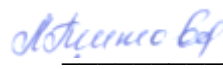


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
ядерной физики

 / Титова Л.В./  
13.06.2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.01.02 Астрофизика**

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

14.03.02 Ядерные физика и технологии

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Физика атомного ядра и частиц

**3. Квалификация выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

кафедра оптики и спектроскопии

**6. Составители программы:**

д.ф.-м.н., профессор Ключев Виктор Григорьевич, к.ф.-м.н., доцент Леонова Лиана Юрьевна.

**7. Рекомендована:**

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №6 от 13.06.2024

**8. Учебный год:** 2027/2028

**Семестр(ы):** 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются: дать студентам целостное представление о картине Мегакосмоса в рамках существующих естественнонаучных представлений; способствовать развитию их интеллектуальных, творческих способностей и критического мышления в ходе проведения исследований, анализа явлений. восприятия и интерпретации информации.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучить основные понятия астрофизики, закономерности мира звезд и современные теоретические представления о природе звезд и их систем;
- показать действие фундаментальных законов в условиях космоса;
- изучить физические методы исследований космических объектов
- познакомиться с современными проблемами астрофизики, новейшими открытиями и достижениями в исследовании Вселенной за последние годы.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина по выбору цикла Б1.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-6	Способен к монтажу, наладке, настройке, регулировке, испытанию и сдаче в эксплуатацию оборудования и программных средств.	ПК-6.1	Знает элементную базу и принципы работы современных приборов, устройств и систем, используемых в практической деятельности.	Знать: основы теоретической астрофизики, элементы релятивистской астрофизики, теоретические представления об эволюции звезд, галактик. Уметь: использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения задач астрофизики Владеть: навыками использования базовых теоретических знаний фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения прикладных задач астрофизики

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час —4/144.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			7 семестр
Аудиторные занятия		54	54
в том числе:	лекции	36	36
	практические	18	18
	лабораторные		
Самостоятельная работа		90	90
в том числе: курсовая работа (проект)			
Контроль			
Форма промежуточной аттестации		Зачет	Зачет
Итого:		144	144

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Введение. Предмет и задачи астрофизики. Классификация космических объектов.	Введение. Предмет и задачи астрофизики. Классификация космических объектов.	-
1.2	Основные характеристики нормальных звезд.	Основные характеристики нормальных звезд (звездная величина, масса, радиус, температура). Методы их определения. Расстояния до звезд. Методы определения расстояний. Спектральная классификация нормальных звезд. Диаграмма спектр-светимость.	-
1.3	Источники звездной энергии.	Источники звездной энергии. Гравитационная энергия. Термоядерные реакции как источник звездной энергии. Солнечные нейтрино.	-
1.4	Переменные звезды	Затменно-переменные звезды и их роль в решении астрофизических задач. Цефеиды и другие типы пульсирующих звезд. Эруптивные переменные. Новые и сверхновые звезды. Пульсары.	-
1.5	Солнце.	Солнце. Фотосфера. Хромосфера. Корона. Активные образования на Солнце (пятна, факелы, вспышки, протуберанцы).	-
1.6	Основы теоретической астрофизики	Основы теоретической астрофизики. Уравнение переноса излучения. Уравнение лучистого равновесия. Распределение яркости по диску Солнца и звезд. Локальное термодинамическое равновесие. Уравнение гидростатического равновесия. Строение Солнца звезд	-
1.7	Эволюция звезд.	Эволюция звезд. Экспериментальные данные об эволюции звезд. Образование звезд. Жизнь на главной последовательности. Заключительная стадия эволюции звезд. Основные свойства черных дыр. Белые дыры. Эволюция черных дыр	-
1.8	Элементы релятивистской астрофизики.	Элементы релятивистской астрофизики. Интервал пространства времени в координатах Шварцшильда.	-
1.9	Галактики.	Внегалактическая астрономия. Классификация галактик. Движение галактик. Закон Хаббла.	-

		Понятие о Большом взрыве и образовании Вселенной. Наша Галактика. Газопылевые туманности. Шаровые скопления. Строение Галактики. Движение звезд в Галактике. Спиральные рукава. Каротационный круг.	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Изучение физических характеристик стационарных звезд	Изучение классификации звездных спектров, определение цвета и светимости звёзд. Изучение методов определения температуры, масс и радиусов звёзд.	-
2.2	Кратные звёзды	Наблюдение двойных звёзд. Определение блеска, светимости и расстояния между звёздами в кратной системе.	-
2.3	Переменные звезды	Исследование кривых блеска различных переменных звёзд методом фотометрии	-

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Введение. Предмет и задачи астрофизики. Классификация космических объектов.	4			10		14
2	Основные характеристики нормальных звезд.	4	6		10		20
3	Источники звездной энергии.	4	6		10		20
4	Переменные звезды	4	6		10		20
5	Солнце.	4			10		14
6	Основы теоретической астрофизики	4			10		14
7	Эволюция звезд.	4			10		14
8	Элементы релятивистской астрофизики.	4			10		14
9	Галактики.	4			10		14
	Итого:	36	18		90		144

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изложение материала преподавателем необходимо вести в форме, доступной для понимания. Для улучшения усвоения учебного материала необходимо применять традиционные и современные технические средства обучения. Для самостоятельного изучения отведено время на все разделы курса.

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса, не стесняться задавать преподавателю вопросы для углубленного понимания конкретных проблем курса. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации. Для самостоятельного изучения разделов курса, рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Гусейханов, М. К. Основы астрофизики: учебное пособие / М. К. Гусейханов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 208 с.
2	Латышев А.Н. Астрофизика: учебное пособие / А.Н. Латышев, Л.Ю. Леонова; Воронежский государственный университет. - Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. - 335 с.
3	Астрофизика звезд : учебное пособие : [студ. 4-го курса физ. фак., 1-го курса фак. географии, геоэкологии и туризма ВГУ, а также студ., обучающимся по программам среднего проф. образования (СПО), для направлений: 03.03.02-Физика; 03.03.03 - Радиофизика, 05.03.02 - География] / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: Л.Ю. Леонова и др.] .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Кононович Э. В. Общий курс астрономии : учеб. пособие для студентов ун-тов различ. профиля / Э. В. Кононович, В. И. Мороз ; под ред. В. В. Иванова . - М. : УРСС, 2001 . - 542 с. 5
6	Мартынов Д. Я. Курс общей астрофизики : учеб. для студентов ун-тов, обуч. по специальности "Астрономия" / Д.Я. Мартынов . - М. : Наука, 1988 . - 640 с
7	Соболев В. В. Курс теоретической астрофизики / В. В. Соболев . - М. : Наука, 1985 . - 502 с.
8	Нагирнер Д. И. Элементы космологии: учеб. пособие / Д. И. Нагирнер . - СПб. : Изд-во СПб. ун-та, 2001 . - 71 с
9	Бакулин П.И. Курс общей астрономии / П. И. Бакулин, Э. В. Кононович, В. И. Мороз. - М. : Наука, 1983. - 560 с

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Электронный университет ВГУ

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Астрофизика звезд : учебное пособие : [студ. 4-го курса физ. фак., 1-го курса фак. географии, геоэкологии и туризма ВГУ, а также студ., обучающимся по программам среднего проф. образования (СПО), для направлений: 03.03.02-Физика; 03.03.03 - Радиофизика, 05.03.02 - География] / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: Л.Ю. Леонова и др.] .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018.
2	Галактики: учебное пособие / Л.Ю. Леонова, А.Н. Латышев, В.Г. Клюев, А.С. Перепелица, Е.Н. Попова ; Воронежский государственный университет. - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018. -- 92 с.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- активные и интерактивные формы проведения занятий;
- компьютерные технологии при проведении занятий;
- презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
- специализированное оборудование при проведении лабораторных работ;
- разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и методам

Для самостоятельной работы используется ЭБС Университетская библиотека online - [www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru) - ЗНБ ВГУ. Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Microsoft Windows, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox.

Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) применяются с использованием образовательного портала «Электронный университет ВГУ».

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apilo-T Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019. LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a> ) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a> )	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 224
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Ноутбук ASUS VIVOBOOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apilo-T	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 31
Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019. LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a> ) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a> )	г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 40/5

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение. Предмет и задачи астрофизики. Классификация космических объектов.	ПК-6	ПК-6.1	Практические задания, собеседование по билетам к зачету
2.	Основные характеристики нормальных звезд.			
3.	Источники звездной энергии.			
4.	Переменные звезды			
5.	Солнце.			
6.	Основы теоретической астрофизики			
7.	Эволюция звезд.			
8.	Элементы релятивистской астрофизики.			
9.	Галактики.			
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				Пункт 20.2.1 Вопросы к зачету

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Практические задания

### Перечень заданий

1. Наблюдение спутников Земли и тел Солнечной системы
2. Наблюдение особенностей морфологии поверхности Солнца
3. Наблюдение звёзд разных спектральных классов
4. Наблюдение кратных звезд.
5. Наблюдение переменных звёзд.
6. Наблюдение объектов глубокого космоса.

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Повышенный уровень</i>	Отлично
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Базовый уровень</i>	Хорошо
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	<i>Пороговый уровень</i>	Удовлетворительно
Не знание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	Неудовлетворительно

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к зачету

---

### 20.2.1. Перечень вопросов к зачету:

1. Предмет и задачи астрофизики. Классификация космических объектов.
2. Эволюция звезд. Экспериментальные данные об эволюции звезд.
3. Основные характеристики нормальных звезд (звездная величина, масса, радиус, температура). Методы их определения.
4. Строение Галактики. Движение звезд в Галактике.
5. Расстояния до звезд. Методы определения расстояний.
6. Элементы релятивистской астрофизики.
7. Спектральная классификация нормальных звезд.
8. Основные свойства черных дыр. Белые дыры. Эволюция черных дыр.
9. Диаграмма спектр-светимость.
10. Классификация галактик.
11. Источники звездной энергии. Гравитационная энергия. Термоядерные реакции как источник звездной энергии. Солнечные нейтрино.
12. Движение галактик. Закон Хаббла.
13. Активные образования на Солнце.
14. Наша Галактика.
15. Затменно-переменные звезды и их роль в решении астрофизических задач.
16. Уравнение переноса излучения. Уравнение лучистого равновесия.
17. Эруптивные переменные. Новые и сверхновые звезды. Пульсары.
18. Локальное термодинамическое равновесие. Уравнение гидростатического равновесия.
19. Цефеиды и другие типы пульсирующих звезд.
20. Распределение яркости по диску Солнца и звезд.3



21. Солнце. Фотосфера. Хромосфера. Корона.
22. Звездные скопления.
23. Газопылевые туманности.
24. Понятие о космологических моделях Вселенной. Эволюция Вселенной (модели).
25. Радиоизлучение Солнца. Радиоизлучение планет.
26. Формулы Саха и Больцмана.
27. Общие закономерности строения Солнечной системы. Физические характеристики основных объектов Солнечной системы.
28. Активные галактические ядра.

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Повышенный уровень</i>	Отлично
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	<i>Базовый уровень</i>	Хорошо
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	<i>Пороговый уровень</i>	Удовлетворительно
Не знание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	Неудовлетворительно