

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 04.08.2026 11:00:00
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa79172803da5b4150c09d

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет
Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

Согласовано
деканом физико-математического факультета
«18» марта 2026 г.

/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Астрофизика

Направление подготовки
03.03.02 Физика

Профиль:
Фундаментальная физика и нанотехнологии

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета
Протокол «18» марта 2026 г. № 8
Председатель УМКом _____

/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой фундаментальной
физики и нанотехнологии
Протокол от «17» февраля 2026 г. № 12
Зав. кафедрой _____

/Холина С.А./

Москва
2026

Автор-составитель

Бонюшкин Ю.Е., кандидат физико-математических наук, доцент

Рабочая программа дисциплины «Астрофизика» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Объём и содержание дисциплины	4
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	6
5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.....	10
6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины	Ошибка! Закладка не определена.
7. Методические указания по освоению дисциплины	Ошибка! Закладка не определена.
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	17
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	17

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цели дисциплины «Астрофизика»: ознакомление студентов с концептуальными основами дисциплины «Астрофизика» как современной комплексной фундаментальной науки; формирование естественнонаучного мировоззрения на основе знания особенностей, основных принципов и закономерностей развития Вселенной; интеллектуальное развитие студентов через систему классических и современных естественнонаучных концепций.

Задачи дисциплины: ознакомить студентов с основными проблемами, закономерностями, историей и тенденциями развития астрономии, в которых раскрываются фундаментальные научные проблемы современной науки; сформировать понимание принципов преемственности, соответствия и непрерывности в изучении природы; дать представление о революциях в астрономии и смене научных мировоззрений как ключевых этапах развития естествознания; сформировать понимание сущности фундаментальных законов природы, определяющих облик современного естествознания, к которым сводится множество законов астрономии; сформировать знания, необходимые для изучения смежных дисциплин; расширить кругозор, сформировать научное мышление и научное мировоззрение, основанное на синтезе естественнонаучных и гуманитарных концепций.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Содержит изложение основных методов астрофизических исследований, приведших к формированию современных представлений о строении и эволюции Вселенной. В программе курса излагаются необходимые основы общей астрономии: понятия о небесной сфере и её основных элементах, системы астрономических координат, суточные пути звёзд, суточное и годичное движение Солнца относительно наблюдателя на разных широтах, астрономические признаки климатических поясов Земли, основы измерения времени, видимые и действительные движения планет, конфигурации планет, определение расстояний планет от Солнца, расстояний до звёзд, элементы теоретической астрономии. Большое внимание уделяется небесной механике и механике космических полётов. Здесь рассматриваются вопросы физики Земли и планет, физики Солнца, солнечно-земные связи. Также излагаются основные положения физики звёзд, внегалактической астрономии.

Знание современных фундаментальных научных положений естествознания, его мировоззренческих и методологических выводов является необходимым элементом подготовки специалистов в любой области деятельности.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, дадут возможность студентам осваивать такие дисциплины учебного плана как «Термодинамика», «Статистическая физика», «Квантовая теория» на качественно более высоком уровне.

3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объём дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	3

Объем дисциплины в часах	108
Контактная работа:	50,3
Лекции	16
Лабораторные работы	32
из них в форме практической подготовки	30
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	2,3
Предэкзаменационная консультация	2
Экзамен	0,3
Самостоятельная работа	48
Контроль	9,7

Формой промежуточной аттестации являются: экзамен в 7 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) с кратким содержанием	Количество часов		
	Лекции	Лабораторные занятия	
		Общее кол-во	из них, в форме практической подготовки
Тема 1. Небесная сфера Системы небесных координат. Измерение времени. Движение небесных тел	2	4	4
Тема 2. Солнце. Солнечная атмосфера Химический состав Солнца. Нестационарные процессы на Солнце. Связь между солнечными и земными явлениями. Внутреннее строение Солнца.	2	4	4
Тема 3. Планеты и их спутники Физические характеристики планет, спектральный анализ их атмосфер	2	3	3
Тема 4. Малые тела солнечной системы. Кометы Малые планеты. Их основные характеристики. Метеорные тела. Происхождение и распад комет. Механическая теория форм комет. Спектры комет	2	3	3
Тема 5. Двойные звезды Системы звёзд. Виды двойных звёзд. Определение количественных характеристик двойных звёзд. Физические характеристики в двойных системах	2	3	2
Тема 6. Звезды и их строение Спектральная классификация и внутреннее строение звёзд. Условия равновесия внутри звезды. Лучеиспускание внутри звезды. Источники звёздной энергии. Эволюция звёзд. Белые карлики, нейтронные звёзды и чёрные дыры.	2	4	4
Тема 7. Нестационарные звезды Цефеиды. Выход вещества с поверхности звёзд. Новые и сверхновые звезды. Карликовые вспыхивающие звезды	2	3	2
Тема 8. Диффузионное вещество в пространстве Межзвёздная пыль. Газовые туманности. Физическое состояние вещества в Галактике.	1	4	4

Тема 9. Галактики и Метагалактика Физические характеристики галактик. Вращение галактик, их массы. Красное смещение в спектрах галактик. Закон Хаббла. Радиогалактики и нестационарные процессы в галактиках. Элементы космологии.	1	4	4
Итого	16	32	30

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА.

Тема	Задание на практическую подготовку	количество часов
Тема 1. Небесная сфера	Определить время восхода и захода Солнца в ваш день рождения. Сравнить с табличным значением. Для вычислений использовать формулы параллактического треугольника для перехода из сферической в горизонтальную систему координат. Учесть уравнение времени.	4
Тема 2. Солнце. Солнечная атмосфера	Солнце - стабильная звезда. Рассчитать из соображений гидростатического равновесия давление в недрах Солнца.	4
Тема 3. Планеты и их спутники	Определить суточное и годовое смещение Лунных узлов. Для этого на графике совместить эклиптику с движением Луны на небесной сфере для двух месяцев, разделённых на полгода (например, февраль - август), по пересечениям найти восходящие и нисходящие узлы и их смещение.	3
Тема 4. Малые тела солнечной системы. Кометы	Составить таблицу 10 недавно открытых карликовых планет. В таблице указать: массу, среднее удаление от Солнца, период обращения.	3
Тема 5. Двойные звезды	Рассчитать с использованием теоремы вириала, какую массу должна потерять двойная система, чтобы распасться.	2
Тема 6. Звезды и их строение	Рассчитать энерговыделение при горении водорода в гелий в ядрах звёзд.	4
Тема 7. Нестационарные звезды	Составить таблицу: новая, сверхновая типа Ia, типа II. В результате каких процессов возникают, во сколько раз увеличивается блеск, как долго происходит увеличение светимости, какие элементы нарабатываются.	2
Тема 8. Диффузионное вещество в пространстве	Рассчитать критическую массу Джинса и радиус Джинса, необходимых для формирования звезды из газового облака, состоящего из водорода.	4
Тема 9. Галактики и Метагалактика	Рассчитать расстояние до галактики и её размер, если линии её спектра оказались сдвинутыми на величину, равносильную скорости удаления от нас в 14 000 км/с и она видна как пятнышко с диаметром 20"?	4
Итого		30

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчётности
Астрономия и её основные разделы. Современные представления о строении и эволюции Вселенной	Предмет, задачи, основные понятия, термины, основные разделы астрономии. Основные этапы развития астрономии. Три основные проблемы современной астрономии. Основные представления о происхождении, эволюции, строении и будущем Вселенной	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	тест, реферат
Сферическая астрономия. Основные элементы небесной сферы. Системы астрономических координат	Основы астрометрии. Основные линии и точки небесной сферы. Небесная сфера и небесный глобус. Горизонтальная и экваториальная системы координат. Эклиптическая система координат. Гео- и гелиоцентрические долготы планет. Географические координаты, их связь с движением Земли в мировом пространстве. Международные службы. Связь высоты полюса мира над горизонтом с широтой места наблюдения	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	тест, реферат
Суточные движения звёзд относительно наблюдателя на разных широтах	Суточное движение звёзд относительно наблюдателя на разных широтах. Кульминации светил. Условие восхода и захода светил	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	тест, реферат
Годичное движение Земли. Видимое годичное движение Солнца	Годичное движение Земли вокруг Солнца. Основные точки эклиптики. Основные моменты годичного движения солнца по эклиптике. Суточные пути Солнца в течение года на средних широтах. Суточные пути Солнца в течение года на северном полюсе и на северном полярном круге. Суточные пути Солнца в течение года на экваторе и на	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	тест, реферат

	северном тропике. Астрономические признаки климатических поясов Земли				
Основы измерения времени в астрономии. Системы счета времени: местное, поясное, декретное время. Линия смены дат	Основы измерения времени в астрономии. Единицы измерения. Тропический год. Виды астрономического времени. Линия смены дат	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	тест, реферат
Видимые и действительные движения планет. Геоцентрическая система мира Птолемея. Гелиоцентрическая система мира Коперника	Видимые и действительные движения планет. Система мира Птолемея. Гелиоцентрическая система мира Коперника. Значение учения Коперника для науки	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	тест, реферат
Основные законы механики. Закон всемирного тяготения. Задача двух тел. Обобщённые законы Кеплера. Понятие о возмущённом движении	Основные законы механики. Закон всемирного тяготения. Задача двух тел. Уточнение первого закона Кеплера. Вывод второго закона Кеплера. Скалярная форма второго закона Кеплера. Третий уточнённый закон Кеплера. Понятие о возмущённом движении. Возмущающая сила движения Луны. Приливы и отливы	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	тест, реферат
Определение массы небесных тел. Движение искусственных спутников Земли и космических ракет	Определение массы небесных тел: Земли, Луны, Солнца, планет. Движение искусственных спутников Земли и космических станций	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	тест, реферат
Движение Луны и его основные периоды. Фазы Луны. Солнечные и лунные затмения	Определение расстояний планет от Солнца. Определение расстояний до звёзд. Единицы расстояний в астрономии. Основные движения Земли в мировом пространстве и их следствия. Движение Луны и его основные периоды. Фазы Луны. Видимое движение	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	тест, реферат

	Луны по небесной сфере. Изменение времени восхода, кульминации и захода Луны в зависимости от её фазы. Орбита Луны, лунные узлы. Затмения Луны. Солнечные затмения. Общее число затмений в году				
Общая характеристика Солнечной системы	Общая характеристика Солнечной системы. Состав и краткая характеристика. Земля. Внутреннее строение, гидросфера, атмосфера. Магнитное поле Земли. Солнечно-земные связи. Планеты земной группы и планеты-гиганты	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	тест, реферат
Физическая природа звёзд	Спектральная классификация, диаграмма Герцшпрунга-Рессела. Внутреннее строение звёзд.	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	тест, реферат
Эволюция звёзд	Строение белых карликов, нейтронных звёзд, чёрных дыр. Сверхновые звёзды	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	тест, реферат
Строение Млечного Пути. Галактики	Вращение и масса галактик. Тёмная материя. Межзвёздная и межгалактическая среда	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	тест, реферат
Космология	Красное смещение, закон Хаббла, расширение Вселенной, Горячая модель Вселенной	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач	Рекомендуемая литература. Ресурсы Интернет	тест, реферат
Ранняя Вселенная, Теория Всего	Фундаментальные взаимодействия и фазовые переходы в ранней Вселенной	2	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, решение задач		тест, реферат
ИТОГО		48			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этапы формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости. Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов физики, создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.	решение задач, домашнее задание, реферат, тест, опрос	Шкала оценивания решения задач, шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания реферата, шкала оценивания теста, шкала оценивания опроса
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости. Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов физики, создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. Владеть: методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов физики для создания моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей.	решение задач, домашнее задание, реферат, тест, опрос, практическая подготовка	Шкала оценивания решения задач, шкала оценивания домашнего задания, шкала оценивания реферата, шкала оценивания теста, шкала оценивания опроса, шкала оценивания практической подготовки

Шкала и критерии оценивания решения задач

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент решил 71-90% от всех задач	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент решил 51-70% от всех задач	5-7
Удовлетворительный	Если студент решил 31-50% от всех задач	2-4
Неудовлетворительный	Если студент решил 0-30% от всех задач	0-1

Шкала и критерии оценивания домашних работ

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент решил 71-90% от всех домашних работ	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент решил 51-70% от всех домашних работ	5-7
Удовлетворительный	Если студент решил 31-50% от всех домашних работ	2-4
Неудовлетворительный	Если студент решил 0-30% от всех домашних работ	0-1

Шкала и критерии оценивания рефератов

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент отразил 71-90% от выбранной темы.	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент отразил 51-70% от выбранной темы.	5-7
Удовлетворительный	Если студент отразил 31-50% от выбранной темы.	2-4
Неудовлетворительный	Если студент отразил 0-30% от выбранной темы.	0-1

Шкала оценивания практической подготовки.

Критерии оценивания	Баллы
Если студент выполнил 71-90% лабораторных работ	16-20
Если студент выполнил 51-70% лабораторных работ	11-15
Если студент выполнил 31-50% лабораторных работ	6-10
Если студент выполнил 0-30% лабораторных работ	0-5

Шкала оценивания теста

Критерии оценивания	Баллы
Если студент ответил на 71-90% от всех тестовых вопросов	16-20
Если студент ответил на 51-70% от всех тестовых вопросов	11-15
Если студент ответил на 31-50% от всех тестовых вопросов	6-10
Если студент ответил на 0-30% от всех тестовых вопросов	0-5

Шкала оценивания опроса

Критерии оценивания	Баллы
Если студент ответил на 71-90% от всех вопросов	16-20
Если студент ответил на 51-70% от всех вопросов	11-15
Если студент ответил на 31-50% от всех вопросов	6-10
Если студент ответил на 0-30% от всех вопросов	0-5

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**Примеры домашних заданий**

1. 21 марта в истинный полдень тень вертикально стоящего столба равнялась его высоте. На какой широте это было?

2. Найти ширину метеорного потока в километрах, метеоры которого наблюдались с 16 июля по 24 августа. Предполагается, что движение Земли перпендикулярно к оси потока.
3. Орбиты двух комет лежат в плоскости эклиптики. Кометы имеют перигелийные расстояния 0.5 а.е. и 1.5 а.е. Длины их хвостов в перигелии превышают 100 млн. км. Может ли Земля пройти через хвосты этих комет?
4. Наблюдатель, находящийся на земном экваторе, всё время видит искусственный спутник Земли у себя над головой. На каком расстоянии от земной поверхности находится этот спутник и с какой линейной скоростью он обращается вокруг Земли?
5. За сутки на Землю падает порядка 10000 тонн космического вещества (метеориты, пылинки, ...). Оцените, насколько это могло изменить длительность суток за время эволюции нашей планеты.
6. Какой наибольшей высоты, в какой день года, в котором часу и в каком созвездии может достигать полная Луна на широте Москвы ($\varphi = 55^{\circ}45'$)?
7. Обычно полное солнечное затмение наблюдается в полосе шириной около 200 км и протяжённостью приблизительно 10000 км. В среднем на Земле происходит одно полное затмение в год. Оцените, через сколько лет затмение повторяется в одном и том же месте, например, в вашем городе.
8. Как долго может продолжаться покрытие звезды Луной?
9. За счёт приливного взаимодействия с Землёй Луна движется по спиралеобразной орбите, каждый год удаляясь от Земли на 3 см. Через сколько лет на Земле прекратятся полные солнечные затмения?
10. В системе Земля-Луна происходит парадоксальное явление: в результате приливного трения уменьшается угловая скорость вращения как Земли, так и Луны. Не противоречит ли это закону сохранения момента количества движения?
11. Полагая, что расщепление спектральных линий из области солнечных пятен обусловлены эффектом Зеемана, оцените напряжённость (магнитную индукцию) в пятне. Сможет ли это поле остановить конвекцию в область пятна, тем самым уменьшив приток тепла в пятно?
12. Полагая, что чёрная дыра излучает из-за эффекта Хокинга, как абсолютно черное тело с максимумом на длине волны, сравнимой с радиусом чёрной дыры, оцените мощность её излучения и характерное время её жизни. Оцените какие черные родившиеся в начале Вселенной, дожили до наших дней и в каком диапазоне они сейчас излучают?

Примеры вариантов решения задач

Вариант 1

1. Где стоит на небе Альтаир 23 сентября через час после восхода Солнца?
2. Определить азимут звезды Альдебаран в верхней кульминации на северном полярном круге ($\varphi = +66^{\circ}33'$).
3. Определить часовой угол звезды Денеб в нижней кульминации географической широте $\varphi = +55^{\circ}43'$.
4. Определить промежуток времени, затраченный кораблём на путь из Владивостока в Лос-Анджелес, если корабль vyplыл 10 февраля и прибыл 22 февраля.
5. Где стоит на небе Сириус 21 марта через час после захода Солнца?

Вариант 2

1. Обосновать смещение точек восхода и захода Солнца в течение года.
2. По движению Луны вокруг Земли определить массу Земли.
3. Юпитер 1 января находится в противостоянии. Определить дату его очередной конфигурации.
4. Определить зенитное расстояние, высоту звезды Капелла в верхней кульминации на северном тропике ($\varphi = +23^{\circ}27'$).

5. Определить высоту звезды Вега в нижней кульминации на географической широте $\varphi = +45^\circ 58'$.

Перечень примерных заданий теста, опроса, решения задач

Тестовые вопросы

1. Установите соответствие. Что изучает данный раздел астрономии?

- А) Астрометрия
- Б) Небесная механика
- В) Космогония
- Г) Космология

- 1. Происхождение и эволюция небесных тел и их систем
- 2. Движение небесных тел
- 3. Вселенная как единое целое, её геометрическая структура
- 4. Измерение координат и времени

Ответ: А-4, Б-2, В-1, Г-3

2. Какая из схем телескопа не является рефлектором?

- 1) Ньютона
- 2) Кеплера
- 3) Грегори
- 4) Кассегрена

Ответ: 2

3. Гравитационные волны впервые наблюдались в 2015 году. От слияния каких двух объектов пришёл сигнал?

- 1) Двух белых карликов
- 2) Двух нейтронных звёзд
- 3) Нейтронной звезды и чёрной дыры
- 4) Двух чёрных дыр

Ответ: 4

4. Выберите все правильные ответы. Отметьте нейтринные эксперименты

- 1) Лаборатория Оже
- 2) Суперкамиоканде
- 3) IceCube
- 4) Virgo

Ответ: 23

5. Выберите все правильные ответы. Какие утверждения корректно описывают строение Солнца и перенос энергии?

- 1) Основное термоядерное энерговыделение происходит в центральных областях.
- 2) Между ядром и внешними слоями находится зона лучистого переноса энергии.
- 3) Внешняя часть Солнца является конвективной зоной.
- 4) Видимая фотосфера является областью, где производится основная часть термоядерной энергии.

Ответ: 123

6. Выберите один правильный ответ. Почему первые открытия экзопланет методом лучевых скоростей были особенно чувствительны к «горячим Юпитерам»?

- 1) Потому что такие планеты светят ярче своих звезд в видимом диапазоне.
- 2) Большая масса и малая орбита дают заметную амплитуду изменения лучевой скорости звезды.
- 3) Потому что горячие Юпитеры всегда находятся дальше зоны обитаемости.
- 4) Потому что их можно увидеть только методом микролинзирования.

Ответ: 2

7. Выберите один правильный ответ. В чем состоит гипотеза «девятой планеты»?

- 1) В существовании еще одной планеты между Землей и Марсом.
- 2) В том, что Плутон снова обязательно должен считаться большой планетой.
- 3) В возможном наличии массивного тела на далекой вытянутой орбите, влияющего на орбиты транснептуновых объектов.
- 4) В том, что пояс астероидов является разрушенной девятой планетой.

Ответ: 3

8. Выберите один правильный ответ. Что характеризует масса Джинса?

- 1) Минимальную массу звезды, при которой начинается горение дейтерия.
- 2) Критическую массу облака газа и пыли, при которой возможно гравитационное сжатие.
- 3) Предельную массу белого карлика перед взрывом сверхновой Ia.
- 4) Массу, при которой черная дыра прекращает аккрецию.

Ответ: 2

9. Выберите один правильный ответ. Почему двойные звезды важны для эволюции звезд?

- 1) Потому что в двойных системах звезды имеют сравнимую массу и возраст.
- 2) В двойных возможен обмен массой, меняющий эволюцию компонентов.
- 3) Потому что двойные звезды являются релятивистскими объектами.
- 4) Потому что в двойных системах невозможны компактные остатки.

Ответ: 2

10. Выберите один правильный ответ. Каков базовый механизм сверхновой типа Ia?

- a. Коллапс ядра массивной одиночной звезды с образованием нейтронной звезды или чёрной дыры.
- b. Термоядерный взрыв белого карлика при достижении предельной массы в результате взаимодействия в двойной системе.
- c. Термоядерный взрыв на поверхности белого карлика в результате аккреции в двойной системе.
- d. Изменение светимости переменной звезды типа Цефеид из-за гидростатической неустойчивости.

Ответ: 2

11. Выберите все источники энергии нейтронных звезд из перечисленных?

- 1) Вращение.

- 2) Аккреция.
- 3) Затухание токов и магнитного поля.
- 4) Горение водорода на поверхности в результате аккреции

Ответ: 123

12. Выберите один правильный ответ. Какой аргумент в пользу темного вещества связан с движением звезд в галактиках?

- 1) Звезды диска слишком медленно движутся относительно центра галактики.
- 2) Наблюдаемые скорости и динамика требуют дополнительной массы, не объясняемой видимым веществом.
- 3) Темное вещество излучает в рентгеновском диапазоне и поэтому видно в оптике.
- 4) Движение звёзд определяется сверхмассивной чёрной дырой в центре Галактики.

Ответ: 2

13. Выберите один правильный ответ. Что произошло примерно через 370 000 лет после начала расширения Вселенной?

- 1) Сформировалась Солнечная система.
- 2) Вещество рекомбинировало, и излучение отделилось от вещества.
- 3) Возникли тяжелые элементы в звёздах первого поколения.
- 4) Появились галактики типа Млечного Пути.

Ответ: 2

14. Выберите один правильный ответ. Что такое фотометрическое расстояние?

- 1) Расстояние, определяемое по видимому потоку при известной светимости источника.
- 2) Расстояние, по изменению блеска объекта.
- 3) Расстояние между двумя зеркалами интерферометра.
- 4) Расстояние, измеряемое только по параллаксу ближайших звезд

Ответ: 1

15. Установите правильную последовательность механизма саморегуляции Солнца при сжатии?

- 1) Сжатие
- 2) Рост давления, расширение и восстановление равновесия.
- 3) усиление термоядерных реакций
- 4) Рост температуры и плотности в ядре

Ответ: 1-4-3-2

Открытые вопросы

1. Вставьте пропущенное слово или краткое выражение: Космические лучи на 90% состоят из _____.

Ответ: протонов

2. Вставьте пропущенное слово или краткое выражение: Солнце находится в состоянии _____ равновесия.

Ответ: гидростатического

3. Вставьте пропущенное слово или краткое выражение: Планеты, обращающиеся вокруг других звезд (не Солнца), называются _____.

Ответ: экзопланеты

4. Вставьте пропущенное слово или краткое выражение: Звезда на главной последовательности характеризуется тем, что в её ядре происходит термоядерное превращение водорода в _____.

Ответ: гелий

5. Вставьте пропущенное слово или краткое выражение: Предел светимости при аккреции называется пределом _____.

Ответ: Эддингтона

6. Вставьте пропущенное слово или краткое выражение: Излучение ранней горячей Вселенной называется _____ излучение.

Ответ: реликтовое

7. Вставьте пропущенное слово или краткое выражение: Граница черной дыры называется _____ событий.

Ответ: горизонт

Ситуационные вопросы

1. Радиоастрономия изучает объекты Вселенной в соответствующем диапазоне. Какой объект открыла Джоселин Белл в 1967 году с помощью радиотелескопа?

Ответ: Радиопульсар

2. Гравитационные волны впервые были зарегистрированы на эксперименте LIGO в 2015 году. От слияния каких двух объектов пришёл сигнал?

Ответ: Чёрные дыры

3. В конвективной зоне Солнца сильное магнитное поле подавляет подвод тепла, и эта область на поверхности выглядит темнее фотосферы. Назовите объект.

Ответ: Солнечное пятно

4. Экзопланета проходит перед диском звезды, и блеск звезды немного падает. Как называется такой метод поиска экзопланет?

Ответ: Транзитный

5. Нейтронная звезда питается главным образом энергией сверхсильного магнитного поля. Как называется такой объект?

Ответ: Магнитар

6. Очень далекий мощный источник энергии оказался связан с аккрецией на сверхмассивную черную дыру. Как называется такой объект?

Ответ: Квазар

7. Величина, связывающая скорость удаления близких галактик и расстояние в законе $v = H d$. Как называется H ?

Ответ: Постоянная Хаббла

Задание для практической подготовки

1. Определить время восхода и захода Солнца в ваш день рождения. Сравнить с табличным значением. Для вычислений использовать формулы параллактического треугольника для перехода из сферической в горизонтальную систему координат. Учесть уравнение времени.
2. Солнце - стабильная звезда. Рассчитать из соображений гидростатического равновесия давление в недрах Солнца.
3. Определить суточное и годовое смещение Лунных узлов. Для этого на графике совместить эклиптику с движением Луны на небесной сфере для двух месяцев, разделённых на полгода (например, февраль - август), по пересечениям найти восходящие и нисходящие узлы и их смещение.
4. Составить таблицу 10 недавно открытых карликовых планет. В таблице указать: массу, среднее удаление от Солнца, период обращения.
5. Рассчитать с использованием теоремы вириала, какую массу должна потерять двойная система, чтобы распасться.
6. Рассчитать энерговыделение при горении водорода в гелий в ядрах звёзд.
7. Составить таблицу: новая, сверхновая типа Ia, типа II. В результате каких процессов возникают, во сколько раз увеличивается блеск, как долго происходит увеличение светимости, какие элементы нарабатываются.
8. Рассчитать критическую массу Джинса и радиус Джинса, необходимых для формирования звезды из газового облака, состоящего из водорода.
9. Рассчитать расстояние до галактики и её размер, если линии её спектра оказались сдвинутыми на величину, равносильную скорости удаления от нас в 14 000 км/с и она видна как пятнышко с диаметром 20''?

Примерные темы рефератов

1. Небесная сфера.
2. Видимое движение небесных тел их законы.
3. Время и календарь. Основы измерения времени.
4. Строение и эволюция солнечной системы.
5. Законы Кеплера.
6. Природа тяготения и его роль в астрофизике.
7. Закон сохранения энергии и типы орбит в задаче двух тел.
8. Определение масс небесных тел.
9. Движение искусственных спутников Земли.
10. Определение расстояний до небесных светил.
11. Планеты земной группы.
12. Движение Земли вокруг Солнца. Параллакс и абберация.
13. Прецессионное и нутационное движения земной оси.
14. Орбита Луны и её возмущения.
15. Лунные затмения.
16. Телескопы.
17. Реликтовое излучение и горячая модель Вселенной.
18. Расширение Вселенной и фазовые переходы в ней.
19. Излучение Хокинга и поиск первичных чёрных дыр.
20. Синхротронное радиоизлучение Крабовидной туманности.

Примерные вопросы для экзамена

1. Небесная сфера. Системы небесных координат.
2. Измерение времени. Движение небесных тел.
3. Разделы астрономии: астрометрия, небесная механика, астрофизика.
4. Телескопы: рефлекторы, рефракторы. Собирающая площадь. Угловое разрешение.
5. Современные телескопы. Система Кассегрена и Ричи-Кретьена. Фокус Кудэ. Фокус Нэсмита. Активная оптика. Коррекция атмосферы.
6. Спектроскопия. Всеволновая астрономия.
7. Звёздная величина. Абсолютная звёздная величина. Светимость. Поток фотонов. Предел наблюдения.
8. Показатели цвета. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела.
9. Космические лучи. Спектр. Происхождение.
10. Космические лучи. Регистрация. Обсерватория Оже. Эффект Грейзена-Зацепина-Кузьмина.
11. Методы регистрации нейтрино (превращение элементов, черенковский свет). Супер-Камиоканде. IceCube.
12. Гравитационные волны. Источники. Частоты. Методы регистрации. LIGO. Сигнал.
13. Преимущества астрономии в космосе. Спектр поглощения в земной атмосфере. Гамма-астрономия (спутник Ферми).
14. Рентгеновская астрономия (спутники Чандра и XMM-Newton – фокусирующие рентгеновские телескопы). Инфракрасная астрономия (космическая обсерватория имени Спитцера).
15. Солнце. Солнечная атмосфера. Химический состав Солнца.
16. Нестационарные процессы на Солнце. Связь между солнечными и земными явлениями.
17. Планеты и их спутники. Физические характеристики планет, спектральный анализ их атмосфер.
18. Малые тела солнечной системы.
19. Кометы. Механическая теория их форм. Спектры комет. Происхождение и распад комет.
20. Малые планеты. Их основные характеристики. Метеорные тела.
21. Двойные звезды. Системы звёзд. Виды двойных звёзд.
22. Определение количественных характеристик двойных звёзд. Физические характеристики в двойных системах.
23. Внутреннее строение звёзд. Условия равновесия внутри звезды.
24. Лучеиспускание внутри звезды. Источники звёздной энергии. Эволюция звёзд.
25. Нестационарные звезды. Цефеиды. Зависимость светимость – период у цефеид и определение расстояний до них.
26. Новые и сверхновые звезды. Карликовые вспыхивающие звезды.
27. Диффузионное вещество в пространстве. Межзвёздная пыль.
28. Газовые туманности. Физическое состояние вещества в Галактике.
29. Галактики и Метагалактика. Физические характеристики галактик. Вращение галактик, их массы и оценка массы тёмной материи в галактиках.
30. Красное смещение в спектрах галактик. Закон Хаббла.
31. Радиогалактики и нестационарные процессы в галактиках.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценивание степени освоения обучающимися дисциплины осуществляется на основе положения «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов ГУП».

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и Балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием

единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов – это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

Шкала соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам:

100 – 81 баллов – «отлично» (5); 80 – 61 баллов – «хорошо» (4); 60 – 41 баллов – «удовлетворительно» (3); до 40 баллов – «неудовлетворительно».

В зачётно-экзаменационную ведомость и зачётную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на экзамене неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (<40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах Университета исходя из требований образовательных стандартов.

Шкала оценивания экзаменационного ответа

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий	Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче экзамена.	21-30
Оптимальный	Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена.	14-20
Удовлетворительный	Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета. Удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов.	8-13
Неудовлетворительный	Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета и менее.	0 - 7

Итоговая шкала оценивания результатов освоения дисциплины

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа обучающегося в течение освоения дисциплины, а также оценка по промежуточной аттестации.

Количество баллов	Оценка по традиционной шкале
81-100	Отлично
61-80	Хорошо
41-60	Удовлетворительно
0-40	Неудовлетворительно

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Гусейханов, М.К. Основы астрофизики : учеб.пособие. - 4-е изд. - СПб. : Лань, 2019. - 208с. — Текст: непосредственный.
2. Гусейханов, М. К. Основы астрофизики и космологии : учебное пособие для вузов. — Москва : Юрайт, 2023. — 266 с. — Текст: электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/519585>
3. Засов, А. В. Общая астрофизика / А. В. Засов, К. А. Постнов. - 4-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2022. - 573 с. - Текст: электронный. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785898182328.html>

6.2. Дополнительная литература

1. Блинников, С. И. Основы релятивистской астрофизики : учебное пособие для вузов. — Москва : Юрайт, 2023. — 221 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/518300>
2. Гусейханов, М.К. Основы астрономии : учеб. пособие. - 4-е изд. - СПб. : Лань, 2019. - 152с. — Текст: непосредственный
3. Зельдович, Я. Б. Магнитные поля в астрофизике / Я. Б. Зельдович, А. А. Рузмайкин, Д. Д. Соколов. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 384 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91955.html>
4. Концепции современного естествознания: астрономия : учебное пособие для вузов / А. В. Коломиец [и др.]. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 282 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/517137>
5. Муртазов, А. К. Физика земли. Космические воздействия на геосистемы : учебное пособие для вузов. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 268 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/515704>
6. Черепашук, А. М. Вселенная, жизнь, черные дыры / А. М. Черепашук, А. Д. Чернин. - Москва : ДМК Пресс, 2022. - 320 с. - Текст : электронный. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785898182304.html>
7. Язев, С. А. Астрономия. Солнечная система : учебное пособие для вузов. — 4-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 335 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/532831>

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
3. Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com>
4. ООО «Электронное издательство Юрайт» <https://urait.ru>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплинам.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows
Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации

www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: комплект учебной мебели, доска, технические средства обучения (проектор подвесной, компьютер стационарный - моноблок);

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой, подключенной к сети Интернет, обеспеченные доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета. Персональные компьютеры с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду Университета. Доска. Программное обеспечение: Лицензионное программное обеспечение: Зарубежное: Microsoft Windows, Microsoft Office Отечественное: Kaspersky Endpoint Security Свободно распространяемое программное обеспечение: Зарубежное: Google Chrome, 7-zip Отечественное: ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей) Информационные справочные системы: система «КонсультантПлюс» Профессиональные базы данных: fgosvo.ru pravo.gov.ru;

- помещение для самостоятельной работы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, оснащенное компьютерной техникой, подключенной к сети Интернет, обеспечено доступом к электронно-образовательной среде Университета, Комплект учебной мебели, персональные компьютеры с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду Университета, доска, проектор подвесной;

- в том числе, материально-техническое обеспечение практической подготовки по дисциплине:

- учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения: Лабораторные столы (1.50×0.80), Компьютерные столы (1.20×0.07; 1.20×0.06), Классная доска однопольная маркерная, Стойки металлические для приборов, Огнетушитель ОУ-2, Тумбочки, Шкафы, Сейф, Мультимедийная доска, Проектор, Системный процессор, Клавиатура, Мышка, Компьютер, Системный блок, Клавиатура, Мышь, Принтер, Лабораторная работа №1 «Изучение светового поля источников» (на оптической скамье ФСМ): Регулятор напряжения. Лабораторная работа №2 «Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона» (на микроскопе): Ртутно-кварцевая лампа. Список учебных таблиц и демонстрационных пособий: Порядок работы в лабо-

ратории, Фундаментальные физические константы, Греческий алфавит, Шкала электромагнитных волн, Химическая таблица Д.И. Менделеева.