

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталия Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41

Уникальный идентификатор:

6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559k19e1

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»

(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

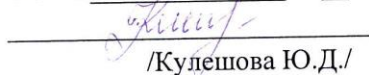
Физико-математический факультет

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

Согласовано

деканом факультета

« 29 » 06 20 23 г.


/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Релятивистская астрофизика и физическая космология

Направление подготовки

03.03.02 Физика

Профиль:

Теоретическая и математическая физика

Квалификация

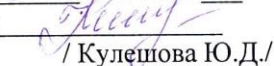
Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета

Протокол « 29 » 06 2023 г. № 10

Председатель УМКом 
/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой
фундаментальной физики и
нанотехнологии

Протокол от « 25 » 05 2023 г. № 13

Зав. кафедрой 
/Холина С.А./

Мытищи

2023

Автор-составитель:

Чаругин Виктор Максимович, д. ф.-м. н.,
профессор кафедры фундаментальной физики и нанотехнологии

Рабочая программа дисциплины «Релятивистская астрофизика и физическая космология» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2018 г. № 937.

Дисциплина входит в элективную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Год начала подготовки (по учебному плану) 2023.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ	11
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	Ошибка! Закладка не определена.
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	18
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цели дисциплины «Релятивистская астрофизика и физическая космология»:

- ознакомление студентов с концептуальными основами дисциплины «Релятивистская астрофизика и физическая космология» 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

ДПК – 2. Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в профессиональной деятельности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Релятивистская астрофизика и физическая космология» входит в элективную часть блока 1, 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 объёма дисциплины	Очная форма обучения
Объём дисциплины в зачётных единицах	6
Объём дисциплины в часах	216
Контактная работа:	120,2
Лекции	60
Практические занятия	60
из них, в форме практической подготовки	60
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачет	0.2
Самостоятельная работа	88
Контроль	7,8

Формой промежуточной аттестации являются:
-зачет в 8 семестре.

3.2 Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Количество часов		
	Лекции	Практические работы	Практическая подготовка
Раздел 1. Элементы астрофизики			
Тема 1. Масштабная структура Вселенной (от микро до макро мира). Обзор объектов, заполняющих Вселенную, определение расстояний до них и их характеристик. Роль взаимодействий, определяющих их основные свойства.	4	4	4
Тема 2. Физика Солнца и звёзд. Масса, радиус, температура поверхности, светимость, хим. состав, термоядерные реакции, солнечные нейтрино, Диаграмма Герцшпрунга-Рессела и типы звёзд.	4	6	6
Тема 3. Строение и эволюция звёзд. Межзвёздная среда и образование звёзд. Скопление звёзд и определение их возраста. Конечные этапы эволюции звёзд.	4	6	6

Тема 4. Галактики и активные галактики. Классификация галактик. Красное смещение в спектрах галактик. Закон Хаббла. Ячеистая структура распределения галактик. Синхротронное радиоизлучение радиогалактик. Обратный Комптон-эффект. Многофотонное рассеяние в интенсивных радиоисточниках.	4	4	4
Раздел 2. Конечные этапы эволюции звёзд			
Тема 5. Вырожденные звёзды - Релятивистские остатки звёзд. Белые карлики и вырожденный электронный газ в них. Предел Чандрасекара на массу белых карликов. Сверхновые звёзды. Нейтронные звёзды и пульсары, вырожденный нейтронный газ и предел Опенгеймера-Волкова на массу нейтронной звезды. Когерентное радиоизлучение пульсаров.	4	4	4
Тема 6. Чёрные дыры во Вселенной. Уравнения общей теории относительности и решение Шварцшильда. Гравитационный радиус и горизонт событий. Образование чёрных дыр в процессе эволюции массивных звёзд. Чёрные дыры в двойных системах. Сверхмассивные чёрные дыра в ядрах галактик.	4	4	4
Тема 7. Реликтовые чёрные дыры во Вселенной. Квантовые эффекты гравитации и излучение Хокинга от чёрных дыр. Понятие физического вакуума и рождение частиц в сильном неоднородном гравитационном поле. Мощность излучения Хокинга, характерные частоты и потери массы чёрной дырой. Возможная природа гамма-фона Вселенной.	4	4	4
Тема 8. Гравитационные волны во Вселенной. Мощность излучения гравитационных волн от двойных звёздных систем. Гравитационно-волновой телескоп. Наблюдение гравитационных волн от слияния чёрных дыр и нейтронных звёзд.	4	4	4
Раздел 3. Структура Вселенной			
Тема 9. Галактики и активные галактики. Классификация галактик. Тёмная материя, красное смещение в спектрах галактик. Закон Хаббла. Синхротронное радиоизлучение радиогалактик. Обратный Комптон-эффект. Многофотонное рассеяние в интенсивных радиоисточниках.	4	4	4
Тема 10. Классическая механика и Ньютоновская космология Конечность и бесконечность Вселенной в пространстве и времени, дискретность пространства и времени. Апории Зенона. Фотометрический, гравитационный парадоксы, тепловая смерть Вселенной.	4		
Тема 11 Уравнение Эйнштейна, роль давления. Геометрия Вселенной. Теория Фридмана. Масштабный фактор и изменение параметров Вселенной со временем. Λ - член и всемирная сила отталкивания.	4	4	4
Раздел 4. Физика элементарных частиц и проблемы современной космологии			

Тема 12. Горячая модель Вселенной и реликтовое излучение. Химический состав Вселенной, образование химических элементов и реликтовое излучение. Образование галактик в ранней Вселенной. Тёмная материя. Ускоренное расширение Вселенной.	4	4	4
Тема 13. Вторичное квантование, понятие физического вакуума. Скалярное поле Хиггса и появление массы у элементарных частиц. Силы в природе и теория объединения. Теория Всего.	4	4	4
Тема 14. Проблемы современной космологии. Планковские величины и «начало» Вселенной. Инфляция. Фазовые переходы в ранней Вселенной. Роль скалярного поля в космологии.	4	4	4
Раздел 5. Место человека во Вселенной			
Тема 15. Большие числа Значение мировых постоянных и космология Дирака. Антропный принцип.	2	4	4
Тема 16 Философские проблемы Астрономии.	2	4	4
Итого:	60	60	60

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Тема	Задание на практическую подготовку	количество часов
Тема 1. Масштабная структура Вселенной (от микро до макро мира). Обзор объектов, заполняющих Вселенную, определение расстояний до них и их характеристик. Роль взаимодействий, определяющих их основные свойства.	Основные методы определения расстояний до небесных тел: параллакс, спектральный параллакс, цефеиды. Определение масс белых карликов (Сириус А и В)	4
Тема 2. Физика Солнца и звёзд. Масса, радиус, температура поверхности, светимость, хим. состав. термоядерные реакции, солнечные нейтрино, Диаграмма Герцшпрунга Рессела и типы звёзд.	Методы определения масс и светимостей Солнца и звёзд. Физика термоядерных реакций. Получение спектров звёзд.	6
Тема 3. Строение и эволюция звёзд. Межзвёздная среда и образование звёзд. Скопление звёзд и определение их возраста. Конечные этапы эволюции звёзд.	Наша Галактика. Межзвёздная среда. Мазерные источники. Типы, расстояния, размеры, физические свойства галактик.	6

Тема 4. Галактики и активные галактики. Классификация галактик. Красное смещение в спектрах галактик. Закон Хаббла. Ячеистая структура распределения галактик. Синхротронное радиоизлучение радиогалактик. Обратный Комптон-эффект. Многофотонное рассеяние в интенсивных радиоисточниках.	Движение релятивистских электронов в магнитном поле галактик и их радиоизлучение. Когерентные механизмы излучения пульсаров. Физика Комптон эффекта	4

Тема 5. Вырожденные звёзды - Релятивистские остатки звёзд. Белые карлики и вырожденный электронный газ в них. Предел Чандрасекара на массу белых карликов. Сверхновые звёзды. Нейтронные звёзды и пульсары, вырожденный нейтронный газ и предел Опенгеймера-Волкова на массу нейтронной звезды. Когерентное радиоизлучение пульсаров.	Вырожденный электронный газ, статистика Ферми и Бозе-Эйнштейна. Реакции нейтронизации. Условия неустойчивости звёзд. Мазерное излучение и многофотонное рассеяние	4
Тема 6. Чёрные дыры во Вселенной. Уравнения общей теории относительности и решение Шварцшильда. Гравитационный радиус и горизонт событий. Образование чёрных дыр в процессе эволюции массивных звёзд. Чёрные дыры в двойных системах. Сверхмассивные чёрные дыра в ядрах галактик.	Понятие кривизны пространства-времени. Зависимость кривизны от физических свойств материи Метрика Шварцшильда	4
Тема 7. Реликтовые чёрные дыры во Вселенной. Квантовые эффекты гравитации и излучение Хокинга от чёрных дыр Понятие физического вакуума и рождение частиц в сильном неоднородном гравитационном поле. Мощность излучения Хокинга, характерные частоты и потери массы чёрной дырой. Возможная природа гамма-фона Вселенной.	Квантовые ограничения на общую теорию относительности (Планковские величины). Приливные явления во Вселенной и квантовая природа излучения Хокинга. Фоновые излучения Вселенной и их природа.	4
Тема 8. Гравитационные волны во Вселенной. Мощность излучения гравитационных волн от двойных звёздных систем. Гравитационно-волновой телескоп. Наблюдение	Обобщённые законы Кеплера Метод размерности в астрофизике и расчёт мощности гравитационного излучения от двойных звёзд.	4

гравитационных волн от слияния чёрных дыр и нейтронных звёзд.		
Тема 9. Галактики и активные галактики. Классификация галактик. Тёмная материя, красное смещение в спектрах галактик. Закон Хаббла. Синхротронное радиоизлучение радиогалактик. Обратный Комптон-эффект. Многофотонное рассеяние в интенсивных радиоисточниках.	Определение масс галактик и их скоростей вращения. Определение физических параметров квазаров. Сверхсветовые движения в квазарах. Космические лучи и их взаимодействие с магнитным полем, межзвёздной средой и реликтовым излучением.	4
Тема 10. Классическая механика и Ньютоновская космология Конечность и бесконечность Вселенной в пространстве и времени, дискретность пространства и времени. Апоории Зенона. Фотометрический, гравитационный парадоксы, тепловая смерть Вселенной.	Классическая задача движение тела в гравитационном поле. Понятие прямой линии и принцип наименьшего действие. Оценка кривизны пространства в окрестностях Земли и во Вселенной	
Тема 11 Уравнение Эйнштейна, роль давления. Геометрия Вселенной. Теория Фридмана. Масштабный фактор и изменение параметров Вселенной со временем. Λ - член и всемирная сила отталкивания.	Понятие вектора и тензора, обсуждение основных компонентов, входящих в уравнение Эйнштейна, понятие метрического тензора, тензора энергии импульса и тензора Римана-Кристофеля. Оценка Λ - члена по наблюдениям скоплений галактик.	4

Тема 12. Горячая модель Вселенной и реликтовое излучение. Химический состав Вселенной, образование химических элементов и реликтовое излучение. Образование галактик в ранней Вселенной. Тёмная материя. Ускоренное расширение Вселенной.	Проблема химического состава Вселенной и реликтовое излучение. Роль давления в расширении Вселенной. Оценка вклада в массу Вселенной различных видов материи. Понятие отрицательного давления и его роль во Вселенной	4
Тема 13. Вторичное квантование, понятие физического вакуума. Скалярное поле Хиггса и появление массы у элементарных частиц. Силы в природе и теория объединения. Теория Всего.	Волновая функция Квантование и вторичное квантование, наинизшее, вакуумное состояние его свойства. Основные этапы эволюции горячей Вселенной и образование в ней различных структур	4
Тема 14. Проблемы современной космологии. Планковские величины и «начало» Вселенной. Инфляция. Фазовые переходы в ранней Вселенной. Роль скалярного поля в космологии.	Трудности классической (не квантовой) космологии	4
Тема 15. Большие числа Значение мировых постоянных и космология Дирака. Антропный принцип.	Взаимосвязь макро и микро мира	4
Тема 16 Философские проблемы Астрономии.	Почему мир таков как он есть. Место человека во Вселенной и значение мировых констант.	4

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Формы отчетности
------------------------------------	-------------------	------------------	------------------------------	--------------------------	------------------

Раздел 1					
Определение расстояний и основных характеристик звёзд.	Время и координаты, параллаксы светил.	4	Проанализировать материал по изучаемым вопросам	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Конспект, сообщение
Раздел 2.					
Статистика Ферми-Дирака. Давление вырожденного электронного и нейтронного газа	Базовые принципы формулировки основных законов физики вырожденного вещества	10	Проанализировать материал по изучаемым вопросам	Бисноватый-Коган Г.С. Релятивистская астрофизика и физическая космология – М. ЛЕЛАНД, 2022 -376 с. .	Конспект, сообщение
Раздел 3					
Уравнения Эйнштейна. Тензорный анализ. Неевклидова геометрия	Базовые принципы общей теории относительности	10	Проанализировать материал по изучаемым вопросам	Бисноватый-Коган Г.С. Релятивистская астрофизика и физическая космология – М. ЛЕЛАНД, 2022 -376 с. Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., М.В.Сажин. Космология ранней Вселенной. -М. Изд-во Московского ун-та, 1988 - 199 с	Конспект, сообщение
Раздел 4.					
Физика элементарных частиц	Базовые принципы формулировки основных законов квантовой теории поля		Проанализировать материал по изучаемым вопросам	Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., М.В.Сажин. Космология ранней Вселенной. -М. Изд-во Московского ун-та, 1988 - 199 с Горбунов Д.А., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. М.- ЛЕНАНД, 216 -616 с.	Конспект, сообщение
Раздел 5					
Философские проблемы Космологии	Базовые принципы общей теории относительности		Проанализировать материал по изучаемым	Чаругин В.М. Строение Вселенной и место человека в ней. Вестник МГОУ. Серия: Физика-Математика. 2018. №3.	Конспект, сообщение

	ости		вопросам	С.83-92., 2022.DOI : 10.18384-2310-7251-2018- 3-83-92	
--	------	--	----------	---	--

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
ДПК-2. Способен освоить современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики, овладеть основными методами решения задач, сформулированными в рамках данных предметных областей, и применить их в 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	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ДПК-2	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики. Уметь применять основные методы решения задач, сформулированным и в рамках физики, математики и информатики.	задачи, лабораторные работы, домашняя работа	41-60,
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	Знать современные концепции, теории, законы и методы в области физики, математики и информатики. Уметь применять	задачи, лабораторные работы, домашняя работа, практическая подготов	61-100 шкала оценивания практической подготовки

			основные методы решения задач, сформулированным и в рамках физики, математики и информатики. Владеть основными методами решения задач, сформулированным и в рамках физики, математики и информатики, и применить их в профессиональной деятельности.	ка	
--	--	--	---	----	--

Шкала оценивания лабораторных работ

Критерии оценивания
Студент выполнил и защитил 1 – 30% от всех лабораторных
Студент выполнил и защитил 31 – 51% всех лабораторных
Студент выполнил и защитил 51 – 76% все лабораторные
Студент выполнил и защитил 76 – 100% все лабораторные

Шкала оценивания домашней работы

Критерии оценивания	Баллы
Студент правильно выполнил 0 – 30% всех домашних заданий	0 – 1
Студент правильно выполнил 31 – 50% всех домашних заданий	2 – 4
Студент правильно выполнил 51 – 75% всех домашних заданий	5 – 7
Студент правильно выполнил 76 – 100% всех домашних заданий	8 – 10

Шкала оценивания практической подготовки

Критерии оценивания	Баллы
высокая активность на практической подготовке, выполнен(ы) осмотр/курация /клиническое или инструментальное/лабораторное исследование в количестве не менее 3 и/или отработан алгоритм оказания медицинской помощи(не менее 3) или сформирован клинический навык	5
средняя активность на практической подготовке, выполнен(ы) осмотр/курация /клиническое или инструментальное/лабораторное исследование в количестве от 1 до 3 и/или отработан алгоритм оказания медицинской помощи(от 1 до 3)	2
низкая активность на практической подготовке, осмотр/курация /клиническое или инструментальное/лабораторное исследование в количестве не выполнялись, алгоритм оказания медицинской помощи не отработан	0

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

Практические работы

1. Определение массы белого карлика в двойной системе Сириуса.
2. Подвижная карта звёздного неба и время.
3. Сверхновые звёзды.
4. Определение магнитного поля солнечных пятен и солнечная активность.
5. Изучение сверхновых звёзд.
6. Измерение радиуса Солнца и оценка потока нейтрино от него.
7. Решение уравнения переноса излучения.
8. Определение физических параметров пульсаров.
9. Неевклидова геометрия в окрестностях Земли.
10. Законы излучения абсолютно черного тела и определение характеристик звёзд.
11. Определение массы галактик и оценка количества тёмной материи в них.
12. Определение размеров и массы скоплений галактик и оценка количества тёмной энергии во Вселенной.
13. Синхротронное излучение Крабовидной туманности - остатка взрыва сверхновой.
14. Определение красного смещения квазара 3C273 и его характеристики.
15. Сверхсветовые движения выбросов из квазаров.
16. Оценки плотности быстровращающегося пульсара PSR1937-214 ($T=0,0015\text{с}$)

Примеры домашних заданий

1. Приливное взаимодействие и расчёт излучения Хокинга от чёрных дыр.
2. Расчёт синхротронного излучения Крабовидной туманности.
3. Расчёт потока гравитационных волн от взрыва сверхновой звезды.
4. Оценка температур при фазовых переходах в ранней Вселенной.
5. Оценка потоков нейтрино от Солнца и взрывов сверхновых.
6. Давление излучения и предел Эддингтона на массу звезд.
7. Оценить время распада протона из условия нашего существования

Примерные вопросы на зачёте

1. Большой Взрыв и этапы эволюции Вселенной. «Возраст» Вселенной.
2. Модель внутреннего строения звезды. Уравнения равновесия звезды.
3. Перенос излучения внутри звёзд. Лучистое равновесие фотосфер.
4. Линии поглощения в спектрах звёзд.
5. Космическое радиоизлучение и тормозное излучение плазмы.
6. Космическое радиоизлучение и магнитотормозное излучение.
7. Космическое радиоизлучение и синхротронное излучение электронов.
8. Космическое радиоизлучение и обратный Комптон-эффект.
9. Механизмы ускорения заряженных частиц в астрофизических объектах.
10. Радиопульсары и магнетары.
11. Остатки сверхновых и плерионы.
12. Активные ядра галактик и квазары.
13. Рентгеновские двойные системы и микроквазары.
14. Космические гамма-всплески.
15. Исследования солнечного нейтрино. Нейтринные осцилляции.
16. Носители тёмной материи.
17. Гравитационное микролинзирование.

18. Возможные кандидаты на роль частиц тёмной материи.
19. Нейтралино, как оптимальный кандидат на частицу тёмной материи.
20. Модели звёзд из небарионной материи.

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

Шкала оценивания зачета

Критерии оценивания
Студент выполнил и защитил 1 – 30% от всех заданий
Студент выполнил и защитил 31 – 51% всех заданий
Студент выполнил и защитил 51 – 76% всех заданий
Студент выполнил и защитил 76 – 100% всех заданий

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Блинников, С. И. Основы релятивистской астрофизики : учебное пособие для вузов / С. И. Блинников. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 221 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11778-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/518300> (дата обращения: 13.06.2023).
2. Гусейханов, М.К. Основы астрофизики: учеб.пособие / М. К. Гусейханов. - 4-е изд.,стереотип. - СПб. : Лань, 2019. - 208с. – Текст: непосредственный.

Гусейханов, М. К. Основы астрофизики и космологии : учебное пособие для вузов / М. К. Гусейханов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 266 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13890-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/519585> (дата обращения: 13.06.2023).

3. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Т. II. Теория поля : Учеб. пособ. : Для вузов. / Ландау Л. Д. , Лифшиц ? . М. - 8-е изд. , стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 536 с. - ISBN 5-9221-0056-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922100564.html> (дата обращения: 13.06.2023). - Режим доступа : по подписке.

Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: учеб.пособие для ун-тов в 10 т. т.2. теория поля / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - 7-е изд.,испр. - М. : Наука, 1988. - 512с. – Текст: непосредственный.

4. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Том 5. Статистическая физика : Учеб. пособ. : Для вузов. / Ландау Л. Д. , Лифшиц Е. М. - 5-еизд. , стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 616 с. - ISBN 978-5-9221-0054-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922100540.html> (дата обращения: 13.06.2023). - Режим доступа : по подписке.

Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: учеб.пособие для ун-тов в 10 т. т.5; ч.1. статистическая физика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - 3-е изд.,доп. - М. : Наука, 1976. - 584с. – Текст: непосредственный.

6.2. Дополнительная литература

1. Артюх В.С.. Радиоастрономические методы исследований. М.: Ленанд. 2015. 160 с.
2. Бисноватый-Коган Г.С. Релятивистская астрофизика и физическая космология – М. ЛЕЛАНД, 2022 -376 с.
3. Бочкарев. Н.Г. Основы физики межзвёздной среды. М.: Ленанд. 2015. 354 с.
4. Горбунов Д.А., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. М.- ЛЕНАНД, 216 -616 с.
5. Гусейханов, М. К. Основы астрономии / М. К. Гусейханов. — 5-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-9918-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/203009> (дата обращения: 13.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Гусейханов, М. К. Основы космологии : учебное пособие для вузов / М. К. Гусейханов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-9685-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/197705> (дата обращения: 13.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. **Долгинов, А.З.** Строение материи: от атомов до Вселенной / А. З. Долгинов. - М. : МЦНМО, 2012. - 160с. – Текст: непосредственный.
8. Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., М.В.Сажин. Космология ранней Вселенной. -М. Изд-во Московского ун-та, 1988 -199 с
9. Еськов, Е. К. Возникновение и эволюция Вселенной : монография / Е.К. Еськов. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 306 с. — (Научная мысль). — DOI 10.12737/1852616. - ISBN 978-5-16-017425-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1852616> (дата обращения: 13.06.2023). – Режим доступа: по подписке.
10. Еськов, Е. К. Эволюция Вселенной и жизни : учебное пособие / Е.К. Еськов. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 416 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/2885. - ISBN 978-5-16-009419-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1408257> (дата обращения: 13.06.2023). – Режим доступа: по подписке.
11. Засов, А. В. Общая астрофизика / А. В. Засов, К. А. Постнов. - 4-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2022. - 573 с. Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5; экран 10". - ISBN 978-5-89818-232-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785898182328.html> (дата обращения: 13.06.2023). - Режим доступа : по подписке.
12. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Релятивистская астрофизика. ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА» ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ ФИЗИКО_МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ МСКВА 1967
13. **Зельдович, Я.Б.** Строение и эволюция Вселенной / Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков. - Москва : Наука, 1975. - 736с. – Текст: непосредственный.
14. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии. Изд. 8, испр. URSS. 2022. 544 с.
15. Кононович, Э.В. В.И. Мороз. Общий курс астрономии. М.: Ленанд. 2017. 544 с.
16. Куимов, К. В. Астрономия и астрофизика : Небо и телескоп / К. В. Куимов, В. Г. Курт, Г. М. Рудницкий, В. Г. Сурдин, В. Ю. Теребиж - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 434 с. (Астрономия и астрофизика) - ISBN 978-5-9221-1566-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115667.html> (дата обращения:

- 13.06.2023). - Режим доступа : по подписке.
17. **Левитан Е.П.** Дидактика астрономии / Е. П. Левитан. - М. : УРСС, 2004. - 296с. – Текст: непосредственный.
 18. Чаругин В.М. Строение Вселенной и место человека в ней. Вестник МГОУ. Серия: Физика-Математика. 2018. №3. С.83-92., 2022.DOI : 10.18384-2310-7251-2018-3-83-92
 19. Чаругин, В. М. Классическая астрономия : учебное пособие / В. М. Чаругин. - Москва : Прометей, 2013. - 214 с. - ISBN 978-5-7042-2400-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785704224006.html> (дата обращения: 13.06.2023). - Режим доступа : по подписке.
 20. Чаругин, В. М. Классическая астрономия: Учебное пособие/Чаругин В.М. - Москва : Прометей, 2013. - 214 с. ISBN 978-5-7042-2400-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/536501> (дата обращения: 13.06.2023). – Режим доступа: по подписке.
 21. Черкасов Д. Строение и законы Вселенной. М: АСТ. 2006. 227 с.
 22. Шкловский И.С. Звезды: их рождение, жизнь и смерть / И. С. Шкловский. - Изд-е 3-е, перераб. - Москва : Наука, 1984. - 384с. – Текст: непосредственный.
 23. Язев, С. А. Астрономия. Солнечная система : учебное пособие для вузов / С. А. Язев ; под научной редакцией В. Г. Сурдина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 336 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08244-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/516078> (дата обращения: 13.06.2023).
- 6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
1. Поисковый сервер <http://www.yandex.ru> и другие поисковые серверы.
 2. Астрофизические серверы: <http://www.astrogalaxy.ru>, <http://www.astronet.ru>, <http://www.astrolib.ru>, <http://www.astronomer.ru>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по проведению лекционных занятий.
2. Методические рекомендации по проведению лабораторных и практических занятий.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows
Microsoft Office
Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ
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: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.