

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики



Могильная Е.П.

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АСТРОНОМИИ»

По направлению подготовки 03.04.02 Физика

Магистерская программа «Теоретическая и математическая физика»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

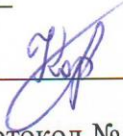
Рабочая программа учебной дисциплины «Современные проблемы астрономии» по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа «Теоретическая и математическая физика»). – 19 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Современные проблемы астрономии» составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «07» августа 2020 года №891.

СОСТАВИТЕЛЬ:

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физики Чаленко А.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики «18» 04 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой физики  Корсунов К.А.

Переутверждена: «__» ____ 20__ г., протокол № ____

Директор института технологий и инженерной механики  Могильная Е.П.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики

«18» 04 2023 г., протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики  Ясуник С.Н.

© Чаленко А.В., 2023 год

© ФГБОУ «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью освоения дисциплины «Современные проблемы астрономии» является ознакомление студентов с современными проблемами звездной астрофизики, астрометрии, космической навигации, астробиологии, проблемами изучения эволюции звезд и химической эволюции Вселенной; знакомство с элементами наблюдательной космологии.

Задачи изучения дисциплины:

развитие у студентов умения пользоваться понятийным аппаратом, развитие теоретического мышления,

формирование у студентов умения работать с научной литературой, аналитически осмысливать и обобщать теоретические положения;

формирование у студентов навыков научного подхода в объяснении с помощью физической теории астрономических явлений.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Современные проблемы астрономии» входит в вариативную часть профессионального блока дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 03.04.02 Физика, магистерская программа «Теоретическая и математическая физика».

Дисциплина реализуется кафедрой физики. Основывается на базе дисциплин математического и естественнонаучного цикла и основных дисциплин профессионального цикла предыдущего уровня образования.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	ОПК-1.1. Применяет фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач. ОПК-1.2. Владеет основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности.	Знать: строение и состав как отдельных компонентов, так и Вселенной в целом; основные этапы эволюции звезд и других объектов Вселенной; предысторию тематики исследования; Уметь: интерпретировать наблюдательные данные об объектах Вселенной; адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности; Владеть навыками: применения знаний из нескольких областей теоретической и экспериментальной физики и астрономии; применения знаний о структуре Вселенной; применения основных методов определения фундаментальных параметров звезд и др. объектов

ОПК-2. Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики	ОПК-2.1. Имеет навык организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской деятельности. ОПК-2.2 Выделяет тематику, основные цели и задачи исследования. ОПК-2.3 Составляет программу проведения исследования.	Знать: принципы организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской деятельности. Уметь: определять тематику, основные цели и задачи научного исследования. Владеть: навыками составления программ проведения исследования в области астрономии.
ПК-1. Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	ПК-1.1. Знает основные научные направления и концепции в области физики. ПК-1.2. Знает методы и способы постановки и решения задач физических исследований, принципы действия, функциональные и метрологические возможности современной аппаратуры для физических исследований. ПК-1.3. Умеет самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области физики с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий. ПК-1.4. Владеет навыками проведения научных исследований в области физики с помощью современных методов и средств, методами обработки и обобщения информации, представления результатов, полученных в процессе решения задач исследования.	Знать: основные научные направления и концепции в области астрономии; методы и способы постановки и решения задач в области астрономии, принципы действия и возможности астрофизической аппаратуры. Уметь: самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области астрономии с использованием современной астрофизической аппаратуры и оборудования. Владеть: навыками проведения научных исследований в области астрономии с помощью современных методов и средств, методами обработки и обобщения информации; использования современных методов обработки и анализа сигналов, поступающих с астрофизической аппаратуры; представления результатов, полученных в процессе решения задач исследования.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	Не предусмотрена
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	70	-
Лекции	42	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	28	-
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-

Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.)	-	-
Самостоятельная работа студента / форма контактной работы	67 / 7	-
Форма аттестации	зачет	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 3

Тема 1. Астробиология, поиск экзопланет

Астробиология, поиск экзопланет: методы, перспективы. Метод гравитационного микролинзирования. Метод прямого изображения. Метод лучевых скоростей. Транзитный метод. Метод спектрополяриметрии. Метод астрометрии. Метод периодических пульсаций (тайминга пульсаций).

Тема 2. Проблемы планетной астрофизики

Поиски жизни во Вселенной. Вероятность возникновения жизни во Вселенной. Способы поиска существования на космических объектах живых и разумных существ. Внеземные цивилизации. Космические исследования.

Тема 3. Проблемы астрофизики звезд

Процессы переменности звезд различных типов. Затменно-переменные, пульсирующие и эруптивные звезды. Двойные звезды и процессы в них. Эволюция звезд различных типов. Происхождение и существование звезд. Эволюция звезд малых масс. Красные гиганты, белые карлики. Эволюция массивных звезд. Сверхновые звезды. Возникновение и условия существования релятивистских объектов - нейтронных звезд, черных дыр.

Тема 4. Эволюция галактик

Открытие и изучение активных ядер галактик. Типы активных галактик. Квазары. Природа и изучение гамма-вспышек. Теории о происхождении и эволюции вселенной. Идеи Эйнштейна. Теория нестационарной Вселенной Фридмана. Модели Большого Взрыва и Горячей вселенной. Реликтовое излучение. Темная материя и темная энергия.

Тема 5. Поиск гравитационных волн

Гравитационные волны, их происхождение, скорость распространения. Описание гравитационных волн в рамках ОТО. Экспериментальное обнаружение гравитационных волн. Гравитационные волны, излучаемые системой двух тел. Гравитационный коллапс двойной системы. Регистрация гравитационных волн.

Тема 6. Методы высокоточных космических наблюдений и их применение для решения современных задач астрометрии, навигации и небесной механики

Спутниковые системы навигации. Принцип работы и основные элементы спутниковой системы навигации. Применение систем навигации. Лазерная локация и навигация: мотивация, физические принципы и реализация. Высокоточная навигация в космосе: физические принципы, модели, космологии.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Экзопланеты	2	-
2	Методы обнаружения экзопланет	2	-
3	Проблема астероидной опасности	2	-
4	Вероятность возникновения жизни во Вселенной	2	-
5	Процессы переменности звезд различных типов	2	-
6	Двойные звезды и процессы в них	2	-
7	Эволюция звезд различных типов	2	-
8	Сверхновые звезды	4	-
9	Нейтронные звезды	2	-
10	Черные дыры	4	-
11	Обнаружение и исследование черных дыр	2	-
12	Открытие и изучение активных ядер галактик. Квазары. Гамма-вспышки	2	-
13	Теории о происхождении и эволюции Вселенной	4	-
14	Темная материя и темная энергия	2	-
15	Гравитационные волны	2	-
16	Гравитационное микролинзирование и проблема скрытой массы	2	-
17	Гравитационная линза. Поиск гравитационных линз	2	-
18	Спутниковые системы навигации	2	-
Итого:		42	-

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Методы поиска экзопланет	2	-
2	Проблема астероидной опасности	2	-
3	Поиски жизни во Вселенной	2	-
4	Переменные звезды	2	-
5	Двойные звезды и процессы в них.	2	-
6	Эволюция звезд.	2	-
7	Сверхновые звезды	2	-
8	Нейтронные звезды	2	-
9	Обнаружение и исследование черных дыр	2	-
10	Открытие и изучение активных ядер галактик	2	-
11	Теории о происхождении и эволюции Вселенной	2	-
12	Темная материя и темная энергия	2	-
13	Гравитационные волны	2	-
14	Спутниковые системы навигации	2	-
Итого:		28	-

4.5. Лабораторные работы по дисциплине «Современные проблемы астрономии» не предполагаются учебным планом.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Астробиология, поиск экзопланет.	Изучение дополнительной литературы по данной теме.	11	-
2	Проблемы планетной астрофизики	Изучение дополнительной литературы по данной теме.	11	-
3	Проблемы астрофизики звезд.	Изучение дополнительной литературы по данной теме.	11	-
4	Эволюция галактик.	Работа с малой энциклопедией. Физика космоса по тематике	11	-
5	Поиск гравитационных волн.	Изучение дополнительной литературы по данной теме.	11	-
6	Методы высокоточных космических наблюдений и их применение для решения современных задач астрометрии, навигации и небесной механики.	Изучение дополнительной литературы по данной теме.	12	-
Итого:			67	-

4.7. Курсовые работы по дисциплине «Современные проблемы астрономии» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: объяснительно-иллюстративного обучения (технология поддерживающего обучения, технология проведения учебной дискуссии), информационных технологий (презентационные материалы), развивающих и инновационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся с использованием развивающих, проблемных, проектных, информационных (использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект) образовательных технологий.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Астрономия. Учебное пособие / М.М. Дагаев и др. – М.: Просвещение, 2018. – 384 с.
2. Кононович, Э.В. Общий курс астрономии / Э.В. Кононович. – Москва: СПб. [и др.] : Питер, 2017. – 387 с.
3. Мурзин, В. С. Астрофизика космических лучей / В.С. Мурзин. – М.: Логос, 2014. – 149 с.
4. Щиголев, Б. М. Математическая обработка наблюдений / Б.М. Щиголев. – М.: Наука, 2015. – 344 с.
5. Язев, С. А. Лекции о Солнечной системе / С.А. Язев. – М.: Лань, 2013. – 384 с.

б) дополнительная литература

1. Бисноватый-Коган Г.С. Релятивистская астрофизика и физическая космология. М.: Красанд, 2011. – 376 с.
2. Бисноватый-Коган Г.С. Физические вопросы теории звёздной эволюции. – М.: Наука, 1989. – 482 с.
3. Лонгейр М. Астрофизика высоких энергий. – М.: Мир, 1984. – 396 с.
4. Я.Б. Зельдович, И.Д. Новиков Строение и эволюция Вселенной, Наука, М. 1975. 735 с.
5. Гуревич Л.Э. Чернин А.Д. Введение в космогонию. Происхождение крупномасштабной структуры Вселенной. – М.: Наука, 1978. – 384 с.
6. М. Рис, Р. Руффини, Дж. Уилер. Чёрные дыры, гравитационные волны и космология - М.: Мир, 1977, 376 с.
7. С. Хокинг, Дж. Эллис. Крупномасштабная структура пространства-времени – М.: Мир, 1977, 432 с.

в) методические указания:

1. Конспект лекций по дисциплине «Современные проблемы астрономии» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика, по магистерской программе «Теоретическая и математическая физика» / Сост.: А.В. Чаленко, Е.И. Харченко, – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.ДАЛЯ, 2020. – 220 с.
2. Методические указания к практическим занятиям и контрольные задания по дисциплине «Современные проблемы астрономии» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 «Физика», магистерская программа «Теоретическая и математическая физика») / Сост.: Е.И. Харченко, А.В. Чаленко, – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 31 с.

в) Интернет-ресурсы:

- Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>
 - Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>
 - Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
 - Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
 - Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
 - Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>
 - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>
 - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>
- Электронные библиотечные системы и ресурсы**
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
 - Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>
 - Электронный каталог Научно-технической библиотеки ЮРГПУ (НПИ) –

<https://libweb.srspu.ru/MegaProWeb/Web>

• Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/register>

• Научная электронная библиотека eLibrary – <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

• Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

На лекционных занятиях используются раздаточный материал, наглядные пособия, мультимедийный проектор для показа фильмов, имеется экран, компьютер.

Практические и лабораторные занятия проводятся в специальных лабораториях, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Программное обеспечение:

<u>Функциональное назначение</u>	<u>Бесплатное программное обеспечение</u>	<u>Ссылки</u>
<u>Офисный пакет</u>	<u>Libre Office 6.3.1</u>	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
<u>Операционная система</u>	<u>UBUNTU 19.04</u>	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
<u>Браузер</u>	<u>Firefox Mozilla</u>	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
<u>Браузер</u>	<u>Opera</u>	http://www.opera.com
<u>Почтовый клиент</u>	<u>Mozilla Thunderbird</u>	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
<u>Файл-менеджер</u>	<u>Far Manager</u>	http://www.farmanager.com/download.php
<u>Архиватор</u>	<u>7Zip</u>	http://www.7-zip.org/
<u>Графический редактор</u>	<u>GIMP (GNU Image Manipulation Program)</u>	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
<u>Редактор PDF</u>	<u>PDFCreator</u>	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
<u>Аудиоплеер</u>	<u>VLC</u>	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине «Современные проблемы астрономии»

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине
«Современные проблемы астрономии»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Тема 1. Астробиология, поиск экзопланет..	3
				Тема 2. Проблемы планетной астрофизики.	3
				Тема 3. Проблемы астрофизики звезд.	3
				Тема 4 Эволюция галактик..	3
				Тема 5. Поиск гравитационных волн.	3
				Тема 6. Методы высокоточных космических наблюдений и их применение для решения современных задач астрометрии, навигации и небесной механики.	3
2	ОПК-2	Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3.	Темы 1-6	3
	ПК-1	Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Темы 1-6	3

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименова ние оценочного средства
1.	ОПК-1 ОПК-1.1 ОПК-1.2	Знать: строение и состав как отдельных компонентов, так и Вселенной в целом; основные этапы эволюции звезд и других объектов Вселенной; предысторию тематики исследования; Уметь: интерпретировать наблюдательные данные об объектах Вселенной; адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности; Владеть навыками: применения знаний из нескольких областей теоретической и экспериментальной физики и астрономии; применения знаний о структуре Вселенной; применения основных методов определения фундаментальных параметров звезд и др. объектов.	Темы 1-6	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы.
2	ОПК-2 ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3.	Знать: принципы организации самостоятельной и коллективной научно-исследовательской деятельности. Уметь: определять тематику, основные цели и задачи научного исследования. Владеть: навыками составления программ проведения исследования в области астрономии.	Темы 1-6	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы.
3	ПК-1 ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Знать: основные научные направления и концепции в области астрономии; методы и способы постановки и решения задач в области астрономии, принципы действия и возможности астрофизической аппаратуры. Уметь: самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области астрономии с использованием современной астрофизической аппаратуры и оборудования. Владеть: навыками проведения научных исследований в области астрономии с помощью современных методов и средств, методами обработки и обобщения информации; использования современных методов обработки и анализа сигналов, поступающих с астрофизической аппаратуры; представления результатов, полученных в процессе решения задач исследования.	Темы 1-6	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Современные проблемы астрономии»**

Вопросы к контрольным работам:

Тема: Экзопланеты

1. Какие планеты называются экзопланетами?
2. Приведите примеры инструментов для изучения экзопланет.
3. Перечислите методы обнаружения экзопланет.
4. В чем заключается метод Доплера?
5. Опишите сущность транзитного метода.
6. Объясните принцип прямого наблюдения.

Тема: Методы обнаружения экзопланет

1. Опишите принцип метода периодических пульсаций.
2. В чем заключается метод изменения орбитальной фазы отраженного света?
3. Опишите принцип гравитационного микролинзирования и его недостаток.
4. С чем связана сложность при обнаружении планет астрометрическим методом?
5. Опишите метод поляриметрии для поиска экзопланет.

Тема: Проблема астероидной опасности

1. Какие небесные тела называются астероидами?
2. Назовите способы определения размеров астероидов.
3. Какую опасность представляют астероиды для Земли и как их размеры влияют на последствия столкновения?
4. Перечислите возможные способы защиты от астероидов.
5. Опишите предлагаемые стратегии по предотвращению столкновения.

Тема: Вероятность возникновения жизни во вселенной

1. Опишите этапы, используемые в астробиологии при построении стратегий поиска жизни во Вселенной.
2. В чем заключается гипотеза биохимической эволюции?
3. Какие планеты считаются пригодными для жизни?
4. Приведите формулу Дрейка для определения числа цивилизаций в галактике, с которыми у человечества есть шанс вступить в контакт.
5. Сформулируйте три подхода к поискам внеземного разума.

Тема: Процессы переменности звезд различных типов

1. Какие звезды называются переменными? Их характеристики.
2. Опишите затменно-переменные звезды и их классификацию.
3. Какие звезды относятся к пульсирующим?
4. Эруптивные переменные звезды, их деление на два подкласса.
5. Опишите вращающиеся переменные звезды.
6. Опишите систему классификации переменных звезд.

Тема: Двойные звезды и процессы в них

1. Что представляет из себя двойная звезда?
2. Опишите классификацию двойных звезд.
3. Как двойные системы классифицируются по способу наблюдения?
4. Какие звезды называются визуально-двойными?
5. Какие звезды называются астрометрическими двойными?
6. Опишите явления и феномены, связанные с двойными звездами.
7. Каков возможный сценарий формирования двойных звезд?
8. Какие теории используются для объяснения механизма образования двойных звезд?

Тема: Эволюция звезд различных типов

1. Что такое эволюция звезды в астрономии?
2. Что является источником звездной энергии?
3. С чего начинается эволюция звезды?
4. Опишите характеристики молодых звезд малой массы» промежуточной массы.
5. Опишите жизненный цикл звезды.

Тема: Сверхновые звезды

1. Что такое сверхновая звезда?
2. Опишите кривые блеска для звезд I типа и II типа.
3. Каким образом происходит наблюдение остатков сверхновых?
4. Перечислите способы высвобождения энергии в сверхновой.
5. Когда возможен термоядерный взрыв? Какие при этом протекают реакции?
6. Опишите гравитационный коллапс ядра звезды, как один из сценариев выделения необходимой энергии.
7. Перечислите три этапа эволюции остатка сверхновой и опишите их.
8. В чем заключается γ -процесс как процесс образования более тяжёлых ядер из более лёгких?

Тема: Нейтронные звезды

1. Какое космическое тело называется нейтронной звездой?
2. Опишите строение нейтронной звезды.
3. Приведите классификацию нейтронных звезд.
4. Какая нейтронная звезда называется эжектором?
5. Какая нейтронная звезда называется «пропеллером», «аккректором», «георотатором»?

Тема: Чёрные дыры

1. Какой теорией было предсказано существование черных дыр?
2. Какая область пространства-времени называется черной дырой?
3. Приведите возможные сценарии образования черных дыр.
4. Кратко опишите историю развития идей о существовании черных дыр.
5. Какие основные решения уравнений Эйнштейна для чёрных дыр?
6. В чем сущность решения Шварцшильда?
7. Каковы две важнейшие черты, присущие чёрным дырам в модели Шварцшильда?

8. Кратко опишите термодинамику черных дыр.

Тема: Обнаружение и исследование черных дыр

1. Перечислите четыре сценария образования чёрной дыры.
2. Как образуются черные дыры звездных масс?
3. Какими методами происходит обнаружение черных дыр?
4. Опишите направления исследований в физике черных дыр.
5. В чем заключается мембранная парадигма?
6. Сформулируйте нерешенные проблемы физики черных дыр.

Тема: Открытие и изучение активных ядер галактик. квазары. гамма-вспышки

1. Какие ядра галактик называются активными?
2. Перечислите наиболее часто встречающиеся проявления активности ядра.
3. Приведите модели активных ядер галактик (АЯГ)
4. Опишите механизм образования аккреционного диска.
5. Какой класс астрономических объектов называется квазаром?
6. В какой части электромагнитного спектра наблюдаются гамма-всплески?
7. Опишите возможный механизм гамма-всплесков.

Тема: Теории о происхождении и эволюции вселенной

1. На каких теориях базируется современное представление об основных этапах развития Вселенной?
2. Перечислите этапы расширения Вселенной.
3. Опишите сущность Планковской эпохи.
4. Запишите основные уравнения модели Фридмана.
5. Опишите космологическую модель Большого взрыва.
6. Перечислите и опишите основные эпохи развития Вселенной.
7. В чем заключается сущность звездообразования?

Тема: Темная материя и темная энергия

1. Покажите, как из кривой вращения нашей Галактики следует существование темной материи.
2. Какие вы знаете гипотезы о природе темной материи?
3. Какие различные субстанции предлагались в качестве возможных кандидатов в Темную энергию (ТЭ)?
4. Сформулируйте антропный принцип.
5. Почему развитие Вселенной нужно рассматривать в рамках квантовой космологии?
6. В чем сущность буюнной теории?

Тема: Гравитационные волны

1. Какое явление называется гравитационными волнами? Как они могут быть описаны?
2. Какими уравнениями могут быть описаны гравитационные волны в рамках ОТО?
3. Как происходит генерация гравитационных волн?
4. Опишите гравитационные волны, излучаемые системой двух тел.

5. Запишите основные точные решения уравнений Эйнштейна для гравитационных волн.
6. Опишите методы регистрации гравитационных волн.
7. Какие существуют перспективы использования гравитационных волн?

Тема: Гравитационное микролинзирование и проблема скрытой массы

1. Приведите наблюдательные свидетельства скрытой массы во Вселенной.
2. Получите формулу для полной массы скопления.
3. Какие методы наблюдения скрытой массы вы знаете?
4. Рассмотрите основные принципы создания изображений в гравитационной линзе.
5. Получите формулу для суммарного блеска двух «духов».
6. Получите формулу для коэффициента усиления блеска звезды.

Тема: Гравитационная линза. поиск гравитационных линз

1. Какое тело называется гравитационной линзой?
2. Какие классы гравитационных линз вы знаете?
3. Как осуществляется поиск гравитационных линз?
4. Получите уравнение гравитационной линзы.
5. Запишите формулу для временной задержки между изображениями.

Тема: Спутниковые системы навигации

1. Перечислите основные элементы спутниковой системы навигации.
2. Опишите принцип работы спутниковой системы навигации.
3. Какие системы координат используются в спутниковой навигации?
4. Опишите системы времени, применяемые в спутниковых системах навигации.
5. Перечислите основные типы информации навигационного сообщения.
6. Укажите факторы, влияющие на снижение точности определения потребителем своих координат, скорости движения и времени.
7. Опишите методы повышения точности навигации.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
хорошо (4)	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
удовлетворительно (3)	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
неудовлетворительно (2)	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы

1. Астрофизика и звездная астрономия:
 - 1.1. Методы астрофизических исследований
 - 1.2. Солнце
 - 1.3. Внутреннее строение и источник энергии Солнца
 - 1.4. Основные характеристики звёзд
 - 1.5. Внутреннее строение звёзд
 - 1.6. Белые карлики, нейтронные звёзды, пульсары и чёрные дыры
 - 1.7. Двойные, кратные и переменные звёзды
 - 1.8. Новые и сверхновые звёзды
 - 1.9. Эволюция звёзд
2. Млечный путь - наша галактика:
 - 2.1. Газ и пыль в галактике
 - 2.2. Рассеянные и шаровые звёздные скопления
 - 2.3. Сверхмассивная чёрная дыра в центре Галактики
3. Галактики:
 - 3.1. Классификация галактик
 - 3.2. Активные галактики и квазары
 - 3.3. Скопления
4. Строение и эволюция Вселенной:
 - 4.1. Конечность и бесконечность Вселенной — парадоксы классической космологии
 - 4.2. Расширяющаяся Вселенная
 - 4.3 Модель горячей Вселенной и реликтовое излучение
5. Современные проблемы астрономии:
 - 5.1. Ускоренное расширение Вселенной и тёмная энергия
 - 5.2. Обнаружение планет около других звёзд
 - 5.3. Поиск жизни и разума во Вселенной

Практические задания

Тестовые задания

1. Нашу Галактику можно представить в виде
 - А. гигантского звёздного шара.
 - Б. Гигантской сплюснутой системы звёзд
 - В. Гигантской бесформенной совокупности звёзд.
 - Г. Гигантского сплюснутого диска из звёзд, газа и пыли, образующих спирали.
2. Диаметр Галактики равен примерно
 - А. 10кпк
 - Б. 100000 св. лет
 - В. 1 000 000 а.е.
 - Г. 2×10^6 св. лет.
3. Где в Галактике расположено Солнце?

- А. В центре Галактики.
- Б. На периферии Галактики
- В. На расстоянии примерно 8 кпк от центра.
- Г. На расстоянии примерно 150 000 св. лет от центра.

4. Какой массивный объект находится в центре Млечного Пути?

- А. Плотное скопление звёзд.
- Б. Плотное газопылевое облако
- В. Нет ничего необычного
- Г. Массивная чёрная дыра.

5. Наша Галактика

- А. Эллиптическая
- Б. Неправильная
- В. Спиральная
- Г. Активная

6. Туманность Андромеды

- А. Эллиптическая
- Б. Неправильная
- В. Спиральная
- Г. Активная

Тест №2 «Современные проблемы астрономии»

1. Что указывает на расширение Вселенной?

- А. Красное смещение в спектрах далёких галактик.
- Б. Вращение галактик вокруг оси.
- В. Чёрные дыры в ядрах галактик
- Г. Наличие газа и пыли в спиральных галактиках.

2. Где и когда образовалось основное количество гелия во Вселенной?

- А. В звёздах
- Б. В ядрах галактик
- В. Он всегда существовал во Вселенной
- Г. В первые секунды жизни Вселенной.

3. Что указывает на высокую температуру вещества на начальных этапах эволюции Вселенной?

- А. Реликтовое излучение
- Б. Распределение Галактик в пространстве.
- В. Высокая температура в звёздах.
- Г. Ничто не указывает.

4. Солнечная система образовалась около 4,5 млрд. лет назад. Чему тогда был равен возраст Вселенной?

- А. 4,5 млрд. лет.
- Б. 0

- В. 8,5 млрд. лет
Г. 1 млрд. лет.

5. Радиус Вселенной

- А. $1,24 \times 10^{26}$ м
Б. 3×10^{13} м
В. 13×10^9 м
Г. 10^9 м

6. Закон Хаббла

- А. $U = H_0 r$
Б. $U = Br$
В. $U = cz$

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству тестовых заданий

Оценка	Процент верных ответов	Баллы
отлично (5)	91-100%	91-100 баллов
хорошо (4)	80-90%	76-90 баллов
удовлетворительно	70-79%	61-75 баллов
неудовлетворительно (2)	0-69%	0-69

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)