

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1155231	Астрофизика

**Екатеринбург**

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Астрономия	<b>Код ОП</b> 1. 03.05.01/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Астрономия	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 03.05.01

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Горда Станислав Юрьевич	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Преподаватель	астрономии и геодезии
2	Кузнецов Эдуард Дмитриевич	доктор физико-математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
3	Селезнев Антон Федорович	доктор физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Астрофизика**

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из дисциплин «Практическая астрофизика», «Общая астрофизика», «Методы наблюдательной астрономии». В модуле рассматриваются принципы работы и конструирования основных типов астрофизических инструментов (телескопы для различных диапазонов электромагнитного спектра) и приемников излучения. Студенты изучают основные методы астрофизических исследований, методы определения физических параметров звезд, основные астрофизические объекты и среды. Студенты приобретают умения и навыки по планированию астрофизического эксперимента, по обработке астрономических данных, по решению различных астрофизических задач.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Общая астрофизика	5
2	Практическая астрофизика	4
3	Методы наблюдательной астрономии	2
ИТОГО по модулю:		11

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

<b>Пререквизиты модуля</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Математические основы профессиональной деятельности</li><li>2. Общая физика</li></ol>
<b>Постреквизиты и кореквизиты модуля</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Теоретическая физика</li><li>2. Специальные главы астрофизики</li><li>3. Методы теоретической астрофизики</li><li>4. Космология</li></ol>

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
---------------------------	--------------------------------	--

1	2	3
Методы наблюдательной астрономии	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин	<p>З-1 - Изложить основные методы астрономических, физических и математических исследований</p> <p>У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы</p>
	ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками	<p>З-1 - Характеризовать ключевые достижения астрономии и смежных наук в соответствующей предметной области</p> <p>У-1 - Самостоятельно или под руководством проводить междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками</p>
Общая астрофизика	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p>
	ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при	З-1 - Изложить основные методы астрономических, физических и математических исследований

	анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин	У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы
	ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками	З-1 - Характеризовать ключевые достижения астрономии и смежных наук в соответствующей предметной области У-1 - Самостоятельно или под руководством проводить междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками
Практическая астрофизика	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований
	ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин	З-1 - Изложить основные методы астрономических, физических и математических исследований У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы
	ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками	З-1 - Характеризовать ключевые достижения астрономии и смежных наук в соответствующей предметной области У-1 - Самостоятельно или под руководством проводить междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Общая астрофизика**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Горда Станислав Юрьевич	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Преподаватель	астрономии и геодезии
2	Кузнецов Эдуард Дмитриевич	доктор физико-математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
3	Селезнев Антон Федорович	доктор физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

**Рекомендовано учебно-методическим советом института** Естественных наук и математики

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Горда Станислав Юрьевич, Преподаватель, астрономии и геодезии
- Кузнецов Эдуард Дмитриевич, Заведующий кафедрой, астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
- Селезнев Антон Федорович, Доцент, астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Атмосферы звезд	Основные предположения о физическом состоянии атмосфер звезд. Взаимодействие излучения и вещества. Формирование непрерывного спектра. Уравнение переноса излучения, потемнение Солнца к краю. Уравнение лучистого равновесия. Спектральная классификация звезд. Звезды с особенностями. Физические основания спектральной классификации. Механизмы образования и уширения спектральных линий. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела. Типы звездного населения. Определение химического состава звезд.
P2	Звезды	Общее описание. Фотосферные явления. Хромосфера. Корона Солнца. Радиоизлучение Солнца. Магнитные поля и нестационарные процессы на Солнце. Солнечные вспышки. Цикл солнечной активности, солнечное магнитное динамо. Гелиосейсмология.
P3	Основы теории внутреннего строения звезд, эволюция звезд.	Уравнение гидростатического равновесия. Динамическая шкала времени. Кельвиновская шкала времени. Ядерная шкала времени. Оценка давления в центре звезды. Температура в недрах нормальных звезд. Отрицательная теплоемкость. Ядерные реакции в звездах. Нейтринные наблюдения. Перенос энергии в звездах, условие возникновения конвекции.

		Эволюция одиночной звезды. Эволюция тесных двойных звезд. Сверхновые звезды.
<b>P4</b>	Межзвездная среда	Основные компоненты межзвездной среды. Межзвездный газ. Методы наблюдений межзвездного газа. Процессы, формирующие состояние межзвездного газа. Формирование структуры межзвездного газа. Физическое состояние межзвездной среды. Очаги звездообразования и ранние этапы эволюции звезд.
<b>P5</b>	Галактики и Метагалактика	Классификация галактик. Различия звездного населения галактик. Галактики – бесстолкновительные звездные системы. Устойчивость звездных дисков. Теория волн плотности. Активные галактики и квазары. Центр нашей Галактики. Формирование и эволюция галактик. История космологии. Крупномасштабная структура Вселенной. Расширение Вселенной, закон Хаббла. Космический микроволновый фон. Понятие о космологических моделях Вселенной. Эйнштейновское антияготение.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин	З-1 - Изложить основные методы астрономических, физических и математических исследований У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Общая астрофизика

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Горда, С. Ю.; Современные астрономические спектрометры и методы обработки спектрограмм : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/66593.html> (Электронное издание)



2. ; Курс астрофизики и звездной астрономии; Государственное издательство физико-математической литературы, Москва; 1962; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441827> (Электронное издание)
3. , Сурдин, В. Г.; Звезды : монография.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69347> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Засов, А. В.; Общая астрофизика : [учеб. пособие для вузов].; Век 2, Фрязино; 2011 (36 экз.)
2. , Михайлов, А. А., Дейч, А. Н., Крат, В. А., Мельников, О. А., Соболев, В. В.; Т. 2; Государственное издательство физико-математической литературы, Москва; 1962 (4 экз.)
3. Мартынов, Д. Я.; Курс общей астрофизики : [учебник для университетов по специальности "Астрономия"].; Наука, Москва; 1979 (5 экз.)
4. Сурдин, В. Г.; Протозвезды. Где, как и из чего формируются звезды; Наука, Москва; 1992 (2 экз.)
5. Бочкарев, Н. Г.; Основы физики межзвездной среды : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Астрономия".; URSS, Москва; 2015 (2 экз.)
6. Масевич, А. Г.; Эволюция звезд: теория и наблюдения; Наука, Москва; 1988 (4 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Университетская библиотека онлайн. URL: <http://biblioclub.ru>
2. Электронная научная библиотека. URL: <https://elibrary.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru>

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Система астрофизических данных NASA/ADS. <https://ui.adsabs.harvard.edu/>
2. Библиотека препринтов. <https://arxiv.org/>

### **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Общая астрофизика**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Mathcad 14</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
6	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в</p>	<b>Не требуется</b>

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
--	--	---	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Практическая астрофизика**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Горда Станислав Юрьевич	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Преподавате ль	астрономии и геодезии
2	Кузнецов Эдуард Дмитриевич	доктор физико- математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
3	Селезнев Антон Федорович	доктор физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Горда Станислав Юрьевич, Преподаватель, астрономии и геодезии
- Кузнецов Эдуард Дмитриевич, Заведующий кафедрой, астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
- Селезнев Антон Федорович, Доцент, астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Предмет и задачи астрофизики. Место астрофизики среди других областей астрономии. Взаимосвязь практической и теоретической астрофизики. Астрономические данные, виртуальные обсерватории. Основные понятия макроскопической теории излучения.
P2	Основные астрономические инструменты	Классификация телескопов. Основные характеристики телескопов. Разрешающая сила телескопа. Астроклимат. Проницающая сила телескопа. Понятие идеальной оптической системы. Аберрации оптических систем. Оптические схемы телескопов. Контроль и исследование оптики, частотно-контрастная характеристика, функция рассеяния точки. Монтировки телескопов, обзор больших телескопов. Активная оптика. Адаптивная оптика. Организация астрономических наблюдений. Оптические интерферометры. Солнечные телескопы. Светофильтры. Спектральные приборы. Инфракрасные телескопы. Радиотелескопы. Радиоинтерферометры, апертурный синтез. Телескопы для ультрафиолетового и рентгеновского диапазонов.
P3	Приемники излучения	Основные характеристики приемников излучения. Глаз как приемник излучения. Фотографическая эмульсия как приемник излучения. Фотозлектрические приемники излучения. ПЗС и

		диодные матрицы. Тепловые приемники излучения. Приемники рентгеновского излучения. Приемники излучения в радиодиапазоне.
<b>P4</b>	Методы астрофизических исследований	Фотографическая фотометрия. Фотоэлектрическая фотометрия. Счет фотонов, время накопления сигнала. Фотометрия с ПЗС. Учет атмосферного ослабления света, атмосферная экстинкция. Фотометрические системы и фотометрические стандарты. Поляриметрия. Спектрофотометрия. Измерение лучевых скоростей. Спектральные линии: полуширина, эквивалентная ширина, инструментальный профиль. Определение температуры звезд. Эффективная, цветовая и яркостная температуры. Шкала звездных температур. Боллометрические поправки. Определение расстояний до космических объектов, проект Gaia, фотометрические методы. Определение размеров звезд. Методы определения масс звезд, звездных скоплений и галактик.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин	З-1 - Изложить основные методы астрономических, физических и математических исследований  У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Практическая астрофизика

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Горда, С. Ю.; Современные астрономические спектрометры и методы обработки спектрограмм : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/66593.html> (Электронное издание)

2. ; Курс астрофизики и звездной астрономии; Государственное издательство физико-математической

литературы, Москва; 1962; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441827> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Засов, А. В.; Общая астрофизика : [учеб. пособие для вузов].; Век 2, Фрязино; 2011 (36 экз.)
2. Мартынов, Д. Я.; Курс практической астрофизики : [для университетов].; Наука, Москва; 1977 (14 экз.)
3. , Михайлов, А. А., Дейч, А. Н., Крат, В. А., Мельников, О. А., Эйгенсон, М. С.; Т. 1; Государственное издательство технико-теоретической литературы, Москва; 1951 (2 экз.)
4. Уокер, Г., Гурьянов, А. Э., Кутырев, А. С., Токовинин, А. А., Щеглов, П. В.; Астрономические наблюдения; Мир, Москва; 1990 (3 экз.)
5. Томпсон, Р. А., Ричард А., Молодяну, А. П., Федоров, В. Т., Шевченко, А. В., Матвеев, Л. И.; Интерферометрия и синтез в радиоастрономии; Мир, Москва; 1989 (1 экз.)
6. Томпсон, Р. А., Ричард, Матвеев, Л. И.; Интерферометрия и синтез в радиоастрономии : Пер. с англ.; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2003 (2 экз.)
7. Токовинин, А. А.; Звездные интерферометры; Наука, Главная редакция физико-математической литературы, Москва; 1988 (1 экз.)
8. Конникова, В. К., Лехт, Е. Е., Силантьев, Н. А.; Практическая радиоастрономия : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 010702 - Астрономия.; Издательство Московского университета, Москва; 2011 (1 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Университетская библиотека онлайн. URL: <http://biblioclub.ru>
2. Электронная научная библиотека. URL: <https://elibrary.ru>
3. Зональная научная библиотека УрФУ. URL: <http://lib.urfu.ru>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Система астрофизических данных NASA/ADS. <https://ui.adsabs.harvard.edu/>
2. Библиотека препринтов. <https://arxiv.org/>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Практическая астрофизика**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Mathcad 14</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>



		соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	<b>Не требуется</b>

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы наблюдательной астрономии**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Боли Пол	без ученой степени, старший научный сотрудник	Преподаватель	астрономии и геодезии
2	Кузнецов Эдуард Дмитриевич	доктор физико-математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Боли Пол, Преподаватель, астрономии и геодезии
- Кузнецов Эдуард Дмитриевич, Заведующий кафедрой, астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Смысл астрономии и астрономических измерений. Процесс наблюдательной астрономии в 21 веке. Носители информации, электромагнитное излучение, случайные и систематические ошибки.
P2	Статистика	Статистические оценки и распределения. Распределения выборки и общей совокупности. Способы сложения астрономических кадров. Пуассоновские процессы. Теория распространения ошибок. Подгонка моделей.
P3	Среды обработки данных	Виды цифровых данных. Требования к пакетам ПО для их обработки и анализа. Ознакомление со существующими пакетами в астрономии. Введение в ОС Линукс и работу на командной строке. Введение в язык программирования Python.
P4	Системы координат, астрономические обзоры и каталоги	Обзор систем координат и особенностей их применения на практике. Атмосферная рефракция, абберрация света, прецессия, собственное движение и метод параллакса. Цифровые каталоги и сетевые ресурсы. Виртуальная обсерватория.
P5	Детекторы	Фотонные, тепловые и когерентные детекторы. Исторический обзор детекторов. Приборы с зарядовой связью. Фотоэлектрический эффект и полупроводники. Источники шума для ПЗС-наблюдений. Стандартные кадры для обработки

		ПЗС-наблюдений. Оценки яркости неба. Источники случайных и систематических ошибок. Соотношение «сигнал-шум».
<b>P6</b>	Астрономическая оптика	Обзор типов зеркал и линз. Оптические aberrации. Телескопы первичного фокуса, Ньютона, Кассегрена, Грегори, Несмита и соответствующие фокусы. Горизонтальные и экваториальные монтировки
<b>P7</b>	Обработка фотометрических наблюдений	FITS-файлы и работа с ними. Пакет обработки IRAF. Визуализация данных. Фотометрические приборы. Фотометрические системы и фильтры. Апертурная и PSF-фотометрия. Калибровка фотометрических наблюдений и оценки погрешности.
<b>P8</b>	Обработка поляриметрических данных	Поляризация света и поляризаторы. Межзвёздное поглощение. Поляризация в околозвёздных дисках. Блазары. Определение локального нулевого уровня поляризации. Фотополяриметрические наблюдения. Определение точности фотометрических наблюдений.
<b>P9</b>	Обработка спектральных наблюдений	Дисперсионные элементы. Спектрографы. Стандартные калибровочные кадры для спектральных наблюдений. Устранение систематических ошибок. Калибровка спектрального потока. Извлечение одномерных спектров и способы учёта фона.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Владеет методами астрономического, физического и математического исследований при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин	З-1 - Изложить основные методы астрономических, физических и математических исследований У-1 - Самостоятельно формулировать задачу в рамках рассматриваемой проблемы

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Методы наблюдательной астрономии**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Сузи, Р. А.; Язык программирования Python : учебное пособие.; Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)|Бином. Лаборатория знаний, Москва; 2007; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233288> (Электронное издание)
2. Шелудько, В. М.; Язык программирования высокого уровня Python. Функции, структуры данных, дополнительные модули : учебное пособие.; Издательство Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Таганрог; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/87530.html> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Миронов, А. В.; Основы астрофотометрии. Практические основы фотометрии и спектрофотометрии звезд; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2008 (5 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

- 1 Приложение для создания виртуальной машины Oracle VM VirtualBox (версия не ниже 4.3.30) с образом операционной системы Линукс со следующим списком программ:
- 2 Пакет для обработки и анализа астрономических изображений IRAF <http://iraf.noao.edu/>.
- 3 Интерпретатор языка Python [python.org](http://python.org).
- 4 Интерактивный атлас звездного неба Aladin <http://aladin.u-strasbg.fr/>.
- 5 Приложение для визуализации астрономических изображений DS9 <http://ds9.si.edu/site/Home.html>.

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

- 1 Научная электронная библиотека, <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- 2 ADS, [http://adsabs.harvard.edu/abstract\\_service.html](http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html)
- 3 Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>
- 4 База данных основной информации об объектах за пределами Солнечной системы Simbad <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Методы наблюдательной астрономии**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<b>Не требуется</b>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	
--	--	--	--