

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

### Специальный астрофизический практикум

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## **Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Шиманская Н.Н. (Кафедра астрономии и космической геодезии, Отделение астрофизики и космической геодезии), Nelli.Shimanskaya@kpfu.ru

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Владение методами астрономического, физического и математического исследования при анализе глобальных проблем на основе глобальных знаний фундаментальных физико-математических дисциплин
ПК-4	Владение наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

понятия:

- модель атмосферы,
- источники непрозрачности в атмосферах звезд разных типов,
- глубина формирования излучения в линии;
- методы определения параметров звездных атмосфер,
- критерии Teff и светимости для звезд разных спектральных классов,
- физические процессы и явления в разреженных средах,
- теорию формирования излучения оптически тонкого газа,
- методы определения параметров межзвездной среды из наблюдений.

Должен уметь:

- отождествлять спектральные линии в спектрах исследуемых объектов с использованием таблиц атомных данных и современных программ расчета теоретического спектра,
- определять параметры астрофизических объектов разных типов из анализа наблюдений, в том числе используя современные программные комплексы;
- использовать знания теоретической физики для интерпретации астрофизических наблюдений,
- пользоваться соответствующей литературой для самостоятельного изучения вопросов, возникающих на практике,
- корректно применять данные астрофизических исследований в смежных физических и астрономических дисциплинах,
- использовать всемирные банки информации при проведении астрофизических исследований.

Должен владеть:

- терминологическим аппаратом в разных областях области физики и астрофизики, в том числе в области физики звездных атмосфер и физики межзвездной среды,
- методами астрономического и физического анализа наблюдательных данных,
- методами критического анализа модельных расчетов,
- навыками самостоятельной работы.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.05.01 "Астрономия (Астрофизика и космология)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4, 5 курсах в 7, 8, 9 семестрах.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 102 часа(ов), в том числе лекции - 22 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 78 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 2 часа(ов).

Самостоятельная работа - 114 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 7 семестре; зачет в 8 семестре; зачет в 9 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Отождествление спектральных линий путем сравнения со списками линий для звезд - стандартов	7	0	0	0	0	8	0	16
2.	Тема 2. Метод кривой роста	7	0	0	0	0	8	0	17
3.	Тема 3. Определение параметров атмосферы звезды методом моделей атмосфер. Часть 1: Определение параметров атмосферы ( $T_{\text{эфф}}$ , $\log g$ , индекса металличности и скорости микротурбулентности) холодных звезд на основе анализа фотометрических и спектроскопических данных	7	0	0	0	0	8	0	15
4.	Тема 4. Определение параметров атмосферы звезды методом моделей атмосфер. Часть 2: Определение параметров атмосферы ( $T_{\text{эфф}}$ и $\log g$ ) горячих звезд на основе анализа фотометрических и спектроскопических данных	8	0	0	0	0	10	0	10
5.	Тема 5. Определение параметров атмосферы звезды методом моделей атмосфер. Часть 3: Определение параметров атмосферы ( $T_{\text{эфф}}$ , $\log g$ , индекса металличности и содержания химических элементов) на основе сравнения наблюдаемого и теоретических спектров, рассчитываемых с использованием программных комплексов	8	0	0	0	0	22	0	29
6.	Тема 6. Определение параметров газа в туманностях из анализа запрещенных линий в излучении областей НII	9	4	0	0	0	5	0	6
7.	Тема 7. Определение фундаментальных характеристик эмиссионных туманностей на основе изучения бальмеровского декремента	9	4	0	0	0	5	0	6
8.	Тема 8. Определение температур ядер туманностей методом Занстра II типа	9	6	0	0	0	6	0	7

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
9.	Тема 9. Определение фундаментальных характеристик областей НI методом дублетов	9	8	0	0	0	6	0	8
	Итого		22	0	0	0	78	0	114

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Отождествление спектральных линий путем сравнения со списками линий для звезд - стандартов

Процедура отождествления, проблемы при идентификации линий в спектрах, эквивалентная ширина линии, формулы Больцмана-Саха, критерии отождествления линий, потенциал ионизации элемента, распространность элемента, сила осцилляторов линии, мультиплет, таблица спектральных линий, звезды типа дельта Щита

##### Тема 2. Метод кривой роста

Эквивалентная ширина линии, "кривая роста"; задачи, решаемые с помощью кривой роста;

участки кривой роста, профиль линии на каждом участке кривой роста, построение кривой роста по наблюдениям мультиплетов, электронная концентрация в Солнце, температуры возбуждения атомов, содержания химических элементов в атмосфере Солнца

##### Тема 3. Определение параметров атмосферы звезды методом моделей атмосфер. Часть 1: Определение параметров атмосферы (Тэф, logg, индекса металличности и скорости микротурбулентности) холодных звезд на основе анализа фотометрических и спектроскопических данных

1: Параметры атмосферы звезды, прямые методы определения температуры и поверхностной силы тяжести звезды; методы, основанные на использовании моделей атмосфер; показатели цвета, определение температуры звезды по показателям цвета; таблица спектральных линий, программа расчета содержаний элемента в ЛТР-приближении WIDTH, логарифмическая шкала содержаний

2: бальмеровский скачок, поглощение в бальмеровских линиях, поглощение в крыльях сильных линий металлов, отношение эквивалентных ширин линий одного элемента в двух последовательных стадиях ионизации

##### Тема 4. Определение параметров атмосферы звезды методом моделей атмосфер. Часть 2: Определение параметров атмосферы (Тэф и logg) горячих звезд на основе анализа фотометрических и спектроскопических данных

1. Модель атмосферы; агенты поглощения в спектральной линии и в непрерывном спектре; уравнение переноса излучения; коэффициенты Эйнштейна; коэффициент поглощения излучения; механизмы уширения линии; профиль линии поглощения.

2: Характеристики наблюдаемого спектра звезды; способы определения эквивалентной ширины линии в наблюдаемом спектре звезды; виды зависимостей для определения температуры и поверхностной силы тяжести атмосферы звезды; особенности распределения энергии в спектрах O, A - звезд; особенности распределения энергии в спектрах G, M - звезд.

##### Тема 5. Определение параметров атмосферы звезды методом моделей атмосфер. Часть 3: Определение параметров атмосферы (Тэф, logg, индекса металличности и содержания химических элементов) на основе сравнения наблюдаемого и теоретических спектров, рассчитываемых с использованием программных комплексов

Параметры модели атмосферы, звезды с солнечным химическим составом, звезды с пониженным содержанием металлов относительно Солнца. Синтетический (теоретический) спектр звезды: непрерывный спектр, линия поглощения, агенты поглощения при расчете общей непрозрачности в континууме; программа по расчету синтетического спектра SYNT, STAR. Длина волны линии, скорость микротурбулентности и макротурбулентности, скорость вращения vsini звезды, величина инструментального контура для расчета аппаратной функции.

##### Тема 6. Определение параметров газа в туманностях из анализа запрещенных линий в излучении областей НII

Запрещенные линии Условия формирования запрещенных линий. Наиболее сильные запрещенные линии в спектрах туманностей. Вероятности разрешенных и запрещенных переходов. Условия свечения в запрещенных линиях. Скорости ударного возбуждения тяжелых атомов. Уравнения стационарности. Интенсивности линий. Спектры планетарной туманности. Интенсивности линий.

##### Тема 7. Определение фундаментальных характеристик эмиссионных туманностей на основе изучения бальмеровского декремента

Эффект флуоресценции. Лаймановский континуум. Каскадные переходы. Рекомбинационные линии. оптическая толщина туманности. Уравнения стационарности. Эйнштейновские коэффициенты и скорости радиативной рекомбинации, мензеловские коэффициенты. Населенности атома НI. Интенсивности линий. Мера эмиссии. Бальмеровский декремент.

#### **Тема 8. Определение температур ядер туманностей методом Занстра II типа**

Лаймановский континуум. Количество квантов в Лаймановском континууме, эквивалентная ширина линии.

Цветовая температура звезды. Чернотельное излучение звезды. Функция Планка. Метод моделей атмосфер. Методы Занстра I и II типов и Амбарцумяна. О-В звезды главной последовательности, ядра планетарных туманностей, звезды Вольфа-Райе. Источники ошибок разных методов и способы их уменьшения.

#### **Тема 9. Определение фундаментальных характеристик областей НI методом дублетов**

Линии поглощения межзвездной среды. Особенности таких линий: постоянство доплеровских смещений по времени, малая полуширина профилей, независимость интенсивности от типа наблюдаемых объектов и ее рост с увеличением расстояний до них.

Резонансные линии. Излучение звезды, пришедшее в газ, оптическая толщина газа, полное количество поглощающих частиц, коэффициент поглощения на одну частицу. Функция уширения, зависящая как от параметров поглощающего атома, так и от параметров среды в целом. Доплеровская полуширина линий, тепловая скорость движения атомов, скорость турбулентных движений среды.

Теоретическая кривая роста. Метод дублетов. Соотношение между доплеровскими полуширинами двух линий дублета. Соотношение между оптическими толщинами среды в центре линий дублета.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

база данных по различным отраслям науки East View - <https://dlib.eastview.com/>

научная электронная библиотека - <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

электронно-библиотечная система "ЛАНЬ" - <https://e.lanbook.com/>

электронно-библиотечная система "ЗНАНИУМ" - <https://znanium.ru/>

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;

- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

архив наиболее свежих статей - arxiv.org

всемирная поисковая и информационная база астрофизической и спектроскопической литературы - adsabs.harvard.edu  
европейская поисковая и информационная база астрофизических и астрономических данных - cdsweb.u-strasbg.fr

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекция - это форма учебного процесса, основанная на передаче преподавателем новых знаний, изложении учебного материала для его целостного усвоения студентами в логической взаимосвязи. Материал для лекции преподаватель подбирает в соответствии с требованиями государственного стандарта образования и рабочей программы по предмету. Могут использоваться так же собственные, авторские разработки. Чаще всего используются лекции в режиме монолога преподавателя с учетом обратной связи студентов (вопросы, уточнения и т.п.). Для стимулирования познавательных процессов студентов, их активизации в процессе обучения применяются лекции в режиме диалога.
лабораторные работы	Лабораторные занятия, как и другие виды практических занятий, являются средним звеном между углубленной теоретической работой обучающихся на лекциях, семинарах и применением знаний на практике. Эти занятия удачно сочетают элементы теоретического исследования и практической работы. Выполняя лабораторные работы, студенты лучше усваивают программный материал, так как многие определения, казавшиеся отвлечеными, становятся вполне конкретными, происходит соприкосновение теории с практикой, что в целом содействует пониманию сложных вопросов науки и становлению студентов как будущих специалистов. Лабораторные работы выполняются согласно графика учебного процесса и самостоятельной работы студентов по дисциплинам. При этом соблюдается принцип индивидуального выполнения работ. Каждый студент ведет рабочую тетрадь, оформление которой должно отвечать требованиям, основные из которых следующие: - на титульном листе указывают предмет, курс, группу, подгруппу, фамилию, имя, отчество студента; каждую работу нумеруют в соответствии с методическими указаниями, указывают дату выполнения работы; - полностью записывают название работы, цель и принцип метода, кратко характеризуют ход эксперимента и объект исследования; - при необходимости приводят рисунок установки; результаты опытов фиксируют в виде рисунков с обязательными подписями к ним, а также таблицы или описывают словесно (характер оформления работы обычно указан в методических указаниях к самостоятельным работам); - в конце каждой работы делают вывод или заключение, которые обсуждаются при подведении итогов занятия.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов по изучаемой дисциплине предполагает более глубокую проработку ими отдельных тем курса, определенных программой. Самостоятельная работа - это индивидуальная работа студента, выполняемая без непосредственного контакта с преподавателем. Во время самостоятельной работы студентам рекомендуется изучать дополнительные материалы по изучаемому курсу, что позволит повысить уровень теоретического освоения материала и подготовиться к сдаче практических работ, зачету или экзамену.</p> <p>Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) - это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Составить перечень книг или научных статей, с которыми Вам следует познакомиться; перечень должен быть систематизирован.</li> <li>2) Обязательно выписывать все выходные данные по каждому источнику.</li> <li>3) Разобраться для себя, какие книги/статьи (или какие главы книг/частей статей) следует прочитать более внимательно, а какие - просто просмотреть.</li> <li>4) Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность "воспринимать" сложные тексты; для этого лучший прием - научиться читать медленно для понимания каждого прочитанного слова (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать).</li> </ol> <p>Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель - извлечение из текста необходимой информации. От того, на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.), во многом зависит эффективность осуществляемого действия.</p>
зачет	<p>Зачет проходит в виде устного опроса студентов по пройденному лекционному материалу и выполненным практическим работам.</p> <p>Задачи студента в период зачетной сессии - это повторение, обобщение и систематизация изученного материала. Сначала следует внимательно посмотреть программу, установить наиболее трудные, наименее усвоенные разделы. Повторение рекомендуется вести по темам программы и по главам учебника. В процессе повторения анализируются и систематизируются все знания, накопленные при изучении программного материала: данные учебника, записи лекций, конспекты прочитанных книг, заметки, сделанные во время консультаций, результаты практических и лабораторных занятий. Установите четкий ритм работы и режим дня. Разумно чередуйте труд и отдых, питание, нормальный сон и пребывание на свежем воздухе.</p> <p>Для подготовки к зачету рекомендуется повторно изучить конспекты и рекомендованную литературу.</p>

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачётке или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации "Астрофизика и космология".

*Приложение 2*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
**Б1.В.03 Специальный астрофизический практикум**

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Гусейханов, М. К. Основы астрофизики / М. К. Гусейханов. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 208 с. - ISBN 978-5-507-46822-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/321188> (дата обращения: 11.11.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Астрофизика звезд : учебное пособие / составители Л. Ю. Леонова [и др.]. - Воронеж : ВГУ, 2018. - 60 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/171152> (дата обращения: 11.11.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Звёзды : учебное пособие / В. П. Архипова, С. И. Блинников, С. А. Ламзин [и др.] ; составитель В. Г. Сурдин. - 4-е изд., испр. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2023. - 436 с. - ISBN 978-5-9221-1862-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/415433> (дата обращения: 11.11.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Физика звёзд средних и малых масс с активностью солнечного типа : монография / Р. Е. Гершберг, Н. И. Клиорин, Л. А. Путильник, А. А. Шляпников. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2020. - 768 с. - ISBN 978-5-9221-1881-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185593> (дата обращения: 11.11.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Сурдин, В. Г. Астрономия: век XXI / В. Г. Сурдин. - 5-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 570 с. - ISBN 978-5-93700-172-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/314969> (дата обращения: 11.11.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Шиманский В.В. Астрофизический спецпрактикум. Часть 2. Физика межзвездной среды: учебно-методическое пособие / В.В. Шиманский, Р.С. Плясун, Н.Н. Шиманская // Казанский университет. - Казань. - 2011. - 50 с. - URL: [https://kpfu.ru/portal/docs/F\\_275312329/Shimanskij.Astrof..specpraktikum.ch.2.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F_275312329/Shimanskij.Astrof..specpraktikum.ch.2.pdf) (дата обращения: 24.04.2020). - Режим доступа: открытый.
2. Астрофизика звезд : учебное пособие / составители Л. Ю. Леонова [и др.]. - Воронеж : ВГУ, 2018. - 60 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/171152> (дата обращения: 11.11.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Курс теоретической астрофизики: учебник для студентов / В. В. Соболев. - Москва: Наука, 1985. - 504 с. + табл., ил. (НБ - 19 экз.).
4. Общая астрофизика: учебное пособие для студентов вузов / А. В. Засов, К. А. Постнов. - Фрязино: Век 2, 2006. - 496 с.: ил. (НБ -106 экз.).
5. Чаругин, В. М. Классическая астрономия : учебное пособие / В. М. Чаругин. - Москва : МПГУ, 2013. - 214 с. - ISBN 978-5-7042-2400-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/536501> (дата обращения: 11.11.2025). - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
**Б1.В.03 Специальный астрофизический практикум**

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая  
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: Астрофизика и космология

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.