

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
2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1147826	Дополнительные главы астрофизики и звездной астрономии

Екатеринбург, 2020

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	Кафедра астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

Согласовано:

Учебный отдел



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 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	Астрофизика, Звездная астрономия
Постреквизиты и кореквизиты модуля	

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

	Астрохимия ПК-4 - Владеет наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений	З-1 - Знать основные методы наблюдательных и экспериментальных исследований астрономических и физических объектов и явлений У-1 - Самостоятельно применять методы наблюдательных и экспериментальных исследований астрономических и физических объектов и явлений
	Астрохимия ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками	З-1 - Знать 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
	Астрохимия ПК-9 - Способен ориентироваться в прикладных аспектах научных исследований, совершенствовать, углублять и развивать теорию и модели, лежащие в их основе	З-1 - Знать прикладные аспекты научных исследований
Дополнительные главы физики межзвездной среды	ПК-2 - Владеет методами физического, математического и алгоритмического моделирования при анализе научных проблем астрономии и смежных наук	З-1 - Знать основные методы физического, математического и алгоритмического моделирования У-1 - Самостоятельно применять методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении поставленных задач
	Дополнительные главы физики межзвездной среды ПК-4 - Владеет наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений	З-1 - Знать основные методы наблюдательных и экспериментальных исследований астрономических и физических объектов и явлений У-1 - Самостоятельно применять методы наблюдательных и экспериментальных исследований астрономических и физических объектов и явлений
	Дополнительные главы физики межзвездной среды	З-1 - Знать ключевые достижения астрономии и смежных наук в соответствующей предметной области

	ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками	У-1 - Самостоятельно или под руководством проводить междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками
	Дополнительные главы физики межзвездной среды ПК-9 - Способен ориентироваться в прикладных аспектах научных исследований, совершенствовать, углублять и развивать теорию и модели, лежащие в их основе	З-1 - Знать прикладные аспекты научных исследований
Звездные скопления	ПК-2 - Владеет методами физического, математического и алгоритмического моделирования при анализе научных проблем астрономии и смежных наук	З-1 - Знать основные методы физического, математического и алгоритмического моделирования У-1 - Самостоятельно применять методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении поставленных задач
	Звездные скопления ПК-4 - Владеет наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений	З-1 - Знать основные методы наблюдательных и экспериментальных исследований астрономических и физических объектов и явлений У-1 - Самостоятельно применять методы наблюдательных и экспериментальных исследований астрономических и физических объектов и явлений
	Звездные скопления ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками	З-1 - Знать 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
	Звездные скопления ПК-9 - Способен ориентироваться в	З-1 - Знать прикладные аспекты научных исследований

	прикладных аспектах научных исследований, совершенствовать, углублять и развивать теорию и модели, лежащие в их основе	
Экзопланеты и коричневые карлики	ПК-2 - Владеет методами физического, математического и алгоритмического моделирования при анализе научных проблем астрономии и смежных наук	З-1 - Знать основные методы физического, математического и алгоритмического моделирования У-1 - Самостоятельно применять методы физического, математического и алгоритмического моделирования при решении поставленных задач
	Экзопланеты и коричневые карлики ПК-4 - Владеет наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений	З-1 - Знать основные методы наблюдательных и экспериментальных исследований астрономических и физических объектов и явлений У-1 - Самостоятельно применять методы наблюдательных и экспериментальных исследований астрономических и физических объектов и явлений
	Экзопланеты и коричневые карлики ПК-5 - Способен вести междисциплинарные исследования на стыке астрономии с физикой и математикой и другими естественными науками	З-1 - Знать 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
	Экзопланеты и коричневые карлики ПК-9 - Способен ориентироваться в прикладных аспектах научных исследований, совершенствовать, углублять и развивать теорию и модели, лежащие в их основе	З-1 - Знать прикладные аспекты научных исследований

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в форме:

Очная

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 физико- математических наук, PhD	Доцент	Кафедра астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Васюнин Антон Иванович, Доцент кафедры астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

Актуальные проблемы науки и техники

- Традиционная (репродуктивная) технология

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 H^+H_2 и C^+CO .	Изучение физики и химии диффузных облаков и регионом 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.
P6	Астрохимические исследования в лаборатории.	Получение представления о современных экспериментальных исследованиях химических процессов в холодном разреженном газе и аналогах межзвездных льдов.
P7	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. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

- 1 Веб-приложение для моделирования химической эволюции межзвездной среды
<http://www.astro.ins.urfu.ru/monaco>

Печатные издания

Основная литература

1. Бочкарев, Н. Г. Основы физики межзвездной среды : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Астрономия" / Н. Г. Бочкарев .— Изд. стер. — Москва : URSS : ЛИБРОКОМ, 2015 .— 352 с.

Дополнительная литература

1. K. Pradhan K. Atomic Astrophysics and Spectroscopy : K. Pradhan and S. N. Nahar.— New York : Cambridge University Press, 2011.— Режим доступа : <http://www.kinetics.nsc.ru/chichinin/books/spectroscopy/Pradhan11.pdf>
2. Физика космоса : маленькая энциклопедия / гл. ред. Р. А. Сюняев ; редкол. Ю. Н. Дрожжин-Лабинский, Я. Б. Зельдович, В. Г. Курт, Р. З. Сагдеев .— Изд. 2-е, перераб. и доп. — Москва : Советская энциклопедия, 1986 .— 783 с.
3. Спитцер, Л. Физика полностью ионизированного газа : пер. с англ. / Л. Спитцер ; под ред. Р. А. Демирханова .— М. : Изд-во иностр. лит., 1957 .— 112 с.
4. Рудницкий, Г. М. Конспект лекций по курсу «Радиоастрономия» .— Москва : МГУ, 2001. .— Режим доступа : <http://heritage.sai.msu.ru/ucheb/Rudnickij/index.htm>
5. Сороченко, Р. Л. Рекомбинационные радиолнии. Физика и астрономия : Р. Л. Сороченко, М. А. Гордон .— М. : Физматлит, 2003 .— 392 с.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- 1 ADS, http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html
- 2 База химических реакций для астрохимии KIDA, <http://kida.obs.u-bordeaux1.fr/>

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 Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции; Семинарские занятия; Консультации;	Аудитория оборудована мультимедийным проектором, компьютером и экраном.	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty

	Самостоятельная работа студентов	Компьютерные классы для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов	<p>ЕЕС. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО;</p> <p>MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с</p>
--	----------------------------------	--	---

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень примерных вопросов для зачета

- 1 Химическая эволюция Вселенной в первый миллиард лет существования.
- 2 Формирование молекулярного водорода во Вселенной.
- 3 Формирование сложных молекул в химических реакциях на поверхностях пылевых частиц.
- 4 Микрофизика поверхностных химических процессов.
- 5 Химия диффузных и полупрозрачных облаков.
- 6 Химия областей с доминированием излучения. Переходы H/H_2 и $C+/C/CO$.
- 7 Химия межзвездных ударных волн.
- 8 Химия межзвездных истечений.
- 9 Формирование ледяных мантий пылевых частиц в тёмных облаках. Зависимость от A_V .
- 10 Химия в газовой фазе темных облаков.
- 11 Сложные органические молекулы в горячих ядрах.
- 12 Связь химии и динамики в регионах звездообразования.
- 13 Роль перемешивания вещества в химической эволюции протопланетных дисков.
- 14 Степень ионизации в протопланетных дисках.
- 15 Три химических слоя в протопланетных дисках.
- 16 Атмосферы экзопланет.
- 17 Экспериментальные исследования газофазной химии на установках сверхглубокого вакуума при низкой температуре.
- 18 Экспериментальные исследования аналогов межзвездных льдов.
- 19 Базы данных химических реакций.
- 20 Численные астрохимические модели на балансных уравнениях.
- 21 Стохастические астрохимические модели.
- 22 Микроскопические модели газопылевой межзвездной химии.

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	Островский Андрей Борисович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавате ль	Кафедра астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Островский Андрей Борисович**, Старший преподаватель кафедры астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

Актуальные проблемы науки и техники

- Традиционная (репродуктивная) технология

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.

1.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Не используются

Печатные издания

Основная литература

- 1 Рудницкий, Г. М. Конспект лекций по курсу «Радиоастрономия» .— Москва : МГУ, 2001. .— Режим доступа : <http://heritage.sai.msu.ru/ucheb/Rudnickij/index.htm>

- 2 Каплан, С. А. Физика межзвездной среды / С. А. Каплан, С. Б. Пикельнер .— Москва : Наука, 1979 .— 591 с. — 15 экз.

Дополнительная литература

- 3 Бочкарев, Н. Г. Основы физики межзвездной среды : Учеб. пособие / Н. Г. Бочкарев .— М. : Изд-во МГУ, 1992 .— 352 с. — 10 экз.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. ADS, http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.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. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции; Семинарские занятия; Консультации; Самостоятельная работа студентов	Аудитория оборудована мультимедийным проектором, компьютером и экраном. Компьютерные классы для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень примерных вопросов для экзамена

- 1 Особенности процессов в областях звездообразования.
- 2 Молекулярная спектроскопия. Базовые понятия.
- 3 Методы наблюдения и получения информации об условиях в среде.
- 4 Характерные свойства облаков. Химический состав.
- 5 Тепловой баланс среды в молекулярных облаках. Поле излучения.
- 6 Динамическая неустойчивость газовой среды.
- 7 Данные наблюдений об областях звездообразования.
- 8 Характер процессов сжатия облаков. Роль магнитного поля.
- 9 Пылевая компонента в областях звездообразования. Химическая эволюция.
- 10 Особенности областей массивного и маломассивного звездообразования.
- 11 Данные наблюдений об областях доминирования фотонов.
- 12 Особенности процессов в областях доминирования фотонов. Динамические процесс в областях.
- 13 Методы наблюдения межгалактической среды. Химический состав и физические условия.
- 14 Тепловой баланс межгалактической среды.
- 15 Взаимодействие межгалактической и межзвездной среды.
- 16 Свойства межгалактической среды на разных красных смещениях.
- 17 Проблема первичного звездообразования и формирования галактик.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Звездные скопления

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Попова Мария Эриковна	кандидат физико- математических наук	доцент	Кафедра астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Попова Мария Эриковна, доцент кафедры астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

Актуальные проблемы науки и техники

- Традиционная (репродуктивная) технология

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основные понятия	Системы координат. Наблюдательные данные. Фотометрические системы.
P2	Звездные скопления	Общие характеристики звездных скоплений. Диаграммы Герцшпрунга-Рессела, эволюционные треки и изохроны. Определение физических характеристик звездных скоплений. Критерии выделения членов скопления. Звездные скопления как тест теории звездной эволюции.
P3	Рассеянные звездные скопления как типичные представители населения галактического диска	Система рассеянных скоплений Галактики. Массы и размеры РЗС. Каталоги и базы данных о рассеянных скоплениях. ГР-диаграмма РЗС и ее эволюция. Двухцветные диаграммы РЗС. Определение избытков цвета РЗС по двухцветным диаграммам. Определение возрастов и расстояний до скоплений методом наложения теоретических изохрон. Пространственно-возрастное распределение рассеянных скоплений в Галактике. Спиральный узор и звездообразование. Формирование рассеянных скоплений. Темп рождения скоплений. Пространственные скорости звезд в РЗС. Основные механизмы динамической эволюции и распад РЗС - парные сближения звезд, приливные силы, динамическое трение. Характерное время распада РЗС. Звездные ассоциации, комплексы и движущиеся группы. Погруженные скопления. Основные типы переменных в РЗС. Цефеиды и шкала расстояний.
P4	Шаровые звездные скопления как представители старейшего населения гало Галактики	Звездное население шаровых скоплений. Характеристики шаровых скоплений (возрасты, массы, размеры). Каталог шаровых скоплений. Интегральная функция светимости для ШЗС Галактики как "стандартная свеча". Численность ШЗС. Диаграммы Герцшпрунга-Рессела и стадии эволюции звезд. Морфология горизонтальной ветви шаровых скоплений. Различия в темпах эволюции звезд разной массы. Методы определения параметров ШС (возрасты, массы, размеры). Химический состав ШС Галактики. Множественные населения в некоторых шаровых скоплениях. Численность популяций ШЗС, сценарии формирования и неоднородность популяции. Пространственное распределение системы ШЗС в Галактике. Внутренние движения в шаровых скоплениях. Динамическая эволюция шаровых скоплений - внутренняя релаксация, приливы и гравитационные удары, динамическое трение.

		Аномальные ШС. Переменные звёзды шаровых скоплений. BSS, их свойства и связь с параметрами скоплений. UV-яркие звезды, белые карлики и рентгеновские источники. Шаровые скопления в других галактиках. Ультракомпактные карликовые галактики
--	--	--

1.3. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Звездный атлас Aladin: <http://aladin.u-strasbg.fr/>

Печатные издания

Основная литература

- 1 **Данилов, Владимир Михайлович.** Структурно-динамические характеристики рассеянных звездных скоплений : Учеб. пособие для вузов / В. М. Данилов .— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2004 .— 56 с. — Библиогр.: с. 49-55 (118 назв.) .— 97 экз.
- 2 **Фридман, Алексей Максимович.** Физика галактических дисков / А. М. Фридман, А. В. Хоперсков .— Москва : Физматлит, 2011 .— 640 с.— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2679>.
- 3 **Засов, Анатолий Владимирович.** Общая астрофизика : [учеб. пособие для вузов] / А. В. Засов, К. А. Постнов ; МГУ, Физ. фак., Гос. астроном. ин-т им. П. К. Штернберга .— [2-е изд., испр. и доп.] .— Фрязино : Век 2, 2011 .— 573 с. — 36 экз.

Дополнительная литература

- 1 **Куликовский, Петр Григорьевич.** Звездная астрономия : Учеб. пособие для вузов / П. Г. Куликовский .— М. : Наука, 1978 .— 255 с. — 19 экз.
- 2 **Холопов, Павел Николаевич.** Звездные скопления / П. Н. Холопов .— Москва : Наука, 1981 .— 479 с. — 6 экз.

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- 1 ADS, http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.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 Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции; Семинарские занятия; Консультации; Самостоятельная работа студентов	Аудитория оборудована мультимедийным проектором, компьютером и экраном. Компьютерные классы для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень примерных вопросов для зачета

1. Наблюдательные данные звездной астрономии. Каталоги и базы данных звездных скоплений.
2. Общие характеристики звездных скоплений. Звездные скопления как тест теории звёздной эволюции.
3. Эволюция звезд. Эволюционные треки и изохроны.
4. Критерии выделения членов скопления.
5. Рассеянные звездные скопления как типичные представители населения галактического диска. Общие характеристики рассеянных скоплений.
6. ГР-диаграмма рассеянного звездного скопления и ее эволюция.
7. Двухцветные диаграммы рассеянного звездного скопления. Определение избытков цвета.
8. Определение возраста и расстояния до рассеянного звездного скопления по теоретическим изохронам.
9. Пространственно-возрастное распределение рассеянных звездных скоплений в Галактике.
10. Темп рождения рассеянных скоплений. Основные механизмы динамической эволюции. Распад.
11. Звездные ассоциации, комплексы и движущиеся группы.
12. Погруженные скопления.
13. Основные типы переменных звезд в рассеянных скоплениях. Цефеиды и шкала расстояний.
14. Шаровые звездные скопления. Общие характеристики шаровых скоплений.
15. Интегральная функция светимости шаровых скоплений Галактики как "стандартная свеча".
16. ГР-диаграммы шаровых скоплений и стадии эволюции звёзд.
17. Морфология горизонтальной ветви шаровых скоплений.
18. Методы определения возрастов шаровых скоплений.
19. Пространственное распределение шаровых скоплений в Галактике.
20. Химический состав шаровых скоплений Галактики. Множественные населения в шаровых скоплениях.
21. Кинематика системы шаровых скоплений Галактики. Внутренние движения звезд. Динамическая эволюция шаровых скоплений.
22. Типы переменных звёзд шаровых скоплений и методы определения расстояний.
23. BSS, их свойства и связь с параметрами шаровых скоплений.
24. Шаровые скопления в других галактиках. Ультракompактные карликовые галактики.

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	PhD	Доцент	Кафедра астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

Рекомендовано учебно-методическим советом института естественных наук и математики

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Копытова Таисия Геннадьевна, Доцент кафедры астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

Актуальные проблемы науки и техники

- Традиционная (репродуктивная) технология

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. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации (русский).

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные ресурсы (издания)

Не используются

Печатные издания

Основная литература

- 1 Biller et al. (2013); “Weather on the Nearest Brown Dwarfs: Resolved Simultaneous Multi-wavelength Variability Monitoring of WISE J104915.57-531906.1AB”, ApJ 778, 10; <https://arxiv.org/abs/1310.5144>
- 2 Oeberg et al. (2011); “The Effects of Snowlines on C/O in Planetary Atmospheres”, ApJ 743, 16; <https://arxiv.org/abs/1107.5826>
- 3 Oeberg et al. (2016); “Excess C/O and C/H in Outer Protoplanetary Disk Gas”; ApJ 831, 19; <https://arxiv.org/abs/1610.07859>
- 4 Kreidberg et al. (2014); “A Precise Water Abundance Measurement for the Hot Jupiter WASP-43b”, ApJ 793, 27; <https://arxiv.org/abs/1410.2255>
- 5 Stevenson et al. (2017); “Spitzer Phase Curve Constraints for WASP-43b at 3.6 and 4.5 μm ”, AJ 153, 68; <https://arxiv.org/abs/1608.00056>
- 6 Marois et al. (2010); “Images of a fourth planet orbiting HR 8799”, Nature 468, 1080; <https://arxiv.org/abs/1011.4918>
- 7 Marois et al. (2008); “Direct Imaging of Multiple Planets Orbiting the Star HR 8799”, Science 322, 1348; <https://arxiv.org/abs/0811.2606>
- 8 Manjavacas et al. (2014); “New constraints on the formation and settling of dust in the atmospheres of young M and L dwarfs”, A&A 564, 55; <https://arxiv.org/abs/1402.1584>

Дополнительная литература

1. Macintosh et al. (2015); “Discovery and spectroscopy of the young jovian planet 51 Eri b with the Gemini Planet Imager”, Science 350, 64; <https://arxiv.org/abs/1508.03084>
2. Chauvin et al. (2017); “Discovery of a warm, dusty giant planet around HIP 65426”, A&A 605, 9; <https://arxiv.org/abs/1707.01413>

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

- 1 ADS, http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.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 Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции; Семинарские занятия; Консультации; Самостоятельная работа студентов	Аудитория оборудована мультимедийным проектором, компьютером и экраном. Компьютерные классы для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов	Microsoft Windows 7 по программе Desktop Education ALNG LicSAPk MVL B Faculty EES. Договор 43-12/1864-2018 от 05.12.2018 Браузер Google Chrome – свободное ПО; Браузер Mozilla Firefox – свободное ПО; MS Office 2007/2010 - лицензия № 42095516, срок действия – б/с

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Перечень примерных вопросов для экзамена

- 1 Первые экспериментальные подтверждения существования экзопланет и коричневых карликов.
- 2 Методы обнаружения экзопланет. Транзитный метод. Метод лучевых скоростей. Метод прямых наблюдений. Астрометрический метод.
- 3 Транзитная спектроскопия экзопланет.
- 4 Спектральная классификация коричневых карликов.
- 5 Типы экзопланет. "Горячие Юпитеры". "Нептуновые" планеты. Супер-земли и планеты земного типа.
- 6 Облака в атмосферах коричневых карликов и экзопланет.
- 7 Лучистый перенос. Моделирование атмосфер коричневых карликов и экзопланет.
- 8 Формирование экзопланет и коричневых карликов.
- 9 Внутреннее строение экзопланет и коричневых карликов.
- 10 Поиск жизни вне Солнечной системы. Обитаемая зона.
- 11 Текущие и планируемые наблюдательные проекты.
- 12 Методы анализа данных.