

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

Код модуля	Модуль
1147826	Дополнительные главы астрофизики и звездной астрономии

Екатеринбург

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

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Островский Андрей Борисович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Дополнительные главы астрофизики и звездной астрономии**

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят дисциплины «Звездные скопления», «Экзопланеты и коричневые карлики», «Дополнительные главы физики межзвездной среды», «Астрохимия». Модуль дает описание как эволюции планетных и звездных систем, так и химической эволюции межзвездной среды и её связи с физическими процессами, происходящими в космосе. Цель изучения курса – получить систематические знания о химических процессах во Вселенной. Должно быть достигнуто понимание механизмов первичного синтеза элементов и дальнейшей химической эволюции материи в направлении усложнения химического состава вплоть до синтеза пребиотических молекул. Особое внимание уделяется химической эволюции межзвездной среды в процессе звездно- и планетообразования.

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	Астрохимия	5
2	Дополнительные главы физики межзвездной среды	5
3	Звездные скопления	4
4	Экзопланеты и коричневые карлики	4
ИТОГО по модулю:		18

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Астрофизика2. Звездная астрономия3. Физика межзвездной среды и радиоастрономия4. Междисциплинарный курсовой проект
Постреквизиты и кореквизиты модуля	<ol style="list-style-type: none">1. Специальные главы астрофизики2. Вычислительная астрофизика и методы обработки данных3. Космология4. Космология5. Специальные главы астрофизики6. Теории движения небесных тел7. Теории движения небесных тел

	8. Дополнительные главы астрометрии и небесной механики
--	---

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
Астрохимия	ПК-9 - Способен ориентироваться в прикладных аспектах научных исследований, совершенствовать, углублять и развивать теорию и модели, лежащие в их основе	З-1 - Характеризовать прикладные аспекты научных исследований
	ПК-11 - Способен ориентироваться в актуальных достижениях естественных наук для решения современных новых классов астрофизических задач	З-1 - Характеризовать основные химические процессы в межзвездной среде У-1 - Анализировать условия протекания различных типов химических реакций в межзвездной среде П-1 - Сделать вывод о результатах астрохимического моделирования
Дополнительные главы физики межзвездной среды	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
	ПК-11 - Способен ориентироваться в актуальных достижениях естественных наук для решения современных новых классов астрофизических задач	З-2 - Сформулировать закономерности основных процессов, протекающих в молекулярной фазе межзвездной среды У-2 - Правильно интерпретировать связи между наблюдаемыми свойствами

		<p>молекулярной среды с физическими условиями в ней</p> <p>П-2 - Осуществить обоснованный сбор информации об объектах межзвездной среды различных классов</p>
Звездные скопления	<p>ПК-4 - Владеет наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений</p>	<p>З-1 - Привести примеры основных методов наблюдательных и экспериментальных исследований астрономических и физических объектов и явлений</p> <p>У-1 - Самостоятельно применять методы наблюдательных и экспериментальных исследований астрономических и физических объектов и явлений</p>
	<p>ПК-12 - Способен ориентироваться и применять актуальные достижения математики и астрофизики для исследований динамики гравитирующих систем</p>	<p>З-1 - Характеризовать кинематические и динамические свойства звездных скоплений</p> <p>У-1 - Оценивать массу и размеры скопления по наблюдаемым параметрам звезд</p> <p>П-1 - Сделать выводы о профиле плотности скоплений по астрометрическим данным</p>
Экзопланеты и коричневые карлики	<p>ПК-2 - Владеет методами физического, математического и алгоритмического моделирования при анализе научных проблем астрономии и смежных наук</p>	<p>З-1 - Изложить основные методы физического, математического и алгоритмического моделирования</p> <p>У-1 - Самостоятельно применять методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении поставленных задач</p>
	<p>ПК-11 - Способен ориентироваться в актуальных достижениях естественных наук для решения современных новых классов астрофизических задач</p>	<p>З-3 - Описывать подсистему звезд малых масс и экзопланет в Галактике</p> <p>У-3 - Оценивать роль экзопланет в вопросе возникновения жизни в Галактике</p> <p>П-3 - Осуществлять компиляцию актуальных сведений о свойствах коричневых карликов и экзопланет</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Астрохимия

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Васюнин Антон Иванович	кандидат наук, без ученого звания	Доцент	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
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:

- Васюнин Антон Иванович, Доцент, астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
- 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.	Ознакомление с фундаментальными химическими и физическими процессами, определяющими химическую эволюцию вещества во Вселенной.
P2	Химия в ранней Вселенной.	Изучение химической эволюции космической материи в экзотических условиях ранней Вселенной.
P3	Химия диффузных облаков и регионов с доминированием излучения. Переходы $\text{H}\square\text{H}_2$ и $\text{C}^+\square\text{CO}$.	Изучение физики и химии диффузных облаков и регионов с доминированием излучения.
P4	Химия в областях звездообразования.	Изучение химической эволюции молекулярного облака на этапах процесса звездообразования от формирования дозвёздного ядра до появления звезды.
P5	От астрохимии к астробиологии: химия протопланетных дисков и экзопланет.	Изучение химии финальных стадий звездо- и планетообразования. Получение представления о химической эволюции протопланетного вещества на финальных стадиях звездо- и планетообразования, в частности, о происхождении сложных органических молекул в области планетообразования.

Р6	Астрохимические исследования в лаборатории.	Получение представления о современных экспериментальных исследованиях химических процессов в холодном разреженном газе и аналогах межзвездных льдов.
Р7	Современные численные астрохимические модели.	Изучение современных методов численного моделирования химической эволюции межзвездной среды. Обучение использованию астрохимических моделей для оценки химического состава простых по структуре объектов межзвездной среды.

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 профессиональной деятельности	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

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Астрохимия

Электронные ресурсы (издания)

1. Топильская, Г. П.; Физика межзвездной среды : учебное пособие.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276178> (Электронное издание)

2. Спитцер, Л., Л., Левин, М. Л.; Физика полностью ионизованного газа; Мир, Москва; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492350> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Бочкарев, Н. Г.; Основы физики межзвездной среды : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Астрономия".; URSS, Москва; 2015 (2 экз.)
2. Бочкарев, Н. Г.; Основы физики межзвездной среды : Учеб. пособие.; Изд-во МГУ, Москва; 1992 (10 экз.)
3. ; Физика космоса : Маленькая энциклопедия.; Советская энциклопедия, Москва; 1976 (2 экз.)
4. Спитцер, Л., Шустов, Б. М., Слыш, В. И.; Пространство между звездами; Мир, Москва; 1986 (1 экз.)
5. Сороченко, Р. Л.; Рекомбинационные радиолнии. Физика и астрономия; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2003 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- 1 Веб-приложение для моделирования химической эволюции межзвездной среды <http://www.astro.ins.urfu.ru/monaco>
- 2 Зональная научная библиотека УрФУ <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 Научная электронная библиотека, <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- 2 ADS, http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html
- 3 База химических реакций для астрохимии KIDA, <http://kida.obs.u-bordeaux1.fr/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Астрохимия

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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>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>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>	Не требуется
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>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>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</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>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дополнительные главы физики
межзвездной среды

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кузнецов Эдуард Дмитриевич	доктор физико-математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
2	Островский Андрей Борисович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	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:

- Кузнецов Эдуард Дмитриевич, Заведующий кафедрой, астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
- Островский Андрей Борисович, Старший преподаватель, 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	Особенности процессов в областях звездообразования. Молекулярная спектроскопия
P2	Молекулярные и плотные холодные облака	Методы наблюдения и получения информации об условиях в среде. Характерные свойства облаков. Химический состав. Тепловой баланс среды. Поле излучения.
P3	Области звездообразования	Динамическая неустойчивость газовой среды. Данные наблюдений об областях звездообразования. Характер процессов сжатия облаков. Роль магнитного поля. Пылевая компонента. Химическая эволюция. Особенности областей массивного и маломассивного звездообразования.
P4	Области доминирования фотонов	Данные наблюдений об областях доминирования фотонов. Особенности процессов в областях доминирования фотонов. Динамические процесс в областях.
P5	Межгалактическая среда	Методы наблюдения межгалактической среды. Химический состав и физические условия. Тепловой баланс межгалактической среды. Взаимодействие межгалактической и межзвездной среды. Свойства среды на разных красных смещениях. Проблема первичного звездообразования и формирования галактик.

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-2 - Владеет методами физического, математического и алгоритмического моделирования при анализе научных проблем астрономии и смежных наук	З-1 - Изложить основные методы физического, математического и алгоритмического моделирования У-1 - Самостоятельно применять методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении поставленных задач

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы физики межзвездной среды

Электронные ресурсы (издания)

1. Топильская, Г. П.; Физика межзвездной среды : учебное пособие.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276178> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Бочкарев, Н. Г.; Основы физики межзвездной среды : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Астрономия".; URSS, Москва; 2015 (2 экз.)

2. Каплан, С. А.; Физика межзвездной среды; Наука, Москва; 1979 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. 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. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>
3. Информационно-поисковая система по астрономии ADS (Astrophysical Data System). URL: <https://ui.adsabs.harvard.edu/#>
4. Информационно-поисковая система препринтов по астрономии arXiv astro-ph. URL: <https://arxiv.org/archive/astro-ph>
5. adswww.harvard.edu
6. Университетская библиотека онлайн. URL: <http://biblioclub.ru>
7. Электронная научная библиотека. URL: <https://elibrary.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы физики межзвездной среды

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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	PTC Mathcad Education - University Edition (10 pack), Prime 3.0

		Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Звездные скопления

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кузнецов Эдуард Дмитриевич	доктор физико-математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
2	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:

- 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. Основные понятия.	Системы координат. Наблюдательные данные. Фотометрические системы. Общие характеристики звездных скоплений. Диаграммы Герцшпрунга-Рессела, эволюционные треки и изохроны. Основные типы звездных скоплений. Население звездных скоплений.
P2	Рассеянные звездные скопления.	Система рассеянных скоплений Галактики. Определение фундаментальных характеристик рассеянных звездных скоплений (РЗС). Выделение вероятных членов скопления. Детальный и статистический подходы к исследованию РЗС. Исследования кинематики и динамики РЗС. Функции распределения, характеризующие звездные скопления. Метод KDE. Оценивание масс звездных скоплений, "фотометрические" и "динамические" оценки масс. Двойные и кратные звезды в РЗС.
P3	Шаровые скопления.	Система шаровых скоплений (ШС) Галактики. Диаграммы Герцшпрунга-Рессела и стадии эволюции звезд. Морфология горизонтальной ветви шаровых скоплений. Множественные населения звезд в шаровых скоплениях. История формирования системы ШС Галактики. Звездное население ШС: голубые бродяги, миллисекундные пульсары, катаклизмические переменные звезды, рентгеновские

		источники. Динамическая эволюция ШС. Черные дыры промежуточных масс.
P4	Молодые населенные скопления.	Молодые населенные скопления в Магеллановых Облаках. Комплекс звездообразования 30 Dor, скопление NGC 2070. Молодые населенные скопления Галактики.
P5	Погруженные скопления.	Открытие погруженных скоплений. Структура и морфология областей звездообразования. Области звездообразования G174+2.5 и G192+0.0. Звездное скопление в туманности Ориона. Механизмы звездообразования. Продолжительное звездообразование. Темп рождения скоплений.
P6	Звездные скопления в ядрах галактик.	Ядерное звездное скопление Галактики. Структура и морфология ядерного скопления. Ядерные звездные скопления в других галактиках. Пути формирования ядерных звездных скоплений. Особенности динамики и кинематики ядерных скоплений. Сверхмассивные черные дыры.
P7	Системы звездных скоплений в других галактиках.	Системы шаровых скоплений в других галактиках. Формирование молодых населенных скоплений во взаимодействующих галактиках. Особые типы звездных скоплений: скопления с большим отношением масса/светимость, протяженные скопления, "пушистые слабые" скопления (Fuzzy Faint clusters). История формирования систем ШС в галактиках. Ультракомпактные карликовые галактики.
P8	Моделирование динамической эволюции звездных скоплений.	Моделирование задачи N тел с регуляризацией тесных сближений. Моделирование со сглаживанием потенциала. Численное решение уравнения Фоккера-Планка. Метод Монте-Карло. Численное моделирование образования звездных скоплений с учетом газодинамики, воздействия излучения молодых звезд на газ и эволюции звезд. Проблема достоверности численного эксперимента.

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-4 - Владеет наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений	З-1 - Привести примеры основных методов наблюдательных и экспериментальных исследований астрономических и физических объектов и явлений

				У-1 - Самостоятельно применять методы наблюдательных и экспериментальн ых исследований астрономических и физических объектов и явлений
--	--	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Звездные скопления

Электронные ресурсы (издания)

1. Данилов, В. М.; Нестационарность рассеянных звездных скоплений : монография.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/66557.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Холопов, П. Н.; Звездные скопления; Наука, Москва; 1981 (6 экз.)
2. Засов, А. В.; Общая астрофизика : [учеб. пособие для вузов].; Век 2, Фрязино; 2011 (36 экз.)
3. Локтин, А. В.; Лекции по звездной астрономии : учебно-научная монография.; ЮФУ, [Ростов-на-Дону; 2009 (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. Официальный информационный бюллетень комиссии Н4 Международного Астрономического Союза. <https://www.univie.ac.at/scyon/>

4. База данных о звездных скоплениях Галактики и Магеллановых Облаков. <https://webda.physics.muni.cz/navigation.html>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Звездные скопления

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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Подключение к сети Интернет	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Экзопланеты и коричневые карлики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Копытова Таисия Геннадьевна	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
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:

- Копытова Таисия Геннадьевна, Доцент, астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды
- 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	Содержание курса. Что нужно знать и какие навыки иметь для курса. Теоретическое предсказание коричневых карликов. Обоснование термина "коричневый". Теоретическое предсказание экзопланет. Первые экспериментальные подтверждения существования экзопланет и коричневых карликов. Кратко о методах наблюдения. Краткая спектральная характеристика. Открытые вопросы.
P2	Методы обнаружения экзопланет и коричневых карликов	Транзитный метод. Метод лучевых скоростей. Метод прямых наблюдений. Астрометрический метод. Транзитная спектроскопия.
P3	Спектральная классификация коричневых карликов и экзопланет	Спектральная классификация коричневых карликов. Диаграммы цвет-звездная величина. Молодые коричневые карлики - аналоги гигантских экзопланета.
P4	Характеристики атмосфер коричневых карликов и экзопланет	Коричневые карлики и напрямую наблюдаемые экзопланеты. "Горячие Юпитеры". "Нептуновые" планеты. Супер-земли и планеты земного типа. Обитаемая зона.
P5	Климат и облака на коричневых карликах и экзопланетах	Образование облаков в экзопланетах и коричневых карликов. Влияние облаков на кривые блеска, полученные из наблюдений.

P6	Характеристики коричневых карликов	Масса, плотность, период вращения коричневых карликов.
P7	Формирование коричневых карликов и экзопланет	Физические явления в протопланетных дисках; влияние сценария образования экзопланет на химический состав их атмосфер.
P8	Внутреннее строение и эволюция	Внутреннее строение коричневых карликов и экзопланет; охлаждение и сжатие коричневых карликов.
P9	Моделирование	Лучистый перенос. Профиль температура-давление. Образование спектральных линий.
P10	Поиск жизни вне Солнечной системы	Методы обнаружения планет земной группы. Биологические маркеры в спектрах экзопланет.
P11	Будущие наблюдательные проекты	Готовящиеся к запуску космические телескопы; строящиеся крупные наземных телескопы.
P12	Повтор основных моментов, обсуждение и заключение	Повтор и закрепление освоенного материала. Обсуждение тем обязательных к освоению для экзамена.

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-9 - Способен ориентироваться в прикладных аспектах научных исследований, совершенствовать, углублять и развивать теорию и модели, лежащие в их основе	З-1 - Характеризовать прикладные аспекты научных исследований

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Экзопланеты и коричневые карлики

Электронные ресурсы (издания)

- Бескин, В. С.; Гравитация и астрофизика : монография.; Физматлит, Москва; 2009; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67592> (Электронное издание)
- Амбарцумян, В. А., Всехсвятский, С. К.; Теоритическая астрофизика; Редакция технико-теоритической литературы, Москва; 1939; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=133347> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Пашковский, Ю. А., Садовников, Б. И., Смилга, В. П., Сойфер, В. Н., Черепашук, А. М.; Современное естествознание : Энциклопедия: В 10 т. Т. 4. Физика элементарных частиц. Астрофизика ; МАГИСТР-ПРЕСС, Москва; 2000 (1 экз.)
2. Засов, А. В., Постнов, К. А.; Общая астрофизика : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям: 010701 - Физика, 010702 - Астрономия.; Век 2, Фрязино; 2006 (1 экз.)
3. Бескин, В. С.; Гравитация и астрофизика : учеб. пособие для студентов вузов по направлению "Приклад. математика и физика".; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2009 (2 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- 1 Зональная научная библиотека УрФУ <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 Научная электронная библиотека, <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- 2 ADS, http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html
- 3 The VizieR archives <http://cdsarc.u-strasbg.fr/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Экзопланеты и коричневые карлики

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	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft C Student EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

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 STUUseBnft C Student 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>	Не требуется
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>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>WinEDUA3 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>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr STUUseBnft C Student EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>