

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

«» МЕХАНИКИ

Могильная Е.П.

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«АСТРОФИЗИКА»

По направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль подготовки Физика

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Астрофизика» по направлению подготовки 03.03.02 Физика. – 19 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Астрофизика» составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки/специальности 03.03.02 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 Кар Корсунов К.А.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Директор института технологий и инженерной механики Могил 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 Ясуник С.Н.

© Чаленко А.В., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

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

Целями освоения студентами дисциплины «Астрофизика» являются:

- формирование представлений о строении и составе окружающего нас мира: от Солнечной системы до наблюдаемой границы Вселенной;
- получение основных сведений о методах определения фундаментальных параметров звезд, как температуры, массы и радиусы;
- изучение имеющихся зависимостей между параметрами звезд: диаграмма Герцшпрунга-Рессела, соотношения масса-светимость и масса-радиус;
- изучение эволюции звезд и химической эволюции Вселенной;
- знакомство с элементами наблюдательной космологии.

Задачи дисциплины: ознакомить студентов с основными направлениями и методами исследований практической астрофизики, современными проблемами исследований в астрофизике.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с единством законов природы, о материальном единстве мира, о бесконечности форм проявления материи. Следовательно, знание астрофизики необходимо физикам, которым приходится сталкиваться с работой в «небесных лабораториях», географам и геологам в решении вопросов эволюции Земли, определении географических координат, ориентировании на местности, математикам в освоении сферической тригонометрии и небесной механики. Астрофизика, опираясь на математику и механику, предъявляет к ним свои требования, способствуя, таким образом, их развитию.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Астрофизика является составным элементом астрономии, занимающейся изучением физических свойств и (наряду с космохимией) химического состава Солнца, планет, комет или звезд и туманностей. Главные экспериментальные методы астрофизики: спектральный анализ, фотография и фотометрия вместе с обыкновенными астрономическими наблюдениями.

Изучение студентами дисциплины «Астрофизика» опирается на знание курсов общей и теоретической физики, программирования и математического моделирования и является обобщающей дисциплиной естественно-научного плана.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями в области физико-математических и (или) естественных наук. ОПК-1.2. Применяет базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук для	Знать: строение и состав как отдельных компонентов, так и Вселенной в целом, основные этапы эволюции звезд и других объектов Вселенной. Уметь: интерпретировать наблюдательные данные об объектах Вселенной; работать с современными образовательными и информационными

деятельности	решения задач профессиональной деятельности..	технологиями. Владеть: навыками астрофизических наблюдений и систематизации полученных результатов.
ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-2.1. Умеет обрабатывать и представлять экспериментальные данные ОПК-2.2. Владеет методами физических исследований ОПК-2.3 Применяет методы исследования физических объектов, систем и процессов для решения задач профессиональной деятельности.	Знать: основные методы изучения физической природы космических тел и их систем Уметь: определять основные астрофизические характеристики небесных объектов из наблюдений; пользоваться приборной базой для проведения наблюдений; использовать современные методы обработки и анализа сигналов, поступающих с астрофизической аппаратуры. Владеть: знаниями о структуре Вселенной; методами определения фундаментальных параметров звезд и др. объектов; навыками к эксплуатации современной астрофизической аппаратуры и оборудования.

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)	108 (3 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	38/0	
Форма аттестации	зачет	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 8

Тема 1. Введение

Предмет и задачи дисциплины. Пространственно- временные масштабы в астрофизике. Состояние вещества во Вселенной. Космические объекты. Физика космоса. Классификация космических объектов. Основные типы космических тел. Космическая среда. Туманности. Звезды. Планетные тела.

Тема 2. Астрофизические спектры

Излучение и поглощение электромагнитных волн в среде. Основные понятия. Излучение абсолютно черного тела.

Перенос излучения в среде. Коэффициент излучения. Коэффициент поглощения и оптическая толщина. Уравнение переноса при наличии поглощения и излучения. Образование спектральных линий в условиях ЛТР. Температура астрофизических источников, определяемая по их излучению.

Астрофизические спектры. Типы астрофизических спектров. Основные механизмы поляризации излучения. Основные задачи наблюдательной астрономии. Пропускание света земной атмосферой. «Точечные» и «протяженные» источники.

Тема 3. Особенности астрономических наблюдений

Оптические наблюдения. Оптические телескопы. Видимый диапазон. Приемники излучения. Физические ограничения на точность фотометрических измерений. Спектральные наблюдения. Радиоастрономические наблюдения. Радиотелескопы. Радиоинтерферометры. Метод апертурного синтеза. Рентгеновские телескопы и детекторы. Поляризационные наблюдения. Регистрация и детектирование корпускулярного излучения.

Тема 4. Межзвездная среда

Основные составляющие и проявления. Пыль. Газ. Космические лучи. Физические поля. Пропускание излучения межзвездной средой.

Физические особенности разреженной космической среды. Запрещенные линии. Излучение нейтрального водорода в линии 21 см. Объемный нагрев и охлаждение МЗС.

Космические лучи и синхротронное излучение.

Тема 5. Звезды

Общие характеристики. Образование звезд. Гравитационная неустойчивость. Влияние вращения на сжатие. Влияние магнитного поля на сжатие.

Стадии формирования звезды. Контракционная фаза. Адиабатическая фаза. Стационарные звезды. Гидростатическое равновесие. Теорема вириала для звезды. Тепловая устойчивость звезд. Отрицательная теплоемкость.

Ядерные реакции звезд. Запас ядерной энергии в звездах. pp-цикл. Проблема солнечных нейтрино. CNO-цикл. Происхождение химических элементов до элементов железного пика. Уравнения внутреннего строения звезд и Солнца.

Тема 6. Солнце

Основные физические характеристики Солнца. Внутреннее строение Солнца. Энергетика Солнца и звезд. Исследование Солнца. Проблема солнечного нейтрино. Солнечная активность.

Тема 7. Эволюция звезд

Космическая среда. Процесс формирования звезд. Процесс эволюции звезд. Этапы эволюции Солнца и Солнечной системы. Заключительные стадии эволюции звезд. Черные дыры.

Тема 8. Типы звезд

Переменные звезды: классификация и характеристики. Затменно-переменные звезды. Пульсирующие переменные звезды. Эруптивные переменные звезды. Вращающиеся переменные звезды

Двойные звезды. Классификация двойных звезд. Явления и феномены, связанные с двойными звёздами. Происхождение и эволюция двойных звезд

Сверхновые звезды. Наблюдение остатков сверхновых. Теоретическое описание. Модель молодого остатка сверхновой. Химическая эволюция Вселенной. Происхождение элементов с атомным номером выше железа

Нейтронные звезды. Общие сведения. Строение нейтронной звезды. Остывание нейтронных звёзд. История открытия. Классификация нейтронных звёзд.

Тема 9. Черные дыры

Чёрные дыры во Вселенной. Основные свойства. Модели чёрных дыр. Чёрные дыры звёздных масс, сверхмассивные чёрные дыры, первичные чёрные дыры, квантовые чёрные дыры. Обнаружение и исследование чёрных дыр. Методы. Структура вращающихся черных дыр. Астрофизические аспекты физики черных дыр.

Тема 10. Космология

Крупномасштабная структура Вселенной. Космологические модели. Космологический принцип. Выбор системы координат. Метрика Фридмана–Робертсона-Уокера. Кинематика Вселенной. Закон Хаббла. Распространение света. Красное смещение. Угломерное и фотометрическое расстояния.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Предмет и задачи астрофизики	2	-
2.	Космические объекты.	2	-
3.	Излучение и поглощение электромагнитных волн в среде	2	-
4.	Перенос излучения в среде	2	-
5.	Астрофизические спектры	2	-
6.	Оптические наблюдения	2	-
7.	Радиоастрономические наблюдения	2	-
8.	Межзвездная среда	2	-
9.	Физические особенности разреженной космической среды	2	-
10.	Космические лучи и синхротронное излучение	2	-
11.	Звезды.	2	-
12.	Стадии формирования звезды.	2	-
13.	Ядерные реакции в звездах.	2	-
14.	Солнце как ближайшая звезда.	2	-
15.	Эволюция звезд.	2	-
16.	Переменные звезды.	2	-
17.	Двойные звезды.	2	-
18.	Сверхновые звезды.	2	-
19.	Нейтронные звезды.	2	-
20.	Обнаружение и исследование черных дыр	2	-
21.	Элементы космологии	2	-
Итого:		42	-

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение в астрофизику	2	-

2	Солнечная система	4	-
3-5	Звезды и звездные системы	4	-
6	Определение температуры и радиусов звезд	4	-
7-8	Основные характеристики Солнца. Солнце как звезда.	4	-
9-10	Эволюция звезд. Скопления звезд.	4	-
11	Строение Галактики	4	-
12	Современные телескопы и светоприемники. Перспективные проекты	2	-
Итого:		28	-

4.5. Лабораторные работы по дисциплине «Астрофизика» не предполагаются учебным планом.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Связь астрофизики и физики. Задачи астрофизики.	Изучение дополнительной литературы по данной теме.	4	-
2	Солнечная система	Изучение дополнительной литературы по данной теме.	4	-
3	Звездные величины и показатели цвета Определение расстояний в астрономии	Изучение дополнительной литературы по данной теме.	4	
4	Понятие о двумерной спектральной классификации звезд. Диаграмма температура-светимость. Двойные звезды. Соотношение масса-светимость.	Работа с малой энциклопедией. Физика космоса по тематике	4	
5	Определение температуры и радиусов звезд	Изучение дополнительной литературы по данной теме.	4	
6	Основные характеристики Солнца. Солнце как звезда.	Разработка презентации	6	
7	Классификация галактик. Скопления галактик. Наблюдательная космология.	Работа с малой энциклопедией. Физика космоса по тематике	6	
8	Современные телескопы и светоприемники. Перспективные проекты.	Работа с малой энциклопедией. Физика космоса по тематике	6	
Итого:			38	

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине «Астрофизика» 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. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии: Учебное пособие / Под ред. В.В. Иванова. Изд. 2-е, испр. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 544 с.
2. Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика. – Фрязино, 2006. – 496 с.
3. Соболев В.В. Курс теоретической астрофизики. – М.: Наука, 1985. – 504 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.
5. Гуревич Л.Э. Чернин А.Д. Введение в космогонию. Происхождение крупномасштабной структуры Вселенной. – М.: Наука, 1978. – 384 с.

в) Методические указания:

1. Конспект лекций по дисциплине «Астрофизика» для студентов, обучающихся направления подготовки «Физика» / Харченко Е.И., Чаленко А.В. – Луганск: ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. Даля», 2022. – 237 с. Рег.№ 0080 от 14.10. 2022 г.

г) 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 занятия проводятся аудиториях, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Программное обеспечение:

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

8. Оценочные средства по дисциплине «Астрофизика»

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине «Астрофизика»

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

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции и (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Тема 1. Введение	8
				Тема 2. Астрофизические спектры	8
				Тема 3. Особенности астрономических наблюдений	8
				Тема 4. Межзвездная среда	8
				Тема 5. Звезды	8
				Тема 6. Солнце	8
				Тема 7. Эволюция звезд	8
				Тема 8. Типы звезд.	8
				Тема 9. Черные дыры.	8
				Тема 10. Космология	8
2	ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Темы 1-10	8

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование 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. Уметь: интерпретировать наблюдательные данные об объектах Вселенной; работать с современными образовательными и информационными технологиями. Владеть: навыками астрофизических наблюдений и систематизации полученных результатов.	Темы 1–10	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы.

2	ОПК-2. ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Знать: основные методы изучения физической природы космических тел и их систем Уметь: определять основные астрофизические характеристики небесных объектов из наблюдений; пользоваться приборной базой для проведения наблюдений; использовать современные методы обработки и анализа сигналов, поступающих с астрофизической аппаратуры. Владеть: знаниями о структуре Вселенной; методами определения фундаментальных параметров звезд и др. объектов; навыками к эксплуатации современной астрофизической аппаратуры и оборудования..	Темы 1-10	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы
---	---	--	-----------	---

Фонды оценочных средств по дисциплине «Астрофизика»

Вопросы к контрольным работам:

1. Что такое космология?
 2. Мир галактик.
 3. Реликтовое радиоизлучение.
 4. Химический состав Вселенной.
 5. О возможных возрастах Метагалактики.
 6. Физические процессы в горячей Вселенной.
 7. Малые отклонения во Вселенной.
 8. Образование галактик.
 9. Черная дыра.
 10. Модели объединения и большой взрыв.
-
1. Понятием Метагалактика в астрофизике обозначается:
 - А) Изучаемая астрофизикой часть Вселенной
 - В) Совокупность ближайших скоплений галактик
 - С) Окрестности нашей Галактики
 - Д) Солнце и окружающие его звёзды
 - Е) Совокупность ближайших галактик
 2. Для пульсаров характерно:
 - А) Высокая направленность потока излучения
 - В) Медленная переменность излучения
 - С) Отсутствие радиоизлучения
 - Д) Основной механизм излучения-тепловой
 - Е) Стационарность блеска

3. Труба, механическая монтировка и привод телескопа обеспечивают:

- A) Получение спектров небесных тел
- B) Получение изображений небесных тел
- C) Устранение аберраций оптической системы
- D) Центрировку и юстировку оптической системы
- E) Защиту всего телескопа от влияния погодных условий
- F) Устранение влияния городской засветки

4. Наиболее распространённые приёмники излучения в современной астрофизике:

- A) Ячейки Голлея
- B) Фотоэмульсии
- C) Фотоумножители разных систем
- D) Электронные камеры
- E) Термоэлементы
- F) Болометры

5. Светимости звезд связаны с их абсолютными звёздными величинами формулой:

- A) $2,5 \lg(L_1/L_2) = -(M_2 - M_1)$
- B) $\lg(L_1/L_2) = 2,5(M_2 - M_1)$
- C) $\lg(L_1/L_2) = 0,4(M_2 - M_1)$
- D) $L_1/L_2 = 10^{-0,4(M_2 - M_1)}$
- E) $\lg(L_1/L_2) = -0,4(M_2 - M_1)$
- F) $0,4 \lg(L_1/L_2) = (M_2 - M_1)$

6. Правильно указаны следующие общие характеристики Солнца:

- A) Радиус равен 696000 км
- B) Средний период вращения = 25 суток
- C) Радиус = 696000 км
- D) Средний период вращения = 27 суток
- E) Масса = $2 \cdot 10^{30}$ т

7. Для планетарных туманностей характерно:

- A) Порядка 0,1 масс Солнца
- B) Флуоресцентное излучение в линиях, в том числе запрещенных
- C) Очень большая масса
- D) Диаметр порядка десятков псек
- E) Спектр поглощения

8. Для диффузных туманностей характерно:

- A) Возбуждение свечения светом ближайших звезд
- B) Масса порядка 0,01 солнечной
- C) Масса вещества до сотен солнечных масс
- D) Отсутствие в спектре эмиссионных линий
- E) Возбуждение свечения ядерными реакциями

9. Космологическое расширение – это явление:
- А) Предсказанное А.Эйнштейном в 1917 году
 - В) Предсказанное А.А. Фридманом в 1925 году
 - С) Влияющее на температурный режим Земли
 - Д) Проявляющееся на любых пространственных масштабах
 - Е) Открытое А.Сэндиджем во второй половине 20 века
 - Ф) Открытое Э.Хабблом и Д.Слайфером в начале 20 века

10. Регистрируемому синхротронному излучению пульсаров свойственны:
- А) Отсутствие поляризации
 - В) Дискретность спектра
 - С) Постоянство интенсивности
 - Д) Всенаправленность
 - Е) Пространственная направленность
 - Ф) Высокая поляризация

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%)

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тесты»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
Отлично (5)	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
Хорошо (4)	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
Удовлетворительно (3)	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
Неудовлетворительно (2)	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

Теоретические вопросы

1. Электромагнитный спектр, исследуемый в астрофизике. Методы исследования. Приемники излучения
2. Элементы астрофотометрии. Световой поток. Освещенность. Интенсивность излучения.

3. Элементы астрофотометрии. Системы звездных величин. Экстинкция и оптическая толщина.
4. Тепловое излучение. Излучение абсолютно черного тела. Эффективная температура.
5. Спектры реальных космических объектов. Поляризация излучения. Эффект Зеемана.
6. Доплеровское смещение спектральных линий. Профили спектральных линий.
7. Задача о переносе излучения. Уравнение переноса.
8. Методы определения температуры и химического состава небесных тел.
9. Нетепловое излучение. Синхротронный и комптоновский механизмы.
10. Определение фундаментальных звездных параметров: масс, радиусов, светимостей.
11. Межзвездная среда. Компоненты межзвездной среды. Наблюдаемые состояния межзвездного газа: области HI, HII, корональный газ, молекулярные облака.
12. Межзвездная среда. Молекулярные облака. Гравитационная неустойчивость. Условия гравитационного сжатия облака и его фрагментация. Критерий Джинса.
13. Физические основы спектральной классификации звезд. Гарвардская спектральная классификация.
14. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела. Статистические зависимости между основными параметрами звезд.
15. Задача о внутреннем строении сферически симметричных звезд в рамках теории тяготения Ньютона. Политропные модели звезд. Условие лучистого равновесия. Уравнения, описывающие внутреннюю структуру сферически-симметричных звезд.
16. Задача о внутреннем строении сферически симметричных звезд в рамках теории тяготения Ньютона. Модели звезд. Методы их расчета.
17. Состояние вещества в звездах. Ионизация и диссоциация идеального газа. Равновесное излучение.
18. Состояние вещества в звездах. Выврождение электронного газа. Нерелятивистское и предельное релятивистское приближения к давлению вырожденного электронного газа.
19. Состояние вещества в звездах. Нейтронизация.
20. Источники звездной энергии. Гравитационное сжатие. Условия гидростатического равновесия звезды.
21. Источники звездной энергии. Термоядерные источники энергии: протон-протонная реакция, углеродно-азотный цикл, тройная α -реакция, формирование элементов железного пика.
22. Эволюция звезд. Стадия гравитационного сжатия. Протозвезды. Стадия Хаяши. Звезды типа T. Тельца. Объекты Хербига-Аро.
23. Эволюция звезд. Фаза главной последовательности. Предел Чандрасекара. Эволюция звезд с массой $\leq 2,5$ после ухода с главной последовательности. Гелиевая вспышка. Образование планетарной туманности.
24. Эволюция звезд. Эволюция звезд с массой от 2,5 до 8. Сверхновые типа I.

25. Эволюция звезд. Эволюция звезд с массой > 8 . Механизм вспышки сверхновых типа II.
26. Эволюция звезд. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела для шаровых звездных скоплений.
27. Вырожденные звезды. Белые карлики: строение, диапазон масс, температурная эволюция. Предел Чандрасекара.
28. Вырожденные звезды. Нейтронные звезды: строение, диапазон масс, температурная эволюция. Предел Оппенгеймера-Волкова. Пульсары.
29. Физика Солнца. Общие сведения о Солнце. Солнечный спектр. Химический состав Солнца.
30. Физика Солнца. Внутреннее строение. Теория солнечной атмосферы. Нестационарные процессы на Солнце.
31. Переменные звезды. Расположение различных типов переменных звезд на диаграмме Герцшпрунга-Рессела.
32. Переменные звезды. Пульсирующие переменные. Механизм пульсаций.
33. Переменные звезды. Эруптивные звезды. Новые и сверхновые звезды.
34. Наша Галактика. Определение расстояний до звёзд. Распределение звезд в Галактике. Спиральная структура. Звездные подсистемы.
35. Наша Галактика. Звездные подсистемы. Вращение и масса Галактики.
36. Галактики. Классификация и структура галактик различного типа. Эволюция галактик.

Тестовые задания

1. Если звезды нанести на диаграмму спектр-светимость (Герцшпрунга-Рессела), то большинство из них будут находиться на главной последовательности. Из этого вытекает, что:
- А) на главной последовательности концентрируются самые молодые звезды;
 - Б) продолжительность пребывания на стадии главной последовательности превышает время эволюции на других стадиях;
 - В) это является чистой случайностью и не объясняется теорией эволюцией звезд;
 - Г) на главной последовательности концентрируются самые старые звезды.
 - Д) нет правильного ответа
2. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела представляет зависимость между:
- А) массой и спектральным классом звезды;
 - Б) спектральным классом и радиусом;
 - В) массой и радиусом;
 - Г) светимостью и эффективной температурой.
 - Д) нет правильного ответа
3. Огромное сжимающееся холодное газопылевое облако, из которого образуются звезды, называется:
- А) цефеидой; Б) протозвездой; В) планетарной туманностью; Г) рассеянным скоплением.
 - Д) нет правильного ответа
4. Звезда на диаграмме Герцшпрунга-Рессела, после превращения водорода в гелий, перемещается по направлению:
- А) вверх по главной последовательности, к голубым гигантам;
 - Б) от главной последовательности к красным гигантам и сверхгигантам;
 - В) в сторону низких светимостей;

- Г) в сторону ранних спектральных классов;
Д) звезда любой массы в процессе эволюции однажды попав на главную последовательность от нее не отходит.
- 5. Область белых карликов на диаграмме Герцшпрунга-Рессела расположена:**
А) в верхней левой части диаграммы; Б) в верхней правой части диаграммы;
В) в нижней левой части диаграммы; Г) в нижней правой части диаграммы.
Д) нет правильного ответа
- 6. Красные гиганты – это звезды:**
А) больших светимостей и малых радиусов;
Б) больших светимостей и низких температур поверхности;
В) больших температур поверхности и малых светимостей;
Г) больших светимостей и высоких температур.
Д) нет правильного ответа
- 7. Эволюция звезд это:**
А) процесс превращения из протозвезды и последующее постоянное излучение без изменения светимости;
Б) изменение светимости звезды со временем вследствие сильнейших потоков вещества типа “солнечного ветра”;
В) изменение химического состава и внутреннего строения с изменением светимости в результате реакций термоядерного синтеза;
Г) изменение светимости звезды со временем из-за увеличения массы звезды в результате поглощения межзвездного газа и пыли.
Д) нет правильного ответа
- 8. Белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры являются:**
А) типичными звездами главной последовательности;
Б) последовательными стадиями эволюции массивных звезд;
В) конечными стадиями звезд различной массы;
Г) начальными стадиями образования звезд различной массы.
Д) нет правильного ответа
- 9. Звезда, ядро которой имеет размеры 10-30 км, и массу, близкую к массе Солнца, состоящую в основном из нейтронов, называют:**
А) новой; Б) протозвездой В) коллапсаром; Г) нейтронной. Д) нет правильного ответа
- 10. Черной дырой является:**
А) неизлучающая звезда низкой температуры; Б) солнечное пятно;
В) темная туманность, дыра, на фоне ярких звезд, через которую не проходит излучение; Г) коллапсирующая звезда, исчерпавшая ядерные источники энергии. Д) нет правильного ответа
- 11. Гигантский взрыв, являющийся финалом эволюции массивной звезды, при котором выделяется энергия, которую Солнце вырабатывает за миллиарды лет, свидетельствует о появлении:**
А) цефеиды; Б) новой звезды; В) сверхновой звезды; Г) протозвезды. Д) нет правильного ответа
- 12. Какие звезды называются новыми звездами?**
А) молодые, только начавшие свою эволюцию;
Б) однократно вспыхивающие без видимых причин;
В) пульсирующие звезды с большим периодом;
Г) вспышка звезды в двойной системе в результате аккреции от звезды-гиганта на белый карлик.
Д) нет правильного ответа

13. Абсолютная звездная величина M сверхновых звезд заключена в пределах от -14^m до -20^m , что соответствует светимости:

А) в сотни раз превышает светимость Солнца; Б) в тысячи раз превышает светимость Солнца;

В) в сотни тысяч раз превышает светимость Солнца; Г) в десятки и сотни миллионов раз превышает светимость Солнца вспышка звезды в двойной системе в результате аккреции от звезды-гиганта на белый карлик. Д) нет правильного ответа

14. Что в большей степени определяет характер эволюции звезды?

А) радиус; Б) масса; В) плотность; Г) спектральный класс; Д) химический состав.

15. В нашей Галактике в 1572 году вспыхнула сверхновая звезда. Ее наблюдения проводил:

А) Галилео Галилей; Б) Тихо Браге; В) Коперник. Г) И. Кеплер. Д) нет правильного ответа

16. В нашей Галактике в 1604 году вспыхнула сверхновая звезда, ее наблюдения проводил:

А) Галилео Галилей; Б) Исаак Ньютон; В) Иоганн Кеплер. Г) Коперник Д) нет правильного ответа

17. Медленно расширяющаяся Крабовидная туманность, совпадающая с источником мощного радиоизлучения, является результатом вспышки сверхновой:

А) 1054 г.; Б) 1572 г.; В) 1604 г. Г) 1861 г. Д) нет правильного ответа

18. По наблюдаемым характеристикам сверхновые принято разделять на две большие группы – сверхновые первого типа и сверхновые второго типа. В спектрах сверхновых I-го типа нет линий водорода, что может свидетельствовать:

А) о том, что взрыв происходит в звездах, лишенных оболочки, богатой водородом, например, взрыв белого карлика, входящего в состав двойной системы;

Б) взрыв происходит в звездах, у которых с момента рождения (стадии протозвезды) не было водорода.

Д) нет правильного ответа

19. Спектры сверхновых II типа имеют водородные линии, кривые блеска их сильно различаются по скорости спада. Это соответствует:

А) концу термоядерной эволюции массивной звезды с массой больше $8 M_{\text{Солнца}}$;

Б) конечной стадии эволюции звезд с массой $M_{\text{Солнца}}$.

В) конечной стадии эволюции белых карликов.

Г) нет правильного ответа

20. Вспышка сверхновой II типа соответствует катастрофическому взрыву:

А) молодой массивной звезды;

Б) старой мало массивной звезды;

В) белому карлику.

Г) нет правильного ответа

21. Из теории эволюции звезд следует, что:

А) положение звезды на диаграмме спектр-светимость не зависит от массы звезды;

Б) в процессе эволюции все звезды становятся белыми карликами;

В) звезды малой массы эволюционируют быстрее звезд большой массы;

Г) звезды в процессе своей эволюции увеличивают массу;

Д) одной из стадий эволюции звезд является стадия красного гиганта.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль («зачет»)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
зачтено	Студент глубоко и в полном объёме 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.
	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.
	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие 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.
не зачтено	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)