



Министерство образования и молодежной политики Свердловской области  
ГАПОУ СО «Камышловский техникум промышленности и транспорта»

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (КОС)  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**


*ОУД. 06 Астрономия*

по программе подготовки специалистов среднего звена:

*13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)*

Камышлов  
2020

Контрольно-оценочные средства  
рассмотрены цикловой комиссией  
Председатель предметно-цикловой  
комиссии

  
\_\_\_\_\_  
Протокол № 3  
от « 10 » февраля 2020г.

Нечаева Е.Г.

Контрольно-оценочные средства  
разработаны на основе рабочей  
программы, и в соответствии с  
требованиями ФГОС СПО по  
специальности **13.02.11 Техническая  
эксплуатация и обслуживание  
электрического и  
электромеханического оборудования  
(по отраслям)**


Разработчик: Абишева М, преподаватель, ГАПОУ СО «Камышловский техникум  
промышленности и транспорта»

Экспертиза контрольно-оценочных средств к рабочей программе учебной дисциплины  
ОУД. 06 Астрономия пройдена.

Эксперт:

Ст. методист

ГАПОУ СО «Камышловский техникум  
промышленности и транспорта»

  
\_\_\_\_\_  
/Потанова О.А

«14» февраля 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по УПР ГАПОУ  
СО «Камышловский техникум  
промышленности  
и транспорта»

  
\_\_\_\_\_  
С.П. Мицура

«19» февраля 2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств.....	4
2. Формы контроля и оценки освоения учебной дисциплины по темам (разделам).....	10
3. Контрольно – измерительные материалы для проведения текущего контроля.....	13
4. Контрольно –измерительные материалы для промежуточной аттестации.....	13
Приложение 1. Материалы для проведения текущего контроля.....	16
Приложение 2.Материалы для проведения дифференцированного зачета.....	47
Приложение 3.Ключ для ответов теста.....	53
Приложение 4.Лист оценивания для промежуточной аттестации.....	54

# 1. ПАСПОРТ КОМПЛЕКТА КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 1.1. Область применения контрольно-оценочных материалов (далее - КОС)

КОС учебной дисциплины **ОУД. 06 Астрономия** является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО **13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)**

КОС предназначены для оценки достижений запланированных результатов по учебной дисциплине в процессе текущего контроля и промежуточной аттестации.

## 1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

Результаты освоения	Умения	Знания
<p><b>Личностные:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– сформированность научного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития астрономической науки;</li> <li>– устойчивый интерес к истории и достижениям в области астрономии;</li> <li>умение анализировать последствия освоения космического пространства для жизни и деятельности человека;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать карту звездного неба для нахождения координат светила;</li> <li>– выражать результаты измерений и расчетов в единицах Международной системы;</li> <li>– приводить примеры практического использования астрономических знаний о небесных телах и их системах;</li> <li>– решать задачи на применение изученных астрономических законов;</li> <li>– осуществлять самостоятельный поиск информации естественнонаучного содержания с использованием различных источников, ее обработку и представление в разных формах;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <u>смысл понятий</u>: активность, астероид, астрология, астрономия, астрофизика, атмосфера, болид, возмущения, восход светила, вращение небесных тел, Вселенная, вспышка, Галактика, горизонт, гранулы, затмение, виды звезд, зодиак, календарь, космогония, космология, космонавтика, космос, кольца планет, кометы, кратер, кульминация, основные точки, линии и плоскости небесной сферы, магнитная буря, Метагалактика, метеор, метеорит, метеорные тело, дождь, поток, Млечный Путь, моря и материки на Луне, небесная механика, видимое и реальное движение небесных тел и их систем, обсерватория, орбита, планета, полярное сияние, протуберанец, скопление, созвездия и их классификация, солнечная корона, солнцестояние, состав Солнечной системы, телескоп, терминатор, туманность, фазы Луны, фотосферные факелы, хромосфера, черная дыра,</li> </ul>
<p><b>Метапредметные:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– умение использовать при выполнении практических заданий по астрономии такие мыслительные операции, как постановка задачи, необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;</li> <li>– владение навыками познавательной деятельности, навыками разрешения проблем, возникающих при выполнении</li> </ul>		

<p>практических заданий по астрономии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– умение использовать различные источники по астрономии для получения достоверной научной информации, умение оценить ее достоверность;</li> <li>– владение языковыми средствами: умение и коммуникационных технологий;</li> </ul>		<p>Эволюция, эклиптика, ядро;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <u>определения физических величин</u>: астрономическая единица, афелий, блеск звезды, возраст небесного тела, параллакс, парсек, период, перигелий, физические характеристики планет и звезд, их химический состав, звездная величина, радиант, радиус светила, космические расстояния, светимость, световой год, сжатие планет, синодический и сидерический период, солнечная активность, солнечная постоянная, спектр светящихся тел Солнечной системы;</li> <li>– <u>смысл работ и формулировку законов</u>: Аристотеля, Птолемея, Галилея, Коперника, Бруно, Ломоносова, Гершеля, Браге, Кеплера, Ньютона, Лаверье, Адамса, Галлея, Белопольского, Бредихина, Струве, Герцшпрунга-Рассела, Амбарцумяна, Барнарда, Хаббла, Доплера, Фридмана, Эйнштейна.</li> </ul>
<p><b>Предметные:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной;</li> <li>– понимание сущности наблюдаемых во Вселенной явлений;</li> <li>– владение основополагающими астрономическими понятиями, теориями, законами и закономерностями, уверенное пользование астрономической терминологией и символикой;</li> <li>– сформированность представлений о значении астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии;</li> <li>– осознание роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области.</li> </ul>		

### 1.3. Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
<p><b>Предметные:</b> В результате освоения учебной дисциплины студент должен <b>знать:</b> <b>смысл понятий:</b> активность, астероид, астрология, астрономия, астрофизика, атмосфера, болид, возмущения, восход светила, вращение небесных тел, Вселенная, вспышка, Галактика, горизонт, гранулы, затмение, виды звезд, зодиак, календарь, космогония, космология, космонавтика, космос, кольца планет, кометы, кратер, кульминация, основные точки, линии и плоскости небесной сферы, магнитная буря, Метагалактика, метеор, метеорит, метеорные тело, дождь, поток, Млечный Путь, моря и материки на Луне, небесная механика, видимое и реальное движение небесных тел и их систем, обсерватория, орбита, планета, полярное сияние, протуберанец, скопление, созвездия и их классификация, солнечная корона, солнцестояние, состав Солнечной системы, телескоп, терминатор, туманность, фазы Луны, фотосферные факелы, хромосфера, черная дыра, Эволюция, эклиптика, ядро.</p>	<p>Овладеет понятийным аппаратом, выделяет астрономические понятия, величины, явления, процессы. Применяет знания и понимает смысл понятий;</p>	<p>Экспертная оценка результатов деятельности обучающегося при выполнении и защите практических работ, тестирования. Экспертная оценка в форме: защиты отчета по практическому занятию. Проверка конспекта лекций.</p>
<p>– <b>определения физических величин:</b> астрономическая единица, афелий, блеск звезды, возраст небесного тела, параллакс, парсек,</p>	<p>-Обрабатывает и находит информацию, включая использование электронных ресурсов; знает теоретические основы курса астрономии: -явлений,</p>	

<p>период, перигелий, физические характеристики планет и звезд, их химический состав, звездная величина, радиант, радиус светила, космические расстояния, светимость, световой год, сжатие планет, синодический и сидерический период, солнечная активность, солнечная постоянная, спектр светящихся тел Солнечной системы;</p>	<p>-понятий, - законов, - теорий, -приборов и установок.</p>	
<p>– <b>смысл работ и формулировку законов:</b> Аристотеля, Птолемея, Галилея, Коперника, Бруно, Ломоносова, Гершеля, Браге, Кеплера, Ньютона, Леверье, Адамса, Галлея, Белопольского, Бредихина, Струве, Герцшпрунга-Рассела, Амбарцумяна, Барнарда, Хаббла, Доплера, Фридмана, Эйнштейна.</p>	<p>Знает формулировку законов: Аристотеля, Птолемея, Галилея, Коперника, Бруно, Ломоносова, Гершеля, Браге, Кеплера, Ньютона, Леверье, Адамса, Галлея, Белопольского, Бредихина, Струве, Герцшпрунга-Рассела, Амбарцумяна, Барнарда, Хаббла, Доплера, Фридмана, Эйнштейна и применяет при решении задач.</p>	
<p>В результате освоения учебной дисциплины студент должен <b>уметь:</b> использовать карту звездного неба для нахождения координат светила;</p>	<p>Использует карту звездного неба для нахождения координат светила;</p>	<p>Текущий контроль в форме решения задач, тестирования,, индивидуального устного опроса, выполнение лабораторных и практических работ.</p>
<p>выражать результаты измерений и расчетов в единицах Международной системы</p>	<p>Выражает результаты измерений и расчетов в единицах Международной системы;</p>	
<p>приводить примеры практического использования астрономических знаний о небесных телах и их системах;</p>	<p>Приводит примеры практического использования астрономических знаний о небесных телах и их системах;</p>	
<p>решать задачи на применение изученных астрономических законов;</p>	<p>Решает качественные, экспериментальные, расчетные задачи различных</p>	

	типов и видов сложности; Решает исследовательские задачи;	
осуществлять самостоятельный поиск информации естественнонаучного содержания с использованием различных источников, ее обработку и представление в разных формах;	Использует информационные ресурсы, работает с текстами;	
<b>Личностные:</b> – 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;	Применяет в лексике астрономические понятия, законы, уверенное пользование астрономической терминологией и символикой.  Самостоятельно делает выводы, перерабатывает информацию, преобразовывает её, представляет информацию на основе схем, моделей, таблиц, гистограмм, сообщений.	<b>Лист оценки сформированности компетенций.</b>
<b>Метапредметные:</b> – 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	Использует такие мыслительные операции, как постановка задачи, формулирование гипотез, анализ и синтез, сравнение, формулирует вывод при выполнении практических заданий по астрономии. Выбирать для выполнения определённой задачи различные средства: справочную литературу, ИКТ, инструменты и приборы.  Аргументировать свою точку зрения с помощью фактов и дополнительных сведений.	

<p> 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; </p>		
---	--	--

## 2.ФОРМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ)

Результаты обучения (объекты оценивания)	Вид контроля	Названия тем /разделов	Приобретаемые знания и умения	Место/время оценивания	Форма контроля и оценивания
<p><b>Знания:</b>  <b>смысл понятий:</b> активность, астероид, астрология, астрономия, астрофизика, атмосфера, болид, возмущения, восход светила, вращение небесных тел, Вселенная, вспышка, Галактика, горизонт, гранулы, затмение, виды звезд, зодиак, календарь, космогония, космология, космонавтика, космос, кольца планет, кометы, кратер, кульминация, основные точки, линии и плоскости небесной сферы, магнитная буря, Метагалактика, метеор, метеорит, метеорные тело, дождь, поток, Млечный Путь, моря и материки на Луне, небесная механика, видимое и реальное движение небесных тел и их систем, обсерватория, орбита, планета, полярное сияние, протуберанец, скопление, созвездия и их классификация, солнечная корона, солнцестояние, состав Солнечной системы, телескоп, терминатор, туманность, фазы Луны, фотосферные факелы, хромосфера, черная дыра, Эволюция, эклиптика, ядро;</p> <p>– <b>определения физических величин:</b> астрономическая единица, афелий, блеск звезды, возраст небесного</p>	<p><i>Текущая аттестация.</i>                      Лабораторная работа №1 «Оценивание расстояний и размеров объектов во вселенной»</p>	Глава 1. Введение.	Введение в астрономию.	На занятии.	Оценка за выполнение лабораторной работы.
	<p><i>Текущая аттестация.</i>                      Практическая работа №1 «Построение графических моделей небесной сферы»                      Практическая работа № 2 «Исследование суточного видимого движения солнца»</p>	Глава 2. Астрометрия.	Звёздное небо. Небесные координаты. Видимое движение планет и Солнца. Движение Луны и Затмения. Время и календарь	На занятии.	Оценки за выполнение практических работ.
	<p><i>Текущая аттестация.</i>                      Практическая работа № 3 «Исследование движения искусственных спутников Земли».</p>	Глава 3. Небесная механика.	Система мира. Законы Кеплера движения планет Космические скорости и межпланетные перелёты	На занятии.	Оценка за выполнение практической работы.
	<p><i>Текущая аттестация.</i>                      Лабораторная работа №2 «Изучение вулканической активности на спутнике Юпитера Ио».</p>	Глава 4. Строение солнечной системы.	Современные представления о строении и составе Солнечной системы. Планета Земля. Луна и её влияние на Землю Планеты земной группы Планеты-гиганты. Планеты-карлики	На занятии.	Оценка за выполнение лабораторной работы.

<p>тела, параллакс, парсек, период, перигелий, физические характеристики планет и звезд, их химический состав, звездная величина, радиант, радиус светила, космические расстояния, светимость, световой год, сжатие планет, синодический и сидерический период, солнечная активность, солнечная постоянная, спектр светящихся тел Солнечной системы;</p> <p>– <b>смысл работ и формулировку законов:</b> Аристотеля, Птолемея, Галилея, Коперника, Бруно, Ломоносова, Гершеля, Браге, Кеплера, Ньютона, Леверье, Адамса, Галлея, Белопольского, Бредихина, Струве, Герцшпрунга-Рассела, Амбарцумяна, Барнарда, Хаббла, Доплера, Фридмана, Эйнштейна.</p>			Малые тела Солнечной системы. Современные представления о происхождении Солнечной системы		
	<p>Практическая работа №4 «Построение диаграммы Герцшпрунга - Рассела и её анализ»</p>	<p>Глава 5. Астрофизика и звездная астрономия.</p>	Методы астрофизических Исследований. Солнце.	<p>На занятии.</p>	<p>Оценка за выполнение практической работы.</p>
			Внутреннее строение и источник энергии Солнца. Основные характеристики звезд.		
			Белые карлики, нейтронные звёзды, чёрные дыры. Двойные, кратные и переменные звёзды. Новые и сверхновые звёзды. Эволюция звёзд.		
	<p>Лабораторная работа № 3 «Оценивание формы галактики методом «звездных черпаков»».</p>	<p>Глава 6. Млечный путь – наша галактика.</p>	<p>Газ и пыль в Галактике. Рассеянные и шаровые звёздные скопления. Сверхмассивная чёрная дыра в центре Млечного Пути</p>	<p>На занятии.</p>	<p>Оценка за выполнение лабораторной работы.</p>
<p>Практическая работа №5 «Определение скорости удаления галактик 1, 2, 3 по их спектрам»</p> <p>Практическая работа №6 «Определение скорости удаления галактик 4, 5 по их спектрам»</p>	<p>Глава 7. Галактики.</p>	Классификация галактик. Активные галактики и квазары	<p>На занятии.</p>	<p>Оценки за выполнение практических работ.</p>	
		Скопления галактик			
<p>Практическая работа</p>	<p>Глава 9.</p>	<p>Ускоренное расширение</p>	<p>На занятии.</p>	<p>Оценка за</p>	

	№7 «Оценивание возможности наличия жизни на экзопланетах»	Современные проблемы астрономии	Вселенной и тёмная энергия Обнаружение планет возле других звёзд. Поиск жизни и разума во Вселенной		выполнение практической работы.
--	---	---------------------------------	--	--	---------------------------------

### **3.КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется по всем видам аудиторной и самостоятельной работы, предусмотренным рабочей программой учебной дисциплины.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем, ведущим аудиторские занятия.

Текущий контроль успеваемости проводится в следующих формах: - практические и лабораторные работы. (Приложение 1)

Текущий контроль и оценка элементов освоения учебной дисциплины (результатов обучения, знаний, умений) осуществляются с использованием форм, указанных в разделе 2.

Контрольно – оценочные материалы для текущего контроля элементов освоения учебной дисциплины (результатов освоения знаний, умений) находятся непосредственно у преподавателя.

### **4.КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**Вид ПА:** дифференцированный зачет.

**Форма выполнения:** тестирование.

**Условие выполнения:** Время выполнения задания: 45 минут.

Реализация рабочей программы учебной дисциплины возможна в кабинете «Физики».

Оборудование учебного кабинета:

- посадочные места по количеству студентов;
- рабочее место преподавателя;
- комплект учебно-методических материалов преподавателя;
- комплект учебно-наглядных пособий по дисциплине, в том числе на электронных носителях;

Технические средства обучения:

- компьютер с лицензионным программным обеспечением и мультимедийной установкой;
- коллекция цифровых образовательных ресурсов.

**Информационные источники:**

**Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

**Основные источники:**

1. Воронцов - Вельяминов Б.А., Страут Е.К., Астрономия, 11 кл. М. Дрофа, 2018
2. Чаругин В.М. Астрономия, 10-11 кл. М.: Просвещение, 2017г

**Дополнительные источники:**

- 1.«Что и как наблюдать на звездном небе?», Э. С. Зигель, 2009г.
2. «Астрономия в 11 классе. Методика проведения практических работ», Б. А. Воронцов-Вельяминов, 2007г.

3. «Сборник вопросов и задач по астрономии», под ред. Б. А. Воронцов-Вельяминов, 2010г.

*Для студентов:*

1. Учебник «Астрономия 11 класс» Е. П. Левитан, 2006г.
2. Дидактические материалы по астрономии. Е. П. Левитан, 2009г.
3. Книга для чтения по астрономии. Астрофизика. М. М. Дагаев, В. М. Чаругин, 2008 г.

#### **Интернет-ресурсы:**

1. <http://grigam.wallst.ru/glav.htm> - Виртуальный планетарий. Звездные карты. Созвездия и описание расположенных в них космических объектов. Зодиакальный гороскоп.
2. <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.
3. <http://www.meteorite.narod.ru/> - Метеориты. Каталоги метеоритов. Инструкции и советы для нашедшего метеорит. Статьи, книги, фотоколлекция метеоритов.
4. <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.
5. <http://www.astronet.ru:8101/> - Астронет - Электронная библиотека научных и популярных статей. Карта звездного неба. Коллекция фотографий небесных тел. Словарь астронома.
6. <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.
7. <http://f003cda.narod.ru/> - Астрономия, и не только. Основные характеристики планет. Объекты дальнего космоса. Любителям телескопирования.
8. <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.
9. [http://www.geocities.com/far\\_galaxy](http://www.geocities.com/far_galaxy) - Фото-галерея. Фотографии Солнца, планет, астероидов, комет, галактик и туманностей. Информация о различных космических объектах.
10. <http://kuasar.narod.ru/> - Библиотека идей и проектов освоения космоса простых обывателей. Подборка электронных версий научно-популярных статей.
11. <http://www.asteroids.chat.ru/> - Этот сайт посвящен астероидам. О распространенности двойственных систем среди астероидов.
12. <http://fireangel2000.chat.ru:80/index.html> - Освоение планет Солнечной системы, проекты создания межпланетных кораблей. Экологические проблемы, возникающие в результате сгорания топлива. Загрязнение атмосферы.
13. <http://www.sccenter.ru/astro/> - Звезды ведут в бесконечность. - Рассказы в фактах и фотографиях о звездах, туманностях, планетах, галактиках, черных дырах.
14. <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. Исследования Солнечной системы. Главные события освоения космоса.

**Пакет материалов для проведения промежуточной аттестации:**

-подготовка по 20 вопросам, выносимым на зачет и тестирование по темам дисциплины;

- отчеты по практическим и лабораторным работам;
- журнал учебной группы;
- протокол дифференцированного зачета.

**Контрольные вопросы, выносимые на промежуточную аттестацию:**

- 1.Астрометрия.
- 2.Небесная механика.
- 3.Строение солнечной системы.
- 4.Астрофизика и звездная астрономия.
- 5.Млечный путь – наша галактика.
6. Галактики.
- 7.Строение и эволюция Вселенной.
8. Современные проблемы астрономии.

**Критерии оценки выполненных работ (лист оценивания см. Приложение 2)**

- «5» -40 баллов;
- «4»-36-39 баллов;
- «3»-20-35 баллов;
- «2»- менее20 баллов.

**Для допуска к промежуточной аттестации необходимо:**

- иметь зачетные практические и лабораторные работы.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Лабораторная работа №1.

**«Оценивание расстояний и размеров объектов во Вселенной»**

**Цель:** идентифицировать космические объекты по их снимкам или иллюстрациям; систематизировать космические объекты по их удалённости от поверхности Земли; по их размерам.

**Приборы и материалы:** фотографии космических объектов, персональный компьютер с доступом в Интернет.

**Дополнительные материалы:**

Наряду с традиционными астрономическими объектами в поле деятельности астрономов сегодня находятся и искусственно созданные объекты — спутники, космические станции, космические аппараты. Астрономические объекты (небесные тела) и космические аппараты, находящиеся за пределами земной атмосферы в космическом пространстве, называют космическими объектами.

**Ход работы:**

1. Внимательно рассмотрите фотографии космических объектов.
2. Определите, какие космические объекты изображены на снимках (укажите тип объекта и, если это возможно, его название).

№	Изображение	Тип	Название
1			

2



3



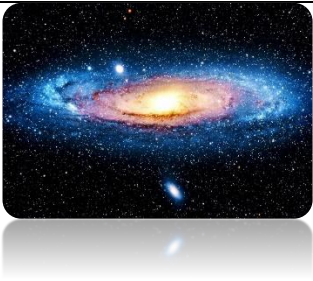
4






5



6



7			
8			
9			

3. Систематизируйте объекты в порядке увеличения их размеров от меньших к большим (запишите названия объектов или их номера).

4. Расположите объекты по их удалённости от поверхности Земли: от самых близких до самых далёких (запишите названия объектов или их номера).

5. Запишите последовательность объектов, сортируя их по удалённости от поверхности Солнца. Укажите возможные варианты в изменении порядка объектов при такой сортировке.

**Вопросы для закрепления материала:**

1. Перечислите объекты (не менее 7), которые изучает астрономия.

2. Какие из перечисленных объектов вы могли бы наблюдать невооружённым глазом?

Практическая работа №1.

**«Построение графических моделей небесной сферы»**

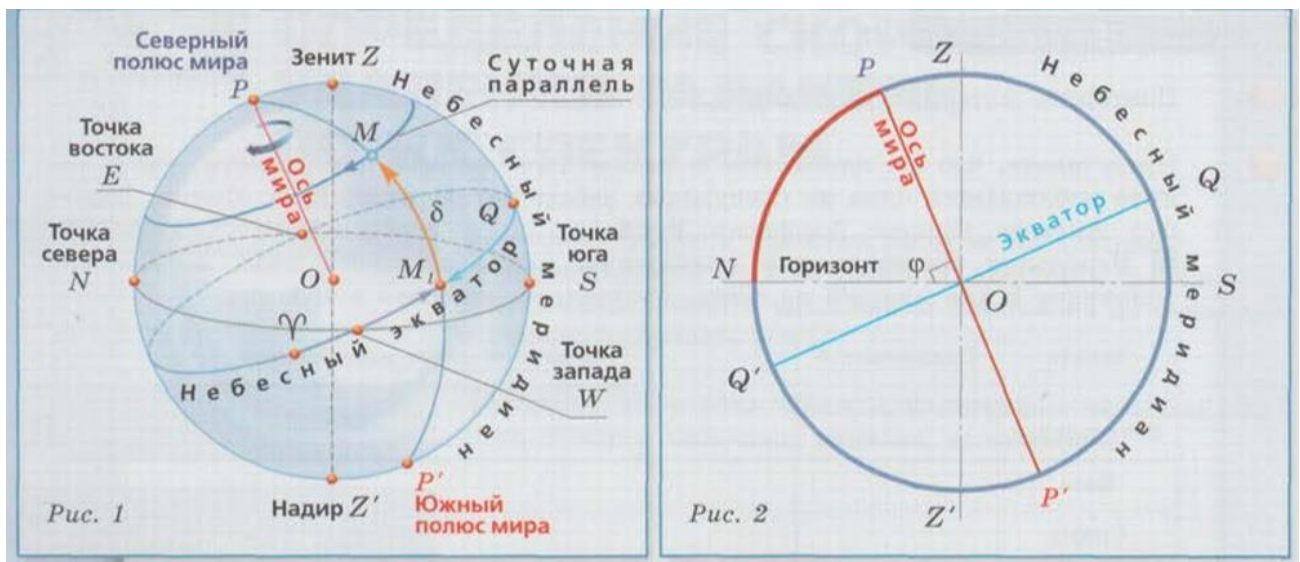
**Цель:** Построить графические модели небесной сферы для заданного пункта наблюдения.

**Приборы и материалы:** циркуль, цветные карандаши, линейка, транспортир.

**Дополнительные сведения:**

У древних народов звёздное небо ассоциировалось с куполом, или со сферой. Действительно, при взгляде на небо создаётся впечатление, что Солнце, звёзды, Луна и другие небесные тела расположены на внутренней поверхности гигантской небесной сферы, вращающейся в направлении с востока на запад. Поэтому для описания положений небесных тел на небе и было введено понятие небесной сферы.

**Небесной сферой** называется воображаемая сфера произвольного радиуса с центром в точке наблюдения (точка  $O$ ), на которую проецируются астрономические объекты. Графическая модель небесной сферы для наблюдателя, находящегося в Северном полушарии Земли, представлена на рисунке 1.



Мы определили небесную сферу как сферу произвольного радиуса. Глядя на небо, мы не можем определить, какая из звёзд находится дальше, какая — ближе. Нам кажется, что все они одинаково удалены и расположены на небесном куполе, окружающем наблюдателя. Поэтому мы и не можем точно указать радиус небесной сферы и определяем его как произвольный. Это допустимо, так как небесная сфера — это воображаемая, или условно выбранная, сфера, в центре которой находится точка наблюдения. К тому же для решения многих задач практической астрономии важно знать не реальные расстояния до небесных объектов, а их взаимное расположение на небе, для определения которого измеряют углы между

направлениями от точки наблюдения на эти объекты. Эти измерения удобно производить именно на воображаемой небесной сфере, используя специальные системы координат.

Небесная сфера вращается вокруг воображаемой линии  $PP'$ , называемой **осью мира**. Ось мира параллельна оси вращения Земли. Соответственно,  $P$  — северный полюс мира,  $P'$  — южный полюс мира (см. рис. 1).

Для определения основных элементов небесной сферы в астрономии используют понятие большого и малого кругов. **Большим кругом** называют окружность, которая получается при пересечении небесной сферы плоскостью, проходящей через её центр. Если плоскость не проходит через центр, то получается малый круг.

Большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна оси мира, называется **небесным экватором** (см. рис. 1). **Небесным меридианом** называется большой круг небесной сферы, проходящий через зенит  $Z$ , надир  $Z'$  и полюсы мира  $P$  и  $P'$  (см. рис. 1).

Прямая линия, которая совпадает в данной точке с направлением действия силы тяжести, называется **отвесной линией**. Направление отвесной линии можно определить с помощью простейшего отвеса — грузика на тонкой нити. Отвесная линия пересекает небесную сферу в двух точках: верхняя (над головой наблюдателя)  $Z$  называется зенитом, нижняя  $Z'$  — надиром (см. рис. 1).

Большой круг небесной сферы, плоскость которого перпендикулярна отвесной линии, называется **математическим горизонтом**. Математический горизонт пересекается с небесным меридианом в точках севера  $N$  (находится ближе к северному полюсу мира) и юга  $S$ , а с небесным экватором — в точках востока  $E$  и запада  $W$  (см. рис. 1).

Выберем на небесной сфере астрономический объект (такие объекты на небесной сфере принято называть **светило**). В течение суток светило описывает на небесной сфере малый круг, который называется **суточной параллелью** (см. рис. 1).

Для изучения видимого расположения и движения небесных объектов используют различные системы небесных координат (горизонтальную и экваториальную).

Зная широту места наблюдения  $\varphi$  и склонение  $\delta$  небесного объекта, можно определить его высоту над горизонтом в момент кульминаций. Для наблюдателя в Северном полушарии Земли ( $\varphi > 0$ ) объект, у которого

склонение  $\delta < \varphi$ , кульминирует к югу от зенита. Его высота в верхней кульминации

$$h_{\text{в}} = 90^\circ - \varphi + \delta.$$

Если  $\delta > \varphi$ , объект кульминирует к северу от зенита, его высота,

$$h_{\text{н}} = 90^\circ + \varphi - \delta.$$

В нижней кульминации  $h_{\text{н}} = -90^\circ + \varphi + \delta.$

Для решения задач практической астрономии удобно бывает использовать проекции небесной сферы на плоскость небесного меридиана (рис. 2). Теорема о высоте полюса мира над горизонтом утверждает, что **высота видимого полюса мира над горизонтом равна модулю широты места наблюдения**:  $h_p = |\varphi|$ . Следовательно, вид небесной сферы зависит от положения наблюдателя, а точнее, от географической широты места наблюдения.

Ход работы:

1. Повторите материал учебника (с. 20—21).

2. Представьте, что вы находитесь в таком месте земной поверхности, где в зените наблюдается одна из следующих звёзд: Бетельгейзе, Вега, Спика, Канопус, Антарес, Сириус, Альферац, Рукбах.

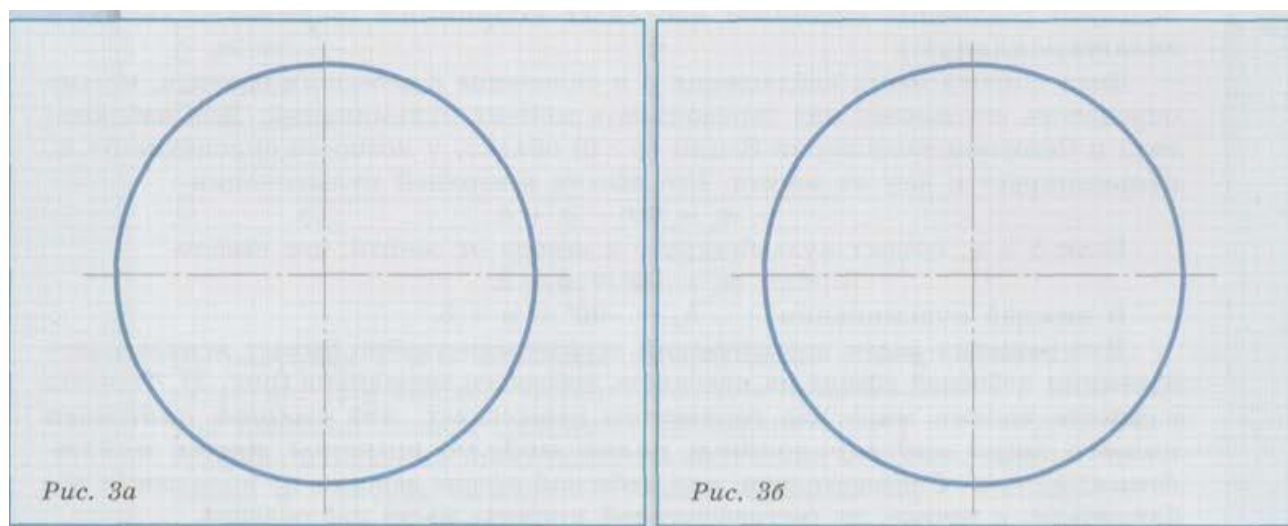
Используя Интернет или подвижную карту звёздного неба, определите склонение  $\delta$  для каждой из звёзд. Результаты занесите в таблицу.

Звезда	Склонение	Широта $\varphi$ места наблюдения, где звезда наблюдается в зените
Бетельгейзе		
Вега		
Спика		
Канопус		
Антарес		
Сириус		
Альферац		
Рукбах		

3. Определите широты  $\varphi$  мест наблюдения, где в зените наблюдаются указанные звёзды. Результаты занесите в таблицу. Подсказка: высота светила, находящегося в зените, равна  $90^\circ$ .

4. На рисунках 3 а и 3б постройте проекции небесной сферы для мест земной поверхности, где в зените наблюдаются две (по выбору преподавателя) из вышеуказанных звёзд:

-Обозначьте центр небесной сферы  $O$ , точки зенита  $Z$  и надира  $Z'$ .



-На линии горизонта обозначьте точки севера  $N$  и юга  $S$ .

-Отметьте положения северного  $P$  и южного  $P'$  полюсов мира.

*Подсказка: воспользуйтесь теоремой о высоте полюса мира над горизонтом. Обратите внимание: для наблюдателя в Северном полушарии Земли над горизонтом расположен северный полюс мира, в Южном — южный полюс мира.*

-Проведите линию  $POP'$ , изображающую ось мира.

-Постройте линию, изображающую небесный экватор  $QQ'$ .

5. Используя построенные модели небесных сфер, определите высоту  $h_Q$  точки  $Q$  пересечения небесного экватора с небесным меридианом, лежащей над плоскостью математического горизонта.

6. На построенных моделях изобразите, используя цветные карандаши, суточные параллели звезды, которая в данной точке наблюдения является:

незаходящей; невосходящей; восходящей и заходящей.

Вопросы для закрепления материала:

1. Какое склонение должна иметь звезда, если она кульминирует в зените в месте, где вы проживаете?
2. Выведите формулу для определения интервала склонения звёзд, которые в месте наблюдения с широтой  $\varphi$ :
  - а) никогда не заходят |
  - б) никогда не восходят
  - в) могут восходить и заходить

## Практическая работа №2

### «Исследование суточного видимого движения Солнца»

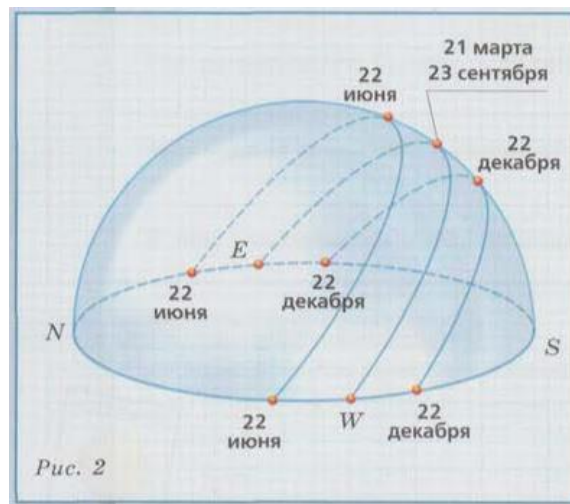
**Цель:** по фотографии суточного движения Солнца определить широту места, где производилась съёмка.

**Приборы и материалы:** фотография суточного движения Солнца, карандаш,

#### Дополнительные сведения:

Кажущееся вращение небесной сферы вокруг оси мира является следствием действительного вращения Земли вокруг своей оси. Наблюдатель, находящийся на поверхности Земли, видит, что в течение суток небесные тела перемещаются по небу. **Суточным движением** называется видимое движение светил, которое обусловлено вращением Земли вокруг своей оси.

Солнце, подобно звёздам, участвует в суточном движении: оно восходит в восточной части горизонта, описывает дугу на небе и заходит в западной части горизонта. В течение года Солнце перемещается среди звёзд по **эклиптике** — большому кругу небесной сферы, наклонённому к небесному экватору под углом  $23,5^\circ$  (рис. 1). Поэтому — экваториальные координаты Солнца  $\alpha_\odot$ , и  $\delta_\odot$ . изменяются в течение года.



Это интересно: название «эклиптика» возникло потому, что только тогда, когда Луна (будучи в фазе новолуния или полнолуния) пересекает эклиптику, мы можем наблюдать затмения (eclipse) Солнца или Луны.

Из-за изменения склонения Солнца его суточные пути на небе, точки восхода и захода меняются день ото дня. Также ежедневно изменяется полуденная высота Солнца  $h_{\odot \text{в}}$ . (т.е. высота Солнца в верхней кульминации; рис. 2).

Как вы знаете, по известным широте места наблюдения  $\varphi$  и склонению  $\delta$  небесного объекта можно определить его высоту над горизонтом в момент кульминации.

В каких пределах меняется склонение Солнца в течение года?

Запишите формулу для вычисления полуденной высоты Солнца, если наблюдатель находится в пункте, географическая широта которого:  $\varphi > 23,5^\circ$ .

Используя полученную вами формулу, можно вычислить широту места наблюдения. Для этого нужно измерить высоту Солнца в кульминации. Конечно же нужно знать дату, когда эти измерения проводились!

Выведите формулу, по которой можно вычислить широту места наблюдения, если известны полуденная высота Солнца  $h_{\odot}$  и его склонение  $\delta$ .

Склонение Солнца можно определить по подвижной карте звёздного неба либо найти в астрономическом ежегоднике. Также можно использовать любую доступную программу-планетарий (например, stellarium). Если в течение одного дня с фиксированной позиции делать снимки Солнца через равные промежутки времени, а затем смонтировать полученные фотографии на одном изображении, то мы получим **дневной трек Солнца** (рис. 3). Зная

дату фотосъёмки, по этому изображению можно примерно определить высоту Солнца в кульминации. Определив склонение Солнца  $\delta$ , можно вычислить широту места, где проводилась данная фотосъёмка.



Рис 3

#### Ход работы:

На рисунке 3 представлен суточный трек Солнца, смонтированный из реальных снимков (фото Д.Ю. Клыкова). На фото представлены 12 изображений Солнца с интервалом в 1 час. Точки восхода и захода отмечены стрелками. Первое изображение Солнца снято через 30 минут после восхода, последнее — за 30 минут до захода.

1. Определите продолжительность дня фотосъёмки.
2. Исходя из продолжительности дня, определите примерную дату фотосъёмки.
3. Соответствует ли дата съёмки (примерно) одному из дней равноденствия или солнцестояния? Если да, то какому?
4. На рисунке отметьте стороны света.
5. Измерьте линейками расстояние между точками восхода и заката (помечены стрелками) в миллиметрах:  $r_{\text{восход\_закат\_мм}} =$
6. Определите чему равно угловое расстояние между точками восхода и заката в данную дату:  $r_{\text{восход\_закат\_град}} =$

Примечание: угловое расстояние между точками восхода и заката равно угловой мере дуги математического горизонта между этими точками.

7. На снимке измерьте линейкой высоту Солнца в верхней точке трека (в куль-

минации) в миллиметрах:  $h_{\text{кульм\_мм}} =$

8. Рассчитайте высоту Солнца в кульминации в градусах  $h_{\text{кульм\_град}}$ . Для этого составим пропорцию:  $\frac{h_{\text{кульм\_град}}}{h_{\text{кульм\_мм}}} = \frac{r_{\text{восход\_закат\_мм}}}{r_{\text{восход\_закат\_град}}}$ .

Вычислите  $h_{\text{кульм\_град}}$ .

9. Вычислите широту места наблюдения.

### Вопросы для закрепления материала:

1. Почему происходит смена времён года?
2. В какие даты Солнце восходит точно на востоке и заходит точно на западе?
3. Можно ли на территории России увидеть Солнце в зените?

### Практическая работа №3.

#### «Исследование движения искусственных спутников Земли»

**Цель:** рассчитать скорости движения спутников по круговым и эллиптическим орбитам, определить условия, при которых спутники могут столкнуться, оценить последствия возможного столкновения спутников.

**Приборы и материалы:** рисунок орбит спутников, калькулятор.

#### Дополнительные сведения:

Согласно первому обобщённому закону Кеплера под действием силы притяжения одно небесное тело движется в поле тяготения другого небесного тела по одному из конических сечений — окружности, эллипсу, параболе или гиперболе. Движение искусственных спутников Земли (ИСЗ) также подчиняется этому закону. Мы рассмотрим ИСЗ, которые имеют круговые и эллиптические орбиты. Скорость спутника на круговой орбите находится по формуле

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

где  $G$  — гравитационная постоянная, равная  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-2}$ ;

$M = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ кг}$  — масса Земли,  $r$  — радиус орбиты.

При движении по эллиптической орбите скорость спутника будет меняться: скорость тем больше, чем ближе спутник к Земле. Среднее расстояние от спутника до центра Земли равно большой **полуоси а** эллипса. Используя закон сохранения энергии и третий закон Кеплера, получаем формулу для расчёта скорости движения небесного тела по эллиптической орбите:

$$v = \sqrt{GM \left( \frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)} = V_a \sqrt{\frac{2a}{r} - 1}.$$

где  $G$  — гравитационная постоянная;  $M$  — масса Земли;  $r$  — расстояние от центра Земли до рассматриваемой точки орбиты;  $a$  — большая полуось эллиптической орбиты;  $V_a = \sqrt{G \frac{M}{a}}$  — средняя круговая скорость эллиптической орбиты.

Радиус орбиты  $r_{\text{спутника}}$  отсчитывается от центра Земли, поэтому если указана высота  $h$  орбиты спутника над поверхностью Земли, то

$$r_{\text{спутника}} = h + R_{\text{Земли}}, \quad R_{\text{Земли}} = 6400 \text{ км.}$$

#### ХОД РАБОТЫ:

На рисунке показаны орбиты двух спутников. Спутник № 1 движется по круговой орбите на высоте 2000 км от поверхности Земли. Орбита спутника № 2 — эллипс с большой полуосью 9000 км. Плоскости орбит и направление движения совпадают. Могут ли спутники столкнуться?



1. Подпишите номера спутников на рисунке. Отметьте стрелками места возможных столкновений.

2. Не производя вычислений, определите, какой спутник (№ 1 или № 2) имеет большую скорость в местах возможного столкновения. Ответ поясните.

3. Определите радиус орбиты  $R$  спутника № 1 в метрах.

4. Вычислите скорость спутника № 1 в метрах в секунду.

5. Определите, на каком расстоянии  $r$  от центра Земли находился спутник №2 — в момент столкновения (ответ дайте в метрах).

6. Вычислите скорость спутника № 2 в метрах в секунду.

7. Рассчитайте скорость сближения спутников в метрах в секунду.

*Указание; скорость сближения равна отношению изменения расстояния между телами ко времени, за которое расстояние изменялось. Так как угол между касательными к орбитам в точке столкновения мал, им можно пренебречь и считать, что спутники в момент столкновения движутся по одной прямой.*

Используя дополнительные источники информации, в том числе ресурсы Интернета, сравните полученную скорость со скоростью движения различных транспортных средств (автомобиль, самолёт, ракета и т.п.).

Сделайте выводы о возможных последствиях такого предполагаемого «космического транспортного происшествия».

Вопросы для закрепления материала:

1. Человек на космической станции находится в состоянии невесомости. Действует ли на него притяжение Земли?

2. Почему спутник, обращаясь вокруг Земли, не падает на её поверхность?

3. На каких орбитах могут находиться искусственные спутники, совершающие обороты вокруг Земли? Выберите правильные варианты: 1. круговые; 2. эллиптические, близкие к круговым; 3. эллиптические; 4. параболические; 5. гиперболические.

4. Какой из двух спутников — с меньшей или с большей полуосью орбиты — будет иметь больший период обращения?

5. Почему на одном расстоянии от центра Земли в рассмотренной задаче спутники имели разную скорость?

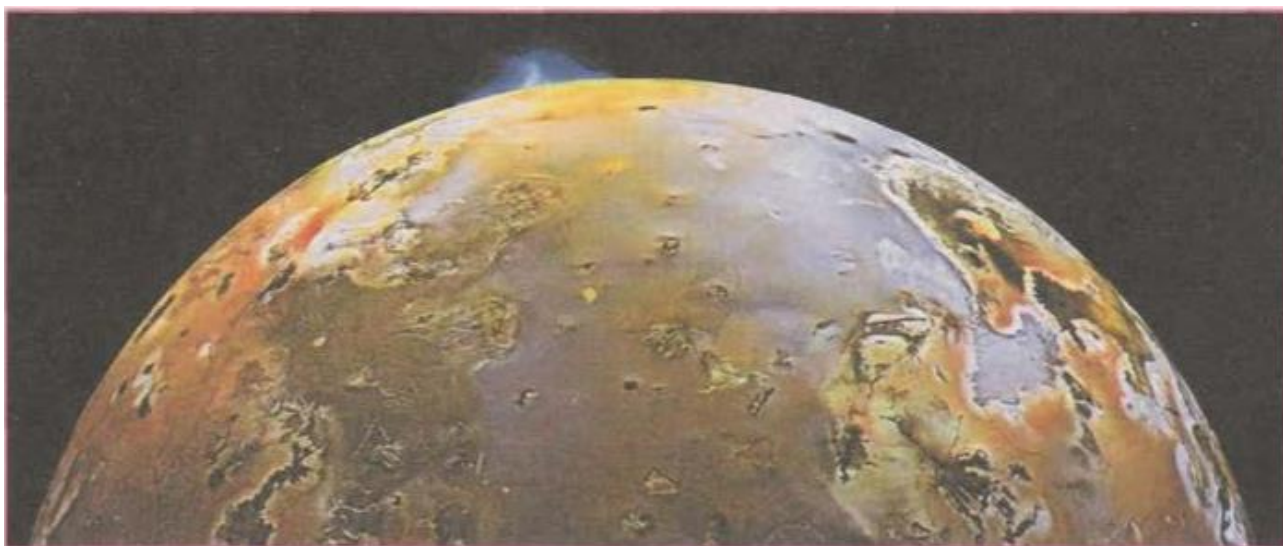
## Лабораторная работа №2.

### «Изучение вулканической активности на спутнике Юпитера Ио»

**Цель:** определить высоту и скорость выброса вещества из жерла вулкана на спутнике Юпитера Ио.

**Приборы и материалы:** фотография Ио с извергающимся вулканом, линейка.

**Дополнительные сведения:** ближайший к Юпитеру крупный спутник Ио имеет радиус  $R = 1820$  км и массу  $M = 8,94 \cdot 10^{22}$  кг. Космические станции (Вояджер 1 и Вояджер 2) неоднократно фотографировали Ио и обнаружили на нём несколько извергающихся вулканов, что указывает на высокие температуры в недрах спутников. Основным механизмом разогрева вещества внутри Ио является приливное воздействие со стороны Юпитера, которое периодически деформирует его внешние слои, разогревая их. На фотографии показан действующий вулкан, который извергает вещество на большую высоту.



#### Ход работы:

1. Определите масштаб снимка, учитывая, что радиус Ио равен 1820 км.
2. Измерьте высоту выброса в миллиметрах и с помощью масштаба рассчитайте реальную высоту выброса в километрах.
3. По массе и радиусу определите ускорение свободного падения на поверхности спутника.
4. Используя закон сохранения энергии, определите скорость выброса вещества из жерла вулкана.

5. Используя дополнительные источники информации, в том числе ресурсы Интернета, сравните полученную скорость со скоростью извержения вещества в земных вулканах. Результаты сравнения оформите в виде таблицы.

№	Скорость извержения вещества в земных вулканах	Скорость выброса вещества из жерла вулкана на Ио

*Вопросы для закрепления материала:*

1. Как связана вулканическая активность Ио с почти полным отсутствием ударных кратеров на его поверхности, столь характерных для Луны и спутников других планет?
2. На Земле вулканическая активность связана с выделением тепла при распаде радиоактивных элементов внутри неё, а какой процесс, по современным представлениям, плавит недра Ио?

#### Практическая работа № 4

##### **Построение диаграммы Герцшпрунга—Рессела и её анализ.**

**Цель:** построить диаграмму температура—светимость и установить взаимосвязь между характеристиками звёзд.

**Приборы и материалы:** карандаш, цветные карандаши, линейка.

**Дополнительные сведения:**

Звёзды — огромные газовые шары, которые находятся очень далеко от Земли. Единственным источником информации о далёких звёздах является их излучение. Уже в середине XX в. астрономы научились определять физические характеристики звёзд по данным их наблюдений, и к началу XX в. накопились данные о десятках тысяч звёзд. Но как наблюдаемые характеристики звёзд — звёздная величина или светимость, спектральный класс — связаны с их физическими характеристиками?

В начале XX в. астрономы Эйнар Герцшпрунг (Дания) и Генри Норрис Рессел (США) построили теоретические графики, которые связывали две основные характеристики звезды: светимость и спектральный класс. Учёные расположили звёзды на диаграмме, по вертикальной оси которой откладывали светимость звезды, а по горизонтальной — её спектральный

класс. Оказалось, что звёзды на этой диаграмме располагаются не беспорядочно, а образуют определённые группы.

Известно, что спектр звезды зависит от температуры. Поэтому на горизонтальной оси диаграммы откладывают либо спектральный класс звезды, либо её температуру. В последнем случае ось шкалы температур принято направлять справа налево, т.е. температура по горизонтальной оси убывает. Подобное построение — это дань традиции, чтобы диаграмма имела такой же вид, как и построенная Герцшпрунгом и Ресселом.

В честь первооткрывателей диаграмму называют их именами: **диаграмма Герцшпрунга —Рессела**. Но наряду с этим используют и другие названия: диаграмма спектр—светимость или температура— светимость, в зависимости от того, какие величины откладывают по горизонтальной и вертикальной осям диаграммы.

Исследование диаграммы Герцшпрунга—Рессела является важнейшим источником сведений об эволюции звёзд. По положению звезды на диаграмме определяют и каков её дальнейший «жизненный путь». С помощью диаграммы можно определить абсолютную звёздную величину звезды и оценить расстояние до неё. Кроме того, диаграмма спектр— светимость позволяет оценить основные характеристики звёзд, не прибегая к долгим утомительным вычислениям.

Более подробные сведения о диаграмме Герцшпрунга—Рессела вы можете найти в «Астронет»: <http://www.astronet.ru/db/msg/1191489>

### Ход работы:

В таблице даны характеристики звёзд: температура  $T$  (в К), светимость, выраженная в светимостях Солнца (светимость Солнца принята за 1).

№ п/п	Звезда	$T$ , К	$L_V/L_{\odot}$
1	Солнце	5 800	1
2	$\alpha$ Центавра А	5 800	1,3
3	$\alpha$ Центавра В	4 100	0,36
4	Барнарда	2 800	0,0004
5	Сириус А	10 400	23
6	Сириус В	10 700	0,008
7	Процион А	6 500	7,6
8	Процион В	7 400	0,0005
9	Канопус	7 400	1 500
10	Арктур	4 500	90
11	Вега	10 700	60
12	Капелла	5 900	150

13	Ригель	11 800	40 000
14	Бетельгейзе	3 200	17 000
15	Ахернар	14 300	200
16	Альтаир	8 000	10
17	Альдебаран	4 200	90
18	Спика	21 300	1 900
19	Антарес	3 400	4 400
20	Денеб	9 900	40 000

1. Постройте диаграмму Герцшпрунга—Рессела для приведённых в таблице - звёзд. По вертикальной оси откладывайте светимость (в светимостях Солнца), по горизонтальной — температуру, горизонтальная шкала неравномерна.

2. Нанесите на диаграмму пунктиром главную последовательность.

3. Используя таблицу учебника «Спектральная классификация звёзд» (с. 92), постройте на диаграмме вертикальные цветные полосы, соответствующие цвету звёзд.

4. Отметьте на диаграмме области, где расположены красные гиганты, белые карлики, сверхгиганты.

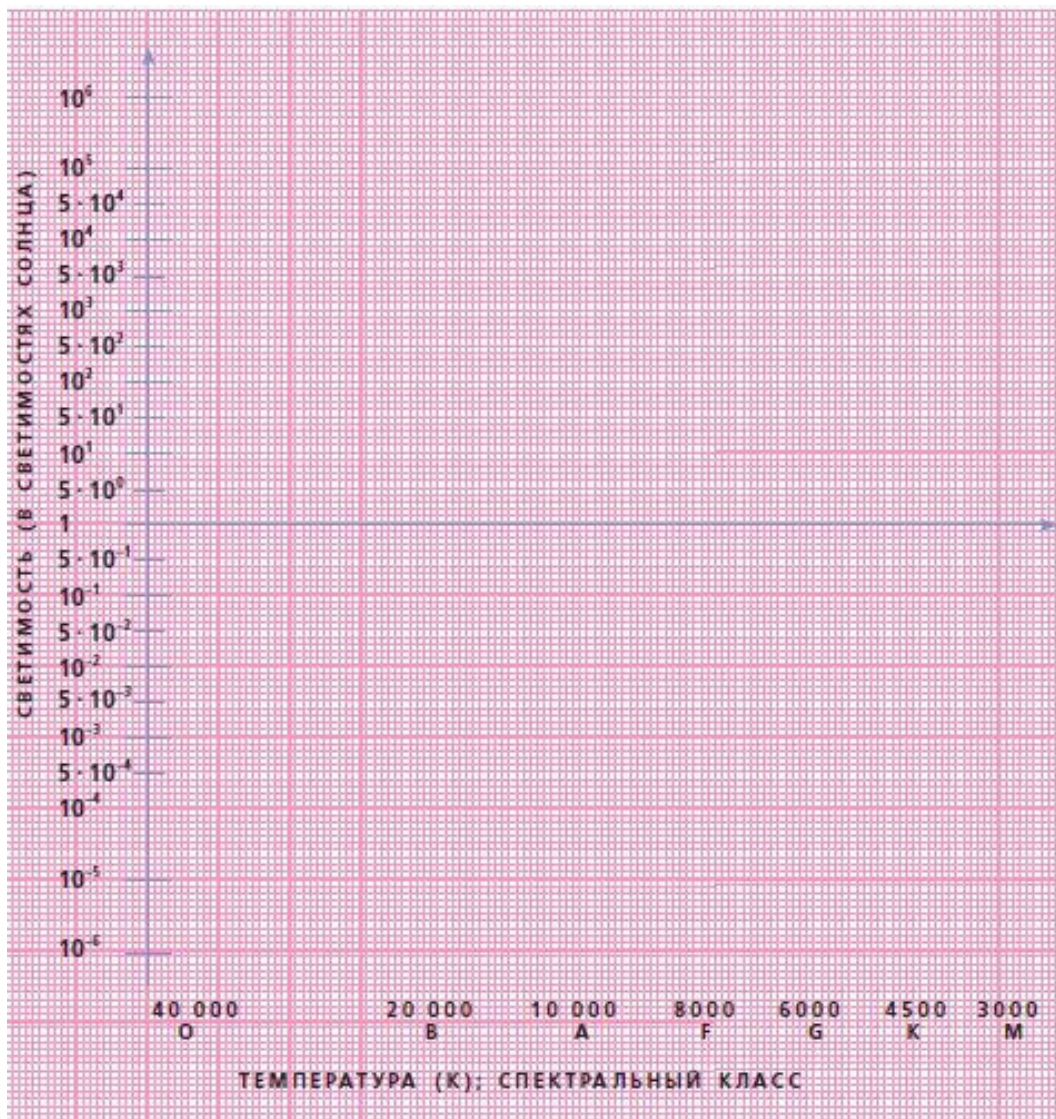
Как будут выглядеть на диаграмме температура - светимость линии, вдоль которых располагаются звёзды одинакового радиуса?

### **Вопросы для закрепления материала**

1. Какую зависимость между температурой звезды и её цветом вы можете установить, пользуясь построенной диаграммой?

2. Оцените температуру и цвет звезды главной последовательности спектрального класса А. Приведите пример такой звезды.

*Диаграмма Герцшпрунга—Рессела*



### Лабораторная работа №3

#### «Оценивание формы галактики методом «звездных черпаков»»

**Цель:** познакомиться с методом «звёздных черпаков» и, используя его, охарактеризовать форму Галактики.

**Приборы и материалы:** комплекты карт участков созвездий (по одному на группу учащихся), подвижная карта звёздного неба или любая другая карта неба, карандаш, компьютер.

#### Дополнительные материалы:

В ясную безлунную ночь на небе хорошо различима светлая полоса — Млечный Путь. Если вы внимательный наблюдатель, то наверняка заметили неодинаковую в разных местах яркость и клочковатую структуру этой полосы. А посмотрев на Млечный Путь в бинокль или телескоп, вы увидите

огромное число звёзд, неразличимых невооружённым глазом. Млечный Путь, который мы наблюдаем на небе в виде светлой полосы, опоясывающей всё небо, — это проекция нашей звёздной системы (Галактики) на небесную сферу. Можно ли, находясь внутри этого «звёздного острова», определить его форму и размер? Одним из первых, кто занимался систематическим исследованием этой проблемы, был английский астроном Вильям Гершель (1738— 1822). Он использовал особый способ подсчёта звёзд в отдельно взятых небольших площадках, разбросанных по всему небу, — метод «звёздных черпаков».

Гершель предположил, что ближе всего к Земле находятся самые яркие звёзды, а самыми далёкими являются, соответственно, самые слабые звёзды, с трудом различимые в телескоп (телескоп Гершеля позволял различать звёзды до 15-й звёздной величины). Исследуя площадки, которые находились по обе стороны и на разных угловых расстояниях от средней плоскости Млечного Пути, Гершель обнаружил, что число звёзд возрастает по мере приближения к Млечному Пути и достигает максимальных значений в самых ярких его областях.

В этой работе вы сможете повторить исследование Гершеля и сделать вывод о форме нашей Галактики.

### **Ход работы:**

Вам предстоит подсчитать количество звёзд заданной звёздной величины, используя комплекты карт участков различных созвездий. Для исследования выбраны участки неба равной площади, расположенные как вблизи Млечного Пути, так и в отдалении от него. Каждый комплект содержит по 7 карт двух участков неба.

Для выполнения работы объединитесь группы (от 2 до 6 учащихся по указанию учителя).

1. В заголовке второго и третьего столбцов таблиц 1 и 2 допишите названия созвездий, карты которых входят в ваш рабочий комплект.

2. Подсчитайте количество звёзд до 9, 10, 11, 12, 13, 14-й звёздной величины для участков созвездий и результаты занесите в соответствующие столбцы таблицы 1.

*Примечание:* некоторые карты разделены на прямоугольные участки. Если звёзд на карте много (более 300), то для удобства можно подсчитать количество звёзд в одном квадрате и умножить на число квадратов. Строго говоря, количество звёзд в каждом квадрате, скорее всего, не одинаково, но можно принять, что эти значения в пределах одной карты примерно равны.

На картах изображены звёзды от самой яркой до заданной звёздной величины, т.е. указаны звёзды с величинами 8", 9" и т.д. до 12". Для того чтобы подсчитать количество звёзд ступени 11-й звёздной величины, нужно из числа звёзд до 12" вычесть число звёзд до 11".

Таблица 1

До какой звездной величины	Число звезд	
	На участке в созвездии	На участке в созвездии
9"		
10"		
11"		
12"		
13"		
14"		
15"		

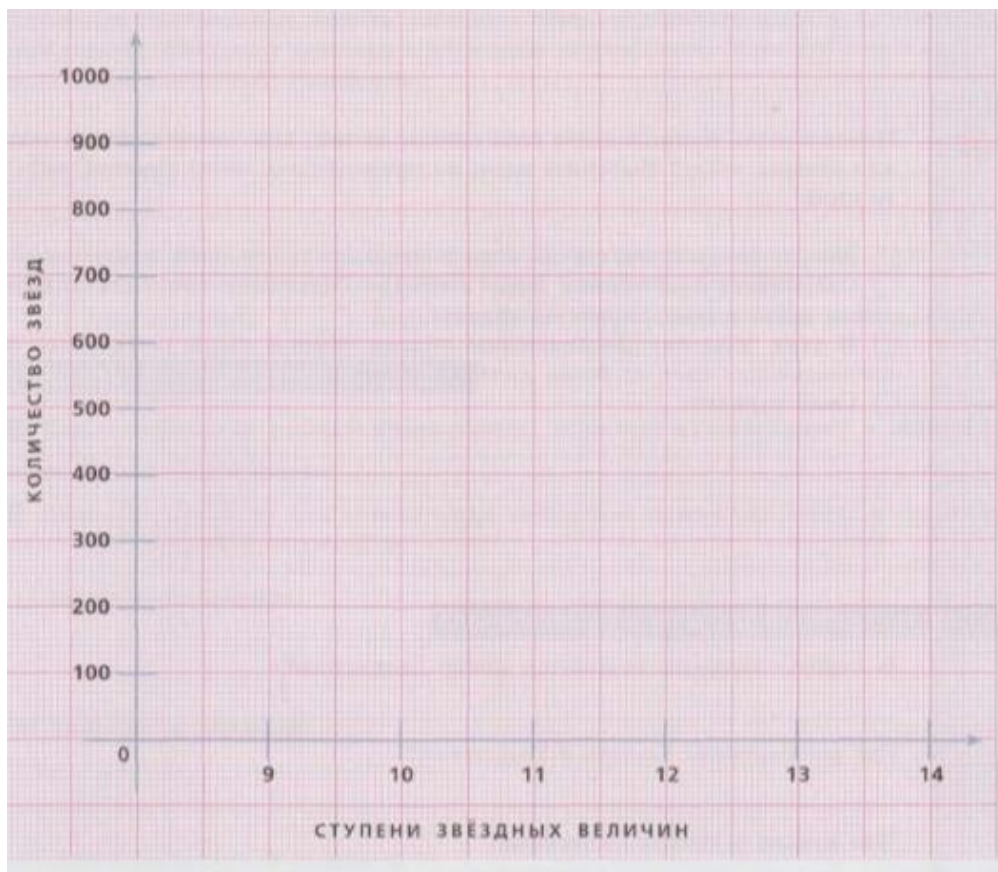
3. Заполните таблицу 2.

Таблица 2

Ступени звёздных величин	Число звёзд		
	на участке в созвездии	на участке в созвездии	согласно теории
9			4
10			16
11			64
12			256
13			1024
14			4096

В последнем столбце таблицы 2 указана теоретическая зависимость, вычисленная из предположения, что звёзды до бесконечности располагаются примерно с такой же плотностью, как в окрестностях Солнца. При этом каждая новая, всё более слабая ступень будет содержать в 4 раза больше звёзд, чем предыдущая.

4. Используя данные таблицы 2, постройте графики для обоих участков и теоретической зависимости. Подпишите полученные кривые.



5. Одинаково ли меняется плотность звёзд по мере удаления от Солнца для участков, которые вы исследовали?

6. Почему экспериментальные зависимости отличаются от теоретической?

7. Используя карту звёздного неба, определите, в каких направлениях от Солнца по отношению к центру Галактики находятся участки неба, которые использовались для данной работы.

8. Сделайте заключение о форме нашей Галактики.

9. Почему часть кривых ведёт себя совсем не так, как теоретическая зависимость для слабых звёзд? Выберите один из приведённых ниже ответов либо запишите свой.

- Звёзды заканчиваются на этих расстояниях, это край Галактики.

- Сверхмассивная чёрная дыра в центре Галактики сместила видимое излучение звёзд в инфракрасную область.

- В этих областях расположены облака тёмной пыли («угольные мешки»), поглощающие свет от более далёких звёзд.

- Свой вариант.

### Вопросы для закрепления материала:

1. В какой созвездии находится центр Галактики?
2. Где расположено Солнце в Галактике?
3. Что входит в состав Галактики?
4. В чём заключается метод звёздных черпаков?»

### Практическая работа №5, 6

#### «Определение скорости удаления галактик по их спектрам»

**Цель:** вычислить скорости удаления галактик по красному смещению линии  $H_{\alpha}$ , в их спектрах, построить график зависимости скорости удаления от расстояния до галактики и проанализировать его.

**Приборы и материалы:** лабораторный спектр линии H, фотографии пяти галактик и их спектры, карандаш, линейка, калькулятор.

#### Дополнительные сведения:

Американский астроном Эдвин Хаббл обнаружил, что в спектрах далёких галактик линии смещены в красную сторону относительно их нормального положения. Это явление назвали **красным смещением**. Количественно красное смещение  $z$  характеризуется относительным изменением длины волны спектральных линий:

$$Z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0},$$
 —  $\lambda_0$  длина волны спектральной линии в лаборатории;  $\lambda$  — в наблюдаемом спектре.

По известному красному смещению можно определить скорость удаления (или приближения) галактики:

$$v = c \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = c \cdot z,$$

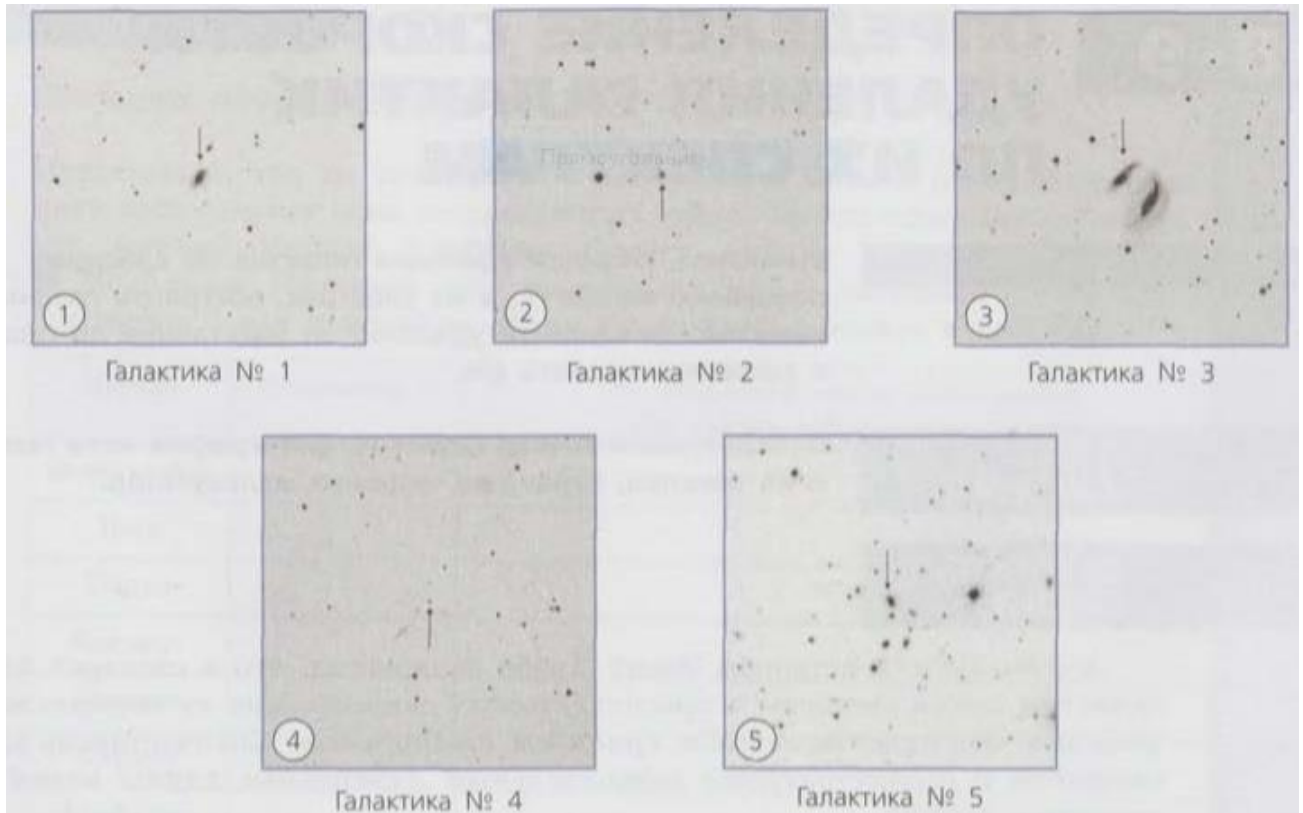
где  $c = 3 \cdot 10^5$  км/с — скорость света.

В этой работе используются спектры галактик, полученные с помощью виртуального спектроскопа: <http://www.cfa.harvard.edu/seuforum/galSpeed/>.

#### Ход работы:

Даны изображения галактик, имеющих примерно одинаковые физические размеры.

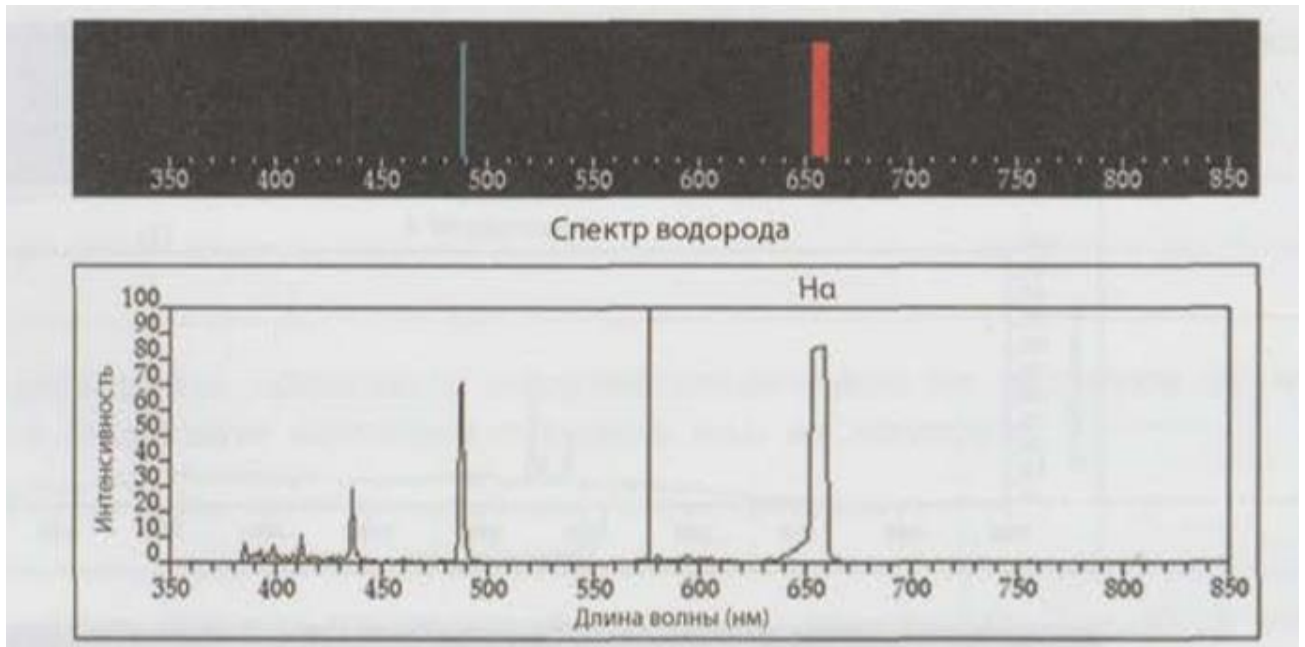
1. Расположите галактики по их удалённости от поверхности Земли: от самых близких до самых далёких (запишите их номера).
2. Объясните, почему вы расположили галактики таким образом.

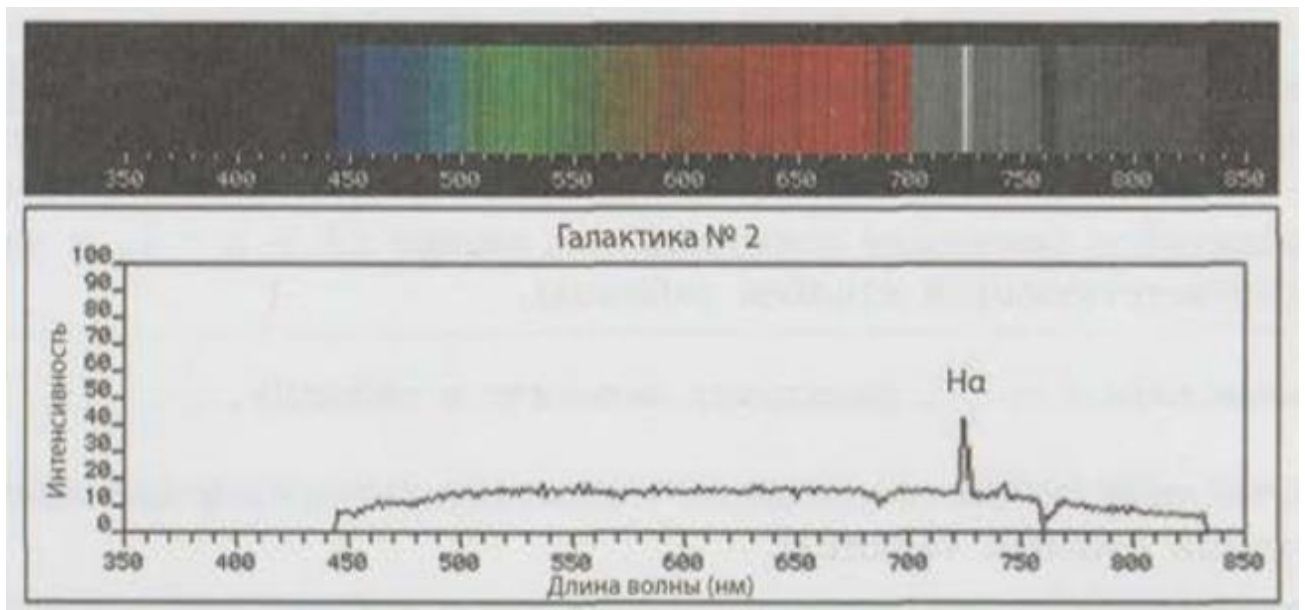
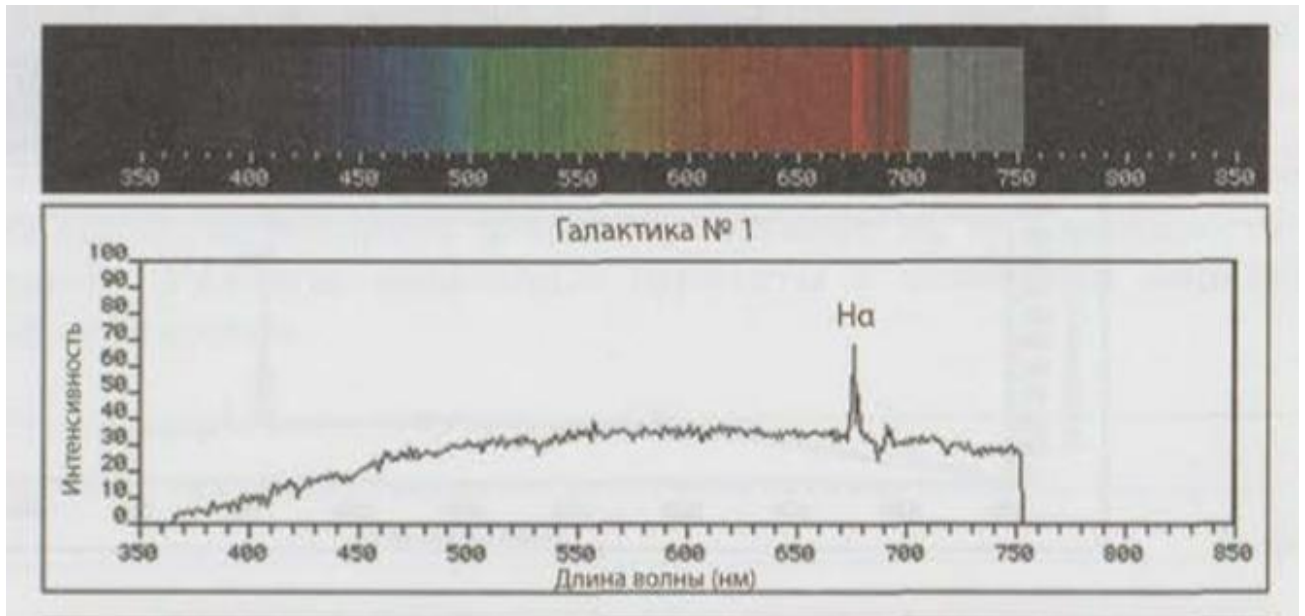


3. Подпишите номера галактик по их удалённости от Земли на горизонтальной оси диаграммы, считая что в точке О расположена Земля.



На рисунках 1 и 2 показаны лабораторный спектр водорода (H) и спектры галактик. Для каждого объекта спектры представлены и в виде горизонтальной цветовой полосы (результат разложения света в спектрографе), и в виде графика изменения интенсивности излучения от длины волны. Яркая красная линия в спектрах галактик — линия водорода H, — смещена относительно лабораторного значения  $\lambda_{H\alpha} = 656 \text{ нм}$ .





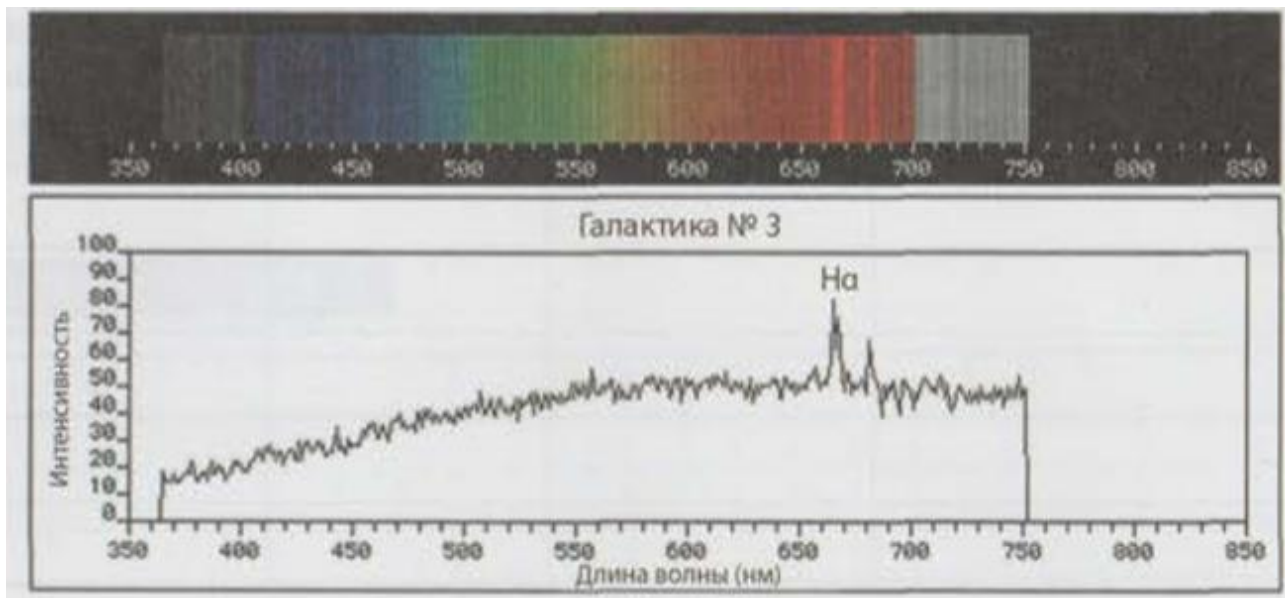
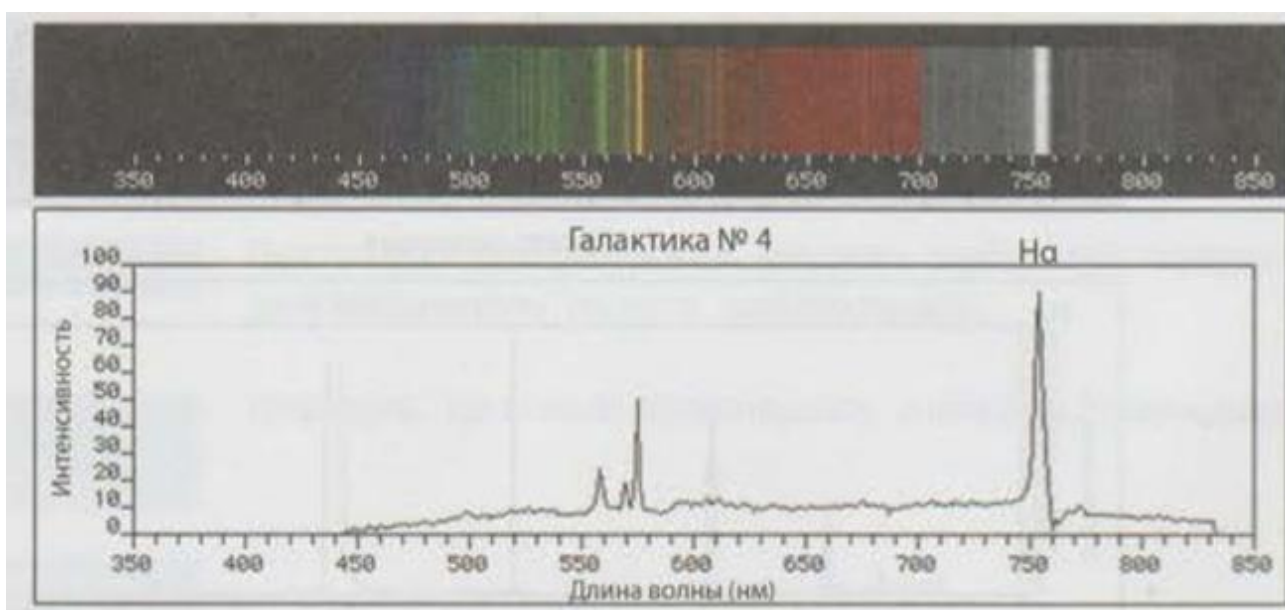


Рис 1.



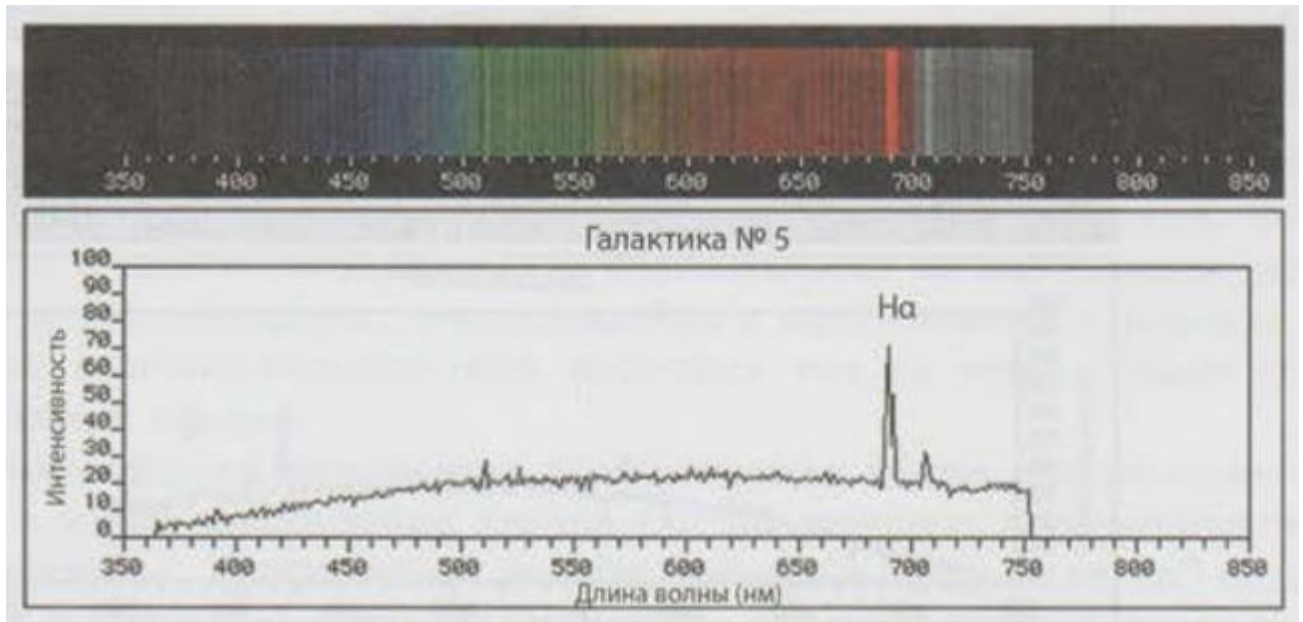


Рис. 2

4. Найдите линию водорода  $H_{\alpha}$  в спектре каждой галактики и определите соответствующую длину волны  $\lambda$ . Результат занесите в таблицу.

5. Посчитайте смещение спектральной линии  $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_H$  и запишите результат в соответствующий столбец таблицы.

6. Вычислите  $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_H}$ , результат занесите в таблицу.

7. Вычислите скорость удаления галактики  $v = c \cdot z$  и запишите результат в последний столбец таблицы.

Галактика	Длина волны $\lambda$ водорода в спектре галактики, нм	Смещение спектральной линии $\Delta\lambda$	Красное смещение $z$	Скорость удаления галактики $v$ , км/с	Расстояние до галактики, млн св. лет
1					
2					
3					
4					
5					

8. Для каждой галактики отметьте скорость удаления на диаграмме (по вертикальной оси). Постройте график зависимости скорости удаления галактик от расстояния до Земли.

9. Проанализируйте полученный график и сделайте вывод о соотношении расстояния до галактики и скорости её удаления.
10. О чём свидетельствует разбегание галактик?
11. Сформулируйте и запишите закон Хаббла.
12. Используя закон Хаббла, вычислите расстояния до галактик. Значение постоянной Хаббла  $H = 68 \text{ км}/(\text{с}\cdot\text{Мпк})$ . Полученные результаты занесите в таблицу и подпишите на диаграмме (горизонтальная ось). Проанализируйте, правильно ли вы расположили галактики, выполняя первое задание.

### **Вопросы для закрепления материала:**

1. В спектре галактики Андромеды наблюдается сдвиг спектральных линий в фиолетовую (коротковолновую) часть спектра. Какой вывод о движении этой галактики по отношению к нашей следует сделать на основании этого факта?
2. Какой физический смысл имеет постоянная Хаббла?
3. Используя закон Хаббла, определите максимальное расстояние, до которого можно наблюдать небесные тела.

## Практическая работа №7.

### **«Оценивание возможности наличия жизни на экзопланетах»**

**Цель:** По снимкам экзопланет определить радиусы их орбит, вычислить температуру поверхности экзопланет и оценить возможность наличия жизни земного типа на них.

**Приборы и материалы:** линейка с миллиметровыми делениями, карандаш, калькулятор.

### **Дополнительные сведения:**

Планеты, обращающиеся вокруг других звёзд, называют экзопланетами. В настоящее время известно о многих тысячах экзопланет. И некоторые из них могут быть обитаемыми. Учёные считают, что жизнь земного типа возможна только тогда, если на поверхности планеты есть большое количество жидкой воды. Про такие планеты говорят, что они находятся в зоне обитаемости.

Для того чтобы определить, находится ли планета в зоне обитаемости, необходимо знать, сколько энергии планета получает от своей звезды. Как это оценить? Подобная задача предлагалась для решения десятиклассникам

на практическом туре Санкт-Петербургской астрономической олимпиады в 2017 г. Воспользуемся методом, который предложен в решении этой задачи.

Будем считать, что планета поглощает как черное тело, ее радиус  $R$ , планета находится на расстоянии « $a$ » от звезды, светимость которой  $L$ . На планете установится температура  $T$  в этом случае, если в единицу времени планета поглощает столько же энергии от звезды, сколько излучает сама. От своей звезды планета получает энергию:  $\frac{L}{4\pi a^2} * \pi R^2$ .

Вместе с тем согласно закону Стефана – Больцмана планета излучает энергию:  $4\pi R^2 \sigma T^4$ , где  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \text{К}^{-4}$  – постоянная Стефана – Больцмана. Приравниваем эти выражения и выразим  $T$ :  $T = \sqrt[4]{\frac{L}{16\pi\sigma a^2}}$ .

Таким образом, для оценки температуры планеты необходимо знать светимость звезды  $L$ , вокруг которой обращается планета, и среднее расстояние от планеты до звезды  $a$ , выраженное в метрах.

Светимость звезды, выраженную в светимостях Солнца, можно вычислить, если известна абсолютная звездная величина  $M$  звезды:  $\frac{L}{L_{\odot}} = 2.512^{M_{\odot} - M}$ , где светимость Солнца  $L = 3,8 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$ , абсолютная звездная величина Солнца  $M_{\odot} = 4,8^m$ . Абсолютную звездную величину звезды найдем по формуле  $M = m - 5 \lg r + 5$ , где  $r$  – расстояние до звезды, выраженное в парсеках;  $m$  – ее видимая звездная величина.

При оценке температуры планеты мы рассматривали её как абсолютно чёрное тело. Если планета подобна Земле, то поправочный коэффициент, определяемый альбедо Земли, будет порядка единицы. При вычислении температуры из этого коэффициента будет вычисляться корень 4-й степени, поэтому результат при таком допущении практически не изменится.

Кроме того, мы предполагали, что планета не имеет собственных источников энергии. Если это предположение ошибочно, то полученное описанным выше методом значение температуры планеты является минимально возможным. Для определения реальных температур нужна дополнительная информация.

### **ХОД РАБОТЫ:**

На рисунке приведены негативные изображения четырёх экзопланет, обращающихся вокруг молодой звезды с видимой звёздной величиной  $6''$ , расположенной на расстоянии 130 световых лет от Солнца. Звезда на снимках экранирована, её положение отмечено звёздочкой. На снимках

указаны даты их получения и масштаб: длина полоски соответствует 20 а.е. (20 аи).



1. Обозначьте планеты на снимках цифрами 1, 2, 3, 4.

2. Считая орбиты планет круговыми, а плоскость орбит перпендикулярной лучу зрения, определите радиусы орбит. Данные измерений и вычислений занесите в таблицу.

Измерьте расстояние от звезды до планеты с точностью до миллиметра на обоих снимках.

Вычислите среднее значение расстояния от звезды для каждой планеты.

Используя заданный масштаб (длина полоски соответствует 20 а.е.), определите расстояние от звезды до планеты в а.е.

Вычислите расстояния до планет в метрах.

3. Определите абсолютную звёздную величину звезды по формуле (3).

Таблица

Плa- не- та	Расстояние до звезды на снимке 1, мм	Расстояние до звезды на снимке 2, мм	Среднее расстояние до звезды, мм	Радиус орбиты планеты $a$ , а.е.	Радиус орбиты планеты $a$ , м	Температура планеты $T$ , К
1						
2						
3						
4						

4. Вычислите светимость звезды  $L$ , используя формулу (2).

5. По формуле (1) определите температуру для каждой планеты. Результаты занесите в таблицу.

6. Сделайте вывод о возможности наличия жизни земного типа на каждой из планет.

## **Вопросы для закрепления материала**

1. Какие методы поиска экзопланет вы знаете? Перечислите их.
2. Что такое зона обитаемости?
3. Что является необходимым условием возникновения жизни земного типа?

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ЗАЧЕТА

Вариант № 1

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

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| 1. Астрометрия | 3. Астрономия   |
| 2. Астрофизика | 4. Другой ответ |

**2. Гелиоцентричную модель мира разработал ...**

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

**3. К планетам земной группы относятся ...**

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

**4. Второй от Солнца планета называется ...**

- |             |          |
|-------------|----------|
| 1. Венера   | 3. Земля |
| 2. Меркурий | 4. Марс  |

**5. Межзвездное пространство ...**

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

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

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

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

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

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

- |               |                  |
|---------------|------------------|
| 1. точках юга | 2. точках севере |
|---------------|------------------|

3. зенит

4. надир

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

1. небесный экватор

3. круг склонений

2. небесный меридиан

4. настоящий горизонт

**10. Первая экваториальная система небесных координат определяется ...**

1. Годинный угол и склонение

3. Азимут и склонение

2. Прямое восхождение и склонение

4. Азимут и высота

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

1. небесный экватор

3. круг склонений

2. небесный меридиан

4. эклиптика

**12. Линия вокруг которой вращается небесная сфера называется**

1. ось мира

3. полуденная линия

2. вертикаль

4. настоящий горизонт

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

1. Телец

3. Заяц

2. Возничий

4. Орион

**14. Обратное движение точки весеннего равноденствия называется ...**

1. Перигелий

3. Прецессия

2. Афелий

4. Нет правильного ответа

**15. Главных фаз Луны насчитывают ...**

1. две

3. шесть

2. четыре

4. восемь

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

1. Азимут

3. Часовой угол

2. Высота

4. Склонение

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

- |                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. первый закон Кеплера | 3. третий закон Кеплера    |
| 2. второй закон Кеплера | 4. четвертый закон Кеплера |

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

- |                 |                            |
|-----------------|----------------------------|
| 1. Рефлекторным | 3. менисковый              |
| 2. Рефракторным | 4. Нет правильного ответа. |

**19. Установил законы движения планет ...**

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

**20. К планетам-гигантам относят планеты ...**

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

## **Вариант № 2**

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

- |                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| 1. Астрометрия         | 3. Астрономия   |
| 2. Звездная астрономия | 4. Другой ответ |

**2. Геоцентричную модель мира разработал ...**

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

**3. Состав Солнечной системы включает ...**

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. восемь планет. | 2. девять планет |
|-------------------|------------------|

3. десять планет

4. семь планет

**4. Четвертая от Солнца планета называется ...**

1. Земля

3. Юпитер

2. Марс

4. Сатурн

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

1. Небесной сферой

3. Созвездие

2. Галактикой

4. Группа звезд

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

1. Годовой параллакс

3. Часовой угол

2. Горизонтальный параллакс

4. Склонение

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

1. надир

3. точка юга

2. точка севера

4. зенит

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

1. небесный экватор

3. круг склонений

2. небесный меридиан

4. настоящий горизонт

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

1. Солнечные сутки

3. Звездный час

2. Звездные сутки

4. Солнечное время

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

1. звездная величина

3. парсек

2. яркость

4. светимость

**11. Вторая экваториальная система небесных координат определяется ...**

1. Годичный угол и склонение

2. Прямое восхождение и склонение

3. Азимут и склонение

4. Азимут и высота

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

1. Козерог

3. Стрела

2. Дельфин

4. Лебедь

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

1. 11 созвездий

3. 13 созвездий

2. 12 созвездий

4. 14 созвездий

**14. Затмение Солнца наступает ...**

1. если Луна попадает в тень Земли.

3. если Луна находится между Солнцем и Землей

2. если Земля находится между Солнцем и Луной

4. нет правильного ответа.

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

1. первый закон Кеплера

3. третий закон Кеплера

2. второй закон Кеплера

4. четвертый закон Кеплера

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

1. Солнечным

3. Лунным

2. Лунно-солнечным

4. Нет правильного ответа.

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

1. Рефлекторным

3. менисковый

2. Рефракторным

4. Нет правильного ответа

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

1. Радиointерферометром

3. Детектором

2. Радиотелескопом

4. Нет правильного ответа

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

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

**20. Закон всемирного тяготения открыл ...**

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

## КЛЮЧ ДЛЯ ОТВЕТОВ ТЕСТА

## Вариант №1

## Вариант №2

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

ЛИСТ ОЦЕНИВАНИЯ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Результаты обучения	Умения и знания	Проявления	Балл	
Личностные:	сформированность научного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития астрономической науки;	Применяет в лексике астрономические понятия, законы, уверенное пользование астрономической терминологией и символикой.	0-2	
Метапредметные:	владение навыками познавательной деятельности, навыками разрешения проблем, возникающих при выполнении практических заданий по астрономии.	Соблюдает порядок выполнения задания, формулирует вывод при выполнении практических заданий по астрономии.	0-2	
Предметные:	<p><b>Знать:</b> <u>смысл понятий:</u> активность, астероид, астрология, астрономия, астрофизика, атмосфера, болид, возмущения, восход светила, вращение небесных тел, Вселенная, вспышка, Галактика, горизонт, гранулы, затмение, виды звезд, зодиак, календарь, космогония, космология, космонавтика, космос, кольца планет, кометы, кратер, кульминация, основные точки, линии и плоскости небесной сферы, магнитная буря, Метагалактика, метеор, метеорит, метеорное тело, дождь, поток, Млечный Путь, моря и материки на Луне, небесная механика, видимое и реальное движение небесных тел и их систем, обсерватория, орбита, планета, полярное сияние, протуберанец, скопление, созвездия и их классификация, солнечная корона, солнцестояние, состав Солнечной системы, телескоп, терминатор, туманность, фазы Луны, фотосферные факелы, хромосфера, черная дыра, Эволюция, эклиптика, ядро.</p>	Смысл понятий раскрыты точно и полно в соответствии с диалектическим методом научного познания.	<p>Проводится в форме тестирования</p> <p>Оценивание осуществляется по шкале:                      А1-А20 – по 1 баллу                      В1-В5 по 2 балла                      С1 – 3 балла</p>	0-33
	<p>– <u>определения физических величин:</u> астрономическая единица, афелий, блеск звезды, возраст небесного тела, параллакс, парсек, период, перигелий, физические характеристики планет</p>	Физическим величинам даны точные определения, верно названы единицы измерения величин,		

	и звезд, их химический состав, звездная величина, радиант, радиус светила, космические расстояния, светимость, световой год, сжатие планет, синодический и сидерический период, солнечная активность, солнечная постоянная, спектр светящихся тел Солнечной системы;	правильно перечислены зависимости указанной величины от других величин, входящих в формулу.		
	– <b>смысл работ и формулировку законов:</b> Аристотеля, Птолемея, Галилея, Коперника, Бруно, Ломоносова, Гершеля, Браге, Кеплера, Ньютона, Леверье, Адамса, Галлея, Белопольского, Бредихина, Струве, Герцшпрунга-Рассела, Амбарцумяна, Барнарда, Хаббла, Доплера, Фридмана, Эйнштейна.	Называет фамилии ученых в связи с различными правилами, законами, теориями, открытиями.		
	-умеет решать задачи на применение изученных астрономических законов;	– решает задачи на применение изученных астрономических законов;		
			ИТОГО	0-37

- 0: критерий не проявился;  
1: критерий проявился не в полной мере;  
2: критерий проявился .