

**Филиал государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования Московской области «Университет «Дубна» -  
Лыткаринский промышленно-гуманитарный колледж**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОУД.09 Астрономия**

Специальность

среднего профессионального образования

12.02.05 Оптические и оптико-электронные приборы и системы

базовой подготовки

Форма обучения

Очная

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 255637FF99444C0D668082BAD493C311  
Владелец: Савельева Ольга Геннадьевна  
Действителен: с 29.11.2022 до 22.02.2024

Город Лыткарино, 2020г.


Рабочая программа дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования

**12.02.05 Оптические и оптико-электронные приборы и системы.**

Автор программы: \_\_\_\_\_, преподаватель

Рабочая программа переутверждена на заседании цикловой методической (предметной) комиссии естественно-научных и гуманитарных дисциплин

Протокол заседания № 1 от «31» августа 2020г.

Председатель цикловой методической (предметной) комиссии  
Бородина Е.А. 

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора филиала по УМР



Александрова М.Э.

«31» августа 2020г.

Руководитель библиотечной системы



Романова М.Н.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **Паспорт рабочей программы дисциплины**

- 1.1. Область применения программы
- 1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы
- 1.3. Объекты профессиональной деятельности выпускников при изучении дисциплины
- 1.4. Цели и задачи дисциплины, требования к результатам освоения дисциплины
- 1.5. Количество часов на освоение программы дисциплины

### **Структура и содержание дисциплины**

- 2.1. Объем дисциплины и виды учебных занятий
- 2.2. Тематический план и содержание дисциплины

### **Условия реализации рабочей программы дисциплины**

- 3.1. Образовательные технологии
- 3.2. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению
- 3.3. Информационное обеспечение обучения

### **Контроль и оценка результатов освоения дисциплины**

# 1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Область применения рабочей программы.

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной программы филиала «Лыткарино» государственного университета «Дубна» по специальности 12.02.05 Оптические и оптико-электронные приборы и системы.

## 1.2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы:

Учебная дисциплина ОУД.09 Астрономия входит в общеобразовательный цикл.

## 1.3. Объекты профессиональной деятельности выпускника при изучении дисциплины:

Объектами профессиональной деятельности выпускников являются:

- материалы, технологические процессы, средства технологического оснащения (технологическое оборудование, инструменты, технологическая оснастка);
- конструкторская и технологическая документация; первичные трудовые коллективы.

## 1.4. Цели и задачи дисциплины, требования к результатам освоения дисциплины:

**Цели** изучения дисциплины:

- Формирование представлений об астрономии как о науке, средстве моделирования явлений и процессов, об идеях и методах астрономии;
- Развитие логического мышления, алгоритмической культуры, критичности мышления на уровне, необходимом для будущей профессиональной деятельности, для продолжения образования и самообразования;
- Воспитание личности, понимания значимости астрономии для научно-технического прогресса, отношения к астрономии как к части общечеловеческой культуры через знакомство с историей развития астрономии, эволюцией астрономических идей.

**Задачи** изучения дисциплины:

- Уметь использовать научные методы в профессиональной деятельности;
- Уметь определять различие в уровне требований к сложности применяемых алгоритмов;
- уметь использовать на практике приобретённые знания и умения: индивидуальный учебный опыт в построении моделей.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать, понимать:**

- смысл понятий: геоцентрическая и гелиоцентрическая система, видимая звездная величина, созвездие, противостояния и соединения планет, комета, астероид, метеор, метеорит, метеороид, планета, спутник, звезда, Солнечная система, Галактика, Вселенная, всемирное и поясное время, внесолнечная планета (экзопланета), спектральная классификация звезд, параллакс, реликтовое излучение, Большой Взрыв, черная дыра;
- смысл физических величин: парсек, световой год, астрономическая единица, звездная величина;
- смысл физического закона Хаббла;
- основные этапы освоения космического пространства;
- гипотезы происхождения Солнечной системы;
- основные характеристики и строение Солнца, солнечной атмосферы;
- размеры Галактики, положение и период обращения Солнца относительно центра Галактики;

**Уметь:**

- приводить примеры: роли астрономии в развитии цивилизации, использования методов исследований в астрономии, различных диапазонов электромагнитных излучений для получения информации об объектах Вселенной, получения астрономической информации с помощью космических аппаратов и спектрального анализа, влияния солнечной активности на Землю;
- описывать и объяснять: различия календарей, условия наступления солнечных и лунных затмений, фазы Луны, суточные движения светил, причины возникновения приливов и отливов; принцип действия оптического телескопа, взаимосвязь физико-химических

характеристик звезд с использованием диаграммы "цвет-светимость", физические причины, определяющие равновесие звезд, источник энергии звезд и происхождение химических элементов, красное смещение с помощью эффекта Доплера;

- характеризовать особенности методов познания астрономии, основные элементы и свойства планет Солнечной системы, методы определения расстояний и линейных размеров небесных тел, возможные пути эволюции звезд различной массы;

- находить на небе основные созвездия Северного полушария, в том числе: Большая Медведица, Малая Медведица, Волопас, Лебедь, Кассиопея, Орион; самые яркие звезды, в том числе: Полярная звезда, Арктур, Вега, Капелла, Сириус, Бетельгейзе;

- использовать компьютерные приложения для определения положения Солнца, Луны и звезд на любую дату и время суток для данного населенного пункта;

- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для: понимания взаимосвязи астрономии с другими науками, в основе которых лежат знания по астрономии, отделение ее от лженаук; оценивания информации, содержащейся в сообщениях СМИ, Интернете, научно-популярных статьях.

### **1.5. Количество часов на освоение программы дисциплины**

Максимальной учебной нагрузки обучающегося 54 часов, в том числе:

обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 36 часов;

консультации 2 часа;

самостоятельной работы обучающегося 16 часов.

## **2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы**

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем часов</b>
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	54
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	36
в том числе:	
лекции	26
практические работы	10
<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>	16
<b>Консультации</b>	2
<i><b>Итоговая аттестация</b></i> ДЗ – 3 семестр	

## 2.2. Тематический план

Вид учебной работы	Количество часов
Тема 1. <b>Практические основы астрономии</b>	7
Тема 2. <b>Строение Солнечной Системы.</b>	7
Тема 3. <b>Природа тел Солнечной системы</b>	7
Тема 4. <b>Солнце и звезды</b>	7
Тема 5. <b>Строение и эволюция Вселенной</b>	8
консультации	2
внеаудиторная самостоятельная работа, индивидуальные творческие задания	16
Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета	
Всего	54

## 2.3. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)
1	2
Введение	
Тема 1. <b>Практические основы астрономии</b>	Содержание учебного материала Звезды и созвездия. Небесные координаты и звездные карты. Видимые движения светил как следствие их собственного движения в пространстве, вращения земли и ее вращения вокруг Солнца. Годичное движение Солнца. Эклиптика. Движение и фазы Луны. Затмения Солнца и Луны. Наблюдения. Время и календарь.
	Практическая работа №1 основные элементы небесной сферы
	Самостоятельная работа обучающихся подготовиться к практической работе:
Тема 2. <b>Строение Солнечной Системы -</b>	Содержание учебного материала Гелиоцентрическая система мира Коперника. Ее значение для науки и мировоззрения. Конфигурации планет и условия их видимости. Синодический и звездный периоды. Законы движения планет Солнечной системы. Определение расстояний до тел Солнечной системы и их размеров. Движение космических объектов под действием сил тяготения. Определение массы небесных тел.

<b>Наименование разделов и тем</b>	<b>Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)</b>
	Практическая работа №2 Кульминация светил. Вид звездного неба на разных географических широтах Практическая работа № 3 Малые звездные карты и атласы Практическая работа № 4 измерение времени Практическая работа №5 Подвижная карта звездного неба Практическая работа № 6 видимое годовое движение Солнца Практическая работа №7 Законы Кеплера и конфигурации планет Практическая работа № 8 Закон всемирного тяготения и задача двух тел Самостоятельная работа обучающихся 1. Подготовиться к практическим работам
<b>Тема 3. Природа тел Солнечной системы</b>	Содержание учебного материала Солнечная система как комплекс тел, имеющих общее происхождение .Система Земля-Луна. Планеты земной группы. Далёкие планеты. Малые тела Солнечной системы. Планеты - карлики Физическая обусловленность важнейших особенностей тел Солнечной системы. Самостоятельная работа обучающихся 1. Подготовить доклад «Пояс Койпера»
<b>Тема 4. Солнце и звезды</b>	Содержание учебного материала Солнце - ближайшая звезда. Строение и состав Солнца Атмосфера Солнца Периодичность Солнечной активности и ее прямая связь с геофизическими явлениями. Определение расстояний до звезд. Годичный параллакс. Светимость звёзд. Звезды, их основные характеристики. Массы звёзд Размеры звёзд. Плотность вещества. Модели звёзд Переменные и нестационарные звёзды Эволюция звезд, ее этапы и конечные стадии. Белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры. Самостоятельная работа обучающихся 1. Подготовить доклад: «Темная материя»
<b>Тема 5. Строение и эволюция Вселенной -</b>	Содержание учебного материала Состав и структура Галактики. Звездные скопления. Межзвездный газ и пыль. Вращение Галактики. Другие галактики и их основные характеристики. Активность ядер галактик. Квазары. Основы современной космологии. Жизнь и разум во Вселенной Астрономическая картина мира. Заключительная лекция.. Астрономическое наблюдение Практическая работа №9 Общая структура Галактики Практическая работа №10 Изучение телескопа

<b>Наименование разделов и тем</b>	<b>Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект)</b>
	Самостоятельная работа обучающихся 1. Подготовиться к практическим работам
	<b>Дифференцированный зачет</b>

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).



### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Образовательные технологии

3.1.1. В учебном процессе, помимо лекций, которые составляют 50% аудиторных занятий, широко используются активные и интерактивные формы проведения занятий. В сочетании с внеаудиторной самостоятельной работой это способствует формированию и развитию общих и профессиональных компетенций обучающихся.

3.1.2. В соответствии с требованиями ФГОС СПО по специальности реализация компетентностного подхода должна предусматривать использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: использование электронных образовательных ресурсов, групповых дискуссий, анализа производственных ситуаций, в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

Активные и интерактивные формы проведения занятий, используемые в учебном процессе

Семестр	Вид занятия*	Используемые активные и интерактивные формы проведения занятий	Разработанные учебно-методические материалы, обеспечивающие реализацию формы проведения занятий
2	Л	Проблемное и развивающее обучение	конспект лекций
	П З	Проблемные ситуации, решение ситуационных задач	сборник практических работ, методические указания по выполнению практических занятий

\*) Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР –

лабораторные занятия

#### 3.2. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы дисциплины предполагает наличия кабинета естественнонаучных дисциплин.

Аудиторная мебель: комплект мебели, доска 3-х секционная, шкафы, стол демонстрационный, стенды, интерактивная доска Hitachi, DVD плеер SAMSSUNG, мультимедийный проектор Hitashi, кодоскоп, термометр демонстрационный, набор лабораторный «Электричество», телескоп, стробоскоп, спектроскоп, звонок электрический, трансформаторы универсальные.

Рабочее место преподавателя: персональный компьютер с выходом в интернет, МФУ.

Программное обеспечение: Intel Core 2 Dual E4400 CPU 2.0Ghz 2Gb RAM  
Windows7

#### 3.3. Информационное обеспечение обучения

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

**Основные источники:**

Дмитриева В.Ф.

Физика для профессий и специальностей технического профиля : Учебник / В. Ф. Дмитриева; Рец. И.В.Данилова. - 3-е изд.,стер. - М. : Академия, 2017. - 448с

**Дополнительные источники:**

Дмитриева В.Ф.

Физика для профессий и специальностей технического профиля. Контрольные материалы : Учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования / В. Ф. Дмитриева, Л. И. Васильев; Ред. Л.В.Честная; Рец. Л.С.Глушецкая. - 3-е изд.,стер. - М. : Академия, 2014. - 112с

#### **4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Контроль и оценка** результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, контрольных работ, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий. Методы текущего контроля по дисциплине разрабатываются самостоятельно преподавателем и доводятся до сведения обучающихся в начале обучения. Для текущего контроля создаются фонды оценочных средств (ФОС), разрабатываемые преподавателем. Текущий контроль успеваемости и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий.

<b>Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)</b>	<b>Формы и методы контроля и оценки</b>	<b>Критерии оценок (шкала оценок)</b>
<b>Знания::</b>		
- смысл понятий: геоцентрическая и гелиоцентрическая система, видимая звездная величина, созвездие, противостояния и соединения планет, комета, астероид, метеор, метеорит, метеороид, планета, спутник, звезда, Солнечная система, Галактика, Вселенная, всемирное и поясное время, внесолнечная планета (экзопланета), спектральная	экспертная оценка защиты практических работ	От 2 до 5 баллов

<p>классификация звезд, параллакс, реликтовое излучение, Большой Взрыв, черная дыра;</p>	130	
<p>- смысл физических величин: парсек, световой год, астрономическая единица, звездная величина;</p>	устный опрос, письменная проверка знаний	
<p>- смысл физического закона Хаббла;</p>	устный опрос, письменная проверка знаний	
<p>- основные этапы освоения космического пространства;</p>	устный опрос, письменная проверка знаний	
<p>- гипотезы происхождения Солнечной системы;</p>	устный опрос, письменная проверка знаний	
<p>- основные характеристики и строение Солнца, солнечной атмосферы;</p>	устный опрос, письменная проверка знаний	
<p>- размеры Галактики, положение и период обращения Солнца относительно центра Галактики;</p>	устный опрос, письменная проверка знаний	
<p><b>Умения:</b></p>		
<p>- приводить примеры: роли астрономии в развитии цивилизации, использования методов исследований в астрономии, различных диапазонов электромагнитных излучений для получения информации об объектах Вселенной, получения астрономической информации с помощью космических аппаратов и спектрального анализа, влияния солнечной активности на Землю;</p>	устный опрос, письменная проверка, практическая проверка	От 2 до 5 баллов

<p>- описывать и объяснять: различия календарей, условия наступления солнечных и лунных затмений, фазы Луны, суточные движения светил, причины возникновения приливов и отливов; принцип действия оптического телескопа, взаимосвязь физико-химических характеристик звезд с использованием диаграммы "цвет-светимость", физические причины, определяющие равновесие звезд, источник энергии звезд и происхождение химических элементов, красное смещение с помощью эффекта Доплера;</p>	<p>устный опрос, письменная проверка</p>	<p>От 2 до 5 баллов</p>
<p>- характеризовать особенности методов познания астрономии, основные элементы и свойства планет Солнечной системы, методы определения расстояний и линейных размеров небесных тел, возможные пути эволюции звезд различной массы;</p>	<p>устный опрос, письменная проверка</p>	<p>От 2 до 5 баллов</p>
<p>- находить на небе основные созвездия Северного полушария, в том числе: Большая Медведица, Малая Медведица, Волопас, Лебедь, Кассиопея, Орион; самые яркие звезды, в том числе: Полярная звезда, Арктур, Вега, Капелла, Сириус, Бетельгейзе;</p>	<p>устный опрос, письменная проверка</p>	<p>От 2 до 5 баллов</p>
<p>- использовать компьютерные приложения для определения положения Солнца, Луны и звезд на любую дату и время суток для данного населенного пункта;</p>	<p>устный опрос, письменная проверка, практическая проверка</p>	<p>От 2 до 5 баллов</p>
<p>- использовать приобретенные знания и умения в практической</p>	<p>устный опрос, письменная проверка</p>	<p>От 2 до 5 баллов</p>

<p>деятельности и повседневной жизни для: понимания взаимосвязи астрономии с другими науками, в основе которых лежат знания по астрономии, отделение ее от лженаук; оценивания информации, содержащейся в сообщениях СМИ, Интернете, научно-популярных статьях.</p>	130	
---	-----	--

### Критерии оценки устного ответа

«5» (*отлично*) – задание выполнено полностью, тема раскрыта: студент выражает свои мысли легко и свободно, показывая владение учебным материалом, хорошо ориентируется в материале темы, применяет знания при выполнении задания. Отвечает на вопросы преподавателя.

«4» (*хорошо*) – задание выполнено полностью, тема раскрыта: студент выражает свои мысли легко и свободно, показывая владение учебным материалом, но допускает отдельные погрешности в изложении материала; достаточно хорошо ориентируется в материале темы, применяет знания при выполнении задания. Отвечает на вопросы преподавателя, допуская ошибки, не имеющие существенного значения.

«3» (*удовлетворительно*) – задание выполнено, но не полностью, тема не раскрыта: студент плохо выражает свои мысли с трудом, показывает удовлетворительное владение учебным материалом; плохо ориентируется в материале темы, допускает существенные ошибки при изложении материала. Отвечает не на все вопросы преподавателя.

«2» (*неудовлетворительно*) – задание не выполнено, тема не раскрыта: студент допускает большое количество ошибок. Не отвечает на вопросы преподавателя.

### Критерии оценки письменной работы

5 (*отлично*) – 90 – 100 % правильных ответов

4 (*хорошо*) – 70 – 89 % правильных ответов

3 (*удовлетворительно*) – 50 – 69% правильных ответов

2 (*неудовлетворительно*) – 49 % и менее правильных ответов

## **Критерии оценки теоретических знаний практической работы**

Оценка «отлично» выставляется, если студент имеет глубокие знания учебного материала по теме практической работы, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий, используемых в работе, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если студент показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и уточняющие вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент в целом освоил материал практической работы, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала практической работы, который полностью не раскрыл содержание вопросов, не смог ответить на уточняющие и дополнительные вопросы.

## **Критерии оценки практических навыков по практической работе**

Оценка «отлично» ставится, если студент демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, определяет взаимосвязи между показателями задачи, даёт правильный алгоритм решения, определяет междисциплинарные связи по условию задания.

Оценка «хорошо» ставится, если студент демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, имея неполное понимание междисциплинарных связей при правильном выборе алгоритма решения задания.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя, выбор алгоритма решения задачи возможен при наводящих вопросах преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент дает неверную оценку ситуации, неправильно выбирает алгоритм действий.

## Шкала оценки образовательных достижений

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
71 ÷ 89	4	хорошо
50 ÷ 70	3	удовлетворительно
менее 50	2	неудовлетворительн о

## Критерии оценки докладов

№ п/п	Критерии оценивания	1	2	3	4	5
1.	Соответствие темы и содержания доклада.					
2.	Содержание доклада соответствует поставленным целям и задачам исследования проекта.					
3.	Доклад отвечает на основополагающий вопрос проекта и проблемный вопрос конкретного исследования.					
4.	В докладе отражена достоверная информация.					
5.	Отсутствие орфографических и пунктуационных ошибок.					
6.	Содержание разделов выдержано в логической последовательности					
7.	В докладе содержатся ссылки на использованные печатные источники и Интернет-ресурсы.					

№ п/п	Критерии оценивания	1	2	3	4	5
8.	Доклад имеет законченный характер, в конце имеются четко сформулированные выводы.					
	ИТОГО					

150

### Шкала оценивания

- 1 – содержание доклада не удовлетворяет данному критерию;
- 2 – содержание доклада частично удовлетворяет данному критерию;
- 3 – содержание доклада удовлетворяет данному критерию, но имеются значительные недостатки;
- 4 - содержание доклада удовлетворяет данному критерию;
- 5 – содержание доклада в полной мере удовлетворяет данному критерию.

## ОБРАЗЦЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ


### Практическая работа №1

#### Основные элементы небесной сферы

**Цель работы:** изучение основных элементов и суточного вращения небесной сферы на ее модели.

**Пособия:** модель небесной сферы (армилярная сфера); черный глобус; подвижная карта звездного неба.

Небо представляется наблюдателю как сферический купол, окружающий его со всех сторон. В связи с этим еще в глубокой древности возникло понятие небесной сферы (небесного свода) и определены ее основные элементы.

*Небесной сферой* называется воображаемая сфера произвольного радиуса, на внутренней поверхности которой, как представляется наблюдателю, расположены небесные светила. Наблюдателю всегда кажется, что он находится в центре небесной сферы (т.  на рис. 1.1).



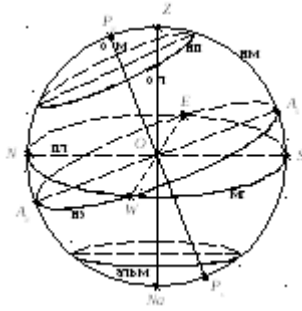


Рис. 1.1. Основные элементы небесной сферы<sup>150</sup>

Пусть наблюдатель держит в руках отвес – небольшой массивный грузик на нити. Направление этой нити называют *линией отвеса*. Проведем линию отвеса через центр небесной сферы. Она пересечет эту сферу в двух диаметрально противоположных точках, называемых *зенитом*  $Z$  и *надиром*  $N_0$ . Зенит находится точно над головой наблюдателя, а надир скрыт земной поверхностью.

Проведём через центр небесной сферы плоскость, перпендикулярную к отвесной линии. Она пересечет сферу по большому кругу, называемому *математическим* или *истинным горизонтом*. (Напомним, что круг, образованный сечением сферы плоскостью, проходящей через центр, называется *большим*; если же плоскость рассекает сферу, не проходя через ее центр, то сечение образует *малый круг*). Математический горизонт параллелен видимому горизонту наблюдателя, но не совпадает с ним.

Через центр небесной сферы проведём ось, параллельную оси вращения Земли, и назовём *осью мира* (по латыни – Axis Mundi). Ось мира пересекает небесную сферу в двух диаметрально противоположных точках, называемых *полюсами мира*. Полюсов мира два – *северный*  $P_N$  и *южный*  $P_S$ . За северный полюс мира принимается тот, по отношению к которому суточное вращение небесной сферы, возникающее вследствие вращения Земли вокруг своей оси, происходит против часовой стрелки, если смотреть на небо изнутри небесной сферы (как мы на него и смотрим). Вблизи северного полюса мира расположена Полярная звезда –  $\alpha$  Малой Медведицы – самая яркая звезда в этом созвездии.

Вопреки распространенному мнению, Полярная не является самой яркой звездой на звездном небе. Она имеет вторую звездную величину и не относится к ярчайшим звездам. Неопытный наблюдатель вряд ли быстро отыщет ее на небе. Искать Полярную звезду по характерной фигуре ковша Малой Медведицы непросто – остальные звезды этого созвездия еще слабее, чем Полярная, и надежными ориентирами быть не могут. Найти Полярную звезду на небосводе начинающему наблюдателю легче всего, ориентируясь по звездам расположенного рядом яркого созвездия Большой Медведицы (рис. 1.2). Если мысленно соединить две крайние звездочки ковша Большой Медведицы,

$\beta$  и  $\alpha$ , и продолжить прямую линию до пересечения с первой более-менее заметной звездой, то это и будет Полярная звезда. Расстояние на небе от звезды  $\alpha$  Большой Медведицы до Полярной примерно в пять раз превышает расстояние между звездами  $\alpha$  и  $\beta$  Большой Медведицы.



150

Рис. 1.2. Околополярные созвездия Большая медведица и Малая Медведица  
Южный полюс мира отмечен на небе еле заметной звездой Сигма Октанта.

Точка математического горизонта, наиболее близкая к северному полюсу мира, называется *точкой севера*  $N$ . Самая отдаленная от северного полюса мира точка истинного горизонта – *точка юга*  $S$ . Она же расположена ближе всего к южному полюсу мира. Линия в плоскости математического горизонта, проходящая через центр небесной сферы и точки севера  $N$  и юга  $S$ , называется *полуденной линией*.

Через центр небесной сферы перпендикулярно к оси мира проведём плоскость. Она пересечет сферу по большому кругу, называемому *небесным экватором*. Небесный экватор пересекается с истинным горизонтом в двух диаметрально противоположных точках *востока*  $E$  и *запада*  $W$ . Небесный экватор делит небесную сферу на две половины – *северное полушарие* с вершиной в северном полюсе мира  $P_N$  и *южное полушарие* с вершиной в южном полюсе мира  $P_S$ . Плоскость небесного экватора параллельна плоскости земного экватора.

Точки севера  $N$ , юга  $S$ , запада  $W$  и востока  $E$  называются *сторонами горизонта*.

Большой круг небесной сферы, проходящий через полюса мира  $P_N$  и  $P_S$ , зенит  $Z$  и надир  $Na$ , называется *небесным меридианом*. Плоскость небесного меридиана совпадает с плоскостью земного меридиана наблюдателя и перпендикулярна плоскостям математического горизонта и небесного экватора. Небесный меридиан делит небесную сферу на два полушария – *восточное*, с вершиной в точке востока  $E$ , и *западное*, с вершиной в точке запада  $W$ . Небесный меридиан пересекает математический горизонт в точках севера  $N$  и юга  $S$ . На этом основаны метод ориентации по звездам на земной

поверхности. Если мысленно соединить точку зенита  $Z$ , лежащую над головой наблюдателя, с Полярной звездой и продолжить эту линию дальше, то точка ее пересечения с горизонтом и будет точкой севера  $N$ . Небесный меридиан пересекает математический горизонт по полуденной линии.

Малый круг, параллельный истинному горизонту, называется *альмукуантарат* (по-арабски – круг равных высот). На небесной сфере можно провести сколько угодно альмукуантаратов.

150

Малые круги, параллельные небесному экватору, называются *небесными параллелями*, их также можно провести бесконечно много. Суточное движение звёзд происходит вдоль небесных параллелей.

Большие круги небесной сферы, проходящие через зенит  $Z$  и надир  $Na$ , называются *кругами высоты* или *вертикальными кругами (вертикалами)*. Вертикальный круг, проходящий через точки востока  $E$  и запада  $W$ , называется *первым вертикалом*. Плоскости вертикалов перпендикулярны математическому горизонту и альмукуантаратам.

Большие круги, проходящие через полюса мира  $P_N$  и  $P_S$ , называются *часовыми кругами* или *кругами склонения*. Плоскости часовых кругов перпендикулярны небесному экватору и небесным параллелям.

Небесный меридиан является одновременно и вертикальным кругом, и кругом склонения, поэтому его плоскость перпендикулярна и математическому горизонту, и небесному экватору.

В какой бы точке на поверхности Земли не находился наблюдатель, он всегда видит суточное вращение небесной сферы, происходящее вокруг оси мира. Наблюдателю при этом кажется, что каждое светило небосвода описывает в течение суток окружность вокруг Полярной звезды, то есть двигается по небесной параллели.

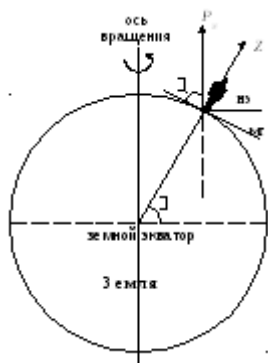
Пусть наблюдатель находится на поверхности Земли в точке с географической широтой  $\phi$ . Изобразим схематично земной шар и наблюдателя на нем (рис. 1.3). Отметим положения основных элементов небесной сферы в проекции на плоскость географического меридиана наблюдателя.

Из рис. 1.3 видно, что угол наклона оси мира к плоскости математического горизонта равен  $\phi$ . Это позволяет нам сформулировать *теорему о высоте Полярной звезды над горизонтом*:

***Высота северного полюса мира (Полярной звезды) над горизонтом численно равна географической широте места наблюдения.***

Для г. Стерлитамака географическая широта равна:  $\varphi = 53^{\circ}27'$ , то есть Северный полюс мира, отмеченный на небе Полярной звездой (  $\epsilon$  Малой Медведицы), находится на высоте  $53^{\circ}27'$ .

Земля обращается вокруг Солнца по орбите, форма которой близка к круговой, с периодом один год. Земному наблюдателю, не замечающему собственного движения, при этом кажется, что Солнце описывает среди звезд на небесной сфере круг с периодом 1 год.



150

Рис. 1.3. расположение основных элементов небесной сферы относительно земного наблюдателя

Большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое годовое движение Солнца, называется *эклиптикой* (рис. 1.4). Эклиптика проходит через 12 созвездий, называемых *зодиакальными*. Это – Овен (Aries –  $\perp$ ), Телец (Taurus –  $\text{♉}$ ), Близнецы (Gemini –  $\text{♊}$ ), Рак (Cancer –  $\text{♋}$ ), Лев (Leo –  $\text{♌}$ ), Дева (Virgo –  $\text{♍}$ ), Весы (Libra –  $\text{♎}$ ), Скорпион (Scorpius –  $\text{♏}$ ), Стрелец (Sagittarius –  $\text{♐}$ ), Козерог (Capricornus –  $\gamma$ ), Водолей (Aquarius –  $\text{♑}$ ), Рыбы (Pisces –  $\text{♒}$ ).

Профессиональные астрономы пользуются латинскими названиями созвездий, поэтому в списке зодиакальных созвездий в скобках мы привели латинские аналоги названий, а также указали символы зодиакальных созвездий (так называемые, *знаки зодиака*).

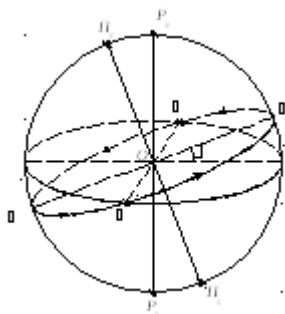


Рис. 1.4. Основные точки эклиптики

После пересмотра понятия «созвездие» в 1922 г. на Первом съезде Международного астрономического союза, когда под созвездием стали понимать не

характерную группу ярких звезд, а определенную площадку на небе, отмеченную строгими границами, получилось, что эклиптика проходит еще через одно созвездие – Змееносец (или Змеедержец), традиционно не относящееся к зодиакальным.

Солнце в астрономии обычно обозначается символом  $\odot$ .

Плоскость эклиптики наклонена к плоскости небесного экватора на угол, равный  $23^{\circ}26'$ , который называется *наклоном эклиптики* и обозначается  $\epsilon$ . Это – угол между плоскостями орбиты Земли и земного экватора<sup>150</sup>.

Точки небесной сферы, удаленные от всех точек эклиптики на  $90^{\circ}$ , называются *полюсами эклиптики* (рис. 1.4). Северный полюс эклиптики, обозначаемый  $\Pi_N$ , находится в северном полушарии небесной сферы, южный  $\Pi_S$  – в южном полушарии. Примечательно, что недалеко от северного полюса эклиптики расположена чрезвычайно красивая планетарная туманность Кошачий Глаз (NGC 6543), к сожалению, не видимая невооруженным глазом.

Точки пересечения эклиптики и небесного экватора называются *точками равноденствий*. Их две. Одна из них – *точка весеннего равноденствия*, обозначаемая символом созвездия Овен  $\perp$  и находящаяся ныне в соседнем созвездии Рыбы. В ней Солнце бывает ежегодно 21 марта. Вторая – *точка осеннего равноденствия*  $\delta$ , которую Солнце проходит 23 сентября. Она обозначается знаком созвездия Весов, а находится в настоящее время в Деве.

Наиболее отдаленные от небесного экватора точки эклиптики называют *точками солнцестояний*. Их также две. *Точку летнего солнцестояния*  $\alpha$ , находящуюся в Близнецах, Солнце проходит 22 июня, а в *точке зимнего солнцестояния*  $\gamma$ , расположенной в Стрельце, бывает 22 декабря.

Еще в глубокой древности, видимо, задолго до нашей эры, была изобретена механическая *модель небесной сферы*, называемая также *армиллярной сферой* (armilla полатыни – кольцо, браслет). Ее изобретение приписывают древнегреческому геометру Эратосфену (III век до н.э.).



Рис. 1.5. Старинная  
армиллярная сфера

В Древней Греции изготавливались весьма сложные действующие (вращающиеся) модели небесной сферы. Иногда они приводились в движение потоком падающей воды. Есть свидетельства, что великий греческий математик и инженер Архимед (287–212 гг. до н.э.) изготовил механический звездный глобус, внутри которого был подвешен земной, и даже написал книгу «Об устройстве небесного глобуса», увы, не дошедшую до нас.

В V книге труда «Альмагест» великого греческого астронома Клавдия Птолемея (II век н.э.) армиллярная сфера описана как *астролабон*. Она включает в себя все упомянутые выше основные элементы – круги и оси.

Независимо от европейцев армиллярная сфера была также изобретена в начале II века до н.э. в Древнем Китае знаменитым астрономом Чжан Хэном (Лю Ся Хуном) и представлена им в 104 г. до н.э. на собрании астрономов, посвященном ведению календаря. Изготовленная Чжан Хэном действующая модель небесной сферы вращалась вместе с небом, приводясь в движение водяными часами, что вызывало восхищение современников.

В настоящее время армиллярные сферы как научные приборы не используются. В основном они применяются в качестве наглядных пособий в процессе изучения астрономии. Но в этих моделях по-прежнему представлены все основные элементы небесной сферы.

Опишем главные элементы армиллярных сфер, используемых при выполнении учебных лабораторных работ в кабинете астрономии Института математики и естественных наук СГПА им. Зайнаб Бишевой.

В центре модели небесной сферы расположен небольшой шарик, имитирующий Землю. Через него проходит отвесная линия (тонкая проволочная ось). Она показывает направление на зенит.

Большое массивное металлическое кольцо, изображающее небесный меридиан, жестко укреплено на оси мира, вокруг которой вращается небесная сфера. Конечные точки этой оси лежат на небесном меридиане и представляют соответственно северный и южный полюса мира.

Белый металлический круг имитирует истинный или математический горизонт, который при работе с моделью небесной сферы должен всегда устанавливаться в

горизонтальном положении. Ось мира образует с плоскостью истинного горизонта угол, равный географической широте  $\varphi$  места наблюдения. При установке модели на заданную широту этот угол жестко фиксируется специальным винтом.

Широкое голубое кольцо, плоскость которого перпендикулярна к оси мира, представляет собой небесный экватор. Малые круги голубого цвета, параллельные экватору, – небесные параллели.

Металлические кольца белого цвета, проходящие через полюса мира и жестко скрепленные с небесным экватором, представляют часовые круги.

Широкое кольцо желтого цвета, жестко скрепленное под острым углом с небесным экватором, является эклипстикой. Она разделена на 12 частей, в каждой из которых указан месяц года, когда Солнце находится на этом участке. Точки пересечения эклиптики с небесным экватором отображают точки равноденствий.

Задания:

1. По модели небесной сферы изучить ее основные элементы и изменение их положения относительно наблюдателя в процессе суточного вращения небесной сферы.
2. Указать расположение основных элементов небесной сферы относительно истинного горизонта.
3. Начертить мелом на черном глобусе те элементы небесной сферы, которые могут быть на нем изображены.
4. Отождествить на модели небесной сферы ее основные элементы, изображенные на подвижной карте звездного неба.
5. Начертить изображение основных элементов небесной сферы в проекции на плоскость: а) небесного меридиана; б) математического горизонта; в) небесного экватора; г) первого вертикала.

## **ОБРАЗЦЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **ВАРИАНТ 1**

1. Все утверждения, за исключением одного, характеризуют геоцентрическую систему мира. Укажите исключение.
  - А) Земля находится в центре этой системы или вблизи него.
  - В) Планеты движутся вокруг Земли.
  - С) Суточное движение Солнца происходит вокруг Земли.
  - Д) Луна движется вокруг Солнца.

Е) Суточное движение звезд происходит вокруг Земли.

2. Параллакс планеты уменьшился в 3 раза. Это произошло вследствие того, что расстояние до нее:

А) увеличилось в 3 раза;

В) уменьшилось в 3 раза;

С) увеличилось в 9 раз;

Д) уменьшилось в 9 раз;

Е) увеличилось в 6 раз.

150

3. Кто определил соотношение радиусов орбит планет, движущихся вокруг Солнца?

4. Кто развивал представления о строении Вселенной, согласно которым многие миры являются обитаемыми?

Выберите ответы к вопросам 3 и 4 из следующего списка:

А) Птолемей.

В) Кеплер.

С) Коперник.

Д) Галилей.

Е) Бруно.

5. Все утверждения, за исключением одного, приемлемы. Укажите исключение.

Движение планеты вокруг Солнца происходит в точности по эллипсу, если:

А) отсутствуют возмущения;

В) рассматривать движение планеты без учета притяжения других планет;

С) выполняются все три закона Кеплера;

Д) масса планеты мала по сравнению с массой Солнца;

Е) массы всех других планет пренебрежимо малы.

6. Отношение кубов больших полуосей орбит двух планет равно 16.

Следовательно, период обращения одной планеты больше периода обращения другой:

А) в 8 раз;

В) в 4 раза;

С) в 2 раза;

Д) в 16 раз;

Е) в 32 раза.

7. По мнению древних астрономов, планеты отличаются от звезд тем, что



- А) движутся по круговым орбитам;
- В) не похожи на Землю по своему составу;
- С) движутся иногда в направлении, противоположном движению звезд;
- Д) движутся вокруг Солнца;
- Е) находятся ближе к Земле, чем Солнце.

8. Все открытия, за исключением одного, явились вкладом Галилея в развитие гелиоцентрической системы мира Коперника.<sup>150</sup> Укажите исключение.

- А) Горы на Луне.
- В) Спутники планеты Юпитер.
- С) Годичный параллакс звезд.
- Д) Фазы Венеры.
- Е) Пятна на Солнце.

9. Гелиоцентрическая система объясняет петлеобразное движение планет:

- А) различием скоростей движения Земли и планеты по орбитам;
- В) суточным вращением Земли;
- С) сочетанием движения Солнца по эклиптике и движения планет вокруг Солнца;
- Д) изменением скорости движения планеты по орбите;
- Е) взаимным притяжением планет.

10. Если планеты перечислить в порядке возрастания их расстояния от Солнца, то этот порядок будет соответствовать увеличению:

- А) периода вращения планет вокруг своих осей;
- В) эксцентриситета орбит;
- С) периода обращения вокруг Солнца;
- Д) размера планет;
- Е) их видимой яркости.

Полный комплект заданий и иных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине приводится в фонде оценочных средств.

150

Методический комплект обеспечения внеаудиторной работы обучающихся по дисциплине включает:

- 1) Перечень видов самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
- 2) Задания для внеаудиторной работы обучающихся (варианты, образцы выполнения).
- 3) Сборник практических работ.
- 4) Перечень теоретических вопросов для самостоятельного изучения обучающимися.
- 5) Тематика докладов.