вероятно, расположено облако Оорта.

Планеты земной группы

Все планеты земной группы имеют твёрдую поверхность – литосферу. Литосфера состоит из коры, мантии (силикаты) и ядра (железно, никель). Ядро может быть как твёрдым, так и жидким. Учёные предполагают, что внутри жидкого металлического ядра возникают токи, создающие магнитное поле планеты.

Меркурий движется вокруг Солнца с рекордной среди планет скоростью около 50 км/с, совершая один оборот за 88 суток. При этом он медленно вращается вокруг собственной оси, совершая один оборот за 59 земных суток. В полдень поверхность планеты прогревается выше 400 °С, ночью охлаждается до -170 °С. Такой перепад температур возможен из-за длительных меркурианских суток и почти отсутствующей атмосферы. Поверхность Меркурия похожа на лунную, на ней много кратеров. Существование на поверхности Меркурия хорошо сохранившихся больших кратеров говорит о том, что в течение последних 3-4 млрд. лет там не

происходило в широких масштабах движение участков коры, а также отсутствовала эрозия поверхности.

Венеру иногда называют “сестрой Земли”, потому, что обе планеты похожи размерами, силой тяжести и составом. Однако условия на двух планетах очень разные. Год на Венере длится 225 суток, а один оборот вокруг оси 243 суток. В отличие от других планет, Венера вращается в сторону противоположную своему движению по орбите.

Атмосферное давление на Венере в 90 раз больше земного и состоит на 96% из углекислого газа. Углекислый газ создаёт парниковый эффект, поэтому вблизи поверхности Венеры температура около 450 °С. Поверхность Венеры закрыта густыми облаками, состоящими из капелек серной кислоты. В атмосфере Венеры молнии бьют в два раза чаще, чем в земной.

На поверхности Венеры обнаружены тысячи древних вулканов, извергавших лаву, разломы, горы.

Самая знакомая и самая изученная планета – Земля. Земля, в отличие от Меркурия и Венеры, имеет один естественный спутник – Луну. Радиус Луны всего в 4 раза меньше радиуса Земли. Поэтому Землю часто называют “двойной планетой”.

Полный оборот вокруг Земли Луна совершает за 27,3 суток. За это же время Луна делает один оборот вокруг своей оси, поэтому она повёрнута к Земле всегда одной стороной. На видимой стороне Луны много тёмных участков, их называют моря. Например: Море Дождей, Море Ясности, Океан Бурь. Лунные кратеры получили имена известных учёных. Самыми крупными кратерами с лучевой системой являются Тихо, Кеплер и Коперник. Горные хребты получили названия земных гор (Кавказ, Альпы, Пиренеи и др.). На обратной стороне Луны морей мало. Здесь много кратеров, названных в честь знаменитых людей 20 века. Из-за малого тяготения на Луне нет атмосферы. Поэтому следы, оставленные советскими луноходами и американскими астронавтами, сохраняются многие годы.

Планета Марс названа именем бога войны за красноватый оттенок, обусловленный наличием в коре окислов железа. Планета имеет два небольших спутника неправильной формы Фобос и Деймос (“страх” и “ужас”) – спутники войны. На Марсе есть атмосфера, давление которой в 150 раз слабее земного. Поэтому на Марсе большой перепад температур от +25 °С до -125 °С.

Примечательной особенностью Марса является огромный каньон Маринер длиной почти 5000 км, шириной до 200 км и глубиной до 5 км. На Марсе находится самая высокая гора в Солнечной системе – вулкан Олимп высотой 27 км.

Над поверхностью планеты часто дуют сильные ветры, скорость которых доходит до 100 м/с. Небольшая сила тяжести позволяет даже разреженным потокам воздуха поднимать огромные облака пыли, образуя пылевые бури. В настоящее время вода на Марсе обнаружена только в виде льда, который находится в полярных шапках.

Планеты - гиганты

Планеты – гиганты находятся намного дальше от Солнца, чем Земля. Юпитер дальше в 5 раз, Сатурн – в 9, Уран в 20, Нептун в 30 раз. Так как планеты находятся далеко от Солнца, на них всегда господствуют низкие температуры.

Все планеты – гиганты являются огромными газовыми шарами, внутри которых газ, сжимаясь до огромного давления, переходит в жидкое состояние. В центре планет – гигантов находится ядро, состоящее в основном из соединений кремния и металлов. Юпитер и Сатурн преимущественно состоят из водорода и гелия; Уран и Нептун содержат больше льда.

В телескоп у Юпитера можно рассмотреть четыре спутника и экваториальные полосы. Самым ярким объектом планеты является Большое красное пятно, которое наблюдают уже более 300 лет. Размер пятна больше размера Земли. Вокруг Юпитера вращаются 67 спутников. Самые крупные из

них открытые Галилео Галилеем называются: Ио, Ганимед, Европа и Каллисто.

Ганимед – самый крупный спутник в Солнечной системе диаметром более 5000 км. Поверхность Европы состоит из льда. Учёные предполагают, что на Европе находится подповерхностный океан, состоящий из воды, который может служить пристанищем для внеземной микробиологической жизни. У спутника есть крайне разреженная атмосфера, состоящая в основном из кислорода. Ио силикатный геологически активный спутник, на котором действует более 400 вулканов, извергающие серу и диоксид серы.

Самым ярким объектом Сатурна является кольцо, состоящее главным образом из частичек льда и меньшего количества горных пород и пыли. Подобными кольцами, только более слабыми окружены все планеты – гиганты.

У Сатурна 62 спутника. Самый крупный спутник Сатурна – Титан, второй по величине спутник Солнечной системы. Титан является единственным, кроме Земли, телом в Солнечной системе, для которого доказано существование жидкости на поверхности, единственным спутником планеты, обладающим плотной атмосферой (азот, метан, этан). На поверхности имеются метан-этановые озёра и реки. Давление у поверхности примерно в 1,5 раза превышает давление земной атмосферы. Температура у поверхности - минус 170-180 °С.

Интересен спутник Энцелад. На Энцеладе действуют ледяные вулканы, извергающие не лаву, а ледяную жидкость вроде сжиженного метана и холодной воды, вместе с кусками льда и газообразным метаном. Материя, покидающая Энцелад, пополняет кольца Сатурна.

Отличие вращения Урана от других планет состоит в том, что его ось вращения лежит как бы “на боку” относительно плоскости обращения этой планеты вокруг Солнца. Вследствие этого планета бывает обращена к Солнцу попеременно, то северным полюсом, то южным, то экватором, то средними широтами.

У самой далёкой планеты Нептун обнаружено 13 спутников из них самый большой спутник Тритон диаметром более 3000 км. На спутнике Таласса обнаружены 10 действующих газовых гейзеров, выбрасывающих столбы азота высотой до 8 км.

Ход работы

1. В чём сходство и отличие планет земной группы и планет гигантов.

Заполнить в виде таблицы:

Планеты Солнечной системы		
Планеты земной группы		Планеты - гиганты
особенности	сходства	особенности

2. Выберите планету по варианту в списке:

<i>Планета</i>	<i>Вариант</i>			
Меркурий	1	9	17	25
Венера	2	10	18	26
Земля	3	11	19	27
Марс	4	12	20	28
Юпитер	5	13	21	29
Сатурн	6	14	22	30
Уран	7	15	23	31
Нептун	8	16	24	32

Составьте описание про планету Солнечной системы по варианту, ориентируясь на вопросы:

- 1) Чем отлична планета от других?
- 2) Какую массу имеет эта планета?
- 3) Какое положение планеты в Солнечной системе?
- 4) Сколько длится планетарный год и сколько сидерические сутки?
- 5) Сколько сидерических суток укладывается в один планетарный год?

- 6) Средняя продолжительность жизни человека на Земле -70 земных лет, сколько планетарных лет может прожить человек на этой планете?
- 7) Какие детали можно рассмотреть на поверхности планеты?
- 8) Какие условия на планете, можно ли её посетить?
- 9) Сколько у планеты спутников и какие?

3.Подберите к соответствующему описанию нужную планету:

<i>Планета</i>	<i>Отличительный признак</i>
	Наиболее массивна
	Орбита сильно наклонена к плоскости эклиптики
	Наименьшая из планет гигантов
	Год приблизительно равен двум земным годам
	Ближайшая к Солнцу
	По размерам близка к Земле
	Имеет наибольшую среднюю плотность
	Вращается, лежа на боку
	Имеет систему живописных колец

4. Сформулируйте и запишите вывод о проделанной работе

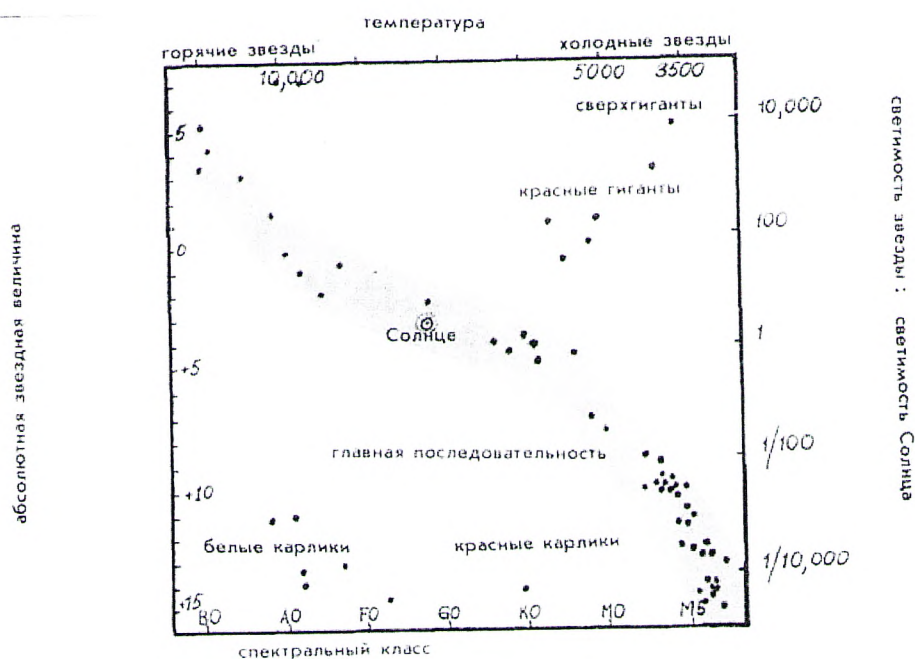
Практическая работа №5

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВЕЗД

Цель работы: изучение классификации звездных спектров, диаграммы Герцшпрунга-Рессела, определение светимостей звезд.

Основные теоретические сведения

Звезда - это горячий газовый шар, разогреваемый за счет ядерной энергии и удерживаемый силами тяготения. Основную информацию о звездах дает испускаемый ими свет и электромагнитное излучение в других областях спектра. Главными факторами, определяющими свойства звезды, являются её масса, химический состав и возраст. Звезды должны меняться со временем, так как они излучают энергию в окружающее пространство. Информация о звездной эволюции может быть получена из диаграммы Герцшпрунга-Рассела, представляющей собой зависимость светимости звезды от температуры её поверхности (рис.).



На диаграмме Герцшпрунга-Рассела звезды распределены неравномерно. Около 90% звезд сконцентрировано в узкой полосе, пересекающей диаграмму по диагонали. Эту полосу называют **главной**

последовательностью. Её верхний конец расположен в области ярких голубых звезд. Различие в заселенности звезд, находящихся на главной последовательности и областей, примыкающих к главной последовательности, составляет несколько порядков величины. Причина в том, что на главной последовательности находятся звезды на стадии горения водорода, которая составляет основную часть времени жизни звезды. Солнце находится на главной последовательности. Его положение указано на рис.

Следующие по населенности области после главной последовательности - белые карлики, красные гиганты и красные сверхгиганты.

Белые карлики. Это группа звезд в основном белого цвета со светимостями в сотни и тысячи раз меньше солнечной. Они расположены слева внизу диаграммы. Эти звезды имеют радиусы почти в сто раз меньше солнечного и по размерам сравнимы с планетами. Примером белого карлика служит звезда Сириус В — спутник Сириуса. При массе, почти равной солнечной, и размере, в 2,5 раза большем, чем размер Земли, эта звезда имеет гигантскую среднюю плотность — $\rho = 3 \cdot 10^8$ кг/м³.

Красные гиганты. К этой группе в основном относятся звезды красного цвета с радиусами, в десятки раз превышающими солнечный, например звезда Арктур (α Волопаса), радиус которой превышает солнечный в 25 раз, а светимость — в 140 раз.

Сверхгиганты. Это звезды со светимостями, в десятки и сотни тысяч раз превышающими солнечную. Радиусы этих звезд в сотни раз превышают радиус Солнца. К сверхгигантам красного цвета относится Бетельгейзе (α Ориона). При массе примерно в 15 раз больше солнечной ее радиус превышает солнечный почти в 1000 раз. Средняя плотность этой звезды

составляет всего $2 \cdot 10^{-11}$ кг/м³, что более чем в 1 000 000 раз меньше плотности воздуха.

Светимость звезды - полная энергия, испускаемая звездой в единицу времени. Светимость звезды может быть вычислена по энергии, достигающей Земли, если известно расстояние до звезды.

Интересно, что английские студенты, чтобы запомнить последовательность букв, обозначающих классы звезд, придумали удобное мнемоническое правило - фразу, в которой первые буквы слов соответствуют спектральной последовательности звезд: O Be A Fine Girl, Kiss Me, Right Now («Будь хорошей девочкой, поцелуй меня сейчас же»). Ясно, что любой студент легко запомнит такую фразу. Правда, известный советский астроном профессор Б. Воронцов-Вельяминов считает, что легче запоминаются абсурдные, нелепые фразы, например: «Один бритый англичанин финики жевал, как морковь».

Спектральная классификация звезд

Спектральный класс	Цвет	Температура (К)	Примеры звезд
O	Голубой	30 000	Беллатрикс (γ Ориона)
B	Бело-голубой	20 000	Регул (α Льва)
A	Белый	10 000	Сириус
F	Желто-белый	8000	Альтаир (α Орла)
G	Желтый	6000	Солнце
K	Оранжевый	5000	Альдебаран (α Тельца)
M	Красный	3500	Бетельгейзе (α Ориона)

Температура поверхности звезды рассчитывается по спектральному распределению излучения. Классификацию спектрального класса звезд легко понять из таблицы. Каждая буква характеризует звезды определенного класса. Звезды класса O самые горячие, класса M - самые холодные.

Очень важными характеристиками звезд являются их радиус и масса. Зная температуру и светимость звезды, можно без труда определить ее радиус.

Светимость звезды — полная энергия, излучаемая звездой по всем направлениям за единицу времени.

Видимая звёздная величина — мера наблюдаемого блеска небесного объекта, видимого с Земли.

Абсолютная звёздная величина — видимая звёздная величина, которую бы звезда имела, находясь на стандартном расстоянии 10 пк.

Ход работы

1. Выберите звезду в соответствии с вариантом.
2. Рассчитать физические характеристики звёзд.
3. Укажите положение звезды на диаграмме спектр-светимость.

Необходимые формулы:

Средняя плотность: $\bar{\rho} = \bar{\rho}_\theta \frac{M}{R^3}$; $\bar{\rho}_\theta = 1,41 \text{ г/см}^3$

Светимость: $\frac{L}{L_\theta} = \left(\frac{T}{T_\theta}\right)^4 \cdot \left(\frac{R}{R_\theta}\right)^2$

Время жизни: $t \frac{10^{10}}{M^3}$

Расстояние до звезды: $r = \frac{1}{\pi''} \text{ (пк)} = \frac{3,26}{\pi''} \text{ (св. лет.)}$

№ варианта	Звезда с температурой	Масса, М	Размер, R	Параллакс, π''	Плотность, ρ, г/см ³	Светимость, $\frac{L}{L_\theta}$	Время жизни, t, лет	Расстояние, r, пк
1	50 000	100	10000	0,121''				
2	20000	70	1000	0,101''				
3	10000	50	200	0,35''				
4	5000	30	100	0,512''				
5	7000	10	10	0,114''				
6	8000	5	5	0,316''				
7	6000	1	1	0,565''				
8	3000	0,005	0,1	0,054''				

9	15 000	3	0,7	0,189''				
10	4000	2	10	0,012''				

4. Сформулируйте и запишите вывод о проделанной работе

Практическое занятие № 6 АТЛАС ЗВЕЗДНОГО НЕБА.

Цели:

- научить пользоваться атласом звездного неба, ориентироваться по звездным картам, определять очертания созвездий и находить их на небе,
- научить находить объекты звездного неба (звезды, туманности, рассеянные и шаровые звездные скопления, галактики) на карте, определять их экваториальные координаты и положение на небе.

Ход занятия

В первую очередь учащиеся отвечают на вопросы для самоконтроля, что дает возможность вспомнить теоретический материал по теме и подготовиться к решению расчетных задач.

Для успешного решения задач необходимо придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) внимательно прочитать условие задачи;
- 2) внимательно изучить и запомнить все обозначения, принятые на звездном атласе;
- 3) внимательно изучить все карты звездного атласа, которые подходят условию задачи, и приступить к выполнению задания.

Вопросы для самоконтроля

1. Как задаются экваториальные координаты α и δ ?
2. Что такое эклиптика?
3. Что такое небесный экватор?
4. Что такое блеск звезды?
5. Как определяется разность в блеске двух звезд?
6. Что такое рассеянное звездное скопление?
7. Что такое шаровое звездное скопление?
8. Какие звезды называются двойными?

9. Какие звезды называются переменными? Приведите примеры.

10. Что такое галактики? Назовите виды галактик по классификации Хаббла, приведите примеры.

Задачи для самостоятельной работы

1. По звездному атласу определите, какие созвездия пересекает Млечный Путь.

2. По звездному атласу определите, какие созвездия пересекает эклиптика.

3. По шкале звездных величин определите звездную величину звезд β Персея, γ Кассиопеи, α Малой Медведицы, α Лиры и α Лебеда.

4. Определите, является ли звезда ζ Большой Медведицы двойной?

5. Выпишите все звезды, имеющие буквенные обозначения, из созвездия Ориона с указанием их свойств (звездная величина, приблизительные координаты α , δ по звездному атласу, двойственность, переменность).

6. Определите, какие объекты Галактики находятся в созвездии Геркулеса и запишите их приблизительные координаты α , δ по звездному атласу.

7. Сколько шаровых скоплений находится в созвездии Кормы и Стрельца? Чем может объясняться такая концентрация шаровых скоплений в этой области?

8. Запишите приблизительные координаты α , δ всех двойных звезд из созвездия Волопаса, имеющих буквенные обозначения.

9. Выпишите русские и латинские названия всех созвездий, находящихся (хотя бы частично) в области с координатами $\alpha \in (0^h; 24^h)$, $\delta \in (-20^\circ; +20^\circ)$.

10. По звездному атласу определите, сколько всего созвездий полностью находится в области положительных склонений, сколько — полностью в области отрицательных, а сколько пересекаются небесным экватором.

11. Постарайтесь запомнить очертания созвездий, лежащих в области $\alpha \in (0^h; 24^h)$, $\delta \in \square(-20^\circ; +90^\circ)$ и расположение ярких звезд в них и найти их на небе.

Библиографический список

Фещенко Т.С., Алексеева Е.В., Шестакова Л.А., Скворцов П.М. Астрономия. Учебник для СПО. – М.: Академия, 2018.

Чаругин, В. М. Астрономия. 10-11 классы. Учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень / В. М. Чаругин. – Москва: Просвещение, 2018. – 144 с.

Воронцов-Вельяминов Б.А., Страут Е.К. Астрономия.11 кл.: Учебник для общеобразовательных учреждений. – М.: Дрофа, 2018.

Интернет – ресурсы

<http://solar.tsu.ru> (Атлас звездного неба)