

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Вера Викторовна
Должность: Ректор
Дата подписания: 26.05.2019 14:11
Уникальный программный идентификатор:
a2232a55157e576551a8999b1191891af5898942642d536b0c373a454e57789



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

УТВЕРЖДАЮ

**И.о. декана физико-математического
факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»**

 **О.А. Днепровская**

«22» мая 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины
АСТРОНОМИЯ**

**Направление подготовки
44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
(с двумя профилями подготовки)**

**Профиль
«МАТЕМАТИКА»**

**Профиль
«ФИЗИКА»**

**Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ**

**Принята на заседании кафедры
Физического и математического
образования
(протокол № 9 от «15» мая 2019 г.)**

Благовещенск 2019

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ	4
3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)	5
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	9
5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	11
6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА.....	12
7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ	25
В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ	25
8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	26
9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ	26
10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА	28
11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ	29

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины: развитие и углубление физических понятий на примере космических явлений и процессов, показ действия физических законов и закономерностей в космическом пространстве, в условиях, которые невозможно создать на Земле.

1.2 Место дисциплины в структуре ООП: Дисциплина «Астрономия» относится к дисциплинам обязательной части (части, формируемой участниками образовательных отношений) блока Б1 (Б1.О.37).

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: УК-1, ПК-2, ОПК-8:

- **УК-1.** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, **индикаторами** достижения которой является:

- УК-1.3 Аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение.

- **ПК-2.** Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования; индикаторами достижения которой является:

- ПК-2.3 Владеет системой знаний о фундаментальных физических законах и теориях, физической сущности явлений и процессов в природе и технике.

- **ОПК-8.** Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний; **индикаторами** достижения которой является:

- ОПК-8.3 Демонстрирует специальные научные знания в том числе в предметной области.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен

- **знать:**

– роль и место астрономии в естествознании и историю её развития;

– устройство и принцип действия астрономических приборов;

– фундаментальные законы и закономерности лежащие в основе астрономических представлений:

- **уметь:**

– использовать различные источники для получения информации об объектах, процессах и явлениях, происходящих в космическом пространстве;

– пользоваться астрономическими приборами и оборудованием, компьютерными программами для обработки результатов наблюдений;

– определять положение небесных светил на звездных картах, атласах и на небе;

– рассчитывать основные характеристики небесных объектов, используя астрономические справочники, календари и результаты наблюдений:

– подготовить выступление (лекцию, беседу и т. п.) для учащихся и населения по проблемам изучения космоса;

– подготовить и провести астрономическое наблюдение для учащихся;

- **владеть:**

– владеть законами небесной механики для объяснения движения небесных тел

– методами анализа информации из СМИ и отсеивания недостоверных сведений, искажающих научное объяснение астрономических явлений и процессов;

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Астрономия» составляет 7 зачетных единиц (далее – ЗЕ) (252 часа):

№	Наименование раздела	Курс	Семестр	Кол-во часов	ЗЕ
---	----------------------	------	---------	--------------	----

1.	Основы практической астрономии.	4	8	180	5
2.	Астрофизика.	5	9	72	2

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и практических занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 8	Семестр 9
Общая трудоемкость	252	180	72
Аудиторные занятия	108	72	36
Лекции	42	28	14
Лабораторные занятия	66	44	22
Самостоятельная работа	108	72	36
Вид итогового контроля	36	экзамен	зачёт

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

2.1 Очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела	Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа (часов)	Всего часов
1	Основы сферической астрономии.	4	6	10	20
2	Основы практической астрономии.	4	8	12	24
3	Строение Солнечной системы.	4	6	10	20
4	Космонавтика и проблемы современной экологии.	2	4	6	12
5	Методы астрофизических исследований и внеатмосферная астрономия.	4	6	10	20
6	Физическая природа Солнца	4	6	10	20
7	Природа тел Солнечной системы и современные представления о происхождении и эволюции планетной системы.	4	4	8	16
8	Физическая природа стационарных звезд	2	4	6	12
9	Двойные и переменные звёзды.	2	4	6	12
10	Происхождение и эволюция звезд	2	2	4	8
11	Галактика, её состав, строение и характеристики	2	4	6	12
12	Другие галактики, их характеристики и классификация.	2	4	6	12
13	Метагалактика, её строение и основные свойства.	2	2	4	8
14	Современные представления об общих свойствах и эволюции Вселенной.	2	2	4	8
15	Особенности изучения астрофизического материала в средних учебных заведениях.	2	4	6	12

Экзамен				36
Всего часов	42	66	108	252

Интерактивное обучение по дисциплине

№ п/п	Тема занятия	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Астрофизика как наука	лк	Дискуссия	2
2.	Возникновение и эволюция астрофизики	пр	Защита рефератов	2
3.	Системы летоисчисления	пр	коллоквиум	2
4.	Лабораторные работы	пр	Работа в малых группах	34
5.	Малые тела Солнечной системы	пр	коллоквиум	2
6.	Полет на Марс	пр	Ролевая игра	2
7.	Астрономические наблюдения	пр	Защита творческих заданий	4
8.	Человек в информационном пространстве	пр	Круглый стол	2
9.	Есть ли жизнь на других небесных объектах	пр	Защита рефератов	4
ВСЕГО:				54

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

Раздел 1. Основы сферической астрономии

Астрономия – наука о Вселенной. Цели и задачи астрономии. Объекты, изучаемые астрономией. Подразделение астрономии. Практическое и научное значение астрономии. Связь астрономии с другими науками. Краткий очерк строения Вселенной.

Звёздное небо и его видимое суточное вращение. Небесная сфера, её основные точки, круги и плоскости. Горизонтальная система небесных координат. Первая и вторая экваториальные системы небесных координат.

Теорема о высоте полюса мира над горизонтом. Восход и заход светил. Кульминации светил. Связь зенитного расстояния и склонения светила, находящегося в кульминации, с географической широтой места наблюдения.

Видимое годичное движение Солнца. Эклиптика и зодиакальные созвездия. Изменение экваториальных координат Солнца в течение года. Эклиптическая система небесных координат.

Суточное и годичное движение Солнца и звёзд на различных широтах. Сезонные изменения вида звёздного неба. Смена времён года и тепловые пояса Земли.

Сферический треугольник и основные формулы сферической тригонометрии. Параллактические треугольники. Преобразование координат.

Раздел 2. Основы практической астрономии

Измерение времени. Звёздные сутки и звёздное время. Истинные солнечные сутки и истинное солнечное время. Средние солнечные сутки и среднее солнечное время. Уравнение времени. Связь среднего солнечного времени со звёздным.

Системы счёта времени. Местное время и долгота места наблюдения. Всемирное время. Поясное время. Декретное время. Летнее и зимнее время. Линия перемены даты.

Функции службы времени: измерение точного времени, хранение времени, передача сигналов точного времени на расстояние. Время эфемеридное, эталонное, координированное.

Календарь и его краткая история. Происхождение христианской эры. Юлианский счет дней. Старый и новый стиль. Современные проекты реформы календаря.

Раздел 3. Строение Солнечной системы

Видимое движение планет на фоне звёзд. Система мира Клавдия Птолемея. Гелиоцентрическая система мира Николая Коперника. Роль гелиоцентризма в развитии естествознания. Работы Галилео Галилея, Джордано Бруно, М. В. Ломоносова по развитию идей гелиоцентризма.

Синодический и сидерический периоды обращения планет. Планетные конфигурации и условия видимости планет. Уравнения синодического движения.

Законы Кеплера. Элементы орбит планет и основные задачи теоретической астрономии. Закон всемирного тяготения и проверка его действия по движению Луны. Задача двух тел. Обобщение Ньютоном законов Кеплера. Определение масс небесных тел.

Суточный, горизонтальный и горизонтальный экваториальный параллаксы светил. Определение расстояний до тел Солнечной системы на основании горизонтальных параллаксов. Определение горизонтальных параллаксов на практике. Определение расстояний до тел Солнечной системы радиолокационным методом. Определение размеров и формы тел Солнечной системы.

Определение радиуса Земли. Измерение длины дуги земного меридиана методом триангуляции. Работы Ф. Н. Красовского и А. А. Изотова по изучению фигуры и размеров Земли. Земной сфероид. Значение элементов международного земного сфероида. Понятие о геоиде.

Понятие о возмущающей силе. Возмущенное и невозмущенное движение. Приливы и отливы и их влияние на вращение небесных тел. Понятие о задаче трех и более тел. Открытие Нептуна и Плутона. Прецессионное и нутационное движения земной оси. Следствия прецессионного движения земной оси.

Видимое движение Луны по небосводу. Лунная орбита и возмущение её элементов. Фазы Луны. Солнечные и лунные затмения и условия их наступления. Сарос.

Раздел 4. Космонавтика и проблемы современной экологии

Теоретические основы запуска искусственных космических тел. Анализ интеграла энергии и космические скорости. Движение космических аппаратов в полях тяготения небесных тел и в “свободном пространстве”. ИСЗ и их классификация.

Прикладные спутники Земли. Научное и практическое использование космических аппаратов. Изучение Земли из космоса. Космонавтика и проблемы современной экологии. Автоматические межпланетные станции. Проблемы межпланетных перелётов

Раздел 5. Методы астрофизических исследований и внеатмосферная астрономия

Основные приборы и инструменты астрофизики, их устройство и назначение. Телескопы – рефракторы, телескопы – рефлекторы, менисковые телескопы, их устройство и характеристики.

Визуальные и фотографические наблюдения. Преимущества фотографических наблюдений. Основы фотометрии. Шкалы звёздных величин. Фотометрические приборы.

Законы излучения и спектральные закономерности. Применение спектрального анализа в астрономии. Спектральные астрономические приборы. Принцип Доплера и измерение лучевых скоростей космических объектов.

Прохождение радиоволн сквозь земную атмосферу. Радиотелескопы. Радиометоды в астрономии.

Астрономические обсерватории мира.

Рождение всеволновой астрономии. Астрофизические исследования с воздушных шаров, самолётов и геодезических ракет. Внеатмосферные наблюдения и их особенности. Перспективы орбитальных астрофизических обсерваторий.

Раздел 6. Физическая природа Солнца

Солнце – одна из типичных звезд. Общие сведения о Солнце и его вращение. Физические характеристики Солнца и его спектр. Солнечная постоянная и её измерение.

Внутреннее строение Солнца. Расчет давления и температуры в недрах Солнца. Источники солнечной энергии. Способы передачи энергии от внутренних областей Солнца к его "поверхности".

Солнечная фотосфера и её строение. Внешние слои солнечной атмосферы – хромосфера и корона. Активные образования в фотосфере и хромосфере (пятна, факелы, флоккулы, хромосферные вспышки, протуберанцы). Причины появления активных образований на Солнце и их взаимосвязь. Особенности излучения короны. Радиоизлучение Солнца.

Солнечная активность. "Спокойное" и "возмущенное" Солнце. Циклический характер солнечной активности. Число Вольфа. Долгопериодические циклы солнечной активности. Использование солнечной энергии.

Раздел 7. Физическая природа тел Солнечной системы и современные представления о её происхождении и эволюции

Земля, как планета Солнечной системы. Современная модель внутреннего строения Земли. Гидросфера и ее роль в тепловом балансе Земли. Земная атмосфера, ее строение, химический состав и свойства. Роль гидросферы и атмосферы в развитии жизни на Земле. Магнитное поле Земли и земная магнитосфера. Солнечно-земные связи и их проявления.

Луна – природный спутник Земли. Общие характеристики Луны. Вращение Луны и либрации. Особенности образований на видимой и обратной поверхности Луны. Физические условия на Луне. Основные гипотезы образования лунного рельефа. Исследование Луны средствами космонавтики. Свойства лунного реголита. Современные теории происхождения Луны. Эволюция системы Земля–Луна.

Планеты земной группы: Меркурий, Венера, Марс. Основные физические характеристики планет земной группы. Исследование планет земной группы средствами космонавтики. Зависимость рельефа и физических условий на поверхности от масс и расстояния до Солнца (состав, строение и свойства атмосфер, температурный режим на их поверхностях). Модели внутреннего строения планет земной группы. Спутники Марса.

Планеты–гиганты: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Физические характеристики планет–гигантов. Исследование планет–гигантов средствами космонавтики. Химический состав планет–гигантов и модели их внутреннего строения. Образования в атмосферах. Температурный режим верхних слоёв атмосфер планет–гигантов. Магнитные поля и магнитосферы планет-гигантов. Система спутников планет-гигантов, их природа и физические характеристики. Кольца планет-гигантов и их строение.

Отличительные особенности планет земной группы и планет-гигантов.

Плутон и его спутник Харон.

Правило Тициуса-Боде. Астероиды – малые планеты Солнечной системы. Пояс астероидов. Физическая природа астероидов. Наиболее интересные астероиды (Церера, Паллада, Веста, Юнона, Эрот, Икар, греки, троянцы и др.) Периодические сближения некоторых астероидов с Землёй и возможности их "столкновения" с большими планетами Солнечной Системы. Исследования астероидов с помощью космических аппаратов.

Кометы. Особенности движения комет и изменение их вида при приближении к Солнцу. Периодические кометы. Строение комет, их свойства и химический состав. Классификация комет по Ф.А. Бредихину и основания этой классификации. Распад комет. Изучение комет средствами космонавтики.

Метеорные тела. Метеоры и болиды. Метеорные рои и их связь с кометами. Метеорные потоки. Радианты метеорных потоков. "Звёздные дожди". Метеориты и их связь с астероидами. Различные типы метеоритов и их физическая природа. Значение изучения химического состава, структуры и свойств метеоритов для познания окружающего мира.

Основы планетной космогонии. Закономерности Солнечной системы. Гипотезы Канта и Лапласа. Гипотезы В. Г. Фесенкова и О. Ю. Шмидта. Катастрофические и полука-

гастрофические гипотезы. Возраст Солнца, Земли и планет. Современные теории о происхождении и эволюции Солнечной системы.

Раздел 8. Физическая природа стационарных звезд

Годичные параллаксы звёзд. Тригонометрический метод определения расстояний до звезд. Видимая звездная величина и блеск звёзд. Формула Погсона.

Модели стационарных звёзд и источники звёздной энергии. Спектры звёзд. Спектральная классификация звёзд. Основы колориметрии.

Абсолютная звездная величина и светимость звёзд. Физические характеристики звёзд (размер, масса, плотность, светимость, температура, химический состав) и методы их определения. Понятие о шкалах звездных температур.

Связь между основными характеристиками звезд. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела (“спектр-светимость”) и диаграмма “масса - светимость”. Зависимость ”радиус-светимость-масса”. Физический смысл основных закономерностей в мире звезд. Вращение звёзд. Звёздные каталоги.

Раздел 9. Двойные и переменные звезды

Оптические двойные и физические двойные звёзды. Визуально-двойные звёзды и их орбиты. Определение масс двойных звёзд. Роль изучения визуально-двойных звезд в установлении зависимости “светимость - масса”. Массы звёзд основных последовательностей диаграммы Герцшпрунга-Рессела.

Затменные переменные и спектрально-двойные звёзды. Проблемы обнаружения у звезд планетных систем.

Физические переменные звёзды, их обозначение и классификация. Пульсирующие переменные звёзды (цефеиды и лириды). Механизм пульсации цефеид. Зависимость ”период-светимость”. Определение расстояний до космических объектов с помощью цефеид.

Эруптивные переменные звёзды. Новые и сверхновые звёзды. Пульсары. Взрывные процессы в мире звёзд.

Раздел 10. Происхождение и эволюция звезд

Звёздная космогония – наука о происхождении и развитии звёзд. Газопылевые комплексы межзвёздной среды - места зарождения звёзд. Эволюция протозвёзд и протозвёздных оболочек.

Основные этапы эволюции звёзд. Переходные стадии в жизни звезды. Молодые переменные звёзды. Планетарные туманности. Красные гиганты. Эволюция звёзд в тесных двойных системах.

Масса звезды – важнейшая её эволюционная характеристика. Конечные стадии жизни звезды. Белые карлики, нейтронные звёзды и “черные дыры”. Методы обнаружения нейтронных звёзд и “чёрных дыр”.

Проблема синтеза химических элементов во Вселенной.

Раздел 11. Галактика, её состав, строение и характеристики

Галактика – динамическая звёздная система. Методы звёздной статистики и галактическая концентрация звёзд. Состав и строение нашей Галактики, её характеристики. Положение Солнца в Галактике.

Рассеянные и шаровые звёздные скопления. Звёздные ассоциации и их открытие В. А. Амбарцумяном. Диффузная материя: светлые диффузные и тёмные диффузные туманности. Планетарные туманности.

Межзвёздная среда. Поглощение света. Распределение нейтрального водорода в Галактике. Космические лучи и магнитное поле Галактики. Плоские, сферические и промежуточные подсистемы Галактики. Структура Галактики.

Собственное движение звёзд. Методы определения тангенциальных скоростей звёзд. Способы определения лучевых (радиальных) скоростей звезд. Пространственные скорости звёзд и движение Солнечной системы. Характер и особенности вращения нашей Галактики. Галактический год.

Раздел 12. Другие галактики, их характеристики и классификация

Другие звёздные системы - галактики. Многообразие мира галактик. Классификация галактик и их обозначение. Взаимодействующие галактики. Радиогалактики.

Движение галактик. Определение расстояний до галактик. Закон Хаббла. Общие физические характеристики галактик. Вращение галактик и их массы. Галактики с активными ядрами. Квазары и квазаги. Эволюция галактик.

Раздел 13. Метагалактика, её строение и основные свойства

Кратные системы галактик. Пространственное распределение галактик. Местная группа галактик. Скопление галактик и их типы. Проблема устойчивости скоплений галактик.

Метагалактика – вся охваченная современными методами астрономических наблюдений часть Вселенной. Структура и свойства Метагалактики.

Раздел 14. Современные представления об общих свойствах и эволюции Вселенной.

Вселенная И. Ньютона. Модель однородной изотропной Вселенной.

Основные свойства Вселенной. Красное смещение. Расширение Вселенной.

Релятивистская космология. Роль общей теории относительности в космологии. Эволюционные космологические теории. Реликтовое излучение. Модель “горячей” Вселенной. Проблема сингулярности. Основные этапы эволюции Вселенной. Современные космологические модели.

Раздел 15. Особенности изучения астрофизического материала в средних учебных заведениях

Роль и место астрофизических знаний в процессе формирования у учащихся целостных представлений об окружающем нас мире. Методические особенности изучения вопросов астрофизики в различных типах средних учебных заведений. Роль наглядности в обучении астрофизики.

Роль наблюдений в астрономии. Школьные астрономические приборы и инструменты. Комплексная школьная площадка для наблюдений. Планирование и организация астрономических наблюдений.

Внеклассная работа по астрофизике. Организационные формы и планирование внеклассной работы по астрономии.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины предполагает интеграцию естественнонаучных знаний и ознакомление с современными представлениями о строении и эволюции окружающего мира.

Формирование модели окружающего мира осуществляется в процессе посещения лекций, участия в практикуме, самостоятельной работы с учебниками и средствами массовой коммуникации. Поэтому важным условием изучения дисциплины является владение современными информационными технологиями.

Учащимся важно уметь не только получать информацию, ее обрабатывать, анализировать и критически относиться к новым знаниям. Сегодня в информационном пространстве имеется большое количество искаженных, недостоверных сведений, особенно в области явлений и процессов, происходящих в космосе, которые имеют сенсационную направленность и используются для привлечения интереса учащихся и населения к СМИ, изменения мировоззрения населения.

В процессе изучения дисциплины бакалаврам целесообразно рассматривать информационное пространство как вместилище самой разнообразной информации и очень осторожно с ней обращаться.

С учетом вышесказанного в учебную дисциплину включены учебные задания различных видов, позволяющие овладеть умениями искать и использовать информацию из самых различных источников.

1. Подготовка к занятиям практикума, учитывая, что 50% времени на освоение дисциплины должна занимать самостоятельная работа, предполагает необходимость организации работы студентов в современном информационном пространстве. Для самостоятельного изучения учебного материала целесообразно использовать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, информационные системы, словари и справочники, описания лабораторных работ.

2. Темы рефератов учащимися выбираются по интересам, либо их распределяет преподаватель. Бакалавры готовят текст выступления и презентацию, используя в основном Интернет-ресурсы. Важно обратить внимание бакалавров на возможность поиска необходимой информации и ее обработки с помощью современных технологий. Защита рефератов осуществляется на занятиях практикума. После сообщения студента проводится обсуждение выступления, а преподаватель акцентирует внимание на более важных его положениях. Максимальная оценка 10 баллов.

3. Творческие задания выполняются в процессе самостоятельной работы. Студенты выполняют задания индивидуально. Объем текста, сдаваемого преподавателю, до 5 страниц через 1,5 интервал, размер шрифта – 14. Обязательно готовится мультимедиа презентация.

Защита творческих заданий осуществляется на занятиях практикума при организации дискуссий и круглых столов, а также во время проведения астрономических наблюдений.

В пособии представлены также контрольные вопросы по всем разделам современного курса астрономии, которые позволят проверить уровень усвоения изученного материала.

Прежде чем приступить к выполнению заданий для самоконтроля, студентам необходимо изучить рекомендуемую по каждой теме литературу. Общий список учебной, учебно-методической и научной литературы представлен в отдельном разделе пособия.

Поскольку студенты физико-математического факультета сдают государственный экзамен по физике и ТиМОФ, составной частью которых являются вопросы и понятия по астрофизике, в рабочую программу вошли рекомендации по подготовке к итоговой аттестации. Пособие включает список теоретических вопросов к государственному экзамену по изучаемой дисциплине. На самостоятельную работу студентам отводится 50% общей трудоемкости освоения дисциплины. Самостоятельная работа предполагает освоение части теоретического материала по учебникам и учебным пособиям, подготовка к лабораторному практикуму, решение задач; написание рефератов, с последующей их защитой, подготовку к коллоквиумам, выполнение творческих заданий, выполнение самостоятельных наблюдений астрономических явлений.

Для организации учебного процесса используются:

1. Основные и дополнительные учебники (список литературы дается на первой лекции).

2. Учебные карты и атласы (имеются в кабинете астрономии и библиотеке университета, а также в информационных ресурсах Интернет). Подвижная карта звездного неба изготавливается студентами индивидуально.

3. В плане каждой лекции выделен учебный материал для самостоятельного изучения, указывается дополнительная литература и информационные ресурсы.

4. Лабораторный практикум (содержит описание лабораторных работ, задания для студентов, контрольные вопросы для отчета).

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№ п/п	Наименование раздела	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с
----------	----------------------	---	--

			учебно-тематическим
1	Основы сферической астрономии.		10
2	Основы практической астрономии.		12
3	Строение Солнечной системы.		10
4	Космонавтика и проблемы современной экологии.		6
5	Методы астрофизических исследований и внеатмосферная астрономия.		10
6	Физическая природа Солнца		10
7	Природа тел Солнечной системы и современные представления о происхождении и эволюции планетной системы.		8
8	Физическая природа стационарных звезд		6
9	Двойные и переменные звёзды.		6
10	Происхождение и эволюция звезд		4
11	Галактика, её состав, строение и характеристики		6
12	Другие галактики, их характеристики и классификация.		6
13	Метагалактика, её строение и основные свойства.		4
14	Современные представления об общих свойствах и эволюции Вселенной.		4
15	Особенности изучения астрофизического материала в средних учебных заведениях.		6
Всего часов			108

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Практикум включает лабораторные работы, коллоквиумы, занятия по решению задач и астрономические наблюдения.

В процессе выполнения практикума необходимо выполнить следующие **лабораторные работы**:

1. Изучение элементов небесной сферы и систем астрономических координат – 4 часа.

Цель работы: Ознакомиться с основными элементами небесной сферы и системами астрономических координат. Научиться объяснять, при помощи модели небесной сферы, некоторые астрономические явления и иллюстрировать важнейшие понятия сферической астрономии.

Оборудование: модель небесной сферы, земной глобус, описание работы .

2. Звёздные карты и атласы, школьный астрономический календарь – 4 часа.

Цель работы: Познакомиться с основными видами звездных карт, атласов и астрономических календарей. Научиться ими пользоваться для решения простейших задач практической астрономии.

Оборудование: Подвижная карта звездного неба школьного типа, демонстрационная карта звёздного неба, подвижная карта звёздного неба Л.В. Кандаурова, учебный атлас звездного неба А.Д. Марленского или А.А. Михайлова, школьный астрономический календарь, транспортир, линейка, микрокалькулятор, описание работы.

3. Элементы практической астрономии – 4 часа.

Цель работы: Познакомиться с методами определения географических координат по наблюдению небесных светил.

Приборы и оборудование: Угломерный инструмент (теодолит), микрокалькулятор, географический глобус, астрономический календарь-ежегодник на текущий год, описание работы.

4. **Определение характеристик малых телескопов** – 4 часа.

Цель: Ознакомиться с устройством и назначением телескопов. Приобрести навыки обращения с малыми телескопами.

Приборы и оборудование: 70-мм. менисковый телескоп Д.Д. Максудова, 80-мм телескоп-рефрактор, 60-мм телескоп-рефрактор, масштабная линейка, секундомер, астрономический календарь-ежегодник, описание работы.

5. **Физическая природа Солнца, его общее излучение и активность** – 4 часа.

Цель: Научиться определять основные физические характеристики

Солнца и степень его активности в момент наблюдения.

Приборы и оборудование: 80-мм рефрактор, линейка, секундомер, астрономический календарь-ежегодник, калькулятор, описание работы.

6. **Определение некоторых характеристик тел солнечной системы** – 4 часа.

Цель работы: Изучение физических характеристик планет и спутника Земли.

Приборы и оборудование: атласы Луны и планет, описание работы.

7. **Собственные движения и пространственные скорости звёзд** – 4 часа.

Определение основных характеристик звёзд по звёздным спектрам.

Цель: Изучить классификацию звёздных спектров и научиться оценивать основные характеристики звёзд по их спектрам.

Приборы и оборудование: атлас или планшет гарвардской классификации звёздных спектров, щелевые спектрограммы звёзд, калькулятор, линейка, карандаш, описание работы.

8. **Определение масс, размеров, плотностей и температур двойных звёзд** – 4 часа.

Цель: Ознакомиться с теоретическими методами определения масс, размеров, плотности и температуры двойных звёзд в астрофизике.

Приборы и оборудование: планшеты с изображением орбит двойных звезд, кривые лучевых скоростей, масштабная линейка, калькулятор, описание работы.

9. **Звёздные системы** – 4 часа.

Цель работы: Ознакомление с некоторыми методами изучения галактик.

Приборы и оборудование: атлас с фотографиями галактик, астрономический календарь (постоянная часть), классификация галактик по Хабблу, масштабная линейка, описание работы.

На занятиях практикума необходимо запланировать решение **астрофизических задач**. На этот вид деятельности отводится 30 часов.

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ПК-2	Тест	Низкий (неудовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый (удовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый (хорошо)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %

		Высокий (отлично)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
УК-1, ПК-2	Решение задач	Низкий (неудовлетворительно)	<p>Ответ студенту не зачитывается если:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Задание выполнено менее, чем на половину; • Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно излагает материал.
		Пороговый (удовлетворительно)	<p>Задание выполнено более, чем на половину. Студент обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий; • Не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; • Излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.
		Базовый (хорошо)	<p>Задание в основном выполнено. Ответы правильные, но:</p> <ul style="list-style-type: none"> • В ответе допущены малозначительные ошибки и недостаточно полно раскрыто содержание вопроса; • Не приведены иллюстрирующие примеры, недостаточно чётко выражено обобщающее мнение студента; • Допущено 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.
		Высокий (отлично)	<p>Задание выполнено в максимальном объеме. Ответы полные и правильные.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Студент полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; • Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры; • Излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.
УК-1, ОПК-8	Лабораторная работа	Пороговый (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> • Правильно определил цель опыта; работу выполняет правильно не менее чем наполовину, однако объём выполненной части таков, что позволяет по-

			<p>лучить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Или подбор оборудования, объектов, материалов, а также работы по началу опыта провел с помощью учителя; или в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов; • Опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью; или в отчёте были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.) не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения; или не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей; • Допускает грубую ошибку в ходе эксперимента (в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с материалами и оборудованием), которая исправляется по требованию учителя.
		<p>Базовый (хорошо)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Опыт проводил в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений; • Или было допущено два-три недочета; • Или не более одной негрубой ошибки и одного недочета, • Или эксперимент проведен не полностью; • Или в описании наблюдений из опыта допустил неточности, выводы сделал неполные.
		<p>Высокий (отлично)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Правильно определил цель опыта; • Выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; • Самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью; • Научно грамотно, логично описал

			<p>наблюдения и сформулировал выводы из опыта. В представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Правильно выполнил анализ погрешностей. • Проявляет организационно-трудовые умения (поддерживает чистоту рабочего места и порядок на столе, экономно использует расходные материалы). • Эксперимент осуществляет по плану с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием.
УК-1, ПК-2	Реферат	Низкий (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> • Студент не усвоил значительной части проблемы; • Допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее; • Испытывает трудности в практическом применении знаний; • Не может аргументировать научные положения; • Не формулирует выводов и обобщений; • Не владеет понятийным аппаратом.
		Пороговый (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> • Тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы; • Допускает несущественные ошибки и неточности; • Испытывает затруднения в практическом применении полученных знаний; • Слабо аргументирует научные положения; • Затрудняется в формулировании выводов и обобщений; • Частично владеет системой понятий.
		Базовый (хорошо)	<p>Задание в основном выполнено:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы; • Не допускает существенных неточностей; • Увязывает усвоенные знания с практической деятельностью; • Аргументирует научные положения;

			<ul style="list-style-type: none"> • Делает выводы и обобщения; • Владеет системой основных понятий.
		Высокий (отлично)	<p>Задание выполнено в максимальном объеме.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Студент глубоко и всесторонне усвоил проблему; • Уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; • Опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью; • Умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; • Делает выводы и обобщения; • Свободно владеет понятиями.

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт/экзамен.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

- вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок, показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков. Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если:

- не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.

Критерии оценивания устного ответа на экзамене

Оценка «5» (отлично) ставится, если:

1. полно раскрыто содержание материала билета;
2. материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;
3. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
4. продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
5. ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
6. допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «4» (хорошо) ставится, если:

ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

1. в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа;
2. допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора;
3. допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если:

1. неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
2. имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;
3. при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если:

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;
2. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
3. допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.
4. не сформированы компетенции, умения и навыки.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Пример теста

Часть А (выбрать один правильный ответ)

1. Какие небесные тела двигаются по кривым конических сечений?

а) все небесные тела б) все тела солнечной системы кроме Солнца в) все небесные тела кроме центра галактики г) все космические тела кроме самых далёких объектов Вселенной – квазаров

2. Какие космические тела находятся в состоянии непрерывного разрушения?

а) планетоиды б) метеороиды в) кометы г) метеорные потоки д) звёзды

3. С какой скоростью надо бросить камень с поверхности космического тела, чтобы он улетел на бесконечно большое расстояние (при отсутствии в окрестностях других космических тел)?

а) 1-я космическая скорость б) 2-я космическая скорость в) 3-я космическая скорость г) гиперболическая скорость д) скорость диссипации

4. Для определения положения тела в пространстве необходимы три координаты. В астрономических каталогах чаще всего дают только две координаты: прямое восхождение и склонение. Почему?

а) 3-я координата определяется из более сложных наблюдений, чем α и β б) для задач сферической астрономии достаточно знание только двух координат в) третьей координатой в сферической системе координат является модуль радиуса-вектора – расстояние до объекта г) третьей координатой в сферической системе координат является годичный параллакс

5. Где на Земле положение небесного меридиана неопределенно?

а) на экваторе Земли б) на северном и южном тропиках в) на полярных кругах г) в точках юга и севера д) на полюсах Земли

6. Как изменилась бы продолжительность солнечных суток, если бы Земля стала вращаться в направлении, противоположном действительному?

- а) солнечные сутки стали бы короче звездных на четыре минуты б) солнечные сутки стали бы длиннее звездных на четыре минуты в) продолжительность солнечных суток изменилась бы на $1/24$ суток г) продолжительность солнечных суток изменилась бы на $1/24$ часа

7. На какой широте Земли можно увидеть все звезды небесной полусферы в любой момент ночи?

- а) на любой широте в любой момент видно половину небесной сферы б) на северном и южном тропиках в) на северном и южном полярных кругах г) на экваторе Земли за срок меньший года можно увидеть все звезды небесной сферы

8. Где на земном шаре все звезды восходят и заходят перпендикулярно линии горизонта?

- а) на полюсах б) на средних широтах в) на широтах $\varphi = \pm 23,5^\circ$ г) на экваторе

9. Когда при суточном движении звезды на всех широтах движутся параллельно горизонту?

- а) при пересечении математического горизонта б) при пересечении плоскости эклиптики в) при пересечении круга высоты г) в верхней и нижней кульминациях

10. Могут ли быть одинаковыми азимуты звезды в верхней и нижней кульминациях? Чему в этом случае он равен?

- а) в северном полушарии для всех звезд со склонением $\delta > \varphi$ азимуты в верхней и нижней кульминациях одинаковы и равны 180° б) в южном полушарии для всех звезд со склонением $\delta < \varphi$ азимуты в верхней и нижней кульминациях одинаковы и равны 180° в) в южном полушарии для всех звезд со склонением $\delta < \varphi$ азимуты в верхней и нижней кульминациях одинаковы и равны 90°

11. При каких условиях азимут звезды не меняется от ее восхода до верхней кульминации или, аналогично, от верхней кульминации до захода?

- а) для наблюдателя, находящегося на полярном круге и наблюдающего звезду со склонением $\delta = 67,5^\circ$ б) для наблюдателя, находящегося на тропике и наблюдающего звезду со склонением $\delta = 37,5^\circ$ в) для наблюдателя, находящегося на земном экваторе и наблюдающего звезду со склонением $\delta = 0^\circ$ г) для наблюдателя, находящегося на земном полюсе и наблюдающего звезду со склонением $\delta = 90^\circ$

12. Что общего у всех планет?

- а) все планеты имеют твердую поверхность б) все планеты светят отраженным от Солнца светом в) все планеты двигаются по эллипсам г) все планеты имеют газовую оболочку

13. Зная, что Юпитер совершает один оборот вокруг Солнца за 12 лет, найдите промежуток времени между его противостояниями.

- а) 11 лет б) 0,9 года в) 13 лет г) 10,9 года д) 1,1 года

14. Нептун дальше от Солнца, чем Земля, в 30 раз. Какова продолжительность года на Нептуне?

- а) 164 года б) 180 лет в) 90 лет г) 252 года д) 128 лет

15. По параметрам обращения Земли и Луны вычислите массу Солнца в земных массах.

- а) 384000 б) 150 000 в) 64000 г) 333000 д) 365000

Часть Б (выбрать более одного правильного ответа)

17. У каких небесных тел можно непосредственно наблюдать их собственное движение?

- а) кометы б) звёзды в) Луна г) планеты д) ИСЗ

18. В каких случаях высота звезды над горизонтом в течение суток не меняется?

- а) наблюдатель находится на экваторе Земли б) наблюдатель находится на северном полюсе Земли в) наблюдатель находится на южном тропике Земли г) наблюдатель находится

на южном полюсе Земли д) звезда находится в зените е) звезда находится в одном из полюсов мира.

19. Какой наблюдательный факт указывает на наклонение оси вращения Земли к плоскости ее орбиты?

а) изменение склонения Солнца в течение года б) изменение высоты Солнца в верхней кульминации в течение года в) изменение высоты Солнца в нижней кульминации в течение года г) наличие сезонов года.

20. Почему непрерывный полярный день больше непрерывной полярной ночи?

а) за счет рефракции Солнце раньше восходит и позже заходит б) т.к. склонение Солнца в северном полушарии положительно летом, следствии этого суточная параллель в это время года больше чем зимой в) в северном полушарии Земля летом проходит афелий и, следовательно, движется медленнее, чем зимой.

21. Почему промежуток времени от весеннего равноденствия до осеннего больше промежутка времени между осенним равноденствием и весенним?

а) это происходит из-за заметного возрастания склонения Солнца в течение дня б) это явление - следствие эллиптичности земной орбиты в) Солнце после полудня описывает большую дугу на небосводе, чем до полудня г) летом Земля находится в афелии и ее скорость по орбите меньше, чем скорость в зимние месяцы, когда Земля в перигелии.

Пример задачи

1. Зная солнечную постоянную, рассчитайте поток излучения приходящий на 1 квадратный метр поверхности Луны и планет земной группы. Поглощение в атмосферах планет не учитывать. Необходимые данные можно взять в интернете или астрономических справочниках.

Пример лабораторной работы

ИЗУЧЕНИЕ ЗВЁЗДНЫХ КАРТ И АТЛАСОВ. АСТРОНОМИЧЕСКИЕ КАЛЕНДАРИ (ЕЖЕГОДНИКИ)

Цель работы: изучить основные виды звездных карт, атласов и астрономических календарей (ежегодников), научиться пользоваться ими для решения простейших задач практической астрономии.

Оборудование: подвижная карта звездного неба, демонстрационная карта звёздного неба, учебный атлас звездного неба Марленского А.Д. (Магилко), Михайлова А.А., школьный астрономический календарь, астрономический календарь-ежегодник, астрономический ежегодник, электронные ресурсы.

Астрономические календари (ежегодники)

1. Изучить структуру и содержание астрономического календаря (ежегодника).
2. Определить координаты Солнца и Луны на следующие даты: а) 20 сентября; б) 13 ноября; в) 10 февраля; г) 16 марта; д) 21 апреля. В каких созвездиях они находятся?
3. Какую фазу имеет Луна в даты, указанные в предыдущем задании? Оценить возможность ее наблюдения в эти же даты в 21 час декретного времени.
4. Пользуясь данными астрономического календаря на прошлые годы и зная синодический период Луны равный 29,530 суток, определить даты наступления основных фаз Луны (новолуние, первая четверть, полнолуние, последняя четверть) в месяц выполнения работы в текущем учебном году.
5. Определить время восхода и захода Солнца и продолжительность дня в даты, указанные во втором задании.

6. По каким созвездиям перемещаются планеты: а) Меркурий; б) Венера; в) Марс; г) Юпитер; д) Сатурн. Определить период их наилучшей видимости в месте Вашего проживания осенью и весной.
7. Используя приложение I, выбрать несколько двойных звезд, которые видны одновременно в месте Вашего проживания в 22 часа: а) в сентябре-октябре; в) в октябрь-ноябре в) в феврале-марте; г) в марте-апреле; д) в апреле-мае. Составить список с указанием координат, температуры, цвета, размеров и светимости, углового расстояния между компонентами.
8. Изучить раздел «Справочник наблюдателя». Проследить, как изменяется вид звездного неба в течение года. Выписать интересные явления и объекты, которые можно пронаблюдать с учащимися в указанные в предыдущем задании периоды.
9. Пользуясь данными астрономического календаря на прошлые годы, определить даты максимума блеска нескольких долгопериодических переменных звёзд в текущем учебном году.

Контрольные вопросы

1. Назвать созвездия, не заходящие за горизонт в пункте Вашего проживания.
2. Можно ли в Вашей местности наблюдать созвездие Возничего 1 января в 22 часа?
3. Видно ли созвездие Орла 15 мая в 2 часа в Вашей местности?
4. Определить время восхода созвездий Волопаса и Большого Пса 1 мая на Вашей широте.
5. Определить время захода созвездий Ориона и Близнецов 15 февраля в пункте Вашего проживания.
6. Найти на карте звездного неба то созвездие, которое занимает два отдельных участка.
7. Какое из созвездий имеет наибольшую площадь на небесной сфере?
8. Составить список звезд ярче 2^m , не заходящих за горизонт в вашей местности.
9. Пользуясь таблицей в приложении II, перечислить звезды северного полушария неба ярче 1^m .
10. Во сколько раз звезда 2^m ярче звезды 5^m ?
11. Во сколько раз Вега (α Лир) ярче Полярной звезды? (при вычислении воспользоваться приложением).
12. Указать то созвездие, которое в вашей местности находится в зените 10 марта около полуночи.
13. Какие из созвездий, не заходящих в Вашей местности, пересекают меридиан 10 ноября около полуночи?
14. В какое время суток в пункте Вашего проживания кульминирует созвездие Близнецов и Малого Пса 5 апреля?
15. Как по видимому движению звезд можно определить, в северном или южном полушарии находится наблюдатель?

16. Объяснить, почему лимб накладного круга оцифрован в системе среднего солнечного времени.

Литература: [1], [4], [5], [8], [10], [11].

Примерные темы рефератов

1. Основные зависимости и закономерности сферической и практической астрономии.
2. Формулы сферической тригонометрии и преобразование астрономических координат.
3. Проблемы реформы современного календаря.
4. Развитие представлений о строении Солнечной системы.
5. Законы Кеплера и их роль в развитии астрономии.
6. Движение космических аппаратов на активном участке траектории и в свободном пространстве.
7. Движение космического аппарата в поле тяготения небесного тела.
8. Проблемы межпланетных перелётов.
9. Прикладные спутники Земли.
10. Долговременные орбитальные комплексы, их устройство и назначение.
11. Космонавтика и проблемы современной экологии.
12. Важнейшие достижения в освоении космоса.
13. Спектральный анализ – важнейший метод астрофизических исследований.
14. Теоретические принципы фотографической астрофотометрии.
15. Фотоэлектрическая астрофотометрия.
16. Фотометрия искусственных космических объектов.
17. Внеатмосферные методы исследований.
18. Солнечно-земные связи и их проявления.
19. Проблемы современной гелиофизики.
20. Пути и перспективы практического использования солнечной энергии.

Вопросы к зачету

1. Небесная сфера (основные точки, круги, линии) и ее использование для демонстрации суточного движения звездного неба.
2. Звездное небо и его суточное вращение. Звездная величина. Созвездия. Формула Погсона. Доказательства вращения Земли вокруг своей оси.
3. Системы астрономических координат и их применение. Звездные карты, атласы, каталоги.
4. Теорема о высоте полюса мира. Явления, связанные с суточным движением небесной сферы. Связь зенитного расстояния, склонения и географической широты для случая кульминации светил. Условия восходимости и заходимости светил. Ночь, день, сумерки. Рефракция света и ее влияние на продолжительность дня.
5. Сферический и параллактический треугольники. Преобразование координат (формулы синусов, косинусов и пяти элементов).
6. Видимое и истинное движение Солнца в течение года. Эклиптическая система координат. Сезонные изменения вида звездного неба. Смена времен года. Тепловые пояса на Земле. Абберация и параллактическое смещение звезд.
7. Время. Измерение времени. Звездное, истинное и среднее солнечное время и связь между ними. Уравнение времени.
8. Системы счета времени. Местное время и долгота места наблюдения. Всемирное, поясное, декретное, летнее и зимнее время. Линия перемены даты.

9. Функции службы времени: измерение, хранение и передача точного времени. Основные устройства и принцип действия. Эфемеридное, эталонное и координированное время.
10. Календарь. Виды календарей и их особенности. Реформы календаря: старый и новый стиль. Юлианские дни.
11. Видимые движения планет и их объяснение. Системы мира Птолемея и Коперника. Развитие гелиоцентризма Г. Галилеем, Дж. Бруно, М. Ломоносовым.
12. Планетные конфигурации и условия видимости планет. Уравнения синодического движения.
13. Эмпирические законы Кеплера. Элементы орбит планет.
14. Задача двух тел. Обобщение Ньютоном законов Кеплера. Вывод 1 и 2 законов Кеплера.
15. Вывод 3 закона Кеплера. Определение масс небесных тел (Солнце, планеты).
16. Определение формы и размера Земли. Метод триангуляции. Земной сфероид и геоид. Определение формы и размеров других небесных тел.
17. Методы определения расстояний до тел Солнечной системы. Метод параллаксов и определение их на практике.
18. Возмущенное и невозмущенное движение планет. Понятие о возмущающей силе. Понятие о задаче трех и более тел. Открытие Нептуна и Плутона.
19. Система Земля – Луна. Приливы и отливы и их влияние на вращение небесных тел. Прецессия и нутация земной оси и их следствия.
20. Видимое движение Луны среди звезд и относительно горизонта фазы Луны. Лунная орбита и возмущение ее элементов. Периоды обращения Луны.
21. Солнечные и лунные затмения. Вывод условий их наступления и продолжительность. Сарос. Использование затмений для изучения небесных тел.
22. Теоретические основы запуска искусственных космических тел. Космические скорости.
23. ИСЗ, типы орбит. Возвращение космических аппаратов. Проблемы космического мусора.
24. История развития космонавтики. Основные этапы и типы космических аппаратов. Космодромы России. Научное и практическое использование космических полетов.
25. Изучение Земли из Космоса (цели, практические результаты). Космонавтика и проблемы современной экологии.
26. Автоматические межпланетные станции. Расчет траектории и характеристик полета. Окна запуска. Проблемы межпланетных перелетов.

Практическая часть зачета

1. С помощью модели небесной сферы продемонстрировать следующие атмосферные явления: а) восход, заход и кульминацию светила; б) суточное и годичное движение Солнца; в) вид звёздного неба на различных широтах; г) продолжительность полярных дня и ночи.
2. Определить координаты, время восхода, захода и кульминации Солнца с помощью подвижной карты звёздного неба на день наблюдения и продемонстрировать его суточное движение.
3. С помощью подвижной карты звёздного неба продемонстрировать суточное вращение звёздного неба и определить время восхода, кульминации и захода одной из ярких звёзд в день экзамена.
4. Подготовить телескоп к наблюдению, объяснить назначение и устройство его монтировки.
5. Подготовить теодолит для наблюдений и определить высоту и азимут объекта.

Вопросы к экзамену

1. Небесная сфера (основные точки, круги, линии) и ее использование для демонстрации суточного движения звездного неба.
2. Звездное небо и его суточное вращение. Звездная величина. Созвездия. Формула Погсона. Доказательства вращения Земли вокруг своей оси.
3. Системы астрономических координат и их применение. Звездные карты, атласы, каталоги.
4. Теорема о высоте полюса мира. Явления, связанные с суточным движением небесной сферы. Связь зенитного расстояния, склонения и географической широты для случая кульминации светил. Условия восходимости и заходимости светил. Ночь, день, сумерки. Рефракция света и ее влияние на продолжительность дня.
5. Сферический и параллактический треугольники. Преобразование координат (формулы синусов, косинусов и пяти элементов).
6. Видимое и истинное движение Солнца в течение года. Эклиптическая система координат. Сезонные изменения вида звездного неба. Смена времен года. Тепловые пояса на Земле. Абберация и параллактическое смещение звезд.
7. Время. Измерение времени. Звездное, истинное и среднее солнечное время и связь между ними. Уравнение времени.
8. Системы счета времени. Местное время и долгота места наблюдения. Всемирное, поясное, декретное, летнее и зимнее время. Линия перемены даты.
9. Функции службы времени: измерение, хранение и передача точного времени. Основные устройства и принцип действия. Эфемеридное, эталонное и координированное время.
10. Календарь. Виды календарей и их особенности. Реформы календаря: старый и новый стиль. Юлианские дни.
11. Видимые движения планет и их объяснение. Системы мира Птолемея и Коперника. Развитие гелиоцентризма Г. Галилеем, Дж. Бруно, М. Ломоносовым.
12. Планетные конфигурации и условия видимости планет. Уравнения синодического движения.
13. Эмпирические законы Кеплера. Элементы орбит планет.
14. Задача двух тел. Обобщение Ньютоном законов Кеплера. Вывод 1 и 2 законов Кеплера.
15. Вывод 3 закона Кеплера. Определение масс небесных тел (Солнце, планеты).
16. Определение формы и размера Земли. Метод триангуляции. Земной сфероид и геоид. Определение формы и размеров других небесных тел.
17. Методы определения расстояний до тел Солнечной системы. Метод параллакс-ов и определение их на практике.
18. Возмущенное и невозмущенное движение планет. Понятие о возмущающей силе. Понятие о задаче трех и более тел. Открытие Нептуна и Плутона.
19. Система Земля – Луна. Приливы и отливы и их влияние на вращение небесных тел. Прецессия и нутация земной оси и их следствия.
20. Видимое движение Луны среди звезд и относительно горизонта фазы Луны. Лунная орбита и возмущение ее элементов. Периоды обращения Луны.
21. Солнечные и лунные затмения. Вывод условий их наступления и продолжительность. Сарос. Использование затмений для изучения небесных тел.
22. Теоретические основы запуска искусственных космических тел. Космические скорости.
23. ИСЗ, типы орбит. Возвращение космических аппаратов. Проблемы космического мусора.
24. История развития космонавтики. Основные этапы и типы космических аппаратов. Космодромы России. Научное и практическое использование космических полетов.
25. Изучение Земли из Космоса (цели, практические результаты). Космонавтика и проблемы современной экологии.

26. Автоматические межпланетные станции. Расчет траектории и характеристик полета. Окна запуска. Проблемы межпланетных перелетов.
27. Визуальные и фотографические наблюдения, их особенности. Обратные задачи в астрофизике.
28. Телескопы и их классификация по устройству для сбора излучения и типу монтировки. Основные характеристики телескопов и методы их определения.
29. Основы астрофотометрии. Шкалы звёздных величин. Формула Погсона.
30. Основы астроспектроскопии. Использование спектральных закономерностей для определения характеристик небесных объектов: цвет, температура, химический состав, наличие магнитного поля, скорость движения, плотность, вращение.
31. Радиоастрономия, преимущества и недостатки. Внеатмосферная астрономия.
32. Физические характеристики Солнца и методы их определения.
33. Расчёт температуры и давления в недрах Солнца. Источники энергии и модель его внутреннего строения.
34. Атмосфера Солнца. Активные образования с солнечной фотосфере и механизм их образования.
35. Хромосфера и корона Солнца, активные образования в них. Механизм свечения короны. Изменение температуры в солнечной атмосфере.
36. Солнечная активность, её периодичность и проявление. Число Вольфа. Солнечно-земные связи.
37. Методы определения расстояний до небесных тел.
38. Видимая и абсолютная звёздная величина, светимость и связь между ними.
39. Основные характеристики звёзд и связь между ними (размеры, масса, плотность, температура).
40. Спектры звёзд и механизм их образования. Спектральная классификация звёзд.
41. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела и «масса-светимость». Зависимость «радиус-светимость-масса».
42. Двойные звёзды и их классификация. Элементы орбит физически-двойных звёзд и их определение.
43. Затменно-переменные звёзды. Определение масс звёзд. Зависимость «светимость-масса».
44. Физически переменные звёзды, их обозначение и классификация. Цефеиды. Объяснение механизма пульсации. Зависимость «период-светимость».
45. Эруптивные переменные звёзды. Новые и сверхновые звёзды.
46. Газопылевые комплексы и их эволюция. Протозвезда, стационарные звёзды и красные гиганты.
47. Конечные стадии эволюции звёзд: белые карлики, нейтронные звёзды, «чёрные дыры». Методы обнаружения нейтронных звёзд и «чёрных дыр».
48. Физическая природа Земли. Изучение внутреннего строения и определение её массы.
49. Основные оболочки Земли и их роль в эволюции Земли (литосфера, гидросфера, атмосфера). Магнитное поле Земли. Радиационные пояса.
50. Луна: общие характеристики, особенности вращения, либрации. Образования на видимой и обратной поверхности Луны. Гипотезы об образовании рельефа. Эволюция системы Земля-Луна.
51. Сравнительный анализ планет земной группы: характеристики вращения, рельеф, физические условия на поверхности. Спутники Марса.
52. Сравнительный анализ планет-гигантов: характеристики, вращение, химический состав, внутреннее строение.
53. Кольца и спутники планет-гигантов.
54. Малые тела солнечной системы. Правило Тициуса-Бодде. Астероиды их форма и эволюция.

55. Кометы. особенности движения. Изменение вида кометы при приближении к Солнцу. Строение и химический состав. Классификация комет по Бредихину Ф.А.

56. Метеорные тела, метеоры и болиды. «Звёздные дожди». Радианты метеорных потоков. Метеориты и их классификация. Значение изучения метеоритов для познания окружающего мира.

57. Основы космогонии Солнечной системы. Закономерности в Солнечной системе. Основные гипотезы о происхождении и эволюции Солнечной системы (Кант, Лаплас, Джинс, Шмидт).

58. Галактика как динамическая звёздная система. Галактическая система координат. Галактическая концентрация звёзд. Положение Солнца в Галактике.

59. Коллективные члены Галактики: звёздные скопления и ассоциации, диффузная материя (туманности).

60. Подсистемы Галактики. Распределение нейтрального водорода и структура Галактики.

61. Собственное движение звёзд. Определение лучевых и тангенциальных скоростей звёзд. Движение Солнечной системы. Характер и особенности вращения Галактики. Галактический год.

62. Другие галактики. Классификация галактик. Взаимодействие галактик. Квазары и квазаги. Радиогалактики. Проблемы эволюции галактик.

63. Скопления галактик. Структура и свойства Метагалактики.

64. Основные космологические модели. Модель «горячей» Вселенной, её проблемы и возможные пути их решения.

Практическая часть экзамена

1. С помощью модели небесной сферы продемонстрировать следующие атмосферные явления: а) восход, заход и кульминацию светила; б) суточное и годичное движение Солнца; в) вид звёздного неба на различных широтах; г) продолжительность полярных дня и ночи.
2. Определить координаты, время восхода, захода и кульминации Солнца с помощью подвижной карты звёздного неба на день наблюдения и продемонстрировать его суточное движение.
3. С помощью подвижной карты звёздного неба продемонстрировать суточное вращение звёздного неба и определить время восхода, кульминации и захода одной из ярких звёзд в день экзамена.
4. Подготовить телескоп к наблюдению, объяснить назначение и устройство его монтировки.
5. Подготовить теодолит для наблюдений и определить высоту и азимут объекта.

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Корпоративная сеть и корпоративная электронная почта БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в

сфере образования www.i-exam.ru;

- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий;

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в раздел «Особенности организации образовательного процесса по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т.п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

1. Ефремов Ю.Н. В глубины Вселенной. Звёзды, галактики и мироздание. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Едиториал УРСС, 2009. – 264 с.
2. Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии. – 6-е изд., доп. и перераб. – М.: Едиториал УРСС, 2009. – 704 с.
3. Курс общей астрономии / Э.В. Кононович, В.И. Мороз. – 3-е изд., испр. – М.: Едиториал УРСС, 2009. – 544 с.
4. Астрономия: учеб. пособие для физ.-мат. фак. пед. ин-тов / М.М. Дагаев, В.Г. Демен, И.А. Климишин, В. М. Чуругин. – М.: Просвещение, 1983. – 384 с.
5. Дубошин Г.Н. Небесная механика: Методы теории движения искусственных небесных тел: учеб. пособие для студентов ун-тов. – М.: Наука 1983. – 351 с.
6. Климишин И.А. Календарь и хронология. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1990. – 480 с.
7. Курышев В.И. Практикум по астрономии: учеб. пособие для студ. физ. и мат. спец. пед. ин-ов. – М.: Просвещение, 1986. – 144 с.
8. Моше Д. Астрономия. – М.: Просвещение, 1995. – 216 с.
9. Рябов Ю.А. Движение небесных тел. – 3-е изд., перераб. – М.: Наука, 1977. – 208 с.
10. Шкловский И.С. Звёзды: их рождение, жизнь и смерть. 3-е изд., перераб. М.: Наука, 1984. – 384 с.
11. Шкловский И.С. Проблемы современной астрофизики. – 2-е изд., доп. – М.: Наука, 1988. – 256 с.

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - <http://www.window.edu.ru>.
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов - <http://fcior.edu.ru>.
3. Федеральный интернет-портал «Нанотехнологии и наноматериалы» - www.portalnano.ru.
4. Портал Электронная библиотека: диссертации - <http://diss.rsl.ru/?menu=disscatalog>.
5. Портал научной электронной библиотеки - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.

6. Сайт Государственного научно-исследовательского институт информационных технологий и телекоммуникаций. - Режим доступа: <http://www.informika.ru>.

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. ЭБС «Национальный цифровой ресурс “Рукопт”» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rucont.ru>
2. ЭБС «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>
3. ЭБС «Юрайт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/inform/?1>

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (стенды, таблицы, мультимедийные презентации).

Для проведения практических занятий также используется Лаборатория астрономии, укомплектованная следующим оборудованием:

- Комплект столов лабораторных 2-мест.
- Стол преподавателя
- Пюпитр
- Аудиторная доска
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением
- Мультимедийный проектор
- Принтер лазерный
- Экспозиционный экран
- Телескопы (7 штук)
- Звездные карты (10 штук)
- Модели небесной сферы (5 штук).

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ, в лаборатории психолого-педагогических исследований и др.

Разработчик: Сергиенко Ю. П., кандидат физико-математических наук, доцент.

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2019/2020 уч. г. на заседании кафедры физического и математического образования (протокол № 9 от « 15 » мая 2019 г.).

РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2020/2021 уч. г. на заседании кафедры физического и математического образования (протокол № 10 от « 16 » июня 2020 г.).

РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2021/2022 уч. г. на заседании кафедры физического и математического образования (протокол № 8 от « 21 » апреля 2021 г.).

РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2022/2023 уч. г. на заседании кафедры физического и математического образования (протокол № 9 от « 26 » мая 2022 г.).

В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1 № страницы с изменением: Титульный лист	
Исключить: МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙ- СКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	Включить: Включить: МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕ- РАЦИИ
№ изменения: 2 № страницы с изменением: 26	
Из пункта 9.1 исключить:	В пункт 9.1 включить:
Исключить: 1. Ефремов Ю.Н. В глубины Все- ленной. Звёзды, галактики и мироздание. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Едиториал УРСС, 2009. – 264 с. 2. Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии. – 6-е изд., доп. и пе- рераб. – М.: Едиториал УРСС, 2009. – 704 с. 3. Курс общей астрономии / Э.В. Кононович, В.И. Мороз. – 3-е изд., испр. – М.: Едитори-ал УРСС, 2009. – 544 с. 4. Астрономия: учеб. пособие для физ.-мат. фак. пед. ин-тов / М.М. Дагаев, В.Г. Демен, И.А. Климишин, В. М. Чуру- гин. – М.: Просвещение, 1983. – 384 с. 5. Дубошин Г.Н. Небесная меха- ника: Методы теории движения искус- ственных небесных тел: учеб. пособие для студентов ун-тов. – М.: Наука 1983. – 351 с. 6. Климишин И.А. Календарь и хронология. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1990. – 480 с. 7. Курьшев В.И. Практикум по астрономии: учеб. пособие для студ. физ. и мат. спец. пед. ин-ов. – М.: Просвещение, 1986. – 144 с. 8. Моше Д. Астрономия. – М.: Просвещение, 1995. – 216 с.	Включить:

<p>9. Рябов Ю.А. Движение небесных тел. – 3-е изд., перераб. – М.: Наука, 1977. – 208 с.</p> <p>10. Шкловский И.С. Звёзды: их рождение, жизнь и смерть. 3-е изд., перераб. М.: Наука, 1984. – 384 с.</p> <p>11. Шкловский И.С. Проблемы современной астрофизики. – 2-е изд., доп. – М.: Наука, 1988. – 256 с.</p>	
Из пункта 9.3 исключить:	В пункт 9.3 включить:
<p>1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник (http://polpred.com/news.)</p> <p>2. ЭБС «Лань» (http://e.lanbook.com)</p>	<p>1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (https://elibrary.ru/defaultx.asp?)</p> <p>2. Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/info/lka)</p>

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022/2023 учебном году на заседании кафедры физического и математического образования (протокол № 1 от 21 сентября 2022 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

<p>№ изменения: 3</p> <p>№ страницы с изменением: 26</p>	
<p>В Раздел 9 внесены изменения в список литературы, в базы данных и информационно-справочные системы, в электронно-библиотечные ресурсы. Указаны ссылки, обеспечивающие доступ обучающимся к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам с сайта ФГБОУ ВО «БГПУ».</p>	

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024/2025 учебном году на заседании кафедры физического и математического образования (протокол № 9 от 29.05.2024 г.).