

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
в г. Артеме
(ФИЛИАЛ ФГБОУ ВО «ВВГУ» В Г. АРТЕМЕ)**

УТВЕРЖДАЮ

**Зам. директора филиала
ФГБОУ ВО «ВВГУ» в г. Артеме**

В.В. Неслюзов



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

БП.06 Астрономия

программы подготовки специалистов среднего звена

08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

Форма обучения: *очная*

Рабочая программа учебной дисциплины БП.06 «Астрономия» разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта для специальности среднего профессионального образования 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

Разработчик(и): *Берштейн А.И., Самохина Л.С., преподаватели*

Утверждена на заседании цикловой методической комиссии общеобразовательных дисциплин, протокол № 1 от 07.09.2022 г.

Председатель ЦМК  Л.Е.Ткаченко
подпись

СОДЕРЖАНИЕ:

	СТР.
1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА	4
3. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ	5
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА	6
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА	7
6. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВИДОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ	13
7. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПРЕДМЕТА	17
8. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА	22
9. ГЛОССАРИЙ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ, ИЗУЧАЕМЫХ ПО ПРЕДМЕТУ	25
10. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ	29

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебного предмета «Астрономия» разработана в соответствии с приказом Минобрнауки Российской Федерации №613 от 29.06.2017 «О внесении изменений в Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413»; на основании Письма Минобрнауки России «Об организации изучения учебного предмета “Астрономия”» от 20 июня 2017 г. № ТС-194/08; с учетом требований ФГОС среднего общего образования, предъявляемых к структуре, содержанию и результатам освоения учебной дисциплины «Астрономия».

В настоящее время важнейшие цели и задачи астрономии заключаются в формировании представлений о современной естественнонаучной картине мира, о единстве физических законов, действующих на Земле и в безграничной Вселенной, о непрерывно происходящей эволюции нашей планеты, всех космических тел и их систем, а также самой Вселенной.

Содержание программы учебного предмета «Астрономия» направлено на формирование у обучающихся:

- понимания принципиальной роли астрономии в познании фундаментальных законов природы и современной естественно-научной картины мира;
- знаний о физической природе небесных тел и систем, строения и эволюции Вселенной, пространственных и временных масштабах Вселенной, наиболее важных астрономических открытиях, определивших развитие науки и техники;
- умений объяснять видимое положение и движение небесных тел принципами определения местоположения и времени по астрономическим объектам, навыками практического использования компьютерных приложений для определения вида звездного неба в конкретном пункте для заданного времени;
- познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний по астрономии с использованием различных источников информации и современных образовательных технологий;
- умения применять приобретенные знания для решения практических задач повседневной жизни;
- научного мировоззрения;
- навыков использования естественно-научных, особенно физико-математических знаний для объективного анализа устройства окружающего мира на примере достижений современной астрофизики, астрономии и космонавтики.

Программа учебного предмета «Астрономия» уточняет содержание учебного материала, последовательность его изучения, распределение учебных часов, тематику рефератов (докладов), виды самостоятельных работ, учитывая специфику программ подготовки специалистов среднего звена, осваиваемой специальности.

Программа может использоваться другими профессиональными образовательными организациями, реализующими образовательную программу среднего общего образования в пределах освоения ООП СПО по специальности **08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений** на базе основного общего образования — программы подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ).

2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Астрономия — наука, изучающая строение и развитие космических тел, их систем и всей Вселенной.

Методы астрономических исследований очень разнообразны. Одни из них применяются при определении положения космических тел на небесной сфере, другие —

при изучении их движения, третьи — при исследовании характеристик космических тел различными методами и, соответственно, с помощью различных инструментов ведутся наблюдения Солнца, туманностей, планет, метеоров, искусственных спутников Земли.

Учебный предмет «Астрономия» изучается на базовом уровне ФГОС среднего общего образования, основывается на знаниях обучающихся, полученных при изучении физики, химии, географии, математики в основной школе.

Важную роль в освоении содержания программы играют собственные наблюдения обучающихся. Специфика планирования и организации этих наблюдений определяется двумя обстоятельствами. Во-первых, они (за исключением наблюдений Солнца) должны проводиться в вечернее или ночное время. Во-вторых, объекты, природа которых изучается на том или ином занятии, могут быть в это время недоступны для наблюдений. При планировании наблюдений этих объектов, в особенности планет, необходимо учитывать условия их видимости.

При невозможности проведения собственных наблюдений за небесными телами их можно заменить на практические задания с использованием современных информационно-коммуникационных технологий, в частности картографических сервисов (Google Maps и др.).

В зависимости от профиля профессионального образования, специфики осваиваемых профессий СПО или специальностей СПО последовательность и глубина изучения тем предмета «Астрономия» могут иметь свои особенности. Это выражается через содержание обучения, количество часов, выделяемых на изучение отдельных тем программы, глубину их освоения обучающимися, через объем и характер практических занятий, виды внеаудиторной самостоятельной работы студентов.

При отборе содержания учебного предмета «Астрономия» использован междисциплинарный подход, в соответствии с которым обучающиеся должны усвоить знания и умения, необходимые для формирования единой целостной естественно-научной картины мира, определяющей формирование научного мировоззрения, востребованные в жизни и в практической деятельности.

В целом учебный предмет «Астрономия», в содержании которой ведущим компонентом являются научные знания и научные методы познания, не только позволяет сформировать у обучающихся целостную картину мира, но и пробуждает у них эмоционально-ценностное отношение к изучаемому материалу, готовность к выбору действий определенной направленности, умение использовать методологию научного познания для изучения окружающего мира.

При изучении дисциплины «Астрономия» рассматриваются следующие темы:

- Введение. История развития астрономии;
- Практические основы астрономии;
- Методы и способы астрономических наблюдений;
- Солнечная система;
- Звёзды. Эволюция звёзд;
- Наша Галактика;
- Строение и эволюция Вселенной.

В процессе освоения ООП СПО на базе основного общего образования с получением среднего общего образования (ППССЗ) подведение результатов обучения по учебному предмету «Астрономия» осуществляется в рамках промежуточной аттестации (дифференцированный зачёт).

3. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

Предмет «Астрономия» входит в состав предметной области «Естественные науки» ФГОС среднего общего образования и изучается в общеобразовательном цикле учебного плана ООП СПО по специальности **08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений** на базе основного общего образования с получением среднего общего образования.

В учебном плане ППССЗ по специальности **08.02.01 Строительство и эксплуатация**

зданий и сооружений учебный предмет «Астрономия» входит в состав общеобразовательных учебных дисциплин, формируемых из обязательных предметных областей ФГОС среднего общего образования, для специальностей СПО соответствующего профиля профессионального образования.

Рабочая программа предмета «Астрономия» изучается в общеобразовательном цикле учебного плана в качестве базовой общеобразовательной учебной дисциплины программы подготовки специалистов среднего звена по специальности **08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений** с получением среднего общего образования.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Освоение содержания учебного предмета «Астрономия» обеспечивает достижение обучающимися следующих *результатов*:

• **личностных:**

- сформированность научного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития астрономической науки;
- устойчивый интерес к истории и достижениям в области астрономии;
- умение анализировать последствия освоения космического пространства для жизни и деятельности человека;

• **метапредметных:**

- умение использовать при выполнении практических заданий по астрономии такие мыслительные операции, как постановка задачи, формулирование гипотез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов, формулирование выводов для изучения различных сторон астрономических явлений, процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;
- владение навыками познавательной деятельности, навыками разрешения проблем, возникающих при выполнении практических заданий по астрономии;
- умение использовать различные источники по астрономии для получения достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность;
- владение языковыми средствами: умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения по различным вопросам астрономии, использовать языковые средства, адекватные обсуждаемой проблеме астрономического характера, включая составление текста и презентации материалов с использованием информационных и коммуникационных технологий;

• **предметных:**

- сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной;
- понимание сущности наблюдаемых во Вселенной явлений;
- владение основополагающими астрономическими понятиями, теориями, законами и закономерностями, уверенное пользование астрономической терминологией и символикой;
- сформированность представлений о значении астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии;
- осознание роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Объем учебного предмета и виды учебной работы

Рабочая учебная программа предмета построена по модульно-блочному принципу. В таблице 2 указан объем времени, запланированный на реализацию всех видов учебной работы.

Таблица 5.1 - Объем времени, запланированный на реализацию всех видов учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	44
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	44
в том числе:	
практические занятия	22
Теоретические занятия	22
Внеаудиторная самостоятельная работа обучающегося (всего)	0
<i>Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме дифференцированного зачёта (электронное тестирование) во 2 семестре.</i>	

5.2. Тематический план по предмету в разрезе модулей

Наименование модулей и тем	Максимальная учебная нагрузка студента (час)	Внеаудиторная работа студента (час)	Количество аудиторных часов		
			Всего	в том числе:	
				Теоретическое обучение	ЛПЗ, семинары
Модуль 1. Введение в астрономию	4	2	2	2	-
Тема 1.1 Предмет астрономии. Ее развитие и значение в жизни общества	4	2	2	2	-
Модуль 2 Практические основы астрономии	18	8	10	6	4
Тема 2.1 Звёздное небо. Летоисчисление и его точность	4	2	2	2	-
Тема 2.2 Оптическая астрономия	6	2	4	2	2
Тема 2.3 Изучение ближнего и дальнего космоса	8	4	4	2	2
Модульный контроль №1. Выполнение задания по модулям 1-2.	2	-	2	2	
Модуль 3. Устройство Солнечной системы	10	4	6	2	4
Тема 3.1 Солнечная система	10	4	6	2	4
Модуль 4. Солнце – ближайшая звезда	6	2	4	2	2
Тема 4.1 Солнце- ближайшая звезда	4	2	2	2	-

Тема 4.2 Проявление Солнечной активности	2	-	2	-	2
Модульный контроль 2 Выполнение контрольного задания по модулям 3-4	2	-	2	-	2
Модуль 5. Звёзды. Эволюция звёзд	6	2	4	2	2
Тема 5.1 Звезды. Классификация звезд.	4	2	2	2	-
Тема 5.2 Эволюция звезд	2	-	2	-	2
Модульный контроль 3. Анализ диаграммы «спектр-светимость» и «масса-светимость» (модуль 5)	2	-	2	2	-
Модуль 6. Наша Галактика	6	2	4	2	2
Тема 6.1 Наша Галактика. Строение Галактики	6	2	4	2	2
Модульный контроль 4. Решение ситуационных задач	2	-	2	-	2
Модуль 7. Строение и эволюция Вселенной	6	2	4	2	2
Тема 8.1 Конечность и бесконечность Вселенной	4	2	2	2	-
Тема 8.2 История развития представлений о Вселенной	2	-	2	-	2
Обобщающее итоговое занятие	2	-	2	-	2
Итого по дисциплине:	66	22	44	22	22

5.3. Тематический план и содержание рабочей учебной программы предмета «Астрономия»

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

- 1 – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
- 2 – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)
- 3 – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

Наименование разделов модулей и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены)	Объём часов	Уровень освоения
1	2	3	4
Модуль 1. Введение в астрономию		4/2/2/0	
Тема 1.1 Предмет астрономии. Ее развитие и значение в жизни общества	Содержание учебного материала 1. Предмет астрономии. Ее развитие и значение в формировании современной картины мира и в практической деятельности людей. Структура и масштабы Вселенной. Астрономия в древности (Аристотель, Гиппарх	2	1,2

	Никейский и Птолемей). Астрономия Аристотеля как «наиболее физическая из математических наук».		
	Внеаудиторная работа №1. Подготовка эссе на тему «Астрономия - древнейшая из наук».	2	3
Модуль 2 Практические основы астрономии		18/8/6//4	
Тема 2.1 Звёздное небо. Летоисчисление и его точность	Содержание учебного материала 1. Понятие небесной сферы. Звёзды и созвездия. Небесные координаты и звёздные карты. Видимое движение звёзд на различных географических широтах. Годичное движение Солнца по небу. Эклиптика. Использование звёздного неба для нахождения координат светила. Астрономия и определение времени. Точное время. Определение географической долготы и широты. Летоисчисление и его точность. История создания различных календарей. Солнечный и лунный, юлианский и григорианский календари, значение их использования. Проекты новых календарей.	2	1,2
	Внеаудиторная работа №2 Наблюдение невооружённым глазом за состоянием звёздного неба в дневное и вечернее время.	2	3
Тема 2.2 Оптическая астрономия	1. Инструменты оптической (наблюдательной) астрономии. Роль наблюдательной астрономии в эволюции взглядов на Вселенную. Излучения небесных светил. Методы астрономических наблюдений. Определение положения светил на небесной сфере при помощи карты звездного неба.	2	1,2
	Внеаудиторная работа №3 Конспект результатов наблюдения по теме «Различие звезд по яркости (светимости), цвету».	2	3
	Практическое занятие №1 Измерение времени. Определение географической долготы и широты.	2	2,3
Тема 2.3 Изучение ближнего и дальнего космоса	Содержание учебного материала Изучение околоземного пространства. История космонавтики. Современные методы изучения ближнего космоса. Проблемы освоения ближнего космоса для развития человеческой цивилизации и экономического развития России. Астрономия дальнего космоса (волновая астрономия, наземные и орбитальные телескопы, современные методы изучения дальнего космоса. Проблемы освоения дальнего космоса. Значение освоения дальнего космоса для развития человеческой цивилизации и экономического развития России.	2	1.2
	Внеаудиторная работа №4. Подготовка реферата на тему « История происхождения названий ярчайших объектов неба».	2	3
	Практическое занятие №2 1. Изучение принципов действия и строения	2	2,3

	оптического и радиотелескопа, современных наземных и космических телескопов. 2 Знакомство с астрономической обсерваторией.		
	Внеаудиторная работа №5. Решение задач на расчёт расстояний до звёзд по известному годичному параллаксу и обратные.	2	3
	Модульный контроль № 1. Выполнение тестового задания по модулям 1-2.	2	3
Модуль 3. Устройство Солнечной системы		10/4/2/4	
Тема 3.1 Солнечная система	Содержание учебного материала 1. Солнечная система, её происхождение. Видимое движение планет. Система Земля - Луна. Планеты земной группы. Планеты – гиганты. Малые тела Солнечной системы.	2	1,2
	Внеаудиторная работа №6. Решение ситуационных задач: определение по астрономическому календарю, какие планеты и в каких созвездиях видны на небе в данное время.	2	3
	Практическое занятие №3 1. Определение расстояния небесных тел и их размеров в Солнечной системе.	2	2,3
	Практическое занятие №4 1. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения	2	2,3
	Внеаудиторная работа №7 Написание рефератов на темы: «Планеты-гиганты». «Планеты-карлики», «Малые тела Солнечной системы». «Этапы формирования нашей Солнечной системы» (варианты).	2	3
Модуль 4. Солнце – ближайшая звезда		6/2/2/2	
Тема 4.1 Солнце-ближайшая звезда	Содержание учебного материала 1 Физические характеристики Солнца. Строение Солнца и источник его энергии.	2	1,2
	Внеаудиторная работа №8 Написание реферата на тему «Солнце – источник жизни на Земле».	2	3
Тема 4.2 Проявление Солнечной активности	Практическое занятие №5 1.Проявление Солнечной активности и ее влияние на Землю. Визуальное наблюдение за Солнцем. Астероиды и метеориты. Кометы и метеоры.	2	2,3
	Модульный контроль №2 Выполнение контрольного задания по модулям 3-4.	2	3
Модуль 5. Звёзды. Эволюция звёзд		6/2/2/2	
Тема 5.1 Звезды. Классификация звезд.	Содержание учебного материала 1 Звезды. Классификация звезд. Двойные звезды.	2	1,2
	Внеаудиторная работа №9 Составление сравнительной характеристики звёзд и Солнца по следующим данным: спектр, температура, светимость.	2	3
Тема 5.2 Эволюция звезд	Практическое занятие №6 1.Эволюция звезд. Нейтронные звезды. Черные	2	2,3

	дыры.		
	Модульный контроль №3 Анализ диаграммы «спектр-светимость» и «масса-светимость» (модуль 5)	2	3
Модуль 6. Наша Галактика		6/2/2/2	
Тема 6.1 Наша Галактика. Строение Галактики	Содержание учебного материала 1 Строение нашей Галактики. Звездные скопления. Туманности. Подсистема Галактики и ее спиральная структура	2	1,2
	Внеаудиторная работа №10. Написание реферата на тему «Активные галактики и квазары»	2	3
	Практическое занятие №7 1.Строение Галактики.	2	2,3
	Модульный контроль №4 Решение ситуационных задач: найти расстояние между звёздами в окрестности Солнца, их число в Галактике, её размеры, оценить массу и размер чёрной дыры по движению отдельных звёзд.	2	3
Модуль 7. Строение и эволюция Вселенной		6/2/2/2	
Тема 7.1 Конечность и бесконечность Вселенной	Содержание учебного материала 1 Строение и эволюция Вселенной. Мир галактик. Квазары. Проблемы космологии.	2	1,2
	Внеаудиторная работа №11. Поиски жизни и разума во Вселенной.	2	3
Тема 7.2 История развития представлений о Вселенной	Практическое занятие № 8 1. История развития представлений о Вселенной. Происхождение и развитие Вселенной.	2	2,3
Обобщающее итоговое занятие	Модульный контроль №5. Выполнение тестового задания по всему курсу дисциплины Дифференцированный зачёт.	2	
	Итого по дисциплине:	44	
	в том числе:		
	Теоретическое обучение	22	
	Практические занятия	22	
	Внеаудиторная самостоятельная работа студента:	22	

Темы рефератов (докладов)

Астрология

Возраст (Земли, Солнца, Солнечной системы, Галактики, Метагалактики).
Вселенная.

Галактика (Галактика, галактики).

Гелиоцентрическая система мира.

Геоцентрическая система мира.

Космонавтика (космонавт).

Магнитная буря.

Метеор, Метеорит, Метеорное тело, Метеорный дождь, Млечный Путь.

Запуск искусственных небесных тел.

Затмение (лунное, солнечное, в системах двойных звезд).

Корабль космический.

Проблема «Солнце — Земля».

Созвездие (незаходящее, восходящее и заходящее, невосходящее, зодиакальное).

Солнечная система.

Черная дыра (как предсказываемый теорией гипотетический объект, который может образоваться на определенных стадиях эволюции звезд, звездных скоплений, галактик).

Эволюция (Земли и планет, Солнца и звезд, метagalactic и Метагалактики).

Темы индивидуальных проектов

1. История возникновения названий созвездий и звёзд.
2. История календаря.
3. Хранение и передача точного времени.
4. История происхождения ярчайших объектов неба.
5. Процессия земной оси и изменения координат с течением времени.
6. Система координат в астрономии и границы их применимости.
7. Античные представления философов о строении мира.
8. Точки Лагранжа.
9. Современные методы геодезических измерений.
10. История открытия Плутона и Нептуна.
11. Конструктивные особенности советских и американских космических аппаратов.
12. Полёты АМС к планетам Солнечной системы.
13. Проекты по добыче полезных ископаемых на Луне.
14. Самые высокие горы планет земной группы.
15. Современные исследования АМС планет земной группы.
16. Парниковый эффект: польза или вред?
17. Полярные сияния.
18. Самая тяжёлая и яркая звезда во Вселенной.
19. Экзопланеты.
20. Правда и вымысел: белые и серые дыры.
21. История открытия и изучения чёрных дыр.

Темы проектов для выполнения группой обучающихся

Группа №1. Идеи множественности миров в работах Дж. Бруно.

Группа №2. Идеи существования внеземного разума в работах философов – космистов.

Группа №3. Проблема внеземного разума в научно-фантастической литературе.

Группа №4. Методы поиска экзопланет.

Группа №5. История радиопосланий землян другим цивилизациям.

Группа №6. История поиска радиосигналов разумных цивилизаций.

Группа №7. Методы теоретической оценки возможности обнаружения внеземных цивилизаций на современном этапе развития землян.

Группа №8. Проекты переселения на другие планеты.

6. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание обучения	Характеристика основных видов деятельности студентов (на уровне учебных действий)
<i>Введение. Астрономия, её развитие и значение в жизни общества</i>	Познакомиться с предметом изучения астрономии. Определить роль астрономии в формировании современной картины мира и в практической деятельности людей.

	<p>Определить значение астрономии при освоении специальности</p> <p>Познакомиться с представлениями о Вселенной древних учёных.</p> <p>Определить место и значение древней астрономии в эволюции взглядов на Вселенную.</p> <p>Познакомиться с историей создания различных календарей.</p> <p>Определить роль и значение летоисчисления для жизни и деятельности человека.</p> <p>Определить значение использования календарей при освоении специальностей среднего профессионального образования</p>
ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АСТРОНОМИИ	
<i>Звёздное небо. Летоисчисление и его точность</i>	<p>Использовать карту звездного неба для нахождения координат светила.</p> <p>Приводить примеры практического использования карты звездного неба.</p> <p>Изучить методы определения расстояний до звезд.</p> <p>Определить значение знаний об определении расстояний до звезд для изучения Вселенной.</p> <p>Определить значение знаний об определении расстояний до звезд для освоения специальностей среднего профессионального образования</p> <p>Различать звёзды по яркости (светимости), цвету.</p> <p>Приводить примеры практического использования карты звездного неба. Определить время.</p> <p>Определить географическую долготу и широту.</p> <p>Изучить законы Кеплера.</p> <p>Определить значение законов Кеплера для изучения небесных тел и Вселенной.</p> <p>Определить значение законов Кеплера для открытия новых планет.</p>
<i>Оптическая астрономия</i>	<p>Познакомиться с инструментами оптической (наблюдательной) астрономии.</p> <p>Определить роль наблюдательной астрономии в эволюции взглядов на Вселенную.</p> <p>Определить взаимосвязь развития цивилизации и инструментов наблюдения.</p> <p>Познакомиться с методами астрономических наблюдений.</p> <p>Изучить принцип действия и строение оптического телескопа и радиотелескопа.</p> <p>Познакомиться с современными наземными и космическими телескопами.</p> <p>Познакомиться с системой работы и назначением астрономической обсерватории.</p> <p>Определить расстояние до звёзд по известному годичному параллаксу.</p>
<i>Изучение ближнего и дальнего космоса</i>	<p>Познакомиться с историей космонавтики и проблемами освоения космоса.</p>

	<p>Определить значение освоения ближнего космоса для развития человеческой цивилизации и экономического развития России.</p> <p>Познакомиться с проблемами освоения дальнего космоса.</p> <p>Определить значение освоения дальнего космоса для развития человеческой цивилизации и экономического развития России.</p> <p>Определить значение современных знаний о Вселенной для освоения специальностей среднего профессионального образования</p>
УСТРОЙСТВО СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ	
<p>Солнечная система <i>Видимое движение планет (видимое движение и конфигурации планет)</i></p>	<p>Познакомиться с различными теориями происхождения Солнечной системы.</p> <p>Определить значение знаний о происхождении Солнечной системы для освоения специальности</p> <p>Познакомиться с понятиями «конфигурация планет», «синодический период», «сидерический период», «конфигурации планет и условия их видимости».</p> <p>Научиться проводить вычисления для определения синодического периода.</p>
<p><i>Система Земля—Луна. Природа Луны</i></p>	<p>Познакомиться с системой Земля — Луна (двойная планета).</p> <p>Определить значение исследований Луны космическими аппаратами. Определить значение пилотируемых космических экспедиций на Луну.</p> <p>Познакомиться с физической природой Луны, строением лунной поверхности, физическими условиями на Луне.</p> <p>Определить значение знаний о природе Луны для развития человеческой цивилизации.</p> <p>Определить значение знаний о природе Луны и системе Земля — Луна для освоения специальностей среднего профессионального образования</p>
<p><i>Планеты земной группы</i></p>	<p>Познакомиться с планетами земной группы.</p> <p>Определить значение знаний о планетах земной группы для развития человеческой цивилизации.</p> <p>Определить значение знаний о планетах земной группы для освоения специальностей среднего профессионального образования</p>
<p><i>Планеты-гиганты</i></p>	<p>Познакомиться с планетами-гигантами.</p> <p>Определить значение знаний о планетах-гигантах для развития человеческой цивилизации.</p> <p>Определить значение знаний о планетах-гигантах для освоения специальностей среднего профессионального образования</p>
<p><i>Малые тела Солнечной системы (астероиды, метеориты, кометы, малые</i></p>	<p>Познакомиться с малыми телами Солнечной системы.</p> <p>Определить значение знаний о малых телах</p>

<i>планеты)</i>	Солнечной системы для развития человеческой цивилизации. Определить значение знаний о малых телах Солнечной системы для освоения специальностей среднего профессионального образования
Солнце- ближайшая звезда	Познакомиться с общими сведениями о Солнце. Определить значение знаний о Солнце для развития человеческой цивилизации. Определить значение знаний о Солнце для освоения специальностей среднего профессионального образования
Проявление солнечной активности	Изучить взаимосвязь существования жизни на Земле и Солнца. Определить значение знаний о Солнце для существования жизни на Земле. Познакомиться с исследованиями Солнечной системы. Определить значение межпланетных экспедиций для развития человеческой цивилизации. Определить значение знаний о межпланетных экспедициях по изучению Солнца как источника жизни на Земле для освоения специальностей среднего профессионального образования.
ЗВЁЗДЫ. ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЁЗД	
Звёзды. Классификация звёзд	Познакомиться с физической природой звезд. Определить значение знаний о физической природе звезд для человека. Познакомиться с видами звезд. Изучить особенности спектральных классов звезд. Определить значение современных астрономических открытий для человека. Определить значение современных знаний о физической природе звезд, о Вселенной для освоения специальностей среднего профессионального образования
Эволюция звёзд	Познакомиться со звездными системами и экзопланетами. Определить значение современных астрономических знаний о звездных системах и экзопланетах для человека. Определить значение этих знаний для освоения специальностей среднего профессионального образования
НАША ГАЛАКТИКА	
<i>Наша Галактика. Строение Галактики</i>	Познакомиться с представлениями и научными изысканиями о нашей Галактике, с понятием «галактический год». Определить значение современных знаний о нашей Галактике для жизни и деятельности человека. Познакомиться с различными галактиками и их особенностями. Определить значение знаний о других галактиках

	<p>для развития науки и человека. Познакомиться с различными гипотезами и учениями о происхождении галактик. Определить значение современных астрономических знаний о происхождении галактик для человека Познакомиться с эволюцией галактик и звезд. Определить значение знаний об эволюции галактик и звезд для человека. Определить значение современных знаний о Вселенной, о происхождении галактик для освоения специальностей среднего профессионального образования</p>
СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ	
<p><i>Жизнь и разум во Вселенной История развития представлений о Вселенной</i></p>	<p>. Познакомиться с различными гипотезами о существовании жизни и разума во Вселенной. Определить значение изучения проблем существования жизни и разума во Вселенной для развития человеческой цивилизации. Определить значение современных знаний о жизни и разуме во Вселенной для освоения профессий и специальностей среднего профессионального образования Познакомиться с достижениями современной астрономической науки. Определить значение современных астрономических открытий для человека. Определить значение современных знаний о Вселенной для освоения профессий и специальностей среднего профессионального образования</p>

7. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПРЕДМЕТА

7.1 Для реализации программы учебного предмета «Астрономия» предусмотрены следующие специальные помещения:

1. Кабинет гуманитарных и социально-экономических дисциплин, оснащённый оборудованием:

- посадочные места по количеству обучающихся (столы, стулья по числу посадочных мест);
- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- учебно-методический комплекс по дисциплине (рабочие программы, календарно-тематические планы, разработки уроков по дисциплине, учебно-методическое обеспечение к каждому уроку, в т.ч. презентации к урокам, комплект видеоуроков, комплект контрольно-оценочных средств и др.);
- таблицы, плакаты;
- учебники по астрономии;

с техническими средствами обучения:

- компьютер с лицензионным программным обеспечением;
- электронная база нормативной документации;
- мультимедиапроектор;
- интерактивная доска

2. Кабинет информатики и информационно-коммуникационных систем в профессиональной деятельности, оснащённый оборудованием:

- посадочные места по количеству обучающихся (столы, стулья по числу посадочных мест);
- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- комплект учебно-наглядных пособий;
- таблицы, плакаты.

с техническими средствами обучения:

- компьютер с лицензионным программным обеспечением;
- электронная база нормативной документации;
- мультимедиапроектор;
- интерактивная доска

7.2 Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы библиотечный фонд филиала имеет печатные и /или электронные образовательные ресурсы, рекомендуемые для использования в образовательном процессе

7.2.1 Печатные издания

1. Астрономия : учебник для проф. образоват. организаций / [Е. В. Алексеева, П.М.Скворцов, Т.С.Фещенко, Л.А.Шестакова], под ред. Т.С. Фещенко. — М. : Издательский центр «Академия», 2018.
2. Воронцов-Вельяминов Б. А. Астрономия. Базовый уровень. 11 класс : учебник для общеобразоват. организаций / Б.А.Воронцов-Вельяминов, Е.К.Страут. — М. : Дрофа, 2018.
3. Левитан Е. П. Астрономия. Базовый уровень. 11 класс. : учебник для общеобразоват. организаций / Е.П.Левитан. — М. : Просвещение, 2018.

7.2.2. Электронные ресурсы

1. Цифровые учебные материалы <http://abc.vvsu.ru/>
2. Электронно-библиотечная система КнигаФонд <http://www.knigafund.ru>
3. Рубрикон: www.rubricon.com
4. Научная электронная библиотека (НЭБ): www.elibrary.ru
5. Электронная библиотека образовательных и просветительских изданий IQ Lib: www.iqlib.ru
6. East View Information Services: www.ebiblioteka.ru

7. <http://grigam.wallst.ru/glav.htm> - Виртуальный планетарий. Звездные карты. Созвездия и описание расположенных в них космических объектов. Зодиакальный гороскоп.
8. <http://www.college.ru/astronomy/> - Здесь Вы можете посмотреть в открытом доступе учебник, включенный в курс "Открытая Астрономия" (учебник), поработать с интерактивными Java-апплетами по Астрономии (модели), посетить виртуальный планетарий.*****
9. <http://www.meteorite.narod.ru/> - Метеориты. Каталоги метеоритов. Инструкции и советы для нашедшего метеорит. Статьи, книги, фотоколлекция метеоритов.*****
10. <http://www.zvezdi-oriona.ru/> - Электронная библиотека "Звёзды Ориона" - Научно-популярная литература по астрономии. Библиотека астролога. Заметки и статьи о загадочных и аномальных явлениях, древних цивилизациях.*****
11. <http://www.astronet.ru:8101/> - Астронет - Электронная библиотека научных и популярных статей. Карта звездного неба. Коллекция фотографий небесных тел. Словарь астронома.*****
12. <http://www.zgr.kts.ru/astron/index.htm> - Рассказ о планетах Солнечной системы. Авторские снимки астрономических объектов. Подборка тематических материалов. Ежемесячный календарь астрономических событий. Астроновости.
13. <http://f003cda.narod.ru/> - Астрономия, и не только. Основные характеристики планет. Объекты дальнего космоса. Любителям телескопирования.****
14. <http://fargalaxy.al.ru/> - Удивительный мир астрономии на сайте "Далёкая Галактика". Фотографии небесных объектов: Солнечная система, Глубокий космос, неизведанные глубины Вселенной. Статьи о космосе, обсерваториях, астрономах и любителях астрономии.****
15. http://www.geocities.com/far_galaxy - Фото-галерея. Фотографии Солнца, планет, астероидов, комет, галактик и туманностей. Информация о различных космических объектах.****
16. <http://kuasar.narod.ru/> - Библиотека идей и проектов освоения космоса простых обывателей. Подборка электронных версий научно-популярных статей.****
17. <http://www.asteroids.chat.ru/> - Этот сайт посвящен астероидам. О распространенности двойственных систем среди астероидов.****
18. <http://fireangel2000.chat.ru:80/index.html> - Освоение планет Солнечной системы, проекты создания межпланетных кораблей. Экологические проблемы, возникающие в результате сгорания топлива. Загрязнение атмосферы.****
19. <http://www.sccenter.ru/astro/> - Звезды ведут в бесконечность. - Рассказы в фактах и фотографиях о звездах, туманностях, планетах, галактиках, черных дырах.****
20. <http://www.machaon.ru/dcosmos/hist/> - Все об истории освоения космоса, главные события освоения космоса. Первые космические ракеты. От спутника Земли до посадки на Луну.
21. Исследования Солнечной системы. Главные события освоения космоса.****

7.2.3 Материально-техническое обеспечение учебного процесса

1. Телескоп.
2. Спектроскоп.
3. Теллурий.
4. Модель небесной сферы.
5. Звездный глобус.

6. Подвижная карта звездного неба.
 7. Глобус Луны.
 8. Карта Луны.
 9. Карта Венеры.
 10. Карта Марса.
 11. Справочник любителя астрономии.
 12. Школьный астрономический календарь (на текущий учебный год).
- Наглядные пособия:
1. Вселенная.
 2. Солнце.
 3. Строение Солнца.
 4. Планеты земной группы.
 5. Луна.
 6. Планеты-гиганты.
 7. Малые тела Солнечной системы.
 8. Звезды.
 9. Наша Галактика.
 10. Другие галактики

7.2.4 Дополнительная литература:

1. Мякишев Г.Я .Физика: учебник для 11кл / Г.Я Мякишев - М: Просвещение, 2017.
2. Электронный ресурс «Русские словари». Форма доступа: www.slovari.ru
3. Астрономия. Методическое пособие 10-11 классы. Базовый уровень: учебное пособие для учителей образовательных организаций.- М.: Просвещение, 2017.- 32 с.

Журналы:

1. Наука и жизнь.

Список презентаций по Астрономии

- «НЛО»
 - «Планеты Солнечной системы» «Другие Галактики»
 - «Цефеиды – важный тип физических переменных звезд»
 - «Двойные звезды»
 - «Вращение звезд различных спектральных классов»
 - «Звездное небо»
- Презентация- проблема «Солнце – Земля»
- «Строение атмосферы Солнца»

Для преподавателей

Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в текущей редакции).

Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» (с изм. и доп. от 29 декабря 2014 г., 31 декабря 2015 г., 29 июня 2017 г.).

Приказ Минобрнауки России «О внесении изменений в Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413»

от 29 июня 2017 г. № 613.

Письмо Минобрнауки России «Об организации изучения учебного предмета «Астрономия» от 20 июня 2017 г. № ТС-194/08.

Информационно-методическое письмо об актуальных вопросах модернизации среднего профессионального образования на 2017/2018 г. — <http://www.firo.ru/>
Горелик Г. Е. Новые слова науки — от маятника Галилея до квантовой гравитации. — Библиотечка «Квант», вып. 127. Приложение к журналу «Квант», № 3/2013. — М. : Изд-во МЦНМО, 2017.

Кунаш М.А. Астрономия 11 класс. Методическое пособие к учебнику Б.А.Воронцова-Вельяминова, Е.К.Страута /М.А.Кунаш — М. : Дрофа, 2018.

Кунаш М.А. Астрономия. 11 класс. Технологические карты уроков по учебнику Б.А.Воронцова-Вельяминова, Е.К.Страута / М.А.Кунаш — Ростов н/Д : Учитель, 2018.

Левитан Е. П. Методическое пособие по использованию таблиц — file:///G:/Астрономия/astromiya_tablicy_metodika.pdf

Сурдин В.Г. Галактики / В.Г.Сурдин. — М. : Физматлит, 2013.

Сурдин В.Г. Разведка далеких планет / В.Г.Сурдин. — М. : Физматлит, 2013.

Сурдин В.Г. Астрономические задачи с решениями / В.Г.Сурдин. — Издательство ЛКИ, 2017.

Интернет-ресурсы

Астрономическое общество. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.sai.msu.su/EAAS>

Гомулина Н.Н. Открытая астрономия / под ред. В.Г. Сурдина. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.college.ru/astronomy/course/content/index.htm>

Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.sai.msu.ru>

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.

Н.В.Пушкова РАН. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.izmiran.ru>

Компетентностный подход в обучении астрономии по УМК В.М.Чаругина. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=TKNGOhR3w1s&feature=youtu.be>

Корпорация Российский учебник. Астрономия для учителей физики. Серия вебинаров.

Часть 1. Преподавание астрономии как отдельного предмета. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=YmE4YLAzB0>

Часть 2. Роль астрономии в достижении учащимися планируемых результатов освоения основной образовательной программы СОО. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=gCIRXQ-qjaI>

Часть 3. Методические особенности реализации курса астрономии в урочной и внеурочной деятельности в условиях введения ФГОС СОО. [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=Eaw979Ow_c0

Новости космоса, астрономии и космонавтики. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.astronews.ru/>

Общероссийский астрономический портал. Астрономия РФ. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://xn--80aqldeblhj0l.xn--p1ai/>

Российская астрономическая сеть. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.astronet.ru>

Универсальная научно-популярная онлайн-энциклопедия «Энциклопедия Кругосвет». [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.krugosvet.ru>

Энциклопедия «Космонавтика». [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.cosmoworld.ru/spaceencyclopedia>

<http://www.astro.websib.ru/>

<http://www.myastronomy.ru>

<http://class-fizika.narod.ru>

<https://sites.google.com/site/astronomlevitan/plakaty>
<http://earth-and-universe.narod.ru/index.html>
<http://catalog.prosv.ru/item/28633>
<http://www.planetarium-moscow.ru/>
<https://sites.google.com/site/auastro2/levitan>
<http://www.gomulina.orc.ru/>
<http://www.myastronomy.tu>

7.3 Общие требования к организации образовательного процесса

Программа соответствует образовательному минимуму содержания основных образовательных программ и требованиям к уровню подготовки обучающихся, позволяет работать без перегрузок со студентами разного уровня подготовки и интереса к астрономии. Она позволяет сформировать у обучающихся достаточно широкое представление об астрономической картине мира.

Рабочая программа конкретизирует содержание предметных тем образовательного стандарта и дает распределение учебных часов по разделам курса астрономии с учетом межпредметных связей, возрастных особенностей обучающихся, определяет минимальный набор практических заданий, выполняемых студентами.

Содержание программы реализуется в процессе освоения обучающимися общеобразовательного цикла программы подготовки специалистов среднего звена по реализуемым специальностям СПО.

Освоение обучающимися учебной программы проходит в условиях созданной образовательной среды как в учебном заведении, так и в соответствующих профилю дисциплины организациях.

Для успешного освоения предмета «Астрономия» на его изучение выделено 66 часов, из которых 22 часа отведено на самостоятельное изучение студентами наиболее интересных тем, позволяющих в естественной среде обитания вести визуальное наблюдение за движением планет и Солнца, использовать подвижную звёздную карту для решения многих задач, стоящих перед обучающимися.

Предмет «Астрономия» изучается во втором семестре. Изучение программы завершается промежуточной аттестацией в форме дифференцированного зачёта, результаты которого оцениваются на основании выполнения всех зачётных мероприятий в период изучения курса.

8. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

8.1. Контроль и оценка результатов освоения предмета осуществляется преподавателем в процессе выполнении домашних заданий, выполнения внеаудиторной самостоятельной работы, контрольных работ, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных творческих заданий.

Таблица 8.1.- Формы и методы контроля и оценки результатов обучения

Результаты обучения (личностные, метапредметные, предметные)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
личностных	
- сформированность научного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития астрономической науки;	фронтальная беседа; практические занятия (по темам); учебные дискуссии
- устойчивый интерес к истории и достижениям в области астрономии;	фронтальная беседа; практические занятия; оценка выполнения самостоятельной (внеаудиторной) работы
- умение анализировать последствия освоения космического пространства для жизни и деятельности человека;	устный опрос (фронтальный); оценка выполнения самостоятельной и (внеаудиторной) работы
метапредметных	
- умение использовать при выполнении практических заданий по астрономии такие мыслительные операции, как постановка задачи, формулирование гипотез, анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов, формулирование выводов для изучения различных сторон астрономических явлений, процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;	устный опрос; оценка письменных работ; тестирование; практические занятия
- владение навыками познавательной деятельности, навыками разрешения проблем, возникающих при выполнении практических заданий по астрономии;	устный опрос; оценка письменных работ; тестирование; практические занятия
- умение использовать различные источники по астрономии для получения достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность;	практические занятия; оценка выполнения внеаудиторной (самостоятельной) работы
- владение языковыми средствами: умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения по различным вопросам астрономии, использовать языковые средства, адекватные обсуждаемой проблеме астрономического характера, включая составление текста и презентации материалов с использованием информационных и коммуникационных технологий;	практические занятия; оценка выполнения внеаудиторной (самостоятельной) работы

предметных	
сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной;	устный опрос (фронтальный); практические занятия; оценка выполнения внеаудиторной (самостоятельной) работы
понимание сущности наблюдаемых во Вселенной явлений;	устный опрос (фронтальный); практические занятия; оценка выполнения внеаудиторной (самостоятельной) работы
владение основополагающими астрономическими понятиями, теориями, законами и закономерностями, уверенное пользование астрономической терминологией и символикой;	устный опрос (фронтальный); практические занятия; оценка выполнения внеаудиторной (самостоятельной) работы
сформированность представлений о значении астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии;	устный опрос; оценка письменных работ; тестирование; практические занятия; индивидуальный опрос.
осознание роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области.	индивидуальный опрос оценка письменных работ; тестирование; практические занятия

8.2. Оценка индивидуальных образовательных достижений по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации

Таблица 8.2.- Критерий рейтинговой оценки. Общее распределение баллов:

№	Виды работ	За семестр – 100 баллов							
		Текущая аттестация 1с.		Семестровая 1с.		Текущая аттестация 2с.		Итоговая 2с.	
		знания умения	компетенции	знания и умения	компетенции	знания умения	компетенции	знания умения	компетенции
1	Работа на уроке	1	1	2	2	1	1	2	2
2	Конспект	4	4	4	4	4	4	4	4
3	ВСР	5	5	5	6	5	5	5	6
4	Экзамен – зачет (контрольная)	3	3	10	10	3	3	10	10
5	Посещаемость	2		3		2		3	
6	Творческая работа	5	7	6	8	5	7	6	8
Итого:		40		60		40		60	

Таблица 8.3.- Оценка индивидуальных образовательных достижений по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
91 - 100	5	отлично
76 - 90	4	хорошо
61-75	3	удовлетворительно
менее 61	2	неудовлетворительно

9. ГЛОССАРИЙ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ, ИЗУЧАЕМЫХ В ПРЕДМЕТЕ «АСТРОНОМИЯ»

Аккреционный диск	диск из вещества, скопившегося вокруг вращающейся звезды
Активная галактика	галактика, центральная область которой излучает огромное количество энергии, образовавшейся не в звездах
Астероид	кусок породы и (или) льда, вращающийся на орбите вокруг Солнца, как маленькая планета
Астрология	старинная, традиционная система взглядов, согласно которой люди и события связаны с положением Солнца, Луны и планет на небе
Астрономическая единица	среднее расстояние между Землей и Солнцем, 149 597 870 км.
Астрономическая единица	среднее расстояние между Землей и Солнцем, 149 597 870 км.
Атмосфера	внешние газовые слои, окружающие планету, луну или звезду.
Атом	мельчайшая частица вещества, состоящая из ядра, окруженного облаком электронов.
Белый карлик	старая сжавшаяся звезда, израсходовавшая ядерное горючее в своей центральной области и постепенно умирающая
Большой взрыв	согласно теории происхождения Вселенной, она образовалась в результате грандиозного взрыва чего-то невероятного маленького и горячего и с тех пор все время расширяется
Водород	легчайший и простейший из всех химических элементов. Составляет около трех четвертей всего вещества Вселенной
Вселенная	все, что существует
Галактика	большая семья звезд, удерживаемая вместе силами взаимного тяготения
Гамма лучи	наиболее мощный вид электромагнитного излучения
Гелий	второй по легкости химический элемент. На Земле встречается редко, но во Вселенной составляет около четвертой части всего вещества
Год	время, за которое Земля делает полный оборот по своей орбите вокруг Солнца
Двойная звезда	две звезды, двигающиеся по орбитам одна вокруг другой
Долгота	угловое расстояние, измеряемое на запад или восток от линии нулевого меридиана
Доплера эффект	изменение высоты, если речь идет о звуке, и цвета, если речь идет о свете, возникающее в случае, когда источник приближается к наблюдателю или удаляется от него
Звезда	большой светящийся газовый шар, энергия которого вырабатывается за счет ядерных реакций в его центральной части
Звездная величина	блеск звезды или иного астрономического объекта. Чем меньше звездная величина, тем ярче объект
Звездное время	время, измеряемое по восходу и заходу звезд, а не Солнца. Им удобно пользоваться при астрономических наблюдениях.
Зодиак	пояс созвездий, через которые Солнце в течение года проходит по всему небу.
Инфракрасное излучение	электромагнитное излучение, которое ощущается нами, как тепло; его длины волн больше, чем у видимого красного света.
Квazar	исключительно мощно светящаяся удаленная галактика, по виду

	напоминающая звезду.
Кеплера законы	три правила, которым подчиняется движение планет по орбитам вокруг Солнца; открыты Иоанном Кеплером.
Лава	горячие, расплавленные горные породы, изливающиеся при вулканических извержениях и снова затвердевающие при остывании.
Небесная сфера	представление неба в виде проекции на гигантскую сферу, окружающую Землю, без учета истинного расстояния до звезд.
Параллакс	изменение в относительном положении объектов, находящихся на разных расстояниях от наблюдателя, когда на них смотрят из разных точек.
Комета	объект, в основном состоящий из льда и двигающиеся по орбите в Солнечной системе при приближении к Солнцу под действием света и тепла комета выделяет газ и пыль, образуя хвост.
Коперника теория	учение о том что в центре Солнечной систем находится не Земля, а Солнце выдвинута Николаем Коперник в 1543 г.
Коричневый карлик	шар из вещества, напоминающий небольшую тусклую звезду, но недостаточно массивный, чтобы стать настоящей звездой.
Корона	разреженные, очень горячие внешние слои Солнца, которые можно увидеть только время полного солнечного затмения.
Космическая скорость	минимальная скорость космического аппарата, достаточная для преодоления силы гравитационного притяжения планеты.
Космическое фоновое излучение	заполняющее весь космос излучение, оставшееся от самой ранней стадии существования Вселенной.
Космология	наука, изучающая Вселенную как целое.
Красное смещение	возрастание длины волны света (или иного электромагнитного излучения); возникает, когда источник излучения удаляется от наблюдателя.
Красный гигант	старая звезда, сильно увеличившаяся в размерах и имеющая относительно холодную поверхность, излучающую красноватый свет.
Кратер	чашеобразная выемка на поверхности планеты или луны
Кьюпера пояс	область во внешней Солнечной системе, за орбитой Нептуна, где расположено множество ледяных тел, способных стать кометами.
Луна	при написании с заглавной буквы
Магеллановы облака	две небольшие галактики, расположенные по соседству с Млечным Путем; видны в южном полушарии невооруженным глазом.
Малая планета	астероида.
Межзвездная среда	газ и пыль между звездами.
Местная группа	небольшое скопление галактик, включающее более 30 членов, в том числе нашу галактику Млечный Путь.
Метеор	яркий след, оставляемый в небе небольшим космическим телом, сгорающим в земной атмосфере.
Метеорит	кусок камня и (или) металла, упавший па поверхность Земли или иной планеты из космоса.
Метеорное тело	небольшой каменный объект в космическом пространстве, который при столкновении с Землей может стать метеоритом.
Метеорный дождь	метеоры, исходящие из одной точки на небе, когда Земля проходит через облако космической пыли.
Млечный Путь	галактика, к которой принадлежит наше Солнце; в темные ночи видна как слабо светящаяся полоса, опоясывающая небо.
Молекула	мельчайшая частица химического вещества, состоящая из двух или более атомов.
Моря	большие темные области на Луне; в действительности состоят из твердых пород.
Невидимое вещество	недоступное для непосредственного наблюдения вещество во Вселенной, о существовании которого известно по его гравитационному или иному действию.
Нейтрино	элементарная частица, не имеющая электрического заряда и почти лишенная массы; движется практически со скоростью света.
Нейтрон	элементарная частица без электрического заряда, входящая в состав атомных ядер.
Нейтронная звезда	сжавшаяся звезда, в которой вес атомные частицы спрессованы в плотную упаковку нейтронов.
Новая	двойная звезда, внезапно увеличившая свой блеск из-за падения материала одной из своих звезд на другую.
Объектив	основная собирающая свет линза телескопа-рефрактора.

Околополярная звезда	звезда, которая при наблюдении из определенного места всегда находится над горизонтом и, по мере вращения Земли вокруг оси, описывает окружность около одного из небесных полюсов.
Оорта облако	предполагаемое облако из объектов, которые могут стать кометами; полностью окружают Солнечную систему на расстоянии примерно в один световой год. Непосредственно не наблюдалось.
Орбита	путь в космосе, совершаемый каким-либо телом под действием тяготения другого тела.
Остатки сверхновой	газовая оболочка, сброшенная при вспышке сверхновой.
Параллакс	изменение в относительном положении объектов, находящихся на разных расстояниях от наблюдателя, когда на них смотрят из разных точек.
Парниковый эффект	нагревание поверхности и атмосферы планеты в результате захвата теплового излучения Солнца атмосферными газами.
Парсек	единица расстояния, используемая в астрономии; равна 3,2616 светового года.
Переменная звезда	звезда, блеск которой регулярно либо непредсказуемым образом меняется со временем.
ПЗС	сокращение от «прибор с зарядовой связью»; используется для электронной записи изображений.
Планета	шар из твердых пород или газа, обращающийся по орбите вокруг Солнца либо другой звезды и слишком малый по размеру, чтобы стать звездой самому.
Планетарная туманность	звезда, окруженная сброшенной с нее оболочкой светящегося газа.
Позитрон	элементарная частица, сходная с электроном, но имеющая положительный электрический заряд.
Полярное сияние	разноцветное свечение земной атмосферы, врем! от времени возникающее в ночное! небе над полярными районами.
Протозвезда	звезда на самой ранней стадии своего образования.
Протон	элементарная частица с положительным электрическим зарядом, входящая в состав атомных ядер. Единичный протон
Протуберанец	струя горячего газа, подобная языку пламени вырывающаяся над поверхностью Солнца.
Прямое восхождение	эквивалент долготы при описании положение на небе.
Пульсар	нейтронная звезда, излучающая быструю последовательность радиоимпульсов.
Равноденствия	два момента в году (около 21 марта и 23 сентября), когда на экваторе Солнце стоит в полдень прямо в зените.
Радиоастрономия	наука, занимающаяся изучением Вселенной с помощью наблюдения радиоволн, излучаемых планетами, звездами, межзвездным газом и галактиками.
Радиоволны	электромагнитное излучение в диапазоне, где оно обладает минимальной энергией и максимальной длиной волны.
Радиогалактика	галактика, излучающая значительную часть энергии в виде радиоволн.
Радиолокация	облучение объекта радиоволнами и прием отраженных от него сигналов, позволяющих определить расстояние до объекта и его форму.
Рентгеновские лучи	мощный вид электромагнитного излучения, длины волн которого лежат в диапазоне между ультрафиолетовым излучением и еще более мощными гамма лучами.
Сверхновая	катастрофический взрыв звезды, при котором она в течение нескольких недель сияет, как целая галактика.
Свет	видимая глазом разновидность электромагнитного излучения.
Светимость	количество энергии, излучаемой светящимся объектом за секунду.
Световой год	расстояние, преодолеваемое светом за год при распространении в пустоте; равен 9,5 миллиона миллионов км.
Световые помехи	искусственный свет, затрудняющий наблюдение ночного неба.
Секунда дуги	единица измерения очень малых углов. В одном градусе
Склонение	эквивалент широты при определении положения на небе.
Созвездие	область неба либо выделяющаяся группа звезд в этой области, имеющая свое название.
Солнечная система	Солнце вместе со всей семьей своих планет и прочих объектов (комет, астероидов, лун, ньи и т.д.).
Солнечное пятно	участок солнечной поверхности, который выглядит темным из-за того, что он несколько холоднее своего окружения.
Солнцестояния	те моменты времени в году, когда Солнце в полдень находится в самом зените либо в наиболее северных широтах (примерно 21 июня), либо в наиболее южных широтах (около 21 декабря).
Спектр	цветовая радуга вместе с ее невидимыми продолжениями в обе стороны
Спектроскопия	разложение света или иного электромагнитного излучения с целью изучения отдельных цветов или длин волн.
Спутник	естественная луна какой-либо планеты или космический аппарат, обращающийся по орбите вокруг планеты.

Сутки	время, за которое Земля совершает вокруг своей оси один оборот относительно Солнца.
Телескоп	любой астрономический инструмент, предназначенный для сбора и приема излучения в любой части электромагнитного спектра.
Туманность	облако газа и (или) пыли между звездами или вокруг них. До того как стало известно, что галактики состоят из звезд, их тоже называли туманностями.
Ультрафиолетовое излучение	электромагнитное излучение, длины волн которого короче, чем у видимого фиолетового света. Этот вид излучения вызывает солнечные ожоги.
Фаза	доля поверхности Луны или планеты (и т.п.), освещенная Солнцем.
Фотон	частица, или «пакет» энергии электромагнитного излучения.
Фотосфера	видимая поверхность Солнца (или любой другой звезды).
закон Хаббла	закон, согласно которому все галактики удаляются друг от друга, причем их скорости пропорциональны расстояниям до них.
Хромосфера	слой газа вокруг Солнца, расположенный непосредственно над светящейся поверхностью.
Цефеида, переменная звезда	тип пульсирующей звезды, регулярно МСПЯЮЦСЙ свой блеск с периодом в несколько дней.
Черная дыра	область пространства, где сконцентрирована столь большая масса, что силы тяготения не выпускают оттуда даже свет.
Широта	угловое расстояние, измеряемое к северу или к югу от экватора.
Эклиптика	ежегодный путь Солнца по небу, видимый с Земли; также
Электромагнитное излучение	вид энергии, распространяющейся сквозь пустое пространство со скоростью света.
Электромагнитный спектр	полный диапазон длин волн электромагнитного излучения. По мере увеличения длины волны различают гамма лучи, рентгеновские лучи, ультрафиолетовое излучение, видимый свет, инфракрасное излучение, микроволны и радиоволны.
Электрон	мельчайшая частица, составная часть атома, обладающая отрицательным электрическим зарядом.
Эллипс	овальная фигура, нечто вроде равномерно сплющенной окружности.
Ядро	центральная часть галактики или атома.
Яркость	мощность излучения, которое испускается каким-либо астрономическим объектом либо принимается от него наблюдателем (блеск).

10 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В РАБОЧУЮ УЧЕБНУЮ ПРОГРАММУ ПРЕДМЕТА

№ изменения, дата внесения изменения, № страницы с изменением:

БЫЛО:

СТАЛО:

Основание:

Подпись лица, внесшего изменения

10. ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В РАБОЧУЮ УЧЕБНУЮ ПРОГРАММУ ПРЕДМЕТА

№ изменения, дата внесения изменения, № страницы с изменением:

БЫЛО:

СТАЛО:

Основание:

Подпись лица, внесшего изменения

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
в г. Артеме
(ФИЛИАЛ ФГБОУ ВО «ВВГУ» В Г. АРТЕМЕ)**

КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
по учебной дисциплине

БП.06 Астрономия

программы подготовки специалистов среднего звена

08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

Форма обучения: *очная*

Контрольно-оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине *БП.06 Астрономия* в соответствии с требованиями ФГОС СПО по специальности *08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»*, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 10 января 2018 г., №02, примерной образовательной программой, рабочей программой учебной дисциплины.

Разработчик(и): *Берштейн А.И., Самохина Л.С., преподаватели*

Утверждена на заседании цикловой методической комиссии общеобразовательных дисциплин, протокол № 1 от 07.09.2022 г.

Председатель ЦМК _____ *Л.Е.Ткаченко*


подпись

1. Общие положения	стр. 4
2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке	4
3. Распределение оценивания результатов обучения по видам контроля	5
4. Структура контрольных заданий	8
5. Перечень используемых материалов, оборудования и информационных источников	64
6. Глоссарий	65

1. Общие положения

Контрольно-оценочные средства (КОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений студентов, освоивших программу подготовки специалистов среднего звена по учебной дисциплине БД.07 Астрономия.

КОС включают контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета.

КОС разработаны в соответствии с:

программой подготовки специалистов среднего звена по специальности:
08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений, реализуемой в колледже;
рабочей программой учебного предмета «Астрономия».

2. Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке

- 1) сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной (далее ПР.1);
- 2) понимание сущности наблюдаемых во Вселенной явлений (далее ПР.2);
- 3) владение основополагающими астрономическими понятиями, теориями, законами и закономерностями, уверенное пользование астрономической терминологией и символикой (далее ПР.3);
- 4) сформированность представлений о значении астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии (далее ПР.04);
- 5) осознание роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области (далее ПР.5).

Общие компетенции:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Понимать и анализировать вопросы ценностно-мотивационной сферы.

ОК 3. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 4. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях, в том числе ситуациях риска, и нести за них ответственность.

ОК 5. Проявлять психологическую устойчивость в сложных и экстремальных ситуациях, предупреждать и разрешать конфликты в процессе профессиональной деятельности.

ОК 6. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 7. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 8. Правильно строить отношения с коллегами, с различными категориями граждан, в том числе с представителями различных национальностей и конфессий.

ОК 9. Устанавливать психологический контакт с окружающими.

ОК 10. Адаптироваться к меняющимся условиям профессиональной деятельности.

ОК 11. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 12. Выполнять профессиональные задачи в соответствии с нормами морали, профессиональной этики и служебного этикета.

ОК 13. Проявлять нетерпимость к коррупционному поведению, уважительно относиться к праву и закону.

ОК 14. Организовывать свою жизнь в соответствии с социально значимыми представлениями о здоровом образе жизни, поддерживать должный уровень физической подготовленности, необходимый для социальной и профессиональной деятельности.

3. Распределение оценивания результатов обучения по видам контроля

Раздел дисциплины	Код контроля используемой	Результаты обучения (код)	Код и наименование элемента умений	Код и наименование элемента знаний	Код оценочного средства
-------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-------------------------

		предметного результата)			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Раздел 1. Предмет астрономии	ОК 1 – ОК 14	ПР.3, ПР.4, ПР.5	У1приводить примеры роли астрономии в развитии цивилизации У2 иллюстрировать примерами практическую направленность астрономии	31смысл понятий: геоцентрическая и гелиоцентрическая система 32 этапы развития астрономии и ее разделы	17	
Раздел 2. Основы практической астрономии	ОК 1 – ОК 14	ПР.3, ПР.4	У3 изображать основные круги, линии и точки небесной сферы (истинный (математический) горизонт, зенит, надир, отвесная линия, азимут, высота); У4 работать с подвижной картой звездного неба У5 описывать и объяснять различия календарей	33 смысл понятий: небесная сфера, созвездие, высота звезды, кульминация, эклиптика, синодический период, сидерический период, местное время, поясное время, 34 фазы Луны 35 системы координат в астрономии: географическая, I и II экваториальные системы	5, 17, 21	
Раздел 3. Законы движения небесных тел	ОК 1 – ОК 14	ПР.2, ПР.3, ПР.4	У6 решать задачи на законы Кеплера У7 вычислять расстояние до планет по горизонтальному параллаксу, а их размеры по угловым размерам и расстоянию	36 смысл понятий: эллипс, афелий, перигелий, большая и малая полуось эллипса, астрономическая единица; горизонтальный параллакс, 37 законы Кеплера	21	

Раздел 4. Солнечная система	ОК 1 – ОК 14	ПР.1, ПР.3	У8 формулировать основные положения гипотезы о формировании тел Солнечной системы У9 характеризовать планеты земной группы и планеты- гиганты, объяснять причины их сходства и различия У10 характеризовать малые тела Солнечной системы	38 смысл понятий: Солнечная система, конфигурация планет, планета, астероид, комета; 39 гипотезы происхождения Солнечной системы	5,17, 21	
Раздел 5. Методы астрономическ их исследований	ОК 1 – ОК 14	ПР.2, ПР.3, ПР.4	У11 классифицировать телескопы У12 объяснять смысл эффекта Доплера У13 решать задачи на закон Вина	310 закон смещения Вина и закон Стефана-Больцмана	5, 21	
Раздел 6. Звезды	ОК 1 – ОК 14	ПР.2, ПР.3	У14 объяснять физическую сущность источников энергии Солнца и звезд; У15 описывать строение солнечной атмосферы; У16 объяснять содержание диаграммы «спектр — светимость»	311 смысл понятий: светимость звезды, звезда, двойные звезды, кратные звезды 312 спектральные классы звезд	17, 21	
Раздел 7. Наша Галактика- Млечный Путь	ОК 1 – ОК 14	ПР.2, ПР.3, ПР.4, ПР.5	У17 описывать процесс формирования звезд из холодных газопылевых облаков	313 структуру галактики Млечный Путь	17,21	

Раздел 8. Галактики. Строение и эволюция Вселенной	ОК 1 – ОК 14	ПР.2, ПР.3, ПР.4, ПР.5	<i>У18</i> описывать строение и структуру Галактики; <i>У19</i> приводить примеры спиральных, эллиптических и неправильных галактик	<i>З14</i> смысл понятий: Вселенная, черная дыра , квазар <i>З15</i> виды Галактик <i>З16</i> смысл физического закона Хаббла	21	
Промежуточная аттестация: зачет						3

4. Структура контрольных заданий

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА код 5

1. Назначение

Спецификацией устанавливаются требования к содержанию и оформлению вариантов *контрольной работы* - средства проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. *Контрольная работа* входит в состав фонда оценочных средств и предназначена для *текущего контроля* и оценки знаний и умений аттестуемых, соответствующих контролируемым компетенциям по программе учебного предмета *БД.07 Астрономия*, программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 19.02.10 Технология продукции общественного питания.

2. Контингент

Студенты I курса ФГБОУ ВО «ВГУЭС», г.Артем

3. Условия контроля

Текущий контроль проводится в форме *контрольной работы* при изучении *текущей темы (раздела)* или *после изучения темы (раздела)* учебного предмета.

4. Перечень тем контрольных работ:

1. Основы практической астрономии
2. Солнечная система
3. Методы астрономических наблюдений
4. Наша Галактика – Млечный Путь.

5. Перечень используемых нормативных документов

ФГОС СОО

ФГОС СПО

Рабочая программа учебного предмета ДБ.07 «Астрономия»

Устав образовательного учреждения ФГБОУ ВО «ВГУЭС», г.Артем Программа подготовки специалистов среднего звена по специальности 19.02.10 Технология продукции общественного питания

Положение о текущем контроле знаний и промежуточной аттестации студентов образовательного учреждения ФГБОУ ВО «ВГУЭС», г.Артем». 19.02.10 Технология продукции общественного питания

6. Литература для разработки оценочных средств и подготовке студентов к текущему контролю

1. Чаругин, В.М. Астрономия. 10-11 кл.. Базовый уровень / В.М. Чаругин.- М.: Просвещение, 2018.-144с.

Комплект контрольных работ по темам прилагается

Контрольная работа «Основы практической астрономии»

Вариант 1

Раздел

1. Что изучает астрономия.
2. Какие важнейшие типы небесных тел вам известны.
3. Какие вы знаете типы телескопов.
4. Что такое небесная сфера.
5. Нарисуйте небесную сферу и покажите на ней ось мира, истинный горизонт, точки севера и юга.
6. Какие наблюдения убеждают нас в суточном вращении небесной сферы.
7. Что такое верхняя кульминация светила.
8. Дайте определение восходящим и заходящим светилам.
9. Назовите экваториальные координаты.
10. Что такое эклиптика.

11. Чем замечательны дни равноденствий и солнцестояний.
12. Как приближённо определить географическую широту места из наблюдений Полярной звезды.
13. Назовите системы счёта времени.
14. Что такое солнечный календарь.
15. По какому времени и календарю мы живём.
16. В каком месте Земли в течение года можно увидеть все звёзды обоих полушарий.
17. Где на земном шаре круглый год день равен ночи. Почему.

2 раздел

1. Определите широту места, для которого верхняя кульминация звезды Арктур (а Волопаса) наблюдается на высоте $53^{\circ} 48'$
2. Определите по звёздной карте экваториальные координаты звезды Ригель (β Ориона).
3. Экваториальные координаты Солнца 22 декабря $\alpha = 18^{\text{ч}}$, $\delta = -23^{\circ} 27'$ В каком созвездии находится в этот день Солнце?
4. 16 октября координаты Солнца $\alpha = 13^{\text{ч}} 24^{\text{мин}}$, $\delta = -8^{\circ} 50'$. Какая яркая звезда находится недалеко в этот день от Солнца?
5. Каково склонение звезды, проходящей в верхней кульминации через зенит города Архангельска ($\varphi = 64^{\circ} 32'$).
6. 21 июня в Краснодаре ($n_1 = 2$) часы показывают $9^{\text{ч}} 25^{\text{мин}}$. Какое среднее, поясное и летнее время в этот момент во Владивостоке ($n_2 = 9$, $\lambda_2 = 8^{\text{ч}} 47^{\text{мин}}$).

Вариант 2

1 раздел

1. В чём специфика астрономии по сравнению с другими науками.
2. Какова роль наблюдений в астрономии и с помощью каких инструментов они выполняются.
3. Что такое созвездие.
4. Назовите горизонтальные координаты.
5. Что такое нижняя кульминация светила.
6. Дайте определение незаходящим светилам.
7. Нарисуйте небесную сферу и покажите ось мира, небесный экватор и точку весеннего равноденствия.
8. До какого склонения нанесены звёзды на карту.
9. Под каким углом плоскость экватора Земли наклонена к плоскости эклиптики.
10. Кульминируют ли светила на Северном полюсе Земли.
11. Что такое истинный полдень.
12. Какие календари вы знаете.
13. Вследствие чего в течение года изменяется положение восхода и захода Солнца.
14. Есть ли различие между точкой Севера и Северным полюсом.
15. Почему на звёздных картах не указаны положения планет.
16. Какое время называется всемирным.
17. Чем объясняется суточное вращение небосвода.

2 раздел

1. Каково склонение звезды, наблюдавшейся в Минске ($\varphi = 54^{\circ} 31'$) в верхней кульминации на высоте 43° ?
2. Чему равна высота Альтаира (а Орла) в верхней кульминации для Архангельска ($\varphi = 64^{\circ} 32'$).
3. На какой высоте кульминирует в Петербурге ($\varphi = 60^{\circ}$) звезда Регул

- (а Льва).
4. Склонение светила + 30, прямое восхождение 7ч. В каком созвездии находится светило.
 5. Начальные координаты искусственного спутника Земли: $\alpha = 10^{\text{ч}} 20^{\text{мин}}$, $\delta = +15^{\circ}$, конечные: $\alpha = 14^{\text{ч}} 30^{\text{мин}}$, $\delta = +30^{\circ}$. Через какие созвездия пролетел этот спутник?
 6. В Омске ($n_1=5$) 20 мая 7ч 25мин вечера. Какое в этот момент среднее, поясное и летнее время в Новосибирске ($\lambda_2= 5^{\text{ч}} 31^{\text{мин}}$, $n_2=6$).

Критерии оценивания

- «5» – верные ответы составляют более 90% от общего количества;
 «4» – верные ответы составляют более 80% от общего количества;
 «3» – верные ответы составляют более 70% от общего количества;
 «2» – более 60% от общего количества

Контрольная работа «Солнечная система»

Вариант 1

1 раздел

1. Почему на звёздных картах не указывают положения планет.
2. Назовите внутренние планеты.
3. Назовите конфигурации внешних планет.
4. Что такое сидерический период.
5. Запишите уравнения синодического движения.
6. Что такое гелиоцентрическая система мира.
7. За что сожгли Джордано Бруно.
8. Первый закон Кеплера.
9. Что следует из Второго закона Кеплера.
10. Третий закон Кеплера.
11. Как можно определить расстояние до небесных тел.
12. Что такое угловой размер светила.

2 раздел

1. Чему равна большая полуось Юпитера, если звёздный период обращения этой планеты составляет 12 лет.
2. Через какой промежуток времени повторяются противостояния Урана, если звёздный период его обращения равен 84 года.
3. Чему равна большая полуось Венеры, если нижние соединения повторяются через 2 года.
4. Горизонтальный параллакс Солнца равен 8,8 ". На каком расстоянии от Земли оно находится?
5. Определить горизонтальный параллакс Луны, если расстояние до неё 384000 км
6. На каком расстоянии от Земли находится Юпитер, если его горизонтальный параллакс составляет 0,25".
7. Во сколько раз линейный радиус Юпитера превышает Радиус Земли, если угловой радиус Юпитера 1,2", а его горизонтальный параллакс 0,25".

Вариант 2

1 раздел

1. Что такое конфигурации планет.
2. Назовите внешние планеты
3. Назовите конфигурации внутренних планет.
4. Что такое синодический период.
5. Что такое геоцентрическая система мира.

6. Чем знаменит Галилео Галилей
7. Чем характеризуется орбита планеты.
8. Второй закон Кеплера.
9. Чему равна большая полуось Земли.
10. Что такое параллакс.
11. Что такое радиолокация.
12. Чьи законы составляют небесную механику.

2 раздел

1. Определите синодический период обращения Плутона, если его звёздный период составляет 248 лет.
2. Какой будет звёздный период обращения планеты вокруг Солнца, если её нижние соединения будут повторяться через 0,8 лет.
3. Чему равна большая полуось орбиты Нептуна, если сидерический период его равен 165 лет.
4. Чему равна большая полуось Меркурия, если восточная элонгация повторяется через 1,5 года.
5. Сколько времени шёл луч радиоизлучения, если расстояние до Луны 384000
6. Км.
7. Вычислите линейный размер Венеры, если её угловой размер 3,3", а горизонтальный параллакс составляет 1,4".
8. Наибольший горизонтальный параллакс Сатурна 1,7". Каково наименьшее расстояние от Земли до Сатурна.

Критерии оценивания

- «5» – верные ответы составляют более 90% от общего количества;
- «4» – верные ответы составляют более 80% от общего количества;
- «3» – верные ответы составляют более 70% от общего количества;
- «2» – более 60% от общего количества

Контрольная работа «Методы астрономических наблюдений»

Вариант 1

1 раздел

1. Назвать основные движения Земли.
2. Какова форма Земли?
3. Дайте характеристику Луны по размерам
4. Что такое сарос⁷ Чему он равен⁷
5. Дайте характеристику поверхности Луны
6. На какие группы делятся планеты Солнечной системы?
7. Чем Венера отличается от других планет земной группы?
8. Чем знаменит Плутон?
9. Почему Марс красный?
10. Назовите спутники Марса и их перевод.
11. Какая из планет земной группы самая маленькая?
12. Происходила бы на Земле смена времён года, если бы ось Земли была перпендикулярна к плоскости орбиты⁹
13. Большое красное пятно находится на планете
14. Есть ли магнитное поле у планет земной группы? У каких?
15. Больше всего спутников у планеты ...
16. Какой из спутников обладает атмосферой? Какой планете он принадлежит?
17. Какова особенность вращения планет - гигантов вокруг своей оси.
18. Почему иногда даже в крупный телескоп не видны кольца Сатурна?
19. Чья орбита находится между орбитами Марса и Юпитера?
20. Как движутся астероиды?

21. Что такое метеоры?
22. Что означает слово «комета»?
23. Что такое облако Оорта?
24. К каким небесным телам Солнечной системы уже приближались космические аппараты?

2 раздел

1. Нарисуйте схему лунного затмения и дайте определение.
2. Что такое фазы Луны? Нарисуйте схему фаз.
3. Перечислите планеты земной группы. Дайте им общую характеристику,
4. Что представляют собой кольца планет.
5. Дайте физические характеристики астероидов (форма, масса, размеры).
6. Каков химический состав метеоритов.
7. Обоснуйте вывод о том, что нельзя считать Луну и планеты земной группы небесными телами, эволюция которых уже завершена

Вариант 2

1 раздел

1. Почему на Земле происходит смена времён года?
2. Что такое Луна?
3. Дайте характеристику Луны по составу лунных пород.
4. Вспомните названия некоторых лунных кратеров, морей и гор.
5. Чем похожи Марс и Земля.
6. Назовите особенности атмосферы Венеры
7. Чем уникальна поверхность Марса?
8. Какие нужно знать характеристики планеты, чтобы определить её среднюю плотность?
9. Какая из планет Солнечной системы самая большая по размерам?
10. Какая из планет- гигантов движется «лёжа на боку»?
11. Чем красив Сатурн?
12. Есть ли магнитное поле у планет – гигантов? У каких.
13. Чем уникальна поверхность спутника Ио?
14. Почему Юпитер сжат с полюсов сильнее всех планет?
15. Что такое астероид?
16. Что такое метеорит.
17. Существует ли связь между астероидами и метеоритами?
18. Как движутся кометы.
19. Нарисуйте, как направлен хвост кометы при движении вокруг Солнца?
20. Что такое радиант метеорного потока?
21. Почему иногда происходят метеорные дожди?
22. Что происходит, когда Земля проходит через хвост кометы.
23. Что такое болиды?
24. К каким небесным телам Солнечной системы уже приближались космические аппараты?

2 раздел

1. Нарисуйте схему Солнечного затмения и дайте определение.
2. Дайте характеристику физическим условиям на Луне
3. Перечислите планеты-гиганты. Дайте им общую характеристику.
4. Зачем нужно изучать метеориты?
5. Перечислите и зарисуйте основные части кометы
6. Из чего состоит ядро кометы.
7. В своё время кратеры образовались на всех планетах земной группы и на Луне. Где и почему они лучше (*хуже*) всего сохранились к настоящему времени?

Критерии оценивания

«5» – верные ответы составляют более 90% от общего количества;

- «4» – верные ответы составляют более 80% от общего количества;
«3» – верные ответы составляют более 70% от общего количества;
«2» – более 60% от общего количества

Контрольная работа «Наша Галактика – Млечный Путь»

Вариант 1

1 раздел

1. Что такое галактика.
2. Что входит в состав галактики.
3. Какие бывают звездные скопления.
4. Плеяды относятся к скоплению.
5. Какие звёзды входят в шаровые скопления
6. Назовите виды туманностей.
7. В созвездии Лиры находится туманность.
8. Назовите пример пылевой туманности.
9. Перечислите виды галактик.
10. Как можно определить расстояние до галактик.
11. Какие вы знаете спиральные галактики.
12. Что вам известно о квазарах.
13. Какова структура Вселенной.
14. Метагалактика стабильна или эволюционирует?
15. Что такое постоянная Хаббла и чему она равна.
16. Сколько примерно лет нашей Метагалактике.
17. Что будет происходить, если плотность Метагалактики будет меньше 10^{-26} кг/м^3 .
18. Назовите стадии звезды.
19. Какая звезда превращается в сверхновую.
20. Как определяют возраст земной коры, лунных пород, метеоритов.

2 раздел

1. Назовите основные закономерности в Солнечной системе.
2. Во сколько раз число звезд, входящих в Галактику, больше числа звёзд, которые доступны наблюдению невооружённым глазом ($3 \cdot 10^3$)?
3. В 1974 г. было отправлено в сторону шарового скопления в созвездии Геркулеса (расстояние 7000 пк) радиопослание нашим братьям по разуму. Когда земляне в лучшем случае получат ответ?

Вариант 2

1 раздел

1. Как называется наша Галактика.
2. Что такое звездные скопления.
3. Шаровое скопление находится в созвездии
4. Какие звезды входят в рассеянные скопления.
5. Крабовидная туманность относится к туманностям.
6. Что такое космические лучи.
7. Каков диаметр нашей Галактики в св. годах и пк.
8. К какому Виду галактик относится наша Галактика.
9. Где расположено Солнце в Галактике.
10. Какие объекты открыты за пределами нашей Галактики.
11. Что такое Метагалактика.
12. В чём заключается закон Хаббла.
13. В чём заключается особенность нашей Метагалактики.

14. Какова плотность Метагалактики, к чему это приводит.
15. Из чего возникают звёзды.
16. От чего зависит заключительный этап жизни звезды.
17. Какая звезда превращается в белый карлик.
18. Какая звезда может превратиться в чёрную дыру или нейтронную звезду.
19. Какие силы способствуют стабильности звезды,
20. Каково строение нашей галактики.

2 раздел

1. Как, согласно современным представлениям, образовались Земля и другие планеты.
2. Считая, что население земного шара составляет $5,5 \cdot 10^9$ человек, определите, сколько звёзд Галактики «приходится» на каждого жителя нашей планеты,
3. Сколько времени будут лететь до ближайших звёзд АМС, которые в конце XX в. покинут Солнечную систему, имея скорость 20 км/с?

Критерии оценивания

- «5» – верные ответы составляют более 90% от общего количества;
- «4» – верные ответы составляют более 80% от общего количества;
- «3» – верные ответы составляют более 70% от общего количества;
- «2» – более 60% от общего количества

Спецификация оценочного средства

Тесты 17

1. Назначение

Спецификацией устанавливаются требования к содержанию и оформлению вариантов заданий для тестов. Тесты входят в состав фонда оценочных средств и позволяют автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающихся, соответствующих контролируемым компетенциям по программе учебного предмета БД.07 *Астрономия*, программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 19.02.10 *Технология продукции общественного питания*

2.Контингент

Студенты I курса БПОУ ВО «ВПТТ»

3.Условия контроля

Текущий контроль проводится в форме теста после изучения текущего раздела или темы.

4. Перечень тем типовых заданий:

1. Предмет астрономии.
2. Основы практической астрономии.
3. Солнечная система
4. Звезды

5. Перечень используемых нормативных документов

ФГОС СОО

ФГОС СПО

Рабочая программа учебного предмета ДБ.07 «Астрономия»

Устав образовательного учреждения ФГБОУ ВО «ВГУЭС», г.Артем Программа подготовки специалистов среднего звена по специальности 19.02.10 *Технология продукции общественного питания*

Положение о текущем контроле знаний и промежуточной аттестации студентов образовательного учреждения ФГБОУ ВО «ВГУЭС», г.Артем». 19.02.10 *Технология продукции общественного питания*

6. Литература для разработки оценочных средств и подготовке студентов к текущему

контролю

1.Чаругин,В.М. Астрономия.10-11кл.. Базовый уровень /В.М. Чаругин.- М.: Просвещение, 2018.-144с.

Комплект тестов прилагается

Тест «Предмет астрономии»

1. Как называется одна из древнейших обсерваторий на Земле?

- А) Стоунхендж
- Б) Пирамида Хеопса
- В) Пирамида Кукулькана
- Г) Европейская южная обсерватория

2. В Древней Греции светила (солнце и луну) олицетворяли боги

- А) Амон и Ях
- Б) Ишьчель и Тонатиу
- В) Зевс и Гера
- Г) Гелиос и Селена

3. То, что Земля имеет форму шара, первым(и) выяснил(и)

- А) Галилео Галилей
- Б) Клавдий Птолемей
- В) Пифагор и Парменид
- Г) Николай Коперник

4. Ближайшая к Земле звезда – это

- А) Венера, в древности называемая «утренней звездой»
- Б) Солнце
- В) Альфа Центавра
- Г) Полярная звезда

5. Из какого газа, в основном, состоит Солнце?

- А) кислород
- Б) гелий
- В) азот
- Г) аргон

6. Какова температура поверхности Солнца?

- А) 2.800 градусов Цельсия
- Б) 5.800 градусов Цельсия
- В) 10.000 градусов Цельсия
- Г) 15 млн градусов Цельсия

7. Солнечная энергия является результатом

- А) термоядерного синтеза
- Б) горения
- В) плавления
- Г) таяния

8. Внешняя излучающая поверхность Солнца называется

- А) фотосферой
- Б) атмосферой
- В) хромосферой
- Г) стратосфера

9. Какие лучи не воспринимает человеческий глаз?

- А) белый свет
- Б) красный цвет
- В) фиолетовый цвет
- Г) инфракрасное излучение

10. Слой какого газа защищает Землю от космической радиации?

- А) кислорода
- Б) озона**
- В) гелия
- Г) азота

Шкала оценивания

- «5» – верные ответы составляют более 90% от общего количества;
- «4» – верные ответы составляют более 80% от общего количества;
- «3» – верные ответы составляют более 70% от общего количества;
- «2» – более 60% от общего количества

Тест «Основы практической астрономии»

Вопрос 1

Какая потребность в деятельности наших предков не являлась причиной возникновения астрономии как науки?

1. Измерение и счет времени
2. Создание календаря
3. ориентация (по сторонам горизонта)
4. измерение площадей земельных участков
5. прогнозирование небесных явлений

Вопрос 2

Раздел астрономии, изучающий происхождение и развитие небесных тел и их систем, это:

1. сравнительная планетология
2. астрофизика
3. космология
4. практическая астрономия
5. космогония

Вопрос 3

Что понимают под созвездием?

1. видимые невооруженным глазом звезды, составляющие определенную фигуру
2. конфигурацию из звезд, образующую на звездном фоне фигуру по названию созвездия
3. участок звездного неба с характерной наблюдаемой группировкой звезд, выделенный для удобства ориентировки обозначения звезд
4. участок звездного неба, на котором наблюдается определенное количество звезд
5. участок звездного неба, по которому происходит суточное движение определенных звезд

Вопрос 4

Согласно шкале звездных величин, введенной древнегреческим астрономом Гиппархом, самые слабые звезды, видимые в ясную ночь, это звезды какой величины?

1. 1
2. 2
3. 3
4. 5
5. 6

Вопрос 5

В экваториальной системе небесных координат координатами служат:

1. склонение и прямое восхождение
2. широта и долгота
3. высота и азимут
4. широта и высота

5. азимут и долгота

Вопрос 6

Кульминацией называется явление прохождением светилом:

1. небесного экватора
2. небесного меридиана
3. эклиптики
4. истинного (математического) горизонта
5. оси мира

Вопрос 7

В какой точке горизонта восходит звезда, находящаяся на небесном экваторе?

1. В точке юга
2. В точке востока
3. В точке запада
4. В точке севера
5. В точке северо-востока

Вопрос 8

В каких местах Земли отвесная линия совпадает с осью мира?

1. На экваторе
2. на 45 градусах южной широты
3. на 60 градусах северной широты
4. на Гринвичском меридиане
5. на полюсах

Вопрос 9

Высота Солнца над горизонтом 15° . Каково зенитное расстояние Солнца в этот момент. Ответ запишите в градусах.

1. 15
2. 45
3. 75
4. 90
5. 105

Вопрос 10

Промежуток времени между двумя последовательными прохождениями центра солнца через точку весеннего равнодействия - это:

1. звездный год
2. високосный год
3. тропический год
4. юлианский год
5. григорианский год

Вопрос 11

Какое астрономическое открытие не было сделано Галилео Галилеем с помощью простейшего телескопа?

1. обнаружение пятен на Солнце
2. обнаружение полярных шапок на Марсе
3. обнаружение фаз у Венеры
4. открытие четырех спутников у Юпитера
5. обнаружение гор и кратеров на Луне

Вопрос 12

Высота Солнца над горизонтом 15° . Каково зенитное расстояние Солнца в этот момент?

1. 45°
2. 90°

3. 105°
4. 15°
5. 75°

Вопрос 13

1. космология
2. сравнительная планетология
3. космогония
4. практическая астрономия
5. астрофизика

Вопрос 14

Плоскость эклиптики наклонена к плоскости небесного экватора под углом:

1. $23,5^\circ$
2. $4,5^\circ$
3. 9°
4. 17°
5. 47°

Вопрос 15

Для составления звездных карт применяется:

1. галактическая система небесных координат
2. эклиптическая система небесных координат
3. горизонтальная система небесных координат
4. экваториальная система небесных координат
5. прямоугольная система координат

Шкала оценивания

«5» – верные ответы составляют более 90% от общего количества;
«4» – верные ответы составляют более 80% от общего количества;
«3» – верные ответы составляют более 70% от общего количества;
«2» – более 60% от общего количества

Тест «Солнечная система»

1) Форма орбиты Земли:

- А) эллипс
- Б) круг
- В) параллелограмм
- Г) трапеция

2) Самый длинный день в году

- А) 21-22 декабря
- Б) 20-21 марта
- В) 23 сентября
- Г) 21-22 июня

3) Причиной смены времён года на Земле является

- А) наклон земной оси
- Б) форма орбиты Земли
- В) расстояние до Солнца

Г) солнечные затмения

4) Последний раз полное солнечное затмение на территории России наблюдалось

А) в 1492 году

Б) в 1870 году

В) в 1945 году

Г) в 1997 году

5) Во время солнечного затмения пятно, образованное лунной тенью, может достигать

А) 10 м

Б) 100 м

В) 100 км

Г) 10.000 км

6) Лидерами потребления солнечной энергии являются

А) люди

Б) животные

В) грибы

Г) растения

7) Фотосинтез возможен благодаря наличию в клетках растений

А) глюкозы

Б) хлорофилла

В) углекислого газа

Г) кислорода

8) В каком веке начались разработки по использованию солнечной энергии?

А) в 1 веке н.э.

Б) в 14 веке

В) в 20 веке

Г) в 21 веке

9) Чем объясняется движение Земли вокруг Солнца?

А) действием центробежной силы

Б) действием силы инерции

В) действием силы поверхностного натяжения

Г) действием силы упругости

10) Закон всемирного тяготения сформулировал

А) Исаак Ньютон

Б) Клавдий Птолемей

В) Галилео Галилей

Г) Николай Коперник

Шкала оценивания

«5» – верные ответы составляют более 90% от общего количества;

«4» – верные ответы составляют более 80% от общего количества;

«3» – верные ответы составляют более 70% от общего количества;

«2» – более 60% от общего количества

Тест «Звезды»

1. Сочинение «Всеобщая естественная история и теория неба» было написано

А) Зигмундом Фрейдом

Б) Эммануилом Кантом

В) Альбертом Эйнштейном

Г) Исааком Ньютоном

2. Согласно современным взглядам на происхождение Солнца и солнечной системы, они образовались из

А) Других звёзд и планет

Б) Большого взрыва

В) газопылевого облака

Г) межзвездного газа

3. Процесс образования планет может длиться:

А) 10.000 лет

Б) 100.000 лет

В) 1.000.000.000 лет

Г) 100.000.000 лет

4. Солнце зажглось приблизительно

А) 100 млн. лет назад

Б) 1 млрд. лет назад

В) 4,5 млрд лет назад

Г) 100 млрд. лет назад

5. Преимущественно из газов состоят следующие планеты:

А) Меркурий и Марс

Б) Плутон и Юпитер

В) Венера и Земля

Г) Марс и Сатурн

6. В процессе старения Солнце превратится

А) в синего карлика

Б) в красного карлика

В) в красного гиганта

Г) в синего гиганта

7. Белый карлик – это

А) потухшая и остывающая звезда

Б) только что образовавшаяся звезда

В) звезда, находящаяся очень далеко от Земли

Г) газовая планета

8. Сверхновая звезда рождается

А) из газопылевого облака

Б) из чёрной дыры

В) в результате взрыва красного гиганта

Г) в результате взрыва белого карлика

9. Нейтронная звезда

А) невероятно мала и легка

Б) невероятно мала и тяжела

В) очень велика и легка

Г) очень велика и тяжела

10. «Провалом в пространстве» можно назвать

А) нейтронную звезду

Б) сверхновую звезду

В) белого карлика

Г) чёрную дыру

Шкала оценивания

«5» – верные ответы составляют более 90% от общего количества;

«4» – верные ответы составляют более 80% от общего количества;

«3» – верные ответы составляют более 70% от общего количества;

«2» – более 60% от общего количества.

Спецификация оценочного средства Лабораторные работы код 21

1. Назначение

Спецификацией устанавливаются требования к содержанию и оформлению вариантов *лабораторных работ*. *Лабораторная работа* входит в состав фонда оценочных средств и предназначена для *текущего контроля* и оценки приобретенных обучающимися навыков и умений по управлению конкретным материальным объектом, соответствующих контролируемым компетенциям по программе учебного предмета *БД Астрономия*, программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 19.02.10 Технология продукции общественного питания

2. Контингент

Студенты I курса ФГБОУ ВО «ВГУЭС», г.Артем

3. Условия контроля

Текущий контроль проводится в форме *лабораторной работы* после изучения *текущего раздела или темы*.

4. Перечень лабораторных работ:

Лабораторная работа №1 «Изучение звездного неба с помощью подвижной карты»

Лабораторная работа №2 «Изучение систем счета времени»

Лабораторная работа №3 «Кратные звезды»

5. Перечень используемых нормативных документов

ФГОС СОО

ФГОС СПО

Рабочая программа учебного предмета ДБ.07 «Астрономия»

Устав образовательного учреждения ФГБОУ ВО «ВГУЭС», г.Артем Программа подготовки специалистов среднего звена по специальности 19.02.10 Технология продукции общественного питания

Положение о текущем контроле знаний и промежуточной аттестации студентов образовательного учреждения ФГБОУ ВО «ВГУЭС», г.Артем». 19.02.10 Технология продукции общественного питания

6. Литература для разработки оценочных средств и подготовке студентов к текущему контролю

1. Чаругин, В.М. Астрономия. 10-11 кл.. Базовый уровень / В.М. Чаругин. - М.: Просвещение, 2018. - 144с.

Комплект лабораторных работ прилагается

Лабораторная работа №1 «Изучение звездного неба с помощью подвижной карты» (2 часа)

Цель:

1. Научиться определять вид звездного неба в любой момент суток произвольного дня года.
2. Научиться определять координаты звезд.

Оборудование: Подвижная карта звездного неба, накладной круг.

Теоретическая часть.

Вид звёздного неба изменяется из - за суточного вращения Земли. Изменение вида звёздного неба в зависимости от времени года происходит вследствие обращения Земли вокруг Солнца. Подвижная карта звёздного неба изображена на рис.1. Она состоит из карты звездного неба и накладного круга.

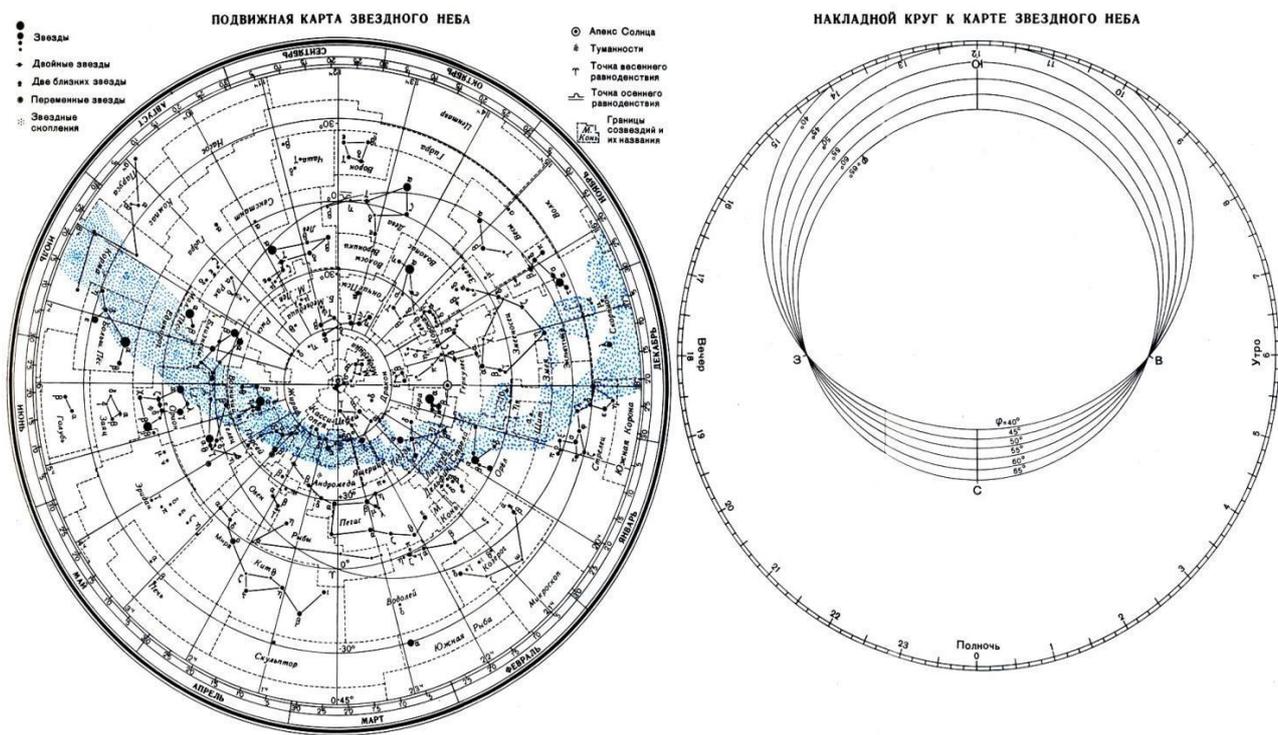


Рис.1

На карте звёзды показаны чёрными точками, размеры которых характеризуют яркость звёзд, туманности обозначены штриховыми линиями. Северный полюс мира изображён в центре карты. Линии, исходящие от северного полюса мира, показывают расположение кругов склонения. На звёздной карте для двух ближайших кругов склонения угловое расстояние равно 2 ч. Небесные параллели нанесены через 30° . С их помощью произвести отсчёт склонение светил δ . Точки пересечения эклиптики с экватором, для которых прямое восхождение 0 и 12 ч., называются точками весеннего γ и Ω равноденствий. По краю звёздной карты нанесены месяцы и числа, а на накладном круге – часы.

Для определения местоположения небесного светила необходимо месяц, число, указанное на звёздной карте, совместить с часом наблюдения на накладном круге.

На карте зенит расположен вблизи центра выреза (в точке пересечения нити, изображающей небесный меридиан с небесной параллелью, склонение которой равно географической широте места наблюдения).

Область карты, заключенная внутри небесного экватора, представляет северную небесную полусферу; остальная часть карты изображает поле южной небесной полусферы. Изображения созвездий южной полусферы растянуты, и их вид несколько отличается от привычного вида тех же созвездий на небе.

По наружному обрзу карты, называемому лимбом дат, нанесены календарные числа и названия месяцев года.

Помимо координатной сетки нанесены границы и название созвездий, наиболее яркие звезды в каждом созвездии, туманности и звездные скопления, Млечный Путь.

Внешний обрз круга, называемый часовым лимбом, разделен на 24 часа. Часовой лимб оцифрован в системе среднего времени.

Ход работы

1. Установить подвижную карту звездного неба на день и час наблюдения и назвать созвездия, видимые в данный момент времени.
2. Установить подвижную карту звездного неба на день и час наблюдения и назвать созвездия, невидимые в данный момент времени.
3. Определить, будут ли видны созвездия Девы, Рака, Весов в полночь 15 сентября?

4. Определить, какие из перечисленных созвездий: Малая Медведица, Волопас, Возничий, Орион – для данной широты будут незаходящими?
5. Определить светила, находящиеся в зените 25 мая в 22 часа?
6. Определить светила, которые кульминируют в 11 часов 5 мая?
7. Найдите на звездной карте и назовите объекты, имеющие координаты:
 $\delta = -9^{\circ}$, $\alpha = 15^{\text{ч}} 12^{\text{м}}$.
 $\delta = +48^{\circ}$, $\alpha = 3^{\text{ч}} 40^{\text{м}}$.
8. Определить экваториальные координаты следующих звезд:

Склонение δ

- α Тельца (Альдебаран)
- β Ориона (Ригель)
- α Близнецов (Кастор)
- α Льва (Регул)
- α Волопаса (Арктур)

Прямое восхождение α

9. Сделать вывод по работе.

Лабораторная работа №2 «Изучение систем счета времени» (2 часа)

Цель работы: изучение различных систем счета времени.

Оборудование: модель небесной сферы, астрономический календарь (постоянная и переменная части), подвижная звездная карта.

Вопросы к допуску:

1. Понятие звездного времени.
2. Среднее и истинное солнечное время.
3. Уравнение времени.
4. Связь местного времени с географической долготой.

Основные теоретические сведения

Измерение времени основано на наблюдениях суточного вращения небесного свода и годового движения Солнца, т.е. на вращении Земли вокруг оси и на обращении Земли вокруг Солнца.

Вращение Земли вокруг оси происходит почти равномерно, с периодом, равным периоду вращения небесного свода. Поэтому по углу поворота Земли от некоторого начального положения можно судить о протекшем времени. За начальное положение Земли принимается момент прохождения плоскости земного меридиана места наблюдения через избранную точку на небе, или, что одно и то же, момент верхней кульминации этой точки на данном меридиане.

Продолжительность основной единицы времени, называемой сутками, зависит от избранной точки на небе. В астрономии за такие точки принимаются:

- точка весеннего равноденствия (*звездное время*),
- центр видимого диска Солнца (*истинное Солнце*, истинное солнечное время),
- *среднее Солнце* — фиктивная точка, положение которой на небе может быть вычислено теоретически для любого момента времени (среднее солнечное время).

Для измерения длинных промежутков времени служит тропический год, основанный на движении Земли вокруг Солнца.

Тропический год — промежуток времени между двумя последовательными прохождениями центра истинного Солнца через точку весеннего равноденствия. Содержит 365,2422 средних солнечных суток.

Из-за медленного движения точки весеннего равноденствия навстречу Солнцу, вызванного прецессией, относительно звезд Солнце оказывается в той же точке неба через промежуток времени на 20 мин. 24 с. больший, чем тропический год. Он называется *звездным годом* и содержит 365,2564 средних солнечных суток.

Звездное время. Промежуток времени между двумя последовательными одноименными кульминациями точки весеннего равноденствия на одном и том же географическом меридиане называется *звездными сутками*.

За начало звездных суток на данном меридиане принимают момент верхней кульминации точки весеннего равноденствия.

Время, протекшее от верхней кульминации точки Υ до любого другого ее положения, выраженное в долях звездных суток, называется *звездным временем* S .

Угол, на который Земля повернется от момента верхней кульминации точки весеннего равноденствия до какого-нибудь другого момента, равен часовому углу точки Υ в этот момент.

$$S = t_{\Upsilon}.$$

Практически для установления начала звездных суток или звездного времени в какой-то момент надо измерить часовой угол t какого-либо светила M , прямое восхождение которого известно. Тогда звездное время:

$$S = \alpha + t,$$

где $t = \angle Qm$, $\alpha = \angle \Upsilon m$, а $t_{\Upsilon} = \angle Q\Upsilon = S$.

Звездное время в любой момент равно прямому восхождению какого-либо светила плюс его часовой угол. В момент верхней кульминации светила его часовой угол $t = 0$, тогда $S = \alpha$.

Звездное время для наблюдателей, находящихся на разных меридианах, будет разным. Разность звездного времени в двух пунктах земной поверхности в один и тот же физический момент равна разности *географических долгот* этих пунктов.

$$S_2 - S_1 = \lambda_2 - \lambda_1.$$

Истинное солнечное время. Промежуток времени между двумя последовательными одноименными кульминациями Солнца (центра солнечного диска) на одном и том же географическом меридиане называется *истинными солнечными сутками*. За начало истинных солнечных суток на данном меридиане принимают момент нижней кульминации Солнца (*истинная полночь*).

Время, протекшее от нижней кульминации Солнца до любого другого его положения, выраженное в долях истинных солнечных суток называется *истинным солнечным временем* T_c .

Истинное солнечное время T_c на данном меридиане в любой момент:

$$T_c = t_c + 12^h,$$

где t_c – часовой угол Солнца.

Истинные солнечные сутки имеют различную продолжительность, так как:

1. Солнце движется не по небесному экватору, а по эклиптике, наклоненной к экватору под углом $23^{\circ}26'$.
2. Движение Солнца по эклиптике неравномерно.

Среднее солнечное время. Чтобы получить сутки постоянной продолжительности и в то же время связанные с движением Солнца, в астрономии введены понятия двух фиктивных точек — среднего эклиптического и среднего экваториального Солнца.

Среднее эклиптическое Солнце равномерно движется по эклиптике со средней скоростью Солнца.

Среднее экваториальное Солнце равномерно движется по экватору с постоянной скоростью среднего эклиптического Солнца и одновременно с ним проходит точку весеннего равноденствия.

Промежуток времени между двумя последовательными одноименными кульминациями среднего экваториального Солнца на одном и том же географическом меридиане называется *средними солнечными сутками*.

Продолжительность средних солнечных суток равна среднему значению продолжительности истинных солнечных суток за год.

За начало средних солнечных суток на данном меридиане принимают момент нижней кульминации среднего экваториального Солнца (*средняя полночь*).

Время, протекшее от нижней кульминации среднего экваториального Солнца до любого другого его положения, выраженное в долях средних солнечных суток, называется *средним солнечным временем* T_m .

Среднее солнечное время T_m на данном меридиане в любой момент:

$$T_m = t_m + 12^h,$$

где t_m – часовой угол Солнца.

Разность между средним и истинным солнечным временем в один и тот же момент называется *уравнением времени* η .

$$\eta = T_m - T_c = t_m - t_c = \alpha_c - \alpha_m,$$

где t – часовой угол, а α — прямое восхождение.

Отсюда следует

$$T_m = T_c + \eta = t_c + 12^h + \eta.$$

Уравнение времени обращается в нуль около 15 апреля, 14 июля, 1 сентября и 24 декабря, и четыре раза в году принимает экстремальные значения, из них наиболее значительные около 11 февраля ($\eta = +14^m$) и 2 ноября ($\eta = -16^m$).

Уравнение времени публикуется в астрономических календарях - ежегодниках ВАГО для каждой средней полуночи на меридиане Гринвича. Если в календаре дан момент верхней кульминации центра истинного Солнца, то имея

в виду, что этот момент дан по среднему времени, и что в данный момент истинное солнечное время равно 12^h , получим уравнение:

$$\eta = T_m - 12^h.$$

Всемирное время. Местное среднее солнечное время гринвичского меридиана называется *всемирным, или мировым временем* T_0 .

Местное среднее солнечное время любого пункта на Земле определяется:

$$T_m = T_0 + \lambda^h,$$

где λ^h – долгота данного пункта, выраженная в часовой мере (h).

Поясное время. Местных систем счета времени бесчисленное множество, как и меридианов.

В 1884 году была предложена поясная система счета среднего времени. Счет времени ведется только на 24 основных географических меридианах, расположенных друг от друга по долготе точно через 15° , приблизительно *посередине* каждого часового пояса. *За основной меридиан нулевого пояса принят Гринвичский.*

Местное среднее солнечное время основного меридиана какого-либо часового пояса называется *поясным временем* T_n . Связь поясного времени с местным и всемирным выражается следующим образом:

$$\begin{aligned} T_m - T_n &= \lambda^h - n^h, \\ T_n &= T_0 + n^h \end{aligned}$$

где n^h – число целых часов, равное номеру часового пояса (долгота основного меридиана часового пояса).

Декретное время. В целях более рационального распределения электроэнергии, идущей на освещение предприятий и жилых домов, в летнее время вводят летнее время. В СССР 16.07.1930г. декретом правительства стрелки часов перевели на 1 час вперед против поясного времени.

Для получения зачета необходимо:

1. Уметь свободно ориентироваться в разных системах счета времени.
2. С помощью подвижной звездной карты уметь определить звездное время, зная в этот момент среднее местное время, а также уметь решать и обратную задачу.
3. Представить преподавателю оформленные вычисления, требуемые в задании.

Лабораторная работа №2 Кратные звезды (2 часа)

Цель работы: определение блеска, светимости и расстояния между звездами в двойной системе.

Оборудование и пособия: астрономический календарь (постоянная часть), калькулятор.

Вопросы к допуску:

1. Типы кратных звездных систем.
2. Характеристики затменно-переменных и спектрально-двойных звездных систем.

Основные теоретические сведения

Двойные и кратные звезды. Наблюдения показывают, что некоторые звезды объединены в физически связанные между собой пары. Они называются *физическими* двойными звездами.

Существуют также случайные объединения звезд, когда кажется, что звезды образуют пару вследствие эффекта проекции двух физически не связанных объектов. Такие пары называются *оптическими*.

Двойные звезды встречаются очень часто. Их изучение важно для выяснения природы звезд и для космогонических проблем происхождения и эволюции звезд.

Оба компонента пары сильно притягиваются друг к другу, но сила притяжения уравнивается центробежной силой вращения. Это приводит к орбитальному движению вокруг общего центра масс. Скорость этого движения и форма орбиты несут информацию о массах небесных тел.

Двойные системы очень многообразны. Существуют пары настолько близкие друг к другу, что их поверхности почти соприкасаются. Приливное взаимодействие приводит к тому, что компоненты приобретают форму эллипсоидов и с их поверхностей вещество перетекает с одного компонента на другой или даже постепенно выбрасывается за пределы системы. Периоды обращения таких систем составляют несколько часов.

Двойственность тесной системы обнаруживается с помощью спектрографа, а также путем изучения взаимных затмений, вызывающих переменность блеска. Эти звезды нельзя увидеть раздельно. Такие системы называются *спектрально-двойными* или *фотометрическими двойными*, в зависимости от того, с помощью спектрографа или фотометра устанавливается двойственность.

Когда два компонента разделены сильнее, на расстояние в несколько сотен радиусов, их можно различить в телескоп. Такие пары называют *визуально-двойными*.

Расстояния между компонентами этих пар могут быть столь велики, что притяжение других звезд способно разрушить двойную систему.

Компоненты могут быть одинаковыми и совсем разными. Иногда одна из звезд настолько мала, что не видна и выдает свое присутствие, вызывая аномалии в движении главной звезды. Такие системы называются *астрометрическими двойными*.

Часто встречаются кратные звездные системы, состоящие из нескольких звезд. При этом такие пары могут быть одновременно визуально-двойными, спектрально-двойными и иметь невидимые спутники. Например, звезда Альфа Центавра.

Затменно-переменные звезды. Кривые блеска, определение орбит компонент и физических характеристик. Затменными переменными называются такие неразрешимые в телескопы тесные пары звезд, видимая зв. величина которых меняется вследствие периодически наступающих для земного наблюдателя затмений одного компонента системы другим. В этом случае звезда с большей светимостью называется главной, а с меньшей — спутником. Типичные примеры — Алголь (β Персея) и β Лиры.

Вследствие регулярно происходящих затмений главной звезды спутником, а также спутника главной звездой, суммарная видимая зв. величина меня-

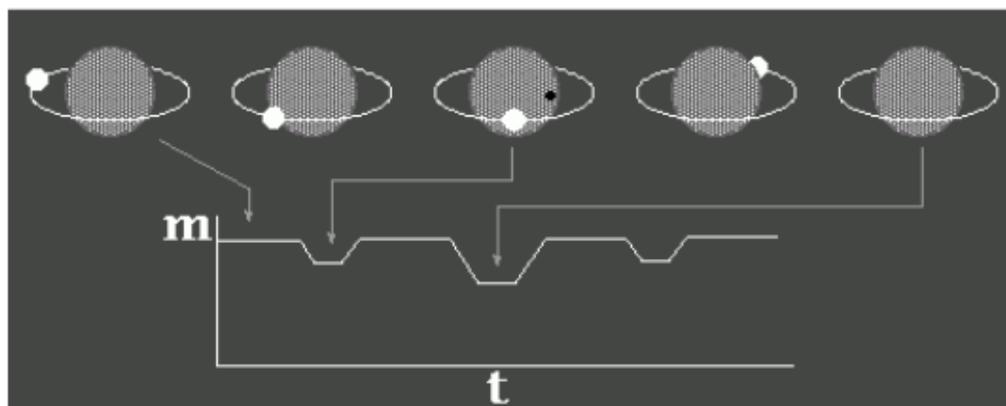


Рис.15

График изменения блеска затменно-двойной звезды

ется периодически.

График, изображающий изменение потока излучения звезды со временем называется кривой блеска. Момент времени, в который звезда имеет наименьшую видимую звездную величину, называется эпохой максимума, а наибольшую — эпохой минимума.

Разность звездных величин в минимуме и максимуме называется амплитудой, а промежуток времени между двумя последовательными максимумами или минимумами — периодом переменности.

По характеру кривой блеска затменной переменной звезды можно найти элементы орбиты одной звезды относительно другой, относительные размеры компонентов, представление об их форме.

На кривой блеска видны два минимума — глубокий, соответствующий затмению главной звезды, и слабый, возникающий, когда главная звезда затмевает спутник.

На основании детального изучения кривых блеска можно получить следующие данные о компонентах затменных переменных звезд:

1. Характер затмений определяется наклоном и размерами звезд. Когда диск одной звезды полностью перекрывается диском другой, соответствующие области кривой блеска имеют плоские участки, что говорит о постоянстве излучения системы в течение некоторого времени. Если затмения частные — минимумы острые.

Если звезды примерно равны по размерам, минимумы и максимумы кривой примерно одинаковы, если одна звезда значительно меньше, то максимум сильно превосходит минимум.

2. На основании продолжительности минимумов находят радиусы компонентов выраженные в долях большой полуоси орбиты, так как продолжительность затмения пропорциональна диаметрам звезд.

3. Если затмение полное, то по отношению глубин минимумов можно найти отношение светимостей, а при известных радиусах — отношение эффективных температур звезд.

4. Плавное изменение кривой блеска говорит об эллипсоидальности, вызванной приливным воздействием очень близких компонентов двойных звезд.

В настоящее время известно около 4000 затменных звезд различных типов. Минимальный известный период — около часа, максимальный более 57 лет.

Спектрально-двойные звезды. В спектрах некоторых звезд наблюдаются периодическое раздвоение или колебание положения спектральных линий. Если эти звезды являются затменными переменными, то колебания линий происходят с тем же периодом, что и изменение блеска. При этом в моменты соединений, когда обе звезды движутся перпендикулярно лучу зрения, отклонение спектральных линий от среднего положения равно 0. Если наблюдаемый спектр принадлежит только одной звезде, то вместо раздвоения линий наблюдается их смещение то в красную, то в синюю область спектра. Зависимость от времени лучевой скорости, определенной по смещениям линий, называется *кривой лучевых скоростей*.

В настоящее время известно около 2500 звезд, двойственная природа которых установлена только на основании спектральных наблюдений. Для 750 из

них получены кривые лучевых скоростей, позволяющие найти периоды обращения и форму орбиты.

Так как энергия, получаемая нами от кратной звезды равна сумме энергий от каждой из компонент, то блеск E кратной звезды равен сумме блеска ее компонентов:

$$E = E_1 + E_2 + \dots,$$

и поэтому ее видимая m и абсолютная M звездные величины всегда меньше звездной величины m_i и M_i любого компонента.

Вычисление суммарной звездной величины легче всего произвести, пользуясь соответствующими таблицами.

Если видимую звездную величину более яркого компонента обозначить через m_1 , а более слабого – через m_2 , то $m_2 > m_1$, и по разности

$$\Delta m = m_2 - m_1$$

в таблицах отыскивается поправка $\Delta m'$, позволяющая определить

$$m = m_1 - \Delta m'.$$

Этот табличный метод может быть последовательно применен к компонентам звезды любой кратности.

Согласно формуле Погсона отношение блеска двух звезд E_1 и E_2 связано с их звездными величинами m_1 и m_2 :

$$\frac{E_1}{E_2} = 2,512^{(m_2 - m_1)}$$

Таким образом, зная видимые звездные величины компонент кратной звезды, можно вычислить отношение блеска этих звезд.

Энергия, проходящая в единицу времени через замкнутую поверхность, окружающую данный источник излучения, называется его светимостью. Следовательно, блеск звезды пропорционален ее светимости и обратно пропорционален квадрату расстояния до нее. Обозначим светимость буквой L , расстояние до звезды – буквой r , а коэффициент пропорциональности – k . Тогда

$$E = k \frac{L}{r^2}.$$

Для двух звезд имеем

$$E_1 = k \frac{L_1}{r_1^2}, \quad E_2 = k \frac{L_2}{r_2^2}.$$

Деля первое равенство на второе, получим:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{L_1 \cdot r_2^2}{L_2 \cdot r_1^2}.$$

Если две звезды составляют физически двойную звезду, то расстояние до этих звезд практически одинаково: $r_1 = r_2$. Тогда получим:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{L_1}{L_2}.$$

Отношение блеска двух звезд системы равно отношению их светимостей. Линейное расстояние между компонентами физически двойной звезды может

быть вычислено только в том случае, если известны годичный параллакс π и наклонение i орбиты компонента — спутника к картинной плоскости, т.е. к плоскости, перпендикулярной к лучу зрения наблюдателя. Эта плоскость касательна к небесной сфере в той ее точке, в которой находится звезда. Если i не известно, то можно установить лишь проекцию между звездами на картинную плоскость.

Пусть компоненты двойной звезды видны под углом ρ'' , параллакс двойной звезды равен π'' , расстояние между компонентами d , проекция этого расстояния на картинную плоскость — d_n , расстояние от Земли до Солнца равно одной астрономической единице a_0 . Обозначив расстояние звезды от Земли через r , получим:

$$d_n = r \sin \rho''; \quad a_0 = r \sin \pi'';$$

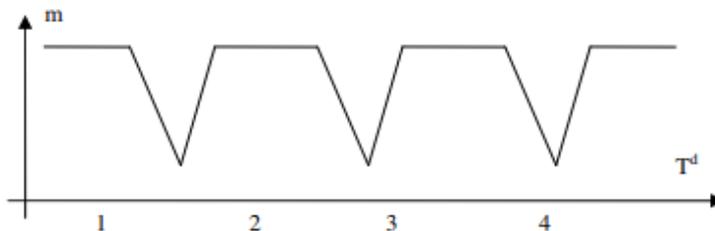
так как ρ'' и π'' очень малы, то

$$\frac{\sin \rho''}{\sin \pi''} = \frac{\rho''}{\pi''}.$$

Следовательно, $d_n / a_0 = \rho'' / \pi''$. Но $a_0 = 1$ а.е. Тогда $d_n = \rho'' / \pi''$. В таком случае d_n вычисляется в астрономических единицах.

Образец заданий

- По кривой изменения блеска затменной переменной звезды определить:
 - характеристики звезд пары: размеры относительно друг друга и относительно их орбиты; составляет ли блеск спутника заметную долю блеска главной звезды;
 - форму, характер затмения (полное, частное или кольцеобразное);
 - период обращения звезд;
 - продолжительность затмения.



- Вычислить проекцию на картинную плоскость линейного расстояния между компонентами, отношение их светимостей и суммарную видимую звездную величину (приняв, что если $m_0 = 0$, то $E_0 = 1$), двойных звезд:
 - β Скорпиона
 - γ Девы
- Определить по таблице общую видимую звездную величину двойных звезд:
 - γ Девы
 - γ Дельфина

4. Определить общую светимость, приняв светимость Солнца = 1, двойной звезды β Скорпиона.
5. Определить видимую звездную величину каждого компонента трехкратной звезды по ее общей видимой звездной величине m и соотношению блеска E между компонентами:

$$m = 3^m,74$$

первый компонент ярче третьего в 3.5 раза;

второй компонент ярче третьего в 1.9 раза.

Примеры выполнения некоторых заданий

1. Вычислить проекцию на картинную плоскость линейного расстояния между компонентами и суммарную видимую звездную величину (приняв, что если $m_0 = 0$, то $E_0 = 1$), двойной звезды: β Скорпиона.

Проекцию на картинную плоскость линейного расстояния d_n между компонентами двойной звезды можно вычислить, зная угловое расстояние между компонентами ρ'' и годичный параллакс π'' этой звезды. Угловое расстояние ρ'' взять из таблицы «Двойные и кратные звезды» астрономического календаря (напр. Школьного) $\rho'' = 14''$, а годичный параллакс π'' можно найти, зная расстояние (из той же таблицы) до данной двойной звезды в парсеках l (пс). В таблице r может быть дано в световых годах, как в данном случае: $r = 650$ св. лет. Переведем в парсеки, зная, что $1 \text{ пс} = 3.26$ св. лет. Получим: $r = 650 / 3.26 = 199.4$ пс. Тогда годичный параллакс $\pi'' = 1/r$ (пс), т. е. $\pi'' = 1/199.4 = 0''.005$. А проекция на картинную плоскость линейного расстояния в астрономических единицах $d_n = \rho'' / \pi''$. Т. е. $d_n = 14 / 0.005 = 2791$ а.е.

Суммарную видимую звездную величину m можно найти, используя формулу Погсона (приняв, что если $m_0 = 0$, то $E_0 = 1$), записанную для логарифма отношения блеска данной двойной к блеску звезды с параметрами $m_0 = 0$ и $E_0 = 1$, т.е. $\lg(E/E_0) = 0.4(m_0 - m) \Rightarrow \lg E = -0.4m$. Откуда суммарная видимая звездная величина $m = -2.512 \lg E$ (*), где E – суммарный блеск двойной звезды. Как известно $E = E_1 + E_2$, где E_1 – это блеск первого компонента, а E_2 – это блеск второго компонента. Блеск отдельных компонентов можно найти по формулам Погсона, записанным для отношения блеска данного компонента к блеску звезды с параметрами $m_0 = 0$ и $E_0 = 1$, т.е. $E_1/E_0 = 2.512^{(m_0 - m_1)}$ и $E_2/E_0 = 2.512^{(m_0 - m_2)}$, где m_1 и m_2 – видимые звездные величины компонентов двойной звезды, данные в таблице. Учитывая $m_0 = 0$ и $E_0 = 1$, получаем $E_1 = 2.512^{(-m_1)}$ и $E_2 = 2.512^{(-m_2)}$. Для нашей звезды $m_1 = 2^m.6$ и $m_2 = 4^m.9$. Поэтому $E_1 = 2.512^{(-2.6)} = 0.09$ и $E_2 = 2.512^{(-4.9)} = 0.01$. Далее $E = E_1 + E_2 = 0.1$. Подставляя в (*), получаем $m = -2.512 \lg(0.1) = 2^m.512$.

2. Определить, приняв светимость Солнца $L_c = 1$, общую светимость двойной звезды β Скорпиона. Суммарная видимая звездная величина этой звезды $m = 2^m.512$.

Известно, что блеск звезды пропорционален ее светимости и обратно пропорционален квадрату расстояния до нее: $E = kL/r^2$. То же можно записать и для Солнца: $E_c = kL_c/r_c^2$. Разде-

$$L = L_c \frac{E}{E_c} \frac{r_c^2}{r^2}.$$

лим первое выражение на второе и выразим светимость звезды:

Отношение E/E_c по формуле Погсона:

$$L = \frac{r^2}{r_c^2} 2.512^{(m_c - m)}.$$

С учетом $L_c = 1$, получаем:

$$\frac{E}{E_c} = 2.512^{(m_c - m)}.$$

Видимая звездная величина Солнца $m_c = -26^m$, расстояние до Солнца $r_c = 1$ а.е., видимая звездная величина β Скорпиона $m = 2^m.512$, а расстояние до нее $r = 650$ св. лет. Выразив r в а.е., получим $r = 41126475$ а.е.. Подставляя в формулу, получаем: $L = 41126475^2 \times 2.512^{(26.512 - 2^m.512)} = 6651$.

3. Определить видимую звездную величину каждого компонента трехкратной звезды по ее общей видимой звездной величине m и соотношению блеска E между компонентами: $m = 3^m.74$

первый компонент ярче третьего в 3.5 раза;

второй компонент ярче третьего в 1.9 раза.

Сначала запишем отношения блеска между компонентами, данные в условии: $E_1/E_3 = 3.5$, $E_2/E_3 = 1.9$. Отсюда $E_1 = 3.5E_3$, $E_2 = 1.9E_3$. Видимую звездную величину каждого компонента трехкратной звезды по ее общей видимой звездной величине m можно определить, используя формулу Погсона, записанную для логарифма отношения блеска данного компонента к суммарному (общему) блеску звезды: например, $\lg(E/E_3) = 0.4(m_3 - m)$. Отсюда $m_3 = m + 2.5 \lg(E/E_3)$ (*). Суммарный (общий) блеск звезды: $E = E_1 + E_2 + E_3$. Подставив $E_1 = 3.5E_3$ и $E_2 = 1.9E_3$, получим $E = 3.5E_3 + 1.9E_3 + E_3 = 6.4E_3$. Следовательно, $E/E_3 = 6.4$. Подставив в (*), и в итоге будем иметь $m_3 = 3^m.74 + 2.5 \lg(6.4) = 5^m.75$.

Видимую звездную величину первого компонента найдем, используя формулу: $\lg(E_1/E_3) = 0.4(m_3 - m_1)$. Отсюда $m_1 = m_3 - 2.5 \lg(E_1/E_3)$. Подставив $E_1/E_3 = 3.5$ и m_3 , получим $m_1 = 5^m.75 - 2.5 \lg(3.5) = 4^m.38$.

Видимую звездную величину второго компонента найдем, используя формулу $\lg(E_2/E_3) = 0.4(m_3 - m_2)$. Отсюда $m_2 = m_3 - 2.5 \lg(E_2/E_3)$. Подставим $E_2/E_3 = 1.9$ и m_3 , получим $m_2 = 5^m.75 - 2.5 \lg(1.9) = 5^m.05$.

Критерии оценивания лабораторных работ:

Оценка «5» ставится, если обучающийся:

Правильно определил цель опыта и выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений. Самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью. Научно грамотно, логично описал наблюдения и сформулировал выводы из опыта. В

представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы.

Оценка «4» ставится, если обучающийся выполнил требования к оценке «5», но: Опыт проводил в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений. Было допущено два – три недочета или более одной грубой ошибки и одного недочета. Эксперимент проведен не полностью или в описании наблюдений из опыта обучающийся допустил неточности, выводы сделал неполные.

Оценка «3» ставится, если обучающийся:

Правильно определил цель опыта; работу выполняет правильно не менее чем наполовину, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы. Подбор оборудования, объектов, материалов, а также работы по началу опыта провел с помощью преподавателя; или в ходе проведения опыта и измерений опыта были допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов. Допускает грубую ошибку в ходе эксперимента (в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с материалами и оборудованием), которая исправляется по требованию преподавателя.

Оценка «2» ставится, если обучающийся:

Не определил самостоятельно цель опыта: выполнил работу не полностью, не подготовил нужное оборудование и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов. Опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно. В ходе работы и в отчете обнаружились в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3». Допускает две (и более) грубые ошибки в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не может исправить даже по требованию учителя.

Спецификация оценочного средства Практические работы код 21

1. Назначение

Спецификацией устанавливаются требования к содержанию и оформлению вариантов *практических работ*. *Практическая работа* входит в состав фонда оценочных средств и предназначена для *текущего контроля* и оценки приобретенных обучающимися навыков и умений по управлению конкретным материальным объектом, соответствующих контролируемым компетенциям по программе учебного предмета БД.07 «Астрономия», Программа подготовки специалистов среднего звена по специальности 19.02.10 Технология продукции общественного питания

2. Контингент

Студенты I курса ФГБОУ ВО «ВГУЭС», г. Артем

3. Условия контроля

Текущий контроль проводится в форме практических работ при изучении текущего раздела или темы.

4. Перечень тем типовых заданий:

П.Р. №1 Определение расстояний до тел Солнечной системы и их размеров

П.Р. №2 Решение задач на законы Кеплера.

П.Р. №3 Малые тела Солнечной системы

П.Р. №4 Решение задач на закон смещения Вина и закон Стефана-Больцмана

П.Р. №5 Определение светимости звезд»

П.Р. №6 Эволюция Вселенной. Закон Хаббла

П.Р. №7 Черные дыры, их природа и опасность

5. Перечень используемых нормативных документов

ФГОС СОО

ФГОС СПО

Рабочая программа учебного предмета БД.07 «Астрономия»

Устав образовательного учреждения ФГБОУ ВО «ВГУЭС», г.Артем

Программа подготовки специалистов среднего звена по специальности 19.02.10

Технология продукции общественного питания

Положение о текущем контроле знаний и промежуточной аттестации студентов образовательного учреждения ФГБОУ ВО «ВГУЭС», г.Артем

6. Литература для разработки оценочных средств и подготовке студентов к текущему контролю

1. Б.А. Воронцов-Вельяминов, Е.К. Страут. Астрономия. Базовый уровень. 11 класс - учебник. – М.: Дрофа, 2015.

Комплект практических работ по темам прилагается

Практическая работа №1 «Определение расстояний до тел Солнечной системы и их размеров»

Используя третий закон Кеплера, среднее расстояние всех планет от Солнца можно выразить через среднее расстояние Земли от Солнца. Определив его в километрах, можно найти в этих единицах все расстояния в Солнечной системе.

С 40-х годов нашего века радиотехника позволила определять расстояния до небесных тел посредством радиолокации, о которой вы знаете из курса физики. Советские и американские ученые уточнили радиолокацией расстояния до Меркурия, Венеры, Марса и Юпитера.

Классическим способом определения расстояний был и остается угломерный геометрический способ. Им определяют расстояния и до далеких звезд, к которым метод радиолокации неприменим. Геометрический способ основан на явлении параллактического смещения.

Параллактическим смещением называется изменение направления на предмет при перемещении наблюдателя (рис. 1).

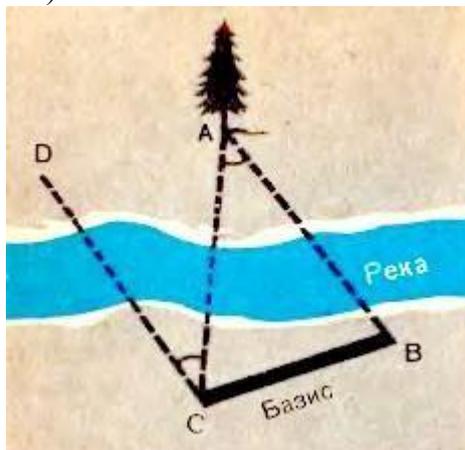


Рис. 1. Измерение расстояния до недоступного предмета по параллактическому смещению.

Посмотрите на вертикально поставленный карандаш сначала одним глазом, затем другим. Вы увидите, как он при этом переменил положение на фоне далеких предметов, направление на него изменилось. Чем дальше вы отодвинете карандаш, тем меньше будет параллактическое смещение. Но чем дальше отстоят друг от друга точки наблюдения, т. е. чем больше базис, тем больше параллактическое смещение при той же удаленности предмета. В нашем примере базисом было расстояние между глазами. Принцип параллактического смещения широко используется в военном деле при определении расстояния до цели посредством дальномера. В дальномере базисом является расстояние между объективами.

Для измерения расстояний до тел Солнечной системы за базис берут радиус Земли. Наблюдают положение светила, например Луны, на фоне далеких звезд одновременно из двух обсерваторий. Расстояние между обсерваториями должно быть как можно больше, а соединяющий их отрезок должен составлять угол, по возможности близкий к прямому с направлением на светило, чтобы параллактическое смещение было максимальным. Определив из двух точек А и В (рис. 2) направления на наблюдаемый объект, несложно вычислить угол ρ , под которым с этого объекта был бы виден отрезок, равный радиусу Земли.

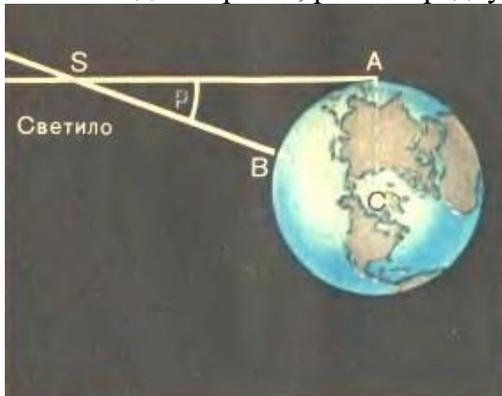


Рис. 2. Горизонтальный параллакс светила.

Угол, под которым со светила виден радиус Земли, перпендикулярный к лучу зрения, называется *горизонтальным параллаксом*.

Чем больше расстояние до светила, тем меньше угол ρ . Этот угол равен параллактическому смещению светила для наблюдателей, находящихся в точках Л и В, точно так же как СЛВ для наблюдателей веточках С и В (рис. 1). САВ удобно определять по равному ему ВСА а равны они, как углы при параллельных прямых (DC параллельна АВ по построению).

Расстояние

$$SC = D = \frac{R}{\sin \rho},$$

где R - радиус Земли. Приняв R за единицу, можно выразить расстояние до светила в земных радиусах.

Параллакс Луны составляет $57'$. Все планеты и Солнце гораздо дальше, и их параллаксы составляют секунды. Параллакс Солнца, например, $\rho_s = 8,8''$. Параллаксу Солнца соответствует среднее расстояние Земли от Солнца, примерно равное $150\,000\,000$ км. Это расстояние принимается за *одну астрономическую единицу* (1 а. е.). В астрономических единицах часто измеряют расстояния между телами Солнечной системы.

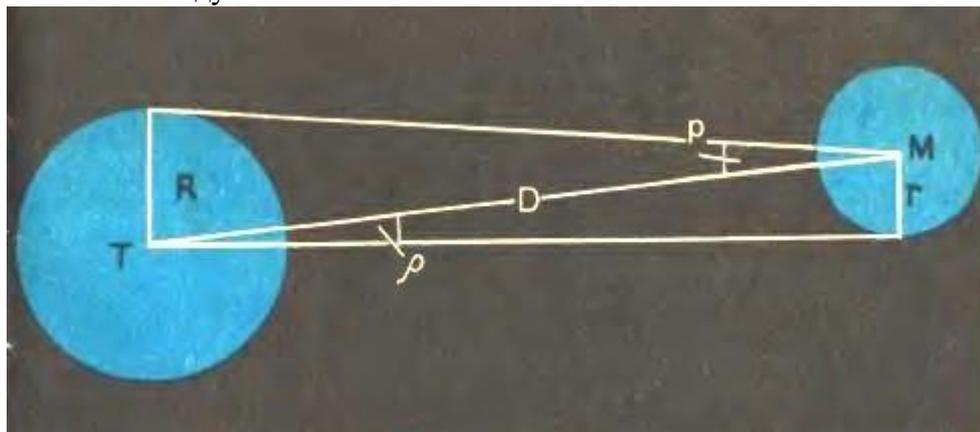


Рис. 3. Определение линейных размеров небесных светил по их угловым размерам

При малых углах $\sin \rho = \rho$, если угол ρ выражен в радианах. Если ρ выражен в секундах дуги, то вводится множитель

$$\sin 1'' = \frac{1}{206265},$$

где 206265 — число секунд в одном радиане.

Тогда

$$\sin p = p'' \sin 1'' = \frac{p''}{206265''}.$$

Знание этих соотношений упрощает вычисление расстояния по известному параллаксу:

$$D = \frac{206265''}{p''} R.$$

1. Чему равен горизонтальный параллакс Юпитера, наблюдаемого с Земли в противостоянии, если Юпитер в 5 раз дальше от Солнца, чем Земля?
2. Расстояние Луны от Земли в ближайшей к Земле точке орбиты (перигее) 363 000 км, а в наиболее удаленной точке (апогее) 405 000 км. Определите величину горизонтального параллакса Луны в этих положениях.
3. Измерьте транспортиром угол DCA (рис. 1) и угол ASC (рис. 2), линейкой — длину базисов. Вычислите по ним соответственно расстояния CA и SC и проверьте результат прямым измерением по рисункам.
4. Измерьте на рисунке 3 транспортиром углы p и Q и определите по полученным данным отношение диаметров изображенных тел.

Критерии оценивания

Оценка 5 ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

Оценка 4 ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

Оценка 3 ставится, если ученик правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов.

Оценка 2 ставится, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Практическая работа №2 Решение задач на законы Кеплера.

1. Искусственный спутник запущен на орбиту на высоту 600 км от поверхности Земли, а второй спутник на высоту 21600 км. Сравнить скорости их движения.
2. Звездный период обращения Юпитера вокруг Солнца составляет 12 лет. Каково среднее расстояние от Юпитера до Солнца.
3. Определить афелийное расстояние астероида Минск, если большая полуось орбиты равна 2,88 а.е, а эксцентриситет 0,24.
4. Считая орбиты Земли и Марса круговыми, рассчитать большую полуось орбиты Марса. Период обращения Марса вокруг Солнца в 1,87 раза больше Земли.
5. Определите перигелийное расстояние астероида Икар, если большая полуось его орбиты равна 160 млн. км, а эксцентриситет составляет 0,83.
6. Отношение квадратов периодов обращения двух планет равно 8. Чему равно отношение больших полуосей этих планет
7. Спутник, запущенный на орбиту Земли, имел перигей 228 км (перигелий), а апогей 947 км (афелий). Определить большую полуось.
8. Определите массу Плутона (в Массах Земли) путем сравнения системы «Плутон - Харон» с системой «Земля - Луна», если Харон отстоит от Плутона на расстоянии 19,7 тыс. км и обращается с периодом 6,4 суток. Массы Луны и Харона считайте пренебрежимо малыми по сравнению с массами планет.
9. Комета Галлея имеет эксцентриситет $e=0,967$ и период обращения 76 лет. Определите большую полуось орбиты, перигелийное и афелийное расстояния кометы.

Критерии оценивания

Оценка 5 ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

Оценка 4 ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

Оценка 3 ставится, если ученик правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов.

Оценка 2 ставится, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Практическая работа №3 «Малые тела Солнечной системы»

1. 1. Астероиды

Малые планеты, или астероиды, в основном обращаются между орбитами Марса и Юпитера и невооруженным глазом невидимы. Первая малая планета была открыта в 1801 г., и по традиции ее назвали одним из имен греко-римской мифологии - *Церерой*. Вскоре были найдены и другие малые планеты, названные *Паллада*, *Веста* и *Юнона*. С применением фотографии стали открывать все более слабые астероиды. В настоящее время известно более 3000 астероидов. На протяжении миллиардов лет астероиды время от времени сталкиваются друг с другом. На эту мысль наводит то, что ряд астероидов имеет не шарообразную, а неправильную форму. Суммарная масса астероидов оценивается всего лишь в 0,1 массы Земли.

Самый яркий астероид - Веста не бывает ярче 6-й звездной величины. Самый крупный астероид - Церера. Его диаметр около 800 км, и за орбитой Марса даже в сильнейшие телескопы на столь малом диске ничего нельзя рассмотреть. Самые мелкие из известных астероидов имеют диаметры лишь около километра (рис. 56). Конечно, у астероидов нет атмосферы. На небе малые планеты выглядят как звезды, отчего их и назвали астероидами, что в переводе с древнегреческого означает "звездopodobные". Они обладают характерным для планет петлеобразным перемещением на фоне звездного неба. Орбиты некоторых астероидов имеют необычайно большие эксцентриситеты. Вследствие этого в перигелии они подходят к Солнцу ближе Марса и Земли, а *Икар* - ближе, чем Меркурий (рис. 57). В 1968 г. Икар приблизился к Земле на расстояние менее 10 млн. километров, но его ничтожное притяжение никакого влияния на Землю не имело. Время от времени близко подходят к Земле Гермес, Эрот и другие малые планеты.

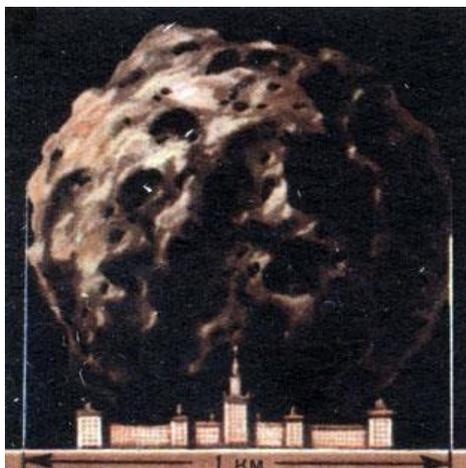


Рис. 56. Размер одного из наименьших известных астероидов в сравнении со зданием МГУ

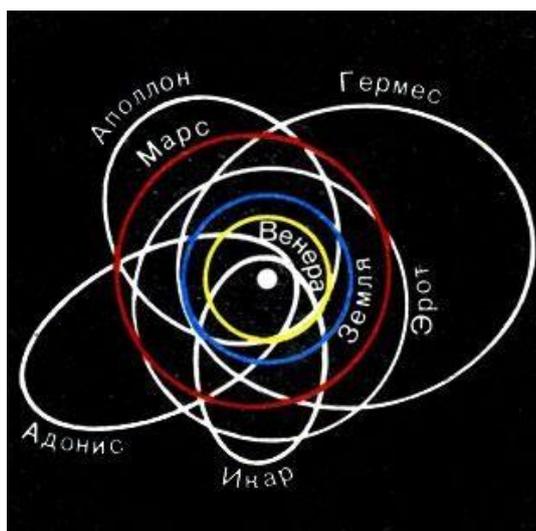


Рис. 57. Орбиты некоторых астероидов с большим эксцентриситетом орбит

Новые астероиды открывают ежегодно. Первооткрыватель имеет право на выбор названия открытой им планеты, которое затем утверждается международным комитетом. Чаще всего астероидам присваивают имена известных ученых, героев, деятелей искусства. Так, в 1978 г. был открыт астероид, получивший позднее имя *Воронвеля* в честь автора настоящего учебника.

2. Болиды и метеориты

Болидом называется довольно редкое явление - летящий по небу огненный шар (рис. 58). Это явление вызывается вторжением в плотные слои атмосферы крупных твердых частиц, называемых метеорными телами. Двигаясь в атмосфере, частица нагревается вследствие торможения и вокруг нее образуется обширная светящаяся оболочка, состоящая из горячих газов. Болиды часто имеют заметный угловой диаметр и бывают видны даже днем. Суеверные люди принимали такие огненные шары за летящих драконов с огнедышащей пастью. От сильного сопротивления воздуха метеорное тело нередко раскалывается и с грохотом выпадает на Землю в виде осколков. Остатки метеорных тел, упавшие на Землю, называются метеоритами.



Рис. 58. Полет болида

Метеорное тело, имеющее небольшие размеры, иногда целиком испаряется в атмосфере Земли. В большинстве случаев его масса за время полета сильно уменьшается и до Земли долетают лишь остатки, обычно успевающие остыть, когда космическая скорость уже погашена сопротивлением воздуха. Иногда выпадает целый метеоритный дождь. При полете метеориты оплавляются и покрываются черной корочкой. Один такой "черный камень" в Мекке вделан в стену храма и служит предметом религиозного поклонения.

Известны три вида метеоритов: каменные, железные (рис. 59) и железо-каменные. Иногда метеориты находят через много лет после их падения. Особенно много найдено железных метеоритов. В СССР метеорит - собственность государства и подлежит сдаче в

научные учреждения для изучения. По содержанию радиоактивных элементов и свинца определяют возраст метеоритов. Он различен, но самые старые метеориты имеют возраст 4,5 млрд. лет. Некоторые наиболее крупные метеориты при большой кратер и образуют метеоритные кратеры, напоминающие лунные. Самый большой кратер из хорошо сохранившихся находится в Аризоне (США) (рис. 60). Его диаметр 1200 м и глубина 200 м. Этот кратер возник, по-видимому, около 5000 лет назад. Найдены следы еще больших и более древних метеоритных кратеров. Все метеориты - это члены Солнечной системы.



Рис. 59. Железный метеорит



Рис. 60. Аризонский метеоритный кратер

Судя по тому, что открыто немало мелких астероидов, пересекающих орбиту Марса, можно думать, что метеориты - это осколки тех астероидов, которые пересекают орбиту Земли. Структура некоторых метеоритов свидетельствует о том, что они подвергались высоким температурам и давлениям и, следовательно, могли существовать в недрах разрушившейся планеты или крупного астероида.

В составе метеоритов обнаружено значительно меньшее число минералов, чем в земных горных породах. Это свидетельствует о примитивном характере метеоритного вещества. Однако многие минералы, входящие в состав метеоритов, не встречаются на Земле. Например, каменные метеориты содержат округлые зерна - хондры, химический состав которых почти идентичен с составом Солнца. Это наиболее древнее вещество дает сведения о начальном этапе формирования планет Солнечной системы.

3. Кометы. Их открытие и движение

Находясь в пространстве вдали от Солнца, кометы имеют вид очень слабых, размытых, светлых пятен, в центре которых находится ядро. Очень яркими и "хвостатыми" становятся лишь те кометы, которые проходят сравнительно близко от Солнца. Вид кометы с Земли зависит также и от расстояния до нее, углового расстояния от Солнца, света Луны и т. п. Большие кометы - туманные образования с длинным бледным хвостом - считались вестниками разных несчастий, войн и т. п. Еще в 1910 г. в царской России служили молебны, чтобы отвести "божий гнев в образе кометы".

Впервые И. Ньютон вычислил орбиту кометы из наблюдений ее перемещения на фоне звезд и убедился, что она, подобно планетам, двигалась в Солнечной системе под действием тяготения Солнца. Его современник, английский ученый Э. Галлей (1656-1742), вычислив орбиты нескольких появлявшихся ранее комет, предположил, что в 1531, 1607 и 1682 гг.

наблюдалась одна и та же комета, периодически возвращающаяся к Солнцу, и впервые предсказал ее появление. В 1758 г (через 16 лет после смерти Галлея), как и было предсказано, комета действительно появилась и получила название кометы Галлея. В афелии она уходит за орбиту Нептуна (рис. 61) и через 75-76 лет вновь возвращается к Земле и Солнцу. В 1986 г. она снова прошла на кратчайшем расстоянии от Солнца. На встречу с кометой впервые были направлены автоматические межпланетные станции, снабженные различной научной аппаратурой.

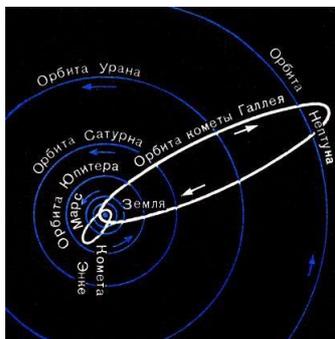


Рис. 61. Орбиты комет Галлея и Энке



Комета Галлея (январь 1986 г.). Виден излом хвоста под воздействием солнечного ветра в магнитном поле Солнца. (Фотография получена на высокогорной станции (высота 2800 м) Казахской обсерватории.)

Комета Галлея относится к числу *периодических комет*. Теперь известно много короткопериодических комет с периодами обращения от трех (комета Энке) до десяти лет. Их афелии лежат около орбиты Юпитера. Приближение комет к Земле и их будущий видимый путь по небу вычисляют заранее с большой точностью. Наряду с этим есть кометы,двигающиеся по очень вытянутым орбитам с большими периодами обращения. Мы принимаем их орбиты за параболы, хотя в действительности они, по-видимому, являются очень вытянутыми эллипсами, но различить, эти кривые, зная лишь малый отрезок пути комет вблизи Земли и Солнца, нелегко. Большинство комет не имеют хвоста и видны лишь в телескоп.

Каждый год появляются сведения об открытии нескольких неизвестных ранее комет, которые получают название по фамилии обнаружившего их ученого. В каталоги занесено около тысячи наблюдавшихся комет.

3. 4. Физическая природа комет

Маленькое ядро диаметром в доли километра является единственной твердой частью кометы, и в нем практически сосредоточена вся ее масса. Масса комет крайне мала и нисколько не влияет на движение планет. Планеты же производят большие возмущения в движении комет.

Ядро кометы, по-видимому, состоит из смеси пылинок, твердых кусочков вещества и замерзших газов, таких, как углекислый газ, аммиак, метан. При приближении кометы к Солнцу ядро прогревается и из него выделяются газы и пыль. Они создают газовую оболочку - голову кометы. Газ и пыль, входящие в состав головы, под действием давления солнечного излучения и корпускулярных потоков образуют хвост кометы, всегда направленный в сторону, противоположную Солнцу (рис. 62).



Рис. 62. Хвост кометы растет с приближением ее к Солнцу и всегда направлен от Солнца

Чем ближе к Солнцу подходит комета, тем она ярче и тем длиннее ее хвост вследствие большего ее облучения и интенсивного выделения газов. Чаще всего он прямой, тонкий, струйчатый. У больших и ярких комет иногда наблюдается широкий, изогнутый веером хвост (рис. 63). Некоторые хвосты достигают в длину расстояния от Земли до Солнца, а голова кометы - размеров Солнца. С удалением от Солнца вид и яркость кометы меняются в обратном порядке и комета исчезает из вида, достигнув орбиты Юпитера.



Рис. 63. Фотография кометы Мркоса 1957 г.

Спектр головы и хвоста кометы имеет обычно яркие полосы. Анализ спектра показывает, что голова кометы состоит в основном из паров углерода и циана, а в составе ее хвоста имеются ионизованные молекулы оксида углерода (II) (угарного газа). Спектр ядра кометы является копией солнечного спектра, т. е. ядро светится отраженным солнечным светом. Голова и хвост светятся холодным светом, поглощая и затем переизлучая солнечную энергию (это разновидность флуоресценции). На расстоянии Земли от Солнца комета не горячее, чем Земля.

Выдающийся русский ученый Ф. А. Бредихин (1831-1904) разработал способ определения по кривизне хвоста силы, действующей на его частицы. Он установил классификацию кометных хвостов и объяснил ряд наблюдаемых в них явлений на основе законов механики и физики. В последние годы стало ясно, что движение газов в прямых хвостах и изломы вызваны взаимодействием ионизованных молекул газов хвоста с налетающим на них потоком частиц (корпускул), летящих от Солнца, который называют солнечным ветром. Воздействие солнечного ветра на ионы кометного хвоста превосходит их

притяжение Солнцем в тысячи раз. Усиление коротковолновой радиации Солнца и корпускулярных потоков вызывает внезапные вспышки яркости комет.

И в наше время иногда среди населения высказываются опасения, что Земля столкнется с кометой. В 1910 г. Земля прошла сквозь хвост кометы Галлея, где есть угарный газ. Однако его примесь в приземном воздухе не удалось обнаружить, так как даже в голове кометы газы чрезвычайно разрежены. Столкновение Земли с ядром кометы крайне маловероятное событие. Возможно, такое столкновение наблюдалось в 1908 г. как падение Тунгусского метеорита. При этом на высоте нескольких километров произошел мощный взрыв, воздушная волна которого повалила лес на огромной площади.

5. Метеоры и метеорные потоки

Давно замечено, что ядра периодических комет истощаются, с каждым оборотом они светятся все слабее. Не раз наблюдалось деление кометных ядер на части. Это разрушение производили либо солнечные приливы, либо столкновения с метеоритными телами. Комета, открытая чешским ученым Биэлой еще в 1772 г., наблюдалась при повторных возвращениях с семилетним периодом. В 1846 г. ее ядро распалось, и она превратилась в две слабые кометы, которые после 1852 г. не наблюдались. Когда в 1872 г., по расчетам, исчезнувшие кометы должны были пройти вблизи Земли, наблюдался дождь "падающих звезд". С тех пор 27 ноября это явление повторяется ежегодно, хотя и менее эффектно. Мелкие твердые частички распавшегося ядра бывшей кометы Биэлы растянулись вдоль ее орбиты (рис. 64), и, когда Земля пересекает их поток, они влетают в ее атмосферу. Эти частички вызывают в атмосфере явление метеоров и полностью разрушаются, не долетая до Земли. Известен ряд других метеорных потоков, ширина которых, как правило, неизмеримо больше, чем размер породивших их ядер комет.

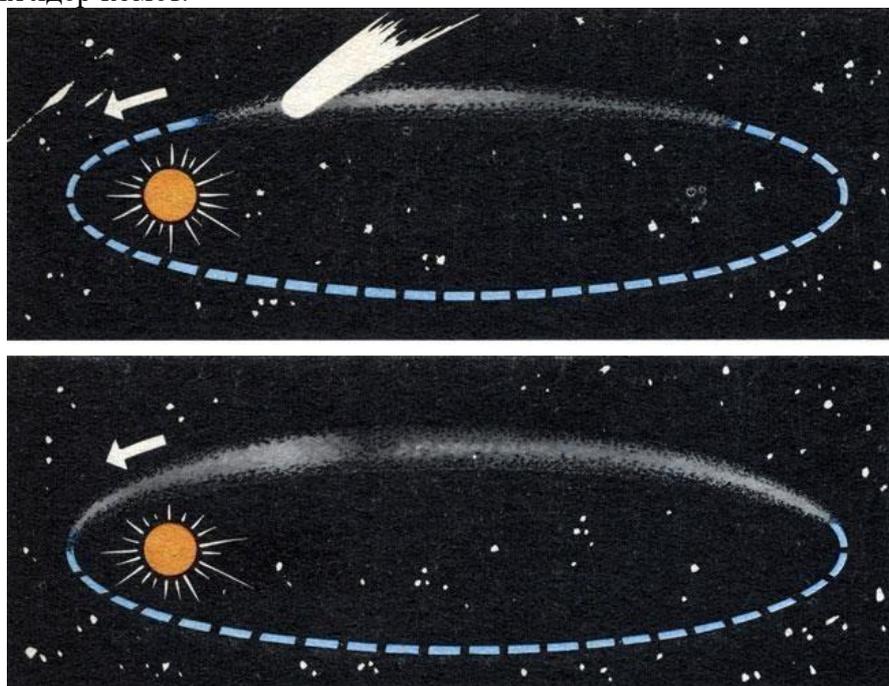


Рис. 64. Схема превращения распадающегося ядра кометы в поток метеорных частиц

С кометой Галлея связаны два метеорных потока, один из которых наблюдается в мае, другой - в ноябре.

Фотографируя путь одного и того же метеора на звездном небе, как он проецируется для наблюдателей, отстоящих друг от друга на 20-30 км, определяют высоту, на которой появился метеор. Чаще всего метеорные тела начинают светиться на высоте 100-120 км и полностью испаряются уже на высоте 80 км. В их спектрах видны яркие линии железа, кальция, кремния и др. Изучение спектров метеоров позволяет установить химический состав твердых частиц, покинувших ядро кометы. Фотографируя полет метеора камерой,

объектив которой перекрывается вращающимся затвором, получают прерывистый след, по которому можно оценить торможение метеора воздухом.

Масса метеорных тел - порядка миллиграммов, а размер - доли миллиметра. Вероятно, метеорные тела - это пористые частицы, заполненные кометным льдом, который испаряется первым.

Удается определить и скорость метеоров. Метеорные тела, догоняющие Землю, имеют скорости, с которыми они влетают в атмосферу, не менее 10 км/с , а летящие навстречу Земле - до $60\text{-}70 \text{ км/с}$.

Подумайте, почему минимальная и максимальная скорости встречи метеорных тел с Землей имеют именно такие значения.

Раскаленные газы, оставляемые метеорным телом, образуют светящийся след. Метеорная частица на своем пути ионизует воздух. След из ионизованного воздуха отражает радиоволны. Это позволило применить для изучения метеоров радиолокатор.

Метеоры иногда кажутся вылетающими из некоторой области на небе, называемой радиантом метеорного потока (рис. 65). Это эффект перспективы. Пути метеоров, летящих по параллельным направлениям, будучи продолжены, кажутся сходящимися вдали, как рельсы железной дороги. Радиант находится на небе в том направлении, откуда летят данные метеорные тела. Всякий радиант занимает определенное положение среди созвездий и участвует в суточном вращении неба. Положение радианта определяет название метеорного потока. Например, метеоры, наблюдающиеся 10-12 августа, радиант которых находится в созвездии Персея, называются персеидами.



Рис. 65. Дождь метеоров из радианта. Эффект перспективы

4. Задания:

1. После захода Солнца на западе находится комета. Как относительно горизонта направлен ее хвост?
2. Какова большая ось орбиты кометы Галлея, если период ее обращения 76 лет?
3. Как можно доказать, что действительно звезды с неба не падают?
4. Болид, замеченный на расстоянии $0,5 \text{ км}$ от наблюдателя, имел видимый диск вдвое меньше лунного. Каков был его действительный диаметр?
5. Может ли комета, периодически возвращаясь к Солнцу, вечно сохранять свой вид неизменным?

Критерии оценивания

Оценка 5 ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

Оценка 4 ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

Оценка 3 ставится, если ученик правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов.

Оценка 2 ставится, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Практическая работа №4 «Решение задач на закон смещения Вина и закон Стефана-Больцмана»

1. Исследование спектра излучения Солнца показывает, что максимум спектральной плотности энергетической светимости соответствует длине волны $\lambda_m \approx 5 \cdot 10^{-7}$ м. Принимая Солнце за абсолютно черное тело определить: а) энергетическую светимость Солнца; б) поток энергии, излучаемый Солнцем; в) массу электромагнитных волн, излучаемых Солнцем за одну секунду.
2. Длина волны, на которую приходится максимум энергии в спектре излучения абсолютно черного тела $\lambda_m = 0,58$ мкм. Определить спектральную плотность e_λ энергетической светимости, рассчитанную на интервале длин волн 1) $\Delta\lambda = 1$ м; 2) $\Delta\lambda = 1$ нм, вблизи λ_m .
3. Определить температуру Солнца, если на 1 см^2 поверхности Земли поступает за 1 мин 8 Дж энергии.
4. Поток энергии, излучаемой из смотрового окошка плавильной печи, $\Phi = 34$ Вт. Определить температуру печи, если площадь отверстия $S = 6 \text{ см}^2$.
5. Какова должна быть температура абсолютно черного тела, чтобы максимум спектральной плотности энергетической светимости приходился на красную границу видимого спектра ($7,6 \cdot 10^{-7}$)? На фиолетовую ($3,8 \cdot 10^{-7}$ м)?
6. В каких областях спектра лежат длины волн, соответствующие максимуму спектральной плотности энергетической светимости, если источником света служит: 1) спираль электрической лампочки ($T = 3000$ К); 2) поверхность Солнца ($T = 6000$ К); 3) атомная бомба в момент взрыва ($T = 10^7$ К)? Излучение считать близким к излучению абсолютно черного тела.

Критерии оценивания

Оценка 5 ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

Оценка 4 ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

Оценка 3 ставится, если ученик правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов.

Оценка 2 ставится, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Практическая работа №5 «Определение светимости звезд»

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

Оборудование и пособия: IBM - совместимый компьютер типа XT/AT 286 и выше, с монитором не хуже EGA 256 К, DOS версии не ниже 3.0, пакет программ ASTRONOM, астрономический календарь (постоянная часть), щелевые спектрограммы звезд.

Вопросы к допуску:

1. Гарвардская классификация звездных спектров.
2. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела.

Основные теоретические сведения

Спектральная классификация. Звездные спектры позволяют изучать физические характеристики звезд и судить о процессах, происходящих в их недрах.

Звезды имеют непрерывные спектры, на которые накладываются темные и яркие спектральные линии. Различия спектров звезд заключаются в количестве и интенсивности наблюдаемых спектральных линий, а также в распределении энергии в непрерывном спектре.

Часть лучей, проходящих через атмосферу звезды, поглощается, причем это поглощение может быть непрерывным, когда ослабляется некоторый более или менее протяженный участок спектра, и избирательным, когда поглощаются узкие участки спектра.

Спектры большинства звезд удалось расположить в виде последовательности, вдоль которой линии одних химических элементов постепенно ослабевают, а других — усиливаются. Сходные между собой спектры объединяются в спектральные классы. Тонкие различия между ними позволяют выделить подклассы.

Звезды, принадлежащие различным спектральным классам, отличаются своими температурами.

Эта классификация была впервые применена на Гарвардской обсерватории в начале XX века. Позднее Гарвардская классификация дополнялась, видоизменялась и сегодня — это сложная схема с множеством индексов и подразделов. В результате работы гарвардских астрономов появился “Каталог Генри Дрэпера”, содержащий спектральные характеристики 225 320 звезд северного и

южного полушария неба и включающий практически все звезды до 9 зв. величины.

В Гарвардской классификации спектральные типы обозначены буквами латинского алфавита

Q - P - WN
 W - O - B - A - F - G - C R - N
 WC S M.

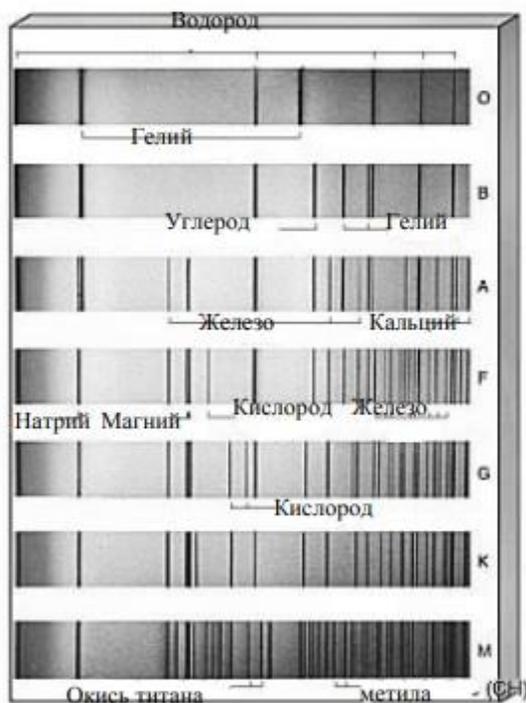


Рис. 13
Спектры

Класс О. Большая интенсивность ультрафиолетовой области свидетельствует о высокой температуре. Свет этих звезд кажется голубоватым. Наиболее интенсивны линии ионизованного гелия и, многократно ионизованных, углерода, кремния, азота, кислорода. Есть слабые линии нейтрального гелия и водорода. Температура фотосферы - 30 000 К.

Класс В. Наибольшую интенсивность имеют линии нейтрального гелия. Хорошо видны линии водорода. Цвет голубовато-белый. Температура - 20 000 К. Типичная звезда — Спика.

Класс А. Линии водорода достигают наибольшей интенсивности. Хорошо видны линии ионизованного кальция. Цвет белый. Температура — 10 000 К. Типичные звезды — Вега, Сириус.

Класс F. Линии водорода ослабевают. Усиливаются линии ионизованных металлов (кальция, железа, титана). Цвет желтоватый. Температура — 7 000 К. Типичная звезда — Процион.

Класс G. Очень интенсивны линии ионизованного кальция. Цвет желтый. Температура — 6 000 К. Типичная звезда — Солнце.

Класс К. Фиолетовый конец ослаблен, что свидетельствует о сильном уменьшении температуры. Цвет красноватый. Температура — 4 000 К. Типичные звезды — Арктур, Альдебаран.

Класс М. Линии металлов ослабевают. Спектр пересечен полосами поглощения молекул окиси титана и других молекулярных соединений. Цвет красный. Температура — 3 000 К. Типичная звезда — Бетельгейзе (альфа Ориона).

Кроме основных классов есть ответвления от классов G и K, представляющие собой звезды с аномальным химическим составом, отличающимся от химического состава большинства других звезд.

Класс C. Содержит углеродные звезды. В спектрах выделены линии поглощения атомов и полос поглощения молекул углерода.

Класс S. Циркониевые звезды. Вместо полос окиси титана присутствуют полосы окиси циркония.

В классах R и N заметны различные молекулярные соединения.

Буквой Q обозначаются спектральные классы новых звезд.

Буквой P обозначаются спектральные классы спектров планетарных туманностей.

Буквой W обозначаются спектры звезд типа Вольфа-Райе — очень горячие звезды, в спектрах которых много эмиссионных линий.

В спектрах звезд WN видны спектральные линии азота.

В спектрах звезд WC видны спектральные линии углерода. Температуры фотосфер этих звезд очень высоки: от 60 000 до 100 000 К.

Внутри каждого спектрального класса можно установить плавную последовательность подклассов, переходящих из одного в другой. Каждый класс (кроме O) делится на 10 подклассов, обозначаемых цифрами от 0 до 9, которые ставятся после буквы.

Спектральный класс O делится на подклассы от O4 до O9,5.

После таких обозначений ставятся разные значки, если спектр обладает особенностями. Если присутствуют эмиссионные линии, ставится буква e. Звезды-сверхгиганты часто отличаются глубокими узкими линиями. Это отмечается буквой s (сF0). Давление газа в той области звездной оболочки, где образуются спектральные линии, влияет на их ширину. При малой плотности и малом давлении спектральные линии тонкие и резко очерченные. Эта особенность указывает на высокую светимость.

Интенсивность избранных линий поглощения позволяет судить о светимости звезды, является она гигантом или карликом. В первом случае перед спектральным классом ставится индекс g (гигант), во втором — d (карлик).

Другие особенности, нетипичные для данного класса обозначаются буквой p (peculiar) — пекулярные спектры (A5p).

Осевое вращение звезд приводит к расширению и размыванию спектральных линий. Поэтому введены индексы n — диффузные линии, и s — резкие линии, они пишутся рядом с обычным символом спектрального класса.

Сравнивая спектрограмму звезды со стандартными звездными спектрами, можно установить подкласс звезды и приближенно оценить ее температуру.

Различия в деталях спектров одного и того же подкласса позволяют оценить светимость звезд. *Светимостью* называется поток энергии, излучаемый звездой по всем направлениям.

$$\lg(L/L_c) = 0,4 (M_c - M_z),$$

где M_c и M_z — абсолютные звездные величины Солнца и любой звезды соответственно, а L_c и L_z — их светимости. Обычно светимость Солнца принимается равной единице и светимости звезд выражаются в единицах светимости Солнца. Тогда:

$$\lg L_z = 0,4 (M_c - M_z).$$

Абсолютную звездную величину звезды можно найти по формуле.

$$M = m + 5 - \lg r.$$

А если она известна, можно найти расстояние до звезды.

$$\lg r = \frac{m - M}{5} + 1$$

Разность между фотографической и визуальной звездными величинами называется *показателем цвета* C .

$$C = m_{\text{фот}} - m_{\text{виз}} = M_{\text{фот}} - M_{\text{виз}}.$$

Температура может быть найдена по формуле:

$$T = \frac{7200^0}{C + 0^m,64}.$$

Помимо Гарвардской классификации была разработана еще спектральная классификация звезд по светимостям. Она называется Йеркская классификация или “классификация МКК” по имени разработчиков — Моргана, Кинана и Колльмана.

В этой классификации оставлены спектральные классы Гарвардской классификации, но введено понятие о классе светимости, который определяется по виду и относительной интенсивности некоторых избранных для этой цели спектральных линий. Класс светимости — это характеристика абсолютной звездной величины.

Ia — яркие сверхгиганты (светимость около 10 000).

Iab — промежуточные сверхгиганты.

Ib — слабые сверхгиганты (светимость 5 000).

II — яркие гиганты.

III — слабые (нормальные) гиганты.

IV — субгиганты.

V — главная последовательность (до спектрального класса F — гиганты, после — карлики)

VI — субкарлики.

VIIa и VIIb — белые карлики.

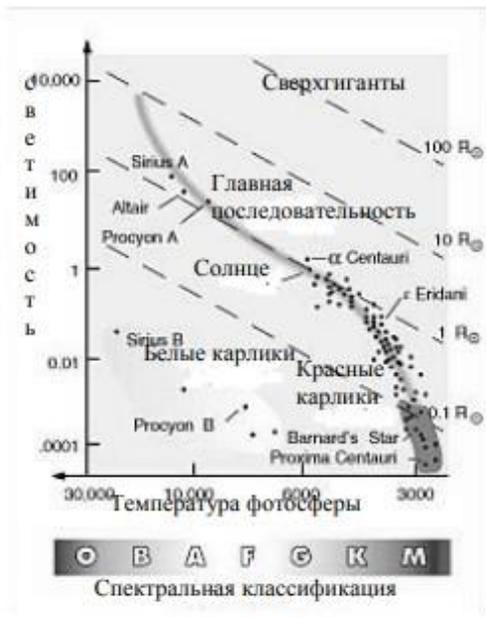


Рис.14
 Диаграмма
 Герципрунга-Рассела

Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. В 1905 году Эйнар Герцшпрунг и в 1910 году Генри Рассел установили существование зависимости между видом спектра и светимостью звезд.

Эта зависимость иллюстрируется графиком, по одной оси которого откладывается спектральный класс, по другой — абсолютная звездная величина. Эта диаграмма называется *диаграммой спектр-светимость* или *диаграммой Герцшпрунга-Рассела*.

Положение каждой звезды на диаграмме определяется ее физической природой и стадией эволюции. Поэтому на диаграмме запечатлена вся история рассматриваемой системы звезд.

Диаграмма позволяет выделить различные группы звезд, объединенные общими физическими свойствами, и установить зависимость между некоторыми их физическими характеристиками. С помощью диаграммы можно исследовать химический состав и эволюцию звезд.

Верхняя часть диаграммы соответствует звездам большой светимости, которые при данном значении температуры отличаются большими размерами. Здесь располагаются гиганты и сверхгиганты.

Нижняя часть диаграммы занята звездами малой светимости. Здесь находятся карлики.

В левой части располагаются горячие звезды более ранних спектральных классов, а в правой — более холодные звезды, соответствующие более поздним спектральным классам.

Диагональ идущая слева вниз направо, называется главной последовательностью. Вдоль нее расположены звезды, начиная от самых горячих до наиболее холодных.

Образец заданий

1. Классифицировать сфотографированные щелевым спектрографом предложенные спектры звезд.

2. Вычислить расстояние, абсолютную визуальную и фотографическую величину предложенных звезд по формулам, приведенным в описании.
3. Найти значения абсолютной звездной величины и светимости предложенных звезд с помощью программного пакета ASTRONOM.
4. Изучить положение этих звезд на диаграмме Герцшпрунга-Рассела, определить, к каким классам светимости они относятся.
5. Перейти к диаграмме “спектр-масса”, найти значение массы, радиуса и плотности.
6. Пользуясь нижеприведенной таблицей, построить график зависимости между показателем цвета и температурой звезд, указав на том же графике основные спектральные классы.

Шкала эффективных температур звезд

Спектр	Показатель цвета	Эффективная температура
O 5	- 0,45	35 000°
B 0	- 0,31	21 000°
B 5	- 0,117	13 500°
A 0	0,00	10 000°
A 5	+ 0,16	8 100°
F 0	+ 0,30	7 200°
F 5	+ 0,45	6 500°
G 0	+ 0,57	6 000°
G 5	+ 0,70	5 400°
K 0	+ 0,84	4 700°
K 5	+ 1,11	4 000°
M 0	+ 1,39	3 300°
M 5	+1, 61	600°

7. По полученной в предыдущем задании зависимости определить показатель цвета и вычислить абсолютную видимую и фотографическую звездную величину предложенной звезды.

Критерии оценивания

Оценка 5 ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

Оценка 4 ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

Оценка 3 ставится, если ученик правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов.

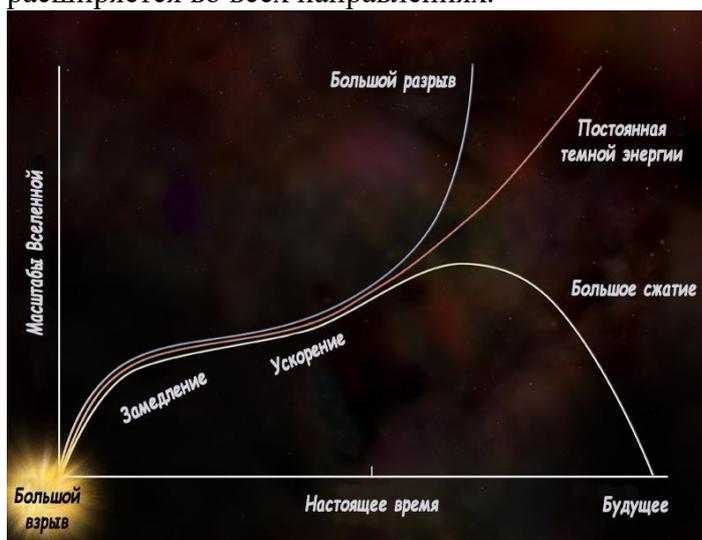
Оценка 2 ставится, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Практическая работа №6 «Эволюция Вселенной. Закон Хаббла»

Закон Хаббла – физико-математическая формула, доказывающая, что наша Вселенная постоянно расширяется. Причем расширение космического пространства, в котором находится и наша галактика Млечный путь, характеризуется однородностью и изотропией. То есть, наша Вселенная расширяется одинаково во всех направлениях. Формулировка закона Хаббла доказывает и описывает не только теорию расширения Вселенной, но и главную идею ее происхождения – теорию Большого взрыва.

Наиболее часто в научной литературе закон Хаббла встречается под следующей формулировкой: $v=H_0 \cdot r$. В этой формуле v означает скорость галактики, H_0 – коэффициент пропорциональности, который связывает расстояние от Земли до космического объекта со скоростью его удаления (этот коэффициент еще называют «Постоянной Хаббла»), r – расстояние до галактики.

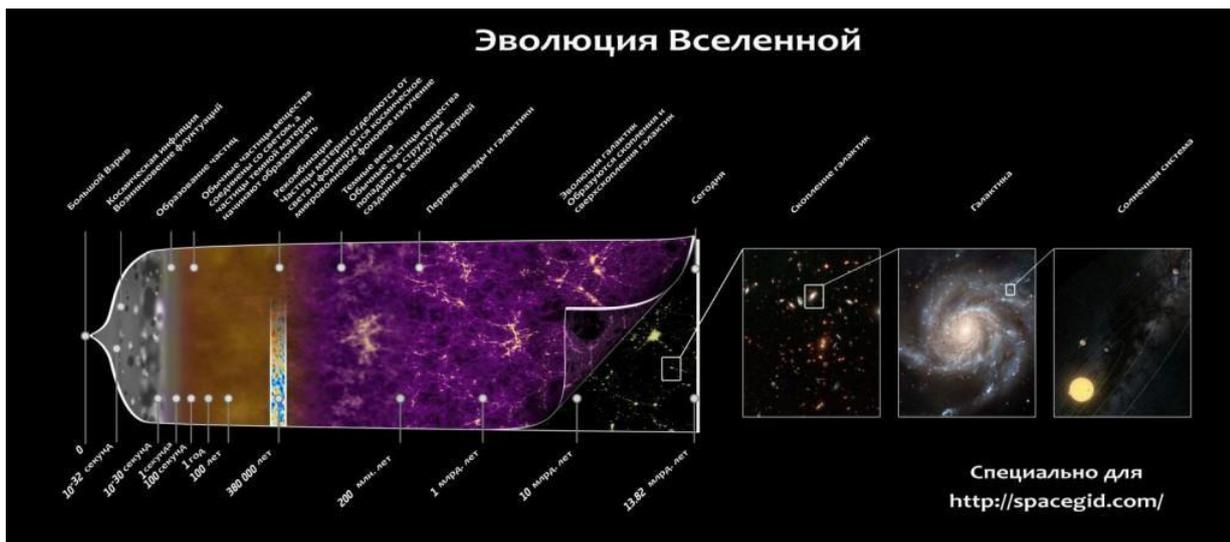
В некоторых источниках встречается другая формулировка закона Хаббла: $cz=H_0 \cdot r$. Здесь c выступает, как скорость света, а z символизирует собой красное смещение – сдвиг спектральных линий химических элементов в длинноволновую красную сторону спектра по мере их удаления. В физико-теоретической литературе можно обнаружить и другие формулировки данного закона. Однако от разности формулировок суть закона Хаббла не меняется, а его суть заключается в описании того факта, что наша Вселенная непрерывно расширяется во всех направлениях.



Предпосылкой к открытию закона Хаббла был целый ряд астрономических наблюдений. Так, в 1913 году американский астрофизик Вейл Слайдер обнаружил, что Туманность Андромеды и несколько других огромных космических объектов движутся с большой скоростью, относительно Солнечной системы. Это дало ученому основание предположить, что туманность – это не формирующиеся в нашей галактике планетарные системы, а зарождающиеся звезды, которые находятся за пределами нашей галактики. Дальнейшее наблюдение за туманностями показало, что они не только являются другими галактическими мирами, но и постоянно удаляются от нас. Этот факт дал возможность астрономическому сообществу предположить, что Вселенная постоянно расширяется.

В 1927 году бельгийский ученый-астроном Жорж Леметр экспериментально установил, что галактики во Вселенной удаляются друг от друга в космическом пространстве. В 1929 году американский ученый Эдвин Хаббл при помощи 254-сантиметрового телескопа установил, что Вселенная расширяется и галактики в космическом пространстве удаляются друг от друга. Используя свои наблюдения, Эдвин Хаббл сформулировал математическую формулу, которая по сегодняшний день точно описывает принцип расширения Вселенной, и имеет огромное значение, как для теоретической, так и практической астрономии.

Закон Хаббла: применение и значение для астрономии



Эволюция Вселенной

Закон Хаббла имеет огромное значение для астрономии. Его широко применяют современные ученые в рамках создания различных научных теорий, а также при наблюдении космических объектов.

Главное значение закона Хаббла для астрономии заключается в том, что он подтверждает постулат: Вселенная постоянно расширяется. Вместе с этим закон Хаббла служит дополнительным подтверждением теории Большого взрыва, ведь, как считают современные ученые, именно Большой взрыв послужил толчком для расширения «материи» Вселенной.

Закон Хаббла позволил выяснить также, что Вселенная расширяется во всех направлениях одинаково. В какой точке космического пространства не оказался бы наблюдатель, если он посмотрит вокруг себя, он заметит, что все объекты вокруг него одинаково от него удаляются. Наиболее удачно этот факт можно выразить цитатой философа Николая Кузанского, который еще в XV веке сказал: «Любая точка есть центр Безграничной Вселенной».

При помощи закона Хаббла современные астрономы могут с высокой долей вероятности просчитывать положение галактик и скоплений галактик в будущем. Точно так же с его помощью можно вычислить предположительное месторасположение любого объекта в космическом пространстве, спустя определенное количество времени.

Интересные факты

1. Величина, обратная постоянной Хаббла, равна примерно 13,78 миллиардам лет. Эта величина указывает на то, сколько времени прошло с момента начала расширения Вселенной, а значит, вполне вероятно указывает и на ее возраст.
2. Наиболее часто закон Хаббла используют для определения точных расстояний до объектов в космическом пространстве.
3. Закон Хаббла определяет удаление от нас далеких галактик. Что касается ближайших к нам галактик, то здесь его действие не так ярко выражено. Связано это с тем, что эти галактики помимо скорости, связанной с расширением Вселенной, обладают еще и своей собственной скоростью. В связи с этим они могут, как удаляться от нас, так и приближаться к нам. Но, в общем и целом закон Хаббла актуален для всех космических объектов во Вселенной.

Задания

Часть А. Ответить на вопросы:

1. Астероиды – это
2. Упавшие на Землю космические тела называют
3. Хвост кометы состоит из:
4. По мнению учёных, пояс астероидов – это куски несформировавшейся планеты:
5. Плазменный хвост кометы направлен:

6. Когда мелкие камешки и песчинки влетают в атмосферу Земли с огромными скоростями, возникают:

7. Самый большой известный метеорит:

А. Тунгусский; Б. Гоба; В. Челябинский; Г. Галлея.

Часть Б. Выберите номера верных утверждений.

1. Астероиды – это крупные звезды.
2. Большинство астероидов движутся между орбитами планет Марса и Юпитера.
3. Кометы состоят из ядра, головы и хвоста.
4. Самая известная комета – Церера.
5. Метеориты – упавшие на Землю космические тела.
6. В переводе с греческого языка метеориты - это «парящие в воде».
7. У одной и той же кометы не может быть несколько хвостов.
8. По своему составу метеориты могут быть как каменными, так и железными.

Критерии оценивания

Оценка 5 ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

Оценка 4 ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

Оценка 3 ставится, если ученик правильно выполнил не менее $\frac{2}{3}$ всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов.

Оценка 2 ставится, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее $\frac{2}{3}$ всей работы.

Практическая работа №7 «Черные дыры, их природа и опасность»

Черные дыры (рис. 1)- один из самых необыкновенных объектов, предсказываемых общей теорией относительности Эйнштейна.



Рис. 1 – Черная дыра

У черных дыр интересная история, поскольку они преподнесли теоретикам немало сюрпризов, приведших к лучшему пониманию природы пространства-времени. Самой большой черной дырой во Вселенной является черная дыра, расположенная в центре галактики NGC 1277 в созвездии Персея, находящаяся на расстоянии 228 миллионов световых лет от Земли. Черные дыры настолько массивны, что их вторая космическая скорость быстрее, чем скорость света.

Что такое черная дыра и как она образуется

Чёрная дыра – это область в пространстве-времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть её не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света, в

том числе кванты самого света. Граница этой области называется горизонтом событий, а её характерный размер - гравитационным радиусом (рис. 2).

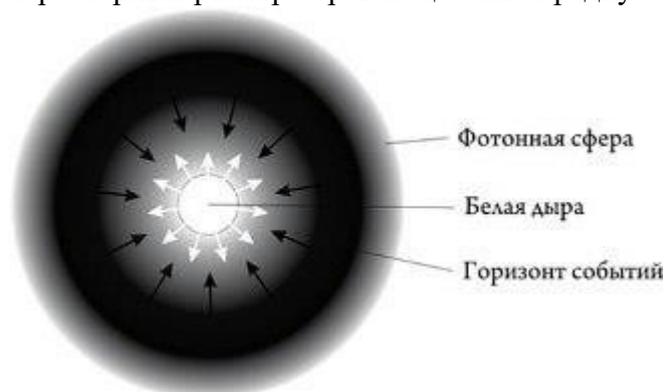


Рис. 2 – Строение черной дыры

В конце жизни звезда может начать сжиматься к центру за счет потери внутреннего давления. При этом перейдя определенную границу - радиус Шварцшильда, ее плотность станет настолько велика, что она продолжит сжатие и его уже ничего не сможет остановить. В результате получается объект с огромной массой и плотностью т. е. черная дыра. Называется "черной", т. к. вторая космическая скорость у поверхности превышает скорость света.

Черные дыры могут образовываться в результате астрофизических процессов, когда у звезд с массой, на порядок превышающей массу Солнца, кончается термоядерное топливо, и они обрушиваются внутрь себя под действием гравитационных сил. Имеется достаточно данных наблюдений, свидетельствующих о реальности существования таких черных дыр во Вселенной.



Рис. 3 – Звезду

С астрофизической точки зрения, обнаруженные черные дыры подразделяются на две категории:

первый тип - это черные дыры, образовавшиеся в результате коллапса массивных звезд и обладающие соответствующей массой. Поскольку черные дыры кажутся нам реально черными, наблюдать их крайне сложно. Если повезет, мы можем увидеть лишь шлейф газа, затягиваемого в черную дыру. Разгоняясь при падении, газ разогревается и испускает характерное излучение, которое мы только и можем обнаружить. Источником газа при этом является другая звезда, образующая парную систему с черной дырой и обращающаяся вместе с ней вокруг центра масс двойной звездной системы. Иными словами, сначала мы имели обычную двойную звезду, затем одна из звезд в результате гравитационного коллапса превратилась в черную дыру. После этого черная дыра начинает засасывать газ с поверхности горячей звезды.

второй тип - это гораздо более массивные черные дыры в центрах галактик. Их масса превышает массу Солнца в миллиарды раз. Опять же, падая на такие черные дыры, вещество разогревается и испускает характерное излучение, которое со временем доходит до Земли, его то мы и можем обнаружить. Предполагается, что все крупные галактики, включая нашу, имеют в центре свою черную дыру.

Согласно теории Эйнштейна черная дыра представляет собой бездонный провал в пространстве-времени, падение в который необратимо. Что упало, то пропало в черной дыре навеки.

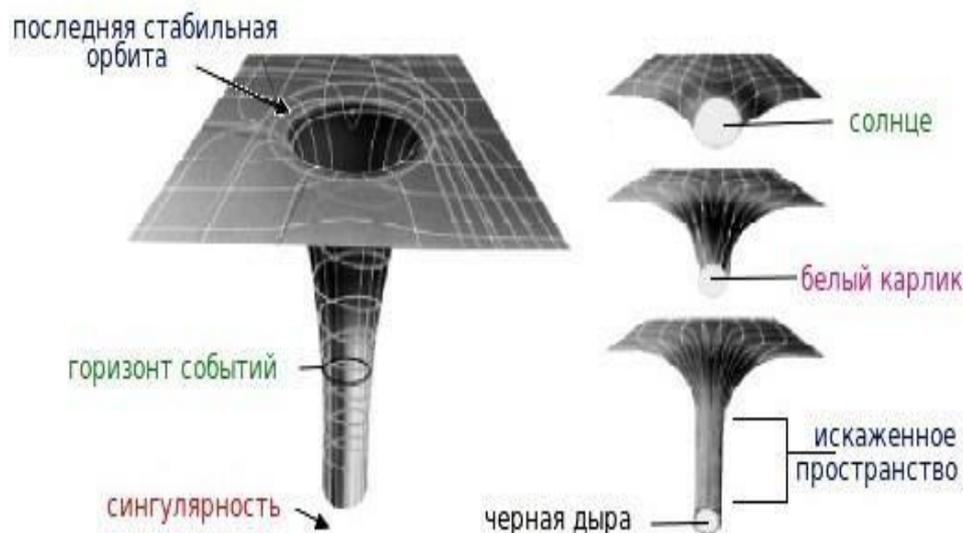


Рис. 3—Гравитационные воронки (искривление пространства-времени)

Свойства черных дыр

У черных дыр очень интересные свойства. После коллапса звезды в черную дыру ее свойства будут зависеть только от двух параметров: массы и углового момента вращения. То есть, черные дыры представляют собой универсальные объекты, то есть, их свойства не зависят от свойств вещества, из которого они образованы. При любом химическом составе вещества исходной звезды свойства черной дыры будут одними и теми же. То есть, черные дыры подчиняются только законам теории гравитации - и никаким иным.

Другое любопытное свойство черных дыр заключается в следующем: предположим, вы наблюдаете процесс, в котором участвует черная дыра. Например, можно рассмотреть процесс столкновения двух черных дыр. В результате из двух черных дыр образуется одна более массивная. Этот процесс может сопровождаться излучением гравитационных волн, и уже построены детекторы с целью их обнаружения и измерения. Процесс этот теоретически просчитать весьма непросто, для этого нужно решить сложную систему дифференциальных уравнений. Однако имеются и простые теоретические результаты. Площадь сферы Шварцшильда получившейся черной дыры всегда больше суммы площадей поверхностей двух исходных черных дыр. То есть, при слиянии черных дыр площадь их поверхности растет быстрее массы. Это так называемая «теорема площадей», она была доказана Стивеном Хокингом (Steven Hawking) в 1970 году.

Обнаружение черных дыр

Поскольку свет не может вырваться из массивных животных силков, он не может быть виден. Поэтому чтобы искать черные дыры, можно полагаться только на косвенные доказательства их существования. Одним из способов поиска черной дыры, являются нахождение областей в открытом космосе, которые обладают большой массой и находятся в темном пространстве. При поиске подобных типов объектов, астрономы обнаружили их в двух основных областях: в центрах галактик и в двойных звездных системах нашей Галактики.



Рис. 4 – Искажение изображения галактики, проходящей перед черной дырой

На самом деле, большинство астрономов теперь считают, что супер массивная черная дыра может существовать в центре нашей галактики Млечный Путь (рис. 5). Означает ли это, что она в конечном итоге все поглотит? На самом деле, нет. Черная дыра имеет ту же массу, что и оригинальные звезды, потому как была сформирована из них. Пока ничего не предвещает слишком близкого приближения к горизонту событий, так что это безопасно. Вполне вероятно, что миллиарды звезд в нашей галактике будет продолжать орбиту вокруг этой гигантской черной дыры миллиарды лет вперед. Доказательства этой и других черных дыр может быть подтверждены с помощью функции поиска для рентгеновских лучей. Астрономы полагают, что черные дыры излучают их в большом количестве.

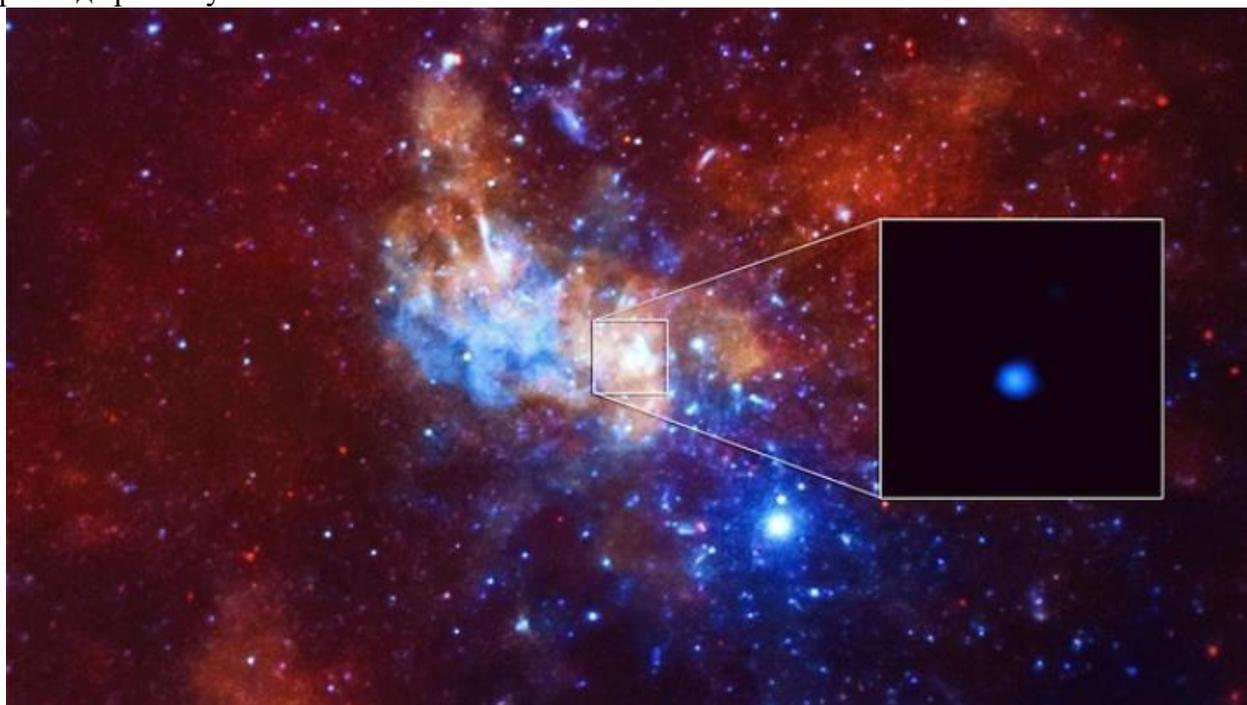


Рис. 5 – Черная дыра в центре Млечного пути выдала ярчайшую вспышку.

Задания:

1. Составить конспект по теме «Черные дыры»

2. Ответить на вопросы:

- Квазары, центральные регионы далеких галактик, содержат, как считается
- Когда звезда умирает, она становится черной дырой, если имеет массу по меньшей мере:

- Общая теория относительности говорит, что черные дыры имеют:
- Как называется точка в центре черной дыры?
- Горизонт событий черной дыры это:

Критерии оценивания

Оценка 5 ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

Оценка 4 ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

Оценка 3 ставится, если ученик правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов.

Оценка 2 ставится, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

5.Перечень используемых материалов, оборудования и информационных источников

Печатные издания:

1.Чаругин,В.М. Астрономия.10-11кл.. Базовый уровень /В.М. Чаругин.- М.: Просвещение, 2018.-144с.

ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

1.Астрономия: учебное пособие для среднего профессионального образования / А. В. Коломиец [и др.] ; ответственный редактор А. В. Коломиец, А. А. Сафонов. - Москва : Издательство Юрайт, 2020. - 293 с. <https://biblio-online.ru/bcode/455677>

2.Астрономия : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. В. Коломиец [и др.] ; ответственный редактор А. В. Коломиец, А. А. Сафонов. - Москва : Издательство Юрайт, 2020. - 293 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-08243-3. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/455677>

Логвиненко, О.В. Астрономия eПриложение : учебник / Логвиненко О.В. - Москва : КноРус, 2020. - 263 с. - (СПО). - ISBN 978-5-406-00329-9. - URL: (дата обращения: 28.10.2020). - Текст : электронный<https://book.ru/book/934186>

4.Логвиненко, О.В. Астрономия. Практикум : учебно-практическое пособие / Логвиненко О.В. - Москва : КноРус, 2020. - 245 с. - (СПО). - ISBN 978-5-406-07690-3.- Текст : электронный. <https://book.ru/book/933714>

Интернет - ресурсы:

ЭБС «BOOK.RU» <https://www.book.ru>

ЭБС «Юрайт» www.biblio-online.ru

ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ пп	Материально-техническое обеспечение дисциплины
1.1.	Мультимедийное оборудование
1.2.	Компьютеры
1.3.	Комплект учебной и учебно-методической документации (учебная литература, учебно-методический комплекс по дисциплине, презентационные материалы).

6. Глоссарий

1. **Азимут** – угловое расстояние по математическому горизонту от точки юга (астрономический) или севера (геодезический) до вертикала светила.
2. **Апогей** – наиболее удаленная от Земли точка орбиты обращающегося вокруг нее тела. Расстояние от апогея до центра Земли называется *апогейным расстоянием*.
3. **Аргумент перигелия** – угол в плоскости орбиты небесного тела, образованный направлениями на восходящий узел и точку перигелия орбиты. Отсчитывается против часовой стрелки.
4. **Астероид** – небольшое планетоподобное тело неправильной формы, движущееся по орбите вокруг Солнца. Астероиды сравнительно малы по размерам, не имеют собственной атмосферы. Широко известно скопление астероидов между орбитами [Марса](#) и [Юпитера](#), получившее название “*Пояс астероидов*”.
5. **Афелий** – наиболее удаленная от Солнца точка орбиты обращающегося вокруг него тела.
6. **Болид** – метеор, превосходящий по яркости [Венеру](#).
7. **Величина звездная (звездная величина)** – число, характеризующее блеск объекта. Чем меньше звездная величина – тем больше блеск, поэтому ярчайшие объекты могут принимать отрицательные значения этого параметра. Предельно видимая невооруженным человеческим глазом звездная величина составляет: +6,5m, а такой яркий объект как Луна в полнолуние, имеет величину: -13m.
8. **Вертикаль** – большой полукруг [небесной сферы](#), проходящий через *зенит*, светило и *надир*.
9. **Восход** – момент пересечения светилом горизонта, когда оно переходит из невидимой части небесной сферы в видимую.
10. **Восхождение прямое (прямое восхождение)** – угловое расстояние по небесному экватору от точки весеннего равноденствия до часового круга, проходящего через светило. Отсчитывается в сторону, противоположную суточному вращению небесной сферы.
11. **Время атомное** – время, эталоном которого является 1 секунда атомных цезиевых часов.
12. **Время всемирное** – местное среднее солнечное время гринвичского меридиана.
13. **Время всемирное координированное** – время, используемое в повседневной жизни, сигналы которого транслируются по радио. В его основе лежит атомная секунда, а числовое значение подбирается так, чтобы оно не отличалось от всемирного времени больше чем на 1 секунду.
14. **Время декретное** – время, передвинутое на 1 час вперед по сравнению с поясным временем.
15. **Время звездное** – время, протекшее от момента верхней кульминации точки весеннего равноденствия до ее данного положения, выраженное в долях звездных суток. Численно равно часовому углу точки весеннего равноденствия.
16. **Время истинное солнечное** – время, протекшее от момента нижней кульминации истинного Солнца до его данного положения, выраженное в долях истинных солнечных суток. Численно равно часовому углу истинного Солнца с добавлением 12 часов.
17. **Время летнее** – время, вводимое на летний период путем перевода стрелок на 1 час вперед.
18. **Время местное** – время, относящееся к данному географическому меридиану. Различают местное звездное, истинное и среднее солнечное время.
19. **Время поясное** – местное среднее солнечное время основного географического меридиана того часового пояса, в котором расположен данный пункт.
20. **Время среднее солнечное** – время, протекшее от момента нижней кульминации среднего экваториального Солнца до его данного положения, выраженное в долях

- средних солнечных суток. Численно равно часовому углу среднего экваториального Солнца с добавлением 12 часов.
21. **Высота** – угловое расстояние по вертикали от математического горизонта до светила.
 22. **Галилеевы спутники** – четыре крупнейших спутника Юпитера, открытые Галилеем – Ио, Европа, [Ганимед](#) и Каллисто.
 23. **Геоид** – смотри *форма Земли*.
 24. **Год тропический** – промежуток времени между двумя последовательными прохождениями среднего солнца через точку весеннего равноденствия.
 25. **Голова кометы** – *ядро* и *кома* кометы.
 26. **Горизонт математический** – большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна к отвесной линии.
 27. **Дата юлианская** – порядковый номер дня, полученный в результате непрерывного счета дней от 1 января 4713 г. до н.э. Началом каждого юлианского дня считается средний гринвичский полдень.
 28. **Движение видимое** – наблюдаемое перемещение небесных тел относительно звезд.
 29. **Движение прямое** – наблюдаемое перемещение небесных тел с запада на восток.
 30. **Движение попятное (обратное)** – наблюдаемое перемещение небесных тел с востока на запад.
 31. **Движение звезды собственное** – движение звезды по небесной сфере относительно окружающих ее более далеких звезд.
 32. **Дождь метеорный** – метеорный поток большой интенсивности.
 33. **Долгота географическая** – двугранный угол между плоскостями нулевого меридиана и меридиана, проходящего через точку на Земле.
 34. **Долгота восходящего узла** – угол в плоскости эклиптики, образованный направлениями на точку весеннего равноденствия и восходящий узел орбиты небесного тела. Отсчитывается против часовой стрелки.
 35. **Единица астрономическая** (астрономическая единица) – среднее расстояние между Землей и Солнцем.
 36. **Затмение лунное** – явление прохождения Луны через земную тень (теневое затмение) или полутень (полутеневое затмение).
 37. **Затмение солнечное** – явление покрытия Луной Солнца. Бывает полным, частным и кольцеобразным. Заход – момент пересечения светилом горизонта, когда оно переходит из видимой части небесной сферы в невидимую.
 38. **Зенит** – расположенная над головой наблюдателя точка пересечения отвесной линии с поверхностью небесной сферы.
 39. **Зенитное часовое число** – количество метеоров данного потока, которое увидел бы наблюдатель невооруженным глазом за один час на ночном небе при радианте потока, находящемся в зените.
 40. **Карликовая планета** – достаточно крупное небесно тело, которое вращается по орбите вокруг Солнца, имеет достаточную массу для того, чтобы поддерживать близкую к сферической форму под действием гравитации, не является спутником другой планеты, не может, в отличие от планет, расчистить район своей орбиты от других космических объектов.
 41. **Класс спектральный** (спектральный класс) – характеристика спектра и поверхностной температуры звезды. Различают семь основных и три боковых класса, каждый класс делится на десять подклассов.
 42. **Комета** – тело малой плотности, состоящее из газа и пыли и обращающееся вокруг Солнца. У комет различают *голову*, образуемую ядром и окружающей его *комой*, и *хвост*.
 43. **Конфигурация планет** – взаимные расположения планет и Солнца на небесной сфере земного наблюдателя.

44. **Координаты горизонтальные** – измеренные относительно математического горизонта (азимут и высота). – экваториальные – измеренные относительно небесного экватора (прямое восхождение или часовой угол и склонение).
45. **Кома** (у комет) – (от древнегреческого “волосы”) – облако из пыли и газа, окружающее ядро кометы. Вместе *кома* и *ядро* образуют *голову кометы*.
46. **Кориолиса сила** – одна из сил инерции, проявляющаяся во вращающейся системе отсчета, при движении в направлении под углом к оси вращения. Проще говоря – чем дальше объект от центра вращения, тем быстрее у него касательная скорость, и наоборот, чем ближе к центру – тем такая скорость ниже.
47. **Криолитозона** – то, что принято называть “вечной мерзлотой”, т.е. верхний слой планетной коры, характеризующийся отрицательной температурой пород и почв и наличием или возможностью существования подземных льдов. Достаточно обширная криолитозона среди планет солнечной системы характерна для Земли и Марса.
48. **Круг небесной сферы большой** – пересечение небесной сферы с произвольной плоскостью, проходящей через центр небесной сферы.
49. **Круг небесной сферы часовой** – большой полукруг небесной сферы, проходящий через полюсы мира и светило.
50. **Кульминация** – момент пересечения светилом небесного меридиана.
51. **Лимб** – видимый край диска светила в проекции на небесную сферу.
52. **Линия отвесная** – прямая линия, совпадающая с направлением нити отвеса в данной точке Земли.
53. **Меридиан географический** – большой полукруг, проходящий через полюсы Земли.
54. **Меридиан небесный** – большой круг небесной сферы, плоскость которого проходит через отвесную линию и ось мира.
55. **Меридиан нулевой (гринвичский)** – меридиан, проходящий через Гринвичскую обсерваторию в Англии.
56. **Меридиан основной (центральный) часового пояса** – географические меридианы, проходящие приблизительно по середине часовых поясов и отстоящие точно на 15 градусов по долготе друг от друга.
57. **Метеор** – световое явление в атмосфере Земли при попадании и сгорании в ней метеороида.
58. **Метеорит** – метеороид, упавший на поверхность Земли или другой планеты.
59. **Метеороид** – твердое тело, движущееся в межпланетном пространстве, размером меньше астероида.
60. **Надир** – расположенная под ногами наблюдателя точка пересечения отвесной линии с поверхностью небесной сферы.
61. **Наклонение орбиты** – двугранный угол, образованный плоскостями эклиптики и орбиты небесного тела.
62. **Новолуние** – фаза Луны, при которой ее эклиптическая долгота равна эклиптической долготе Солнца.
63. **Ночь астрономическая** – период суток между астрономическими сумерками, когда Солнце погружено под горизонт ниже 18 градусов.
64. **Ось мира** – прямая, вокруг которой происходит кажущееся вращение небесной сферы.
65. **Параллакс годовой** – угол, под которым из данной точки виден радиус орбиты Земли. – суточный – угол, под которым из данной точки виден радиус Земли.
66. **Парад планет** – астрономическое явление, при котором несколько планет Солнечной системы оказывается по одну сторону от Солнца в небольшом секторе, как бы выстроившись в одну линию и при наблюдении с Земли, видны довольно близко друг к другу на небесной сфере. Бывает большим и малым, в зависимости от числа планет которые “вышли на парад”. Не является астрономическим термином.
67. **Перигей** – наиболее близкая к Земле точка орбиты обращающегося вокруг нее тела.

68. **Перигелий** – наиболее близкая к Солнцу точка орбиты обращающегося вокруг него тела.
69. **Планетоид** – не астрономический термин, но связан с астрономией. Означает «подобный планете», то есть фактически является синонимом термина «малая планета».
70. **Пояс часовой** – участок Земли, для всех точек которого принимается одинаковое поясное время.
71. **Покрытия небесных тел Луной** – явления закрытия диском Луны небесных тел при ее движении относительно звезд.
72. **Покрытия звезд астероидами** – явления закрытия диском астероида звезды.
73. **Полнолуние** – фаза Луны, при которой разность эклиптических долгот Солнца и Луны равна 180 градусам.
74. **Популяционный индекс** – среднее отношение количества метеоров данного потока с блеском ярче величины $(m+1)$ к количеству метеоров этого потока ярче величины m .
75. **Поток метеорный** – 1) явление множественного падения метеоров в течение нескольких часов или дней из одного радианта; 2) рой метеороидов, движущихся по одной орбите вокруг Солнца.
76. **Противостояние** – конфигурация небесных тел относительно друг к другу, при которой разность их эклиптических долгот равна 180 градусам. Иными словами – когда небесные тела оказываются точно друг на против друга.
77. **Равноденствие** – момент пересечения центра диска Солнца небесного экватора при переходе в северное полушарие (весеннее) или южное (осеннее).
78. **Равноденствия точки** (точки равноденствия) – точки пересечения небесного экватора и эклиптики (точки весеннего и осеннего равноденствия). В точке весеннего равноденствия Солнце пересекает небесный экватор, переходя из южного полушария небесной сферы в северное.
79. **Равноденствия эпоха** (эпоха равноденствия) – момент времени, в который положение точки весеннего равноденствия принимается в качестве начала отсчета экваториальных и эклиптических координат.
80. **Радант** – точка схождения параллельных лучей в перспективе. Очень четко определяется для метеоров, принадлежащих к одному потоку.
81. **Рефракция** – явление преломления света на границе двух сред с разной оптической плотностью. Астрономическая рефракция увеличивает видимую высоту светил над горизонтом.
82. **Сарос** – цикл затмений, повторяющийся с интервалом 6585 суток (18 лет и 10 (11) дней). В саросе содержится 41 солнечное и 29 теневых лунных затмений.
83. **Секстант** – навигационный измерительный инструмент, используемый для определения высоты Солнца и других космических объектов над горизонтом с целью определения географических координат точки, в которой производится измерение.
84. **Склонение** – угловое расстояние по часовому кругу от небесного экватора до светила. Положительно к северу и отрицательно к югу.
85. **Скорость лучевая** – проекция скорости небесного тела относительно наблюдателя на линию визирования. Положительна в случае удаления тела от наблюдателя и отрицательна в случае приближения.
86. **Соединение планет** – конфигурация двух небесных тел, при которой их эклиптические долготы равны (то есть для наблюдения с Земли они стоят на одной линии и “закрывают” друг друга собой). В случае соединения внутренней планеты с Солнцем различают нижнее соединение – когда планета расположена между Землей и Солнцем, и верхнее соединение – когда планета расположена за Солнцем.
87. **Солнце среднее экваториальное** – воображаемая точка, равномерно движущаяся по небесному экватору так, что в каждый момент ее прямое восхождение равно средней долготы истинного Солнца.

88. **Солнцестояние** (устар. Солнцеворот) – момент прохождения центром диска Солнца самой северной (летнее) или южной (зимнее) точки эклиптики.
89. **Стояние** – кажущаяся остановка в видимом движении планеты при переходе от *прямого движения* к *попятному* и наоборот.
90. **Сумерки** – часть суток после захода Солнца или перед его восходом.
91. **Сумерки астрономические** – ограничиваются погружением Солнца под горизонт до 18 градусов. При большем погружении начинается астрономическая ночь.
92. **Сумерки гражданские** – ограничиваются погружением Солнца под горизонт до 6 градусов.
93. **Сумерки навигационные** – ограничиваются погружением Солнца под горизонт до 12 градусов.
94. **Сутки звездные** – промежуток времени между двумя последовательными одноименными кульминациями точки весеннего равноденствия на одном и том же географическом меридиане.
95. **Сутки истинные солнечные** – промежуток времени между двумя последовательными одноименными кульминациями центра видимого диска Солнца на одном и том же географическом меридиане.
96. **Сутки средние солнечные** – промежуток времени между двумя последовательными одноименными кульминациями среднего экваториального Солнца на одном и том же географическом меридиане.
97. **Сфера небесная** (небесная сфера) – воображаемая сфера произвольного радиуса с центром в точке наблюдения.
98. **Терминатор** – линия, отделяющая темную часть видимого диска планеты от светлой.
99. **Толща оптическая** (оптическая толща) – натуральный логарифм отношения интенсивности света до входа в поглощающую среду к его интенсивности после ее прохождения.
100. **Узел** – точка пересечения орбиты небесного тела с эклиптикой. Различают восходящий и нисходящий узлы.
101. **Угол часовой** – угловое расстояние по небесному экватору от верхней точки экватора до часового круга, проходящего через светило. Отсчитывается в сторону суточного движения небесной сферы.
102. **Уравнение времени** – разность между средним и истинным солнечным временем.
103. **Фаза затмения** – отношение закрытой части диаметра затмеваемого тела, проходящего через центр затмевающего тела, к полному диаметру затмеваемого тела. Для полного затмения эта величина равна единице плюс отношение минимального расстояния между краями затмевающего и затмеваемого тела к диаметру затмеваемого тела.
104. **Фаза планеты** – отношение площади освещенной части видимого диска ко всей его площади.
105. **Форма Земли** – упрощенно, наша планета имеет форму шара, но точнее говорить, что она “шарообразна”. Более точно, можно сказать, что форма Земли близка к эллипсоиду, сплюснутому у полюсов и растянутому в экваториальной зоне, для которого даже есть специальный термин: геоид (т.е. “подобный Земле”).
106. **Фуко маятник** (маятник Фуко) – маятник, используемый для экспериментальной демонстрации суточного вращения Земли. Представляет собой груз подвешенный на длинном отвесе.
107. **Хвост кометный** – газопылевой хвост кометы.
108. **Широта географическая** – угол между плоскостью земного экватора и отвесной линией опущенной перпендикулярно плоскости.

109. **Экватор земной** – большой круг на поверхности Земли, плоскость которого перпендикулярна оси вращения. – небесный – большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна к оси мира.
110. **Эклиптика** – 1) плоскость орбиты Земли; 2) видимый годичный путь Солнца относительно звезд на небесной сфере.
111. **Эксцентриситет** – величина, характеризующая отличие формы орбиты от круговой. Для окружности равен нулю, для параболы – единице.
112. **Элементы орбиты** – набор параметров, однозначно характеризующий орбиту небесного тела.
113. **Элонгация** – угловое расстояние планеты (кометы, астероида) от Солнца. Различают восточную (планета к востоку от Солнца) и западную (планета к западу от Солнца) элонгацию.
114. **Эпоха** – момент времени, выбранный в качестве начального отсчета.
115. **Эфемерида** – таблица, в которой приведены вычисленные координаты небесного тела для различных моментов времени.