



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра общей и космической физики



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.ДВ.08.02 Введение в астрофизику

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки: Фундаментальная физика и физика Космоса

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:

физического факультета

Протокол № 49 от «26» марта 2025 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор

 Н.М. Буднев

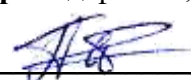
Рекомендовано кафедрой:

общей и космической физики

Протокол № 8

от «24» марта 2025 г.

Зав.кафедрой д.ф.-м.н., профессор

 Паперный В.Л.

Иркутск 2025 г.

Содержание

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	4
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	6
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
4.3. Содержание учебного материала	8
4.4.1. Перечень лекционных занятий	12
4.4.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)	13
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	13
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	14
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	15
а) <i>перечень литературы</i>	15
б) <i>периодические издания</i>	16
в) <i>список авторских методических разработок</i>	16
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	16
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	17
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	17
6.2. Программное обеспечение:	17
6.3. Технические и электронные средства:	17
VII. Образовательные технологии	18
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	18

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Программа дисциплины разработана в соответствии с основной образовательной программой ФГОС по направлению 03.03.02 Физика.

Основная *цель* курса – дать студентам целостное представление о картине Мегакосмоса в рамках существующих естественнонаучных представлений; способствовать развитию их интеллектуальных, творческих способностей и критического мышления в ходе проведения исследований, анализа явлений, восприятия и интерпретации информации.

Для достижения данной цели были поставлены *задачи*:

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

II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Приоритетом современного образования является создание научно-образовательных центров (НОЦ), т. е. интеграция науки и образования. Такой подход обеспечивает будущему специалисту дополнительные знания и исследовательские навыки, необходимые для работы по междисциплинарным направлениям после получения базового образования. Организация учебного процесса при изучении курса «Астрофизика» соотносится с целями образования на современном этапе, а изучение некоторых разделов ориентировано на тематику научных исследований базового института кафедры – Института солнечно-земной физики СО РАН, телескопа МАСТЕР-Тунка на астрофизическом полигоне университета и глубоководного нейтринного телескопа на Байкале. Методика преподавания направлена на *системный подход к обучению и интеграцию* дисциплин естественнонаучного цикла, т. к. при изучении курса используются разделы и темы следующих дисциплин:

- физика (молекулярная физика и термодинамика, электродинамика, волновая оптика, атомная и ядерная физика, статистическая и квантовая физика, физика плазмы, физика элементарных частиц, теория относительности);
- высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление, элементы фрактальной геометрии);
- концепции современного естествознания (синергетика, антропный принцип).

III. Требования к результатам освоения дисциплины

Курс Введение в астрофизику, согласно положениям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования при подготовке бакалавра по направлению 03.03.02 Физика, позволяет студенту приобрести следующие компетенции:

- Способен использовать специализированные знания в области физики и астрофизики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);
- Способен публично представлять результаты своей научной деятельности (ПК-3).

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1	ИДК ПК.1.1 Способен проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, используя специализированные знания в области физики и астрофизики	Знает: • общие сведения о звездах и межзвездной среде, их физические характеристики, структурность Вселенной; • основные теории, определяющие строение и эволюцию космических объектов; • физические законы, лежащие в основе современных методов исследований Мегамира. Умеет: • пользоваться современным знанием физических закономерностей для объяснения вопросов строения, происхождения и эволюции Вселенной и ее структур; • давать аргументированную оценку новой информации в области астрофизики. Владеет: • навыками работы с современным математическим обеспечением для обработки солнечных и других наблюдений
ПК-3	ИДК ПК.3.1 Способен осуществлять теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Умеет: • давать аргументированную оценку новой информации в области астрофизики. Владеет: • основными приемами научно-исследовательской работы;

IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа, в том числе 49 часов контактной работы.

Занятия проводятся только в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через ЭЛИОС факультета. Электронной и дистанционной форм обучения не предусматривается.

На практическую подготовку отводится 6 аудиторных часов (во время выполнения практических заданий).

Форма промежуточной аттестации: зачёт с оценкой.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельна я работа	
					Лекции	Семинарские/ практические/ лабораторные занятия	Консультации		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1 ОСНОВЫ АСТРОФИЗИКИ	5	6,2		4		0,2	2	Самостоятельное решение задач по данной теме, опрос
2	Раздел 2 МИР ГАЛАКТИК И ЕГО СВОЙСТВА	5	6,2		4		0,2	2	
3	Раздел 3 ТЕОРИЯ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗВЕЗД	5	6,1	1	4		0,1	2	
4	Раздел 4 СОЛНЦЕ, КАК ЗВЕЗДА	5	7,1	1	4		0,1	3	
5	Раздел 5 АТМОСФЕРЫ ЗВЕЗД	5	6,1	1	4		0,1	2	
6	Раздел 6 ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД	5	10,1	1	6		0,1	4	
7	Раздел 7 КОМПАКТНЫЕ ЗВЕЗДЫ	5	8,1	1	4		0,1	4	
8	Раздел 8 ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ АСТРОФИЗИКИ	5	8,1	1	4		0,1	4	
КСР			6	6					
Контроль			8	8					
Итого часов			72	6	34		1	23	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение СР
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
5	Все темы	- изучение теоретической части практических заданий; - самостоятельное решение задач по текущей теме	В начале семестра	21	Решение задач, дискуссия	Вся рекомендуемая литература
5	ВСЕ ТЕМЫ	Подготовка к зачёту	К концу семестра	2	Опрос	
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				23		

4.3. Содержание учебного материала

Содержание разделов и тем дисциплины

*Содержание указано в дидактических единицах, которые утверждены решением кафедры.
Общее число дидактических единиц – 8.*

ДЕ 1. ОСНОВЫ АСТРОФИЗИКИ

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗВЕЗДАХ

- 1.1.1. Задачи и разделы астрофизики. Физические методы исследований
- 1.1.2. Понятие звездных величин. Данные наблюдений: размеры звезд, их масса и температура.
- 1.1.3. Основные закономерности в мире звезд. Спектральная классификация звезд, краткая характеристика спектральных классов

ДЕ 2. МИР ГАЛАКТИК И ЕГО СВОЙСТВА

2.1. СТРУКТУРНОСТЬ ВСЕЛЕННОЙ

- 2.1.1. Наша Галактика и ее строение
- 2.1.2. Межзвездная среда: межзвездная пыль, межзвездный газ, космические лучи
- 2.1.3. Галактики: типы, расстояния, размеры, физические свойства
- 2.1.4. Квазары

2.2. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА МЕТАГАЛАКТИКИ

- 2.2.1. Космологический принцип: однородность и изотропность Метагалактики
- 2.2.2. Классическая космология: нестационарность, критическая плотность, «возраст» Вселенной
- 2.2.3. Релятивистская космология. Модель «горячей» Вселенной.
- 2.2.4. Большой взрыв и этапы эволюции Вселенной

ДЕ 3. ТЕОРИЯ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗВЕЗД

3.1. УРАВНЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ ЗВЕЗДЫ

- 3.1.1. Основная задача теории
- 3.1.2. Уравнение гравитационного равновесия
- 3.1.3. Уравнение энергетического равновесия
- 3.1.4. Источники энергии излучения звезд

3.2. ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА ИЗЛУЧЕНИЯ ВНУТРИ ЗВЕЗД

- 3.2.1. Характеристики поля излучения: интенсивность, поток, плотность

3.2.2. Уравнение переноса излучения для сферически-симметричной модели.

3.2.3. Лучистое равновесие внутри звезды (решение уравнения переноса). Звезда, как саморегулирующаяся система.

3.2.3. Конвективный перенос энергии; критерий Шварцшильда.

Уравнение конвективного переноса энергии.

3.3. МОДЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗВЕЗДЫ

3.3.1. Система основных дифференциальных уравнений

3.3.2. Давление и средний молекулярный вес

3.3.3. Генерация энергии

3.3.4. Непрозрачность вещества

3.3.5. Граничные условия. Теорема Фогта - Рассела. Модели звезд разных масс.

Модель современного Солнца

ДЕ 4. СОЛНЦЕ, КАК ЗВЕЗДА

4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СОЛНЦЕ

4.1.1. Положение Солнца в Галактике. Параметры и физические характеристики: масса, светимость, температура

4.1.2. Уравнение переноса излучения. Уравнение лучистого равновесия.

4.1.3. Теория фотосфер при коэффициенте поглощения, не зависящем от частоты ($\alpha_\nu = \alpha$)

4.1.4. Приближенное решение уравнений. Метод Шварцшильда-Шустера. Распределение яркости по диску звезды

4.2. СТРОЕНИЕ СОЛНЦА И ПРОТЕКАЮЩИЕ В НЕМ ПРОЦЕССЫ

4.2.1. Особенности звездных недр

4.2.2. Энерговывделяющее ядро: термоядерные реакции протон-протонного и углеродного циклов; тройной альфа-процесс

4.2.3. Вероятности ядерных реакций

4.2.4. Область лучистого переноса энергии

4.3. КОНВЕКЦИЯ НА СОЛНЦЕ И ГРАНУЛЯЦИЯ

4.3.1. Причина конвекции на Солнце

4.3.2. Число Рэлея и тип конвекции; достаточное условие конвекции

4.3.3. Другие фотосферные движения; структура конвективной зоны

4.4. ГЕНЕРАЦИЯ НЕЛУЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ И НАГРЕВ СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЫ

4.4.1. Распределение температуры вдоль радиуса и в атмосфере

4.4.2. Звуковые волны; энергия звуковой волны

4.4.3. Определяющее значение магнитного поля; модель нагрева

ДЕ 5. АТМОСФЕРЫ ЗВЕЗД

5.1. ЛУЧИСТОЕ РАВНОВЕСИЕ ЗВЕЗДНЫХ ФОТОСФЕР

5.1.1. Задача теории фотосфер. Состояние лучистого равновесия.

5.1.2. Уравнение переноса излучения. Уравнение лучистого равновесия.

5.1.3. Теория фотосфер при коэффициенте поглощения, не зависящем от частоты
($\alpha_\nu = \alpha$)

5.1.4. Приближенное решение уравнений. Метод Шварцшильда-Шустера. Распределение яркости по диску звезды.

5.2. ИЗЛУЧЕНИЕ И ПОГЛОЩЕНИЕ В НЕПРЕРЫВНОМ СПЕКТРЕ

5.2.1. Локальное термодинамическое равновесие

5.2.2. Механизмы поглощения и излучения в непрерывном спектре

5.2.3. Поглощение атомами водорода. Поглощение в звездах различных спектральных классов

5.2.4. Модели звездных фотосфер и наблюдаемые следствия теории

5.3. ЛИНИИ ПОГЛОЩЕНИЯ В СПЕКТРАХ ЗВЕЗД

5.3.1. Механизмы образования спектральных линий

5.3.2. Коэффициенты Эйнштейна. (Квантовая теория излучения).

5.3.3. Естественная ширина спектральных линий. Физические механизмы уширения.

5.3.4. Химический состав звездных атмосфер

ДЕ 6. ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД

6.1. ОБРАЗОВАНИЕ ЗВЕЗД

6.1.1. Два поколения звезд. Теоретические основы звездообразования: гравитационная неустойчивость Джинса и неустойчивость Рэлея-Тейлора.

6.1.2. Проблема магнитного поля Галактики. Понятие о протозвездной стадии эволюции

6.2. ПРОТОЗВЕЗДНАЯ СТАДИЯ ЭВОЛЮЦИИ

6.2.1. Газово-пылевые комплексы. Эмпирические подтверждения процесса звездообразования: АО-ассоциации, космические мазеры

6.2.2. Стадия свободного падения. Объекты Хербиго-Аро.

6.2.3. Эволюция звезд на стадии Хаяши. Звезды типа Т-Тельца.

6.3. ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД НА ГЛАВНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

6.3.1. Стадия главной последовательности. Красные гиганты

6.3.2. Эволюция химических элементов. Сверхновые

6.3.3. Эволюция Солнца

ДЕ 7. КОМПАКТНЫЕ ЗВЕЗДЫ

7.1. БЕЛЫЕ КАРЛИКИ

7.1.1. Понятие; история открытия

7.1.2. Природа белых карликов. Понятие и условие вырождения.

Релятивистское вырождение

7.1.3. Давление, условие равновесия и излучение

7.2. ПУЛЬСАРЫ И НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ

7.2.1. Определение, открытие и отождествление пульсаров

7.2.2. Периодичность и механизм импульсного излучения

7.2.3. Состояние вещества нейтронной звезды. Механизм равновесия и уравнение состояния

7.3. ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ

7.3.1. Понятие гравитационного радиуса

7.3.2. Свойства черных дыр и возможность их обнаружения

7.3.3. Методы определения масс. Результаты наблюдений

ДЕ 8. ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ АСТРОФИЗИКИ

8.1. МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ В КОСМОСЕ

8.1.1. Магнитное поле Земли

8.1.2. Общее магнитное поле Солнца. Измерения магнитных полей.

8.1.3. Магнитное поле Галактики

8.1.4. Магнитное поле Вселенной

8.2. ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ В ЯДРАХ ГАЛАКТИК

8.2.1. Свойства ядер галактик

8.2.2. Определение масс ядер галактик. Определение массы ядра нашей Галактики. Новейшие наблюдения.

8.3. НЕЙТРИННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ СОЛНЦА

8.3.1. Нейтрино, идущие от Солнца. Регистрация нейтрино: хлор – аргоновый эксперимент, галлиевый эксперимент, водный детектор.

8.3.2. Нейтринные осцилляции и масса нейтрино

8.4. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АСТРОФИЗИКИ

8.4.1. Темная материя и темная энергия

8.4.2. Проблема сингулярности

8.4.3. Гравитационные линзы

8.4.4. Голубые карлики

4.4.1. Перечень лекционных занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование работ	Труд оемк ость (часы)	Оценочные средства	Форми- руемые компе- тенции
1	2	3	4	5	6
1.	1. ОСНОВЫ АСТРОФИЗИИ	Электронный атлас спектра Солнца – звезды класса G	6	зачет	ПК1 ПК3
2.	2. МИР ГАЛАКТИК И ЕГО СВОЙСТВА	Выброс квазара 3C273; оценка скорости и светимости квазара	4	Выполнение домашнего задания	
3.	4. СОЛНЦЕ, КАК ЗВЕЗДА	1.Анализ спектра и химического состава Солнца	2	Выполнение домашнего задания	
		2. Изучения профилей линий H α водорода и K Ca в спектре Солнца	6		
		3.Расчет кинетической тепературы солнечной атмосферы по эффекту Доплера	2		
		4.Изучение рентгеновских вспышек	4		
4.	5.АТМОСФЕРЫ ЗВЕЗД	Определение содержания железа в атмосфере звезды	2	Выполнение домашнего задания	
5.	6.ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД	Вычисление эквивалентной ширины спектральной линии	2		
6.	8.ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ АСТРОФИЗИК И	Определение напряженности магнитного поля по эффекту Зеемана	6	Выполнение домашнего задания	

Семинарские и практические занятия не предусмотрены учебным планам

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	ОСНОВЫ АСТРОФИЗИКИ	Решение задач по данной теме	§§ 1-2 Приложения, все задачи	<i>Сотникова Р. Т.</i> Введение в астрофизику	2
2.	МИР ГАЛАКТИК И ЕГО СВОЙСТВА	Разработать и составить кроссворд	Подготовить 25 вопросов с программируемыми вариантами ответов	<i>Сотникова Р. Т.</i> Введение в астрофизику	2
3.	ТЕОРИЯ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗВЕЗД	Решить уравнение переноса излучения	Получить дифф. ур-ие для потока и давления излучения	<i>Сотникова Р. Т.</i> Введение в астрофизику	2
4.	СОЛНЦЕ, КАК ЗВЕЗДА. АТМОСФЕРЫ ЗВЕЗД	Выполнение работы научно-исследовательской направленности	. Обработать наблюдения Солнца и звезд в режиме On-line и IT-технологий	<i>Сотникова Р. Т.</i> Введение в гелиофизику; Введение в физику Солнца. Ч.1, Приложение	3
5.	ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД	Подготовка к дискуссии	Углубленно изучить тему	<i>Сотникова Р. Т.</i> Введение в астрофизику	2
6.	ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ АСТРОФИЗИКИ	Подготовка научного доклада	Сделать презентацию	Вся литература из программы курса	4
7.	Текущие консультации				2
8.	ВСЕ ТЕМЫ	Подготовка к зачету	Повторить все разделы курса	Основная литература: 1 - 3	4

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в разборах практических заданий, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Теоретические знания, полученные студентами при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практического задания, а также при самотестировании.

При выполнении практических заданий обращается особое внимание на выработку у студентов умения грамотно выполнять и оформлять документацию, умения пользоваться научно-технической справочной литературой. Каждый студент должен подготовиться к защите своего отчета, разобравшись с теорией исследуемого явления.

Текущая работа над учебными материалами включает в себя систематизацию теоретического материала каждой практической работы, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания работы. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

Границы между разными видами самостоятельных работ достаточно размыты, а сами виды работы пересекаются. Таким образом, самостоятельной работа студентов может быть как в аудитории, так и вне ее.

Закрепление всего изученного материала осуществляется на контрольной работе. Также может быть проведено тестирование по всем темам курса. Преподаватель помогает разобраться с проблемными вопросами и задачами (по мере их поступления) в ходе текущих консультаций.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) перечень литературы

основная литература

- 1) Засов, А.В. Общая астрофизика [Текст] : учеб. пособие / А. В. Засов, К. А. Постнов ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Физ. фак., Гос. астроном. ин-т им. П. К. Штернберга. - 3-е изд., испр. и доп. - Фрязино : Век 2, 2016. - 573 с. ; 22 см. - Библиогр.: с. 565-566. - ISBN 978-5-85099-194-4. – (9 экз)
- 2) Сотникова, Р.Т. Введение в астрофизику [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Т. Сотникова. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2007. – 248 с. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN: 978-5-9624-0246-8
- 3) Сотникова, Р.Т.. Введение в гелиофизику: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. ВПО 011200 - Физика/ Р. Т. Сотникова, В. Г. Файнштейн ; рец.: В. Н. Обридко, А. Г. Тлатов; Иркутский гос. ун-т, СО РАН, Ин-т солн.-земной физики. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 256 с.: а-ил.. – (Солнечно-земная физика). – (5 экз)

дополнительная литература

- 1) Гусейханов, М. К. Основы астрофизики [Электронный ресурс] / М. К. Гусейханов. - Москва : Лань", 2016. - Режим доступа: ЭБС "Издательство Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2176-3
- 2) Сотникова, Р.Т. Введение в физику Солнца: учеб. пособие: в 2 ч./ Р. Т. Сотникова [и др.] ; рец.: А. Г. Тлатов, С. А. Язев ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Иркутский науч. центр, Ин-т солнечно-земной физики. – Иркутск: Изд-во ИГУ. – 2010. – ISBN 978-5-9624-0621-3. – Ч. 2. – 2012. – 195 с.
- 3) Аннушкин, Ю.В. Введение в астрономию. Физика солнечной системы [Текст] : учеб. пособие / Ю. В. Аннушкин, С. А. Язев ; рец.: П. Г. Ковадло, Р. Т. Сотникова ; Иркут. гос. ун-т, Физ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 103 с. ; 21 см. - (Солнечно-земная физика). - Библиогр.: с. 103. - ISBN 978-5-9624-0886-6. – (18 экз.).
- 4) Сотникова, Раиса Тимофеевна Введение в физику солнца [Текст] : учеб. пособие : в 2 ч. / Р. Т. Сотникова, Л. К. Кашапова ; Иркутский гос. ун-т, Физ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2010 - . - 20 см.
Ч. 1. - 2010. - 135 с. : ил. - Библиогр.: с. 121-123. – (11 экз.).

б) периодические издания

- нет.

в) список авторских методических разработок

1. Сотникова, Р.Т. Введение в астрофизику [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Т. Сотникова. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2007. – 248 с. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN: 978-5-9624-0246-8
2. Сотникова, Р.Т.. Введение в гелиофизику: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. ВПО 011200 - Физика/ Р. Т. Сотникова, В. Г. Файнштейн ; рец.: В. Н. Обридко, А. Г. Тлатов; Иркутский гос. ун-т, СО РАН, Ин-т солн.-земной физики. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 256 с.: а-ил.. – (Солнечно-земная физика).
3. Сотникова, Р.Т. Введение в физику Солнца: учеб. пособие: в 2 ч./ Р. Т. Сотникова [и др.] ; рец.: А. Г. Тлатов, С. А. Язев ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Иркутский науч. центр, Ин-т солнечно-земной физики. – Иркутск: Изд-во ИГУ. – 2010. – ISBN 978-5-9624-0621-3. – Ч. 2. – 2012. – 195 с.
4. Сотникова, Р.Т. Астрофизика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Т. Сотникова ; Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. - Электрон. текстовые дан. - Иркутск : ИГУ, 2005. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. - (Труды ученых ИГУ). - Систем. требования: процессор Pentium I и выше ; ОЗУ 64 Мб ; операц. система Windows 95/98/2000/XP ; CD-ROM привод ; программа Adobe Acrobat Reader 3.0 и выше ; мышь. - Загл. с контейнера. - (в кор.)
5. В системе образовательного портала ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по данному курсу

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Астрофизическая информационная система [HACA \(ADS — Astrophysics Data System\)](http://adswww.harvard.edu/)
<http://adswww.harvard.edu/>

Указатель ресурсов Интернет по астрофизике http://www.benran.ru/E_n/astrint.html

Образовательный сайт по астрофизике <http://www.astronet.ru/>

Сайт орбитального телескопа им. Хаббла <http://hubblesite.org/>

W. M. Keck Observatory <http://www.keckobservatory.org/>

Национальная астрономическая обсерватория Японии <http://www.naoj.org/>

Европейская объединенная обсерватория (ESO) <http://www.eso.org/public/>

Федеральное космическое агентство РОСКОСМОС <http://www.roscosmos.ru/>

Американское аэрокосмическое агентство NASA <http://www.nasa.gov/>

Европейское аэрокосмическое агентство <http://www.esa.int/esaCP/>

- В системе образовательного портала игу (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по дисциплине Б1.В.ДВ.06.01 "АСТРОФИЗИКА".
- ЭЧЗ «БИБЛИОТЕХ» [HTTPS://ISU.BIBLIOTECH.RU/](https://isu.bibliotech.ru/)
- ЭБС «ЛАНЬ» [HTTP://E.LANBOOK.COM/](http://e.lanbook.com/)
- ЭБС «РУКОНТ» [HTTP://RUCONT.RU](http://rucont.ru)

- ЭБС «АЙБУКС» [HTTP://LBOOKS.RU](http://lbooks.ru)
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>)

VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Курс имеет компьютерное обеспечение для одновременной индивидуальной работы всех студентов, что способствует активному формированию компетенций, обозначенных в разделе 3 данной программы (4 ноутбука Lenovo B590 с предустановленной системой Windows 8, 5 стационарных компьютеров Intel Celeron CPU 1.82Ghz с Windows XP Pro SP2).

На лекционных занятиях могут использоваться мультимедийные средства: проектор (CASIO XJ-A241), переносной экран (Classic Solution, T195x195/1MW-LU/B), ноутбук Lenovo B590. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированной по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы. При этом обеспечена возможность осуществления одновременного индивидуального доступа к такой системе не менее чем для 25 обучающихся.

В качестве материалов имеются справочные спектральные таблицы, а также более 30 видеофайлов, наглядно показывающих экспериментальные данные в различных диапазонах.

6.2. Программное обеспечение:

Стандартные сервисы глобальной сети Интернет, стандартные средства просмотра презентаций и научных публикаций в электронном виде. Авторская программа «Атлас» (от 13.08.2007, бессрочно). Электронная мультимедийная астрофизическая база данных ESO 3D Universe v.1 (2003, бессрочно).

6.3. Технические и электронные средства:

На аудиторных занятиях используются мультимедийные средства: переносной проектор (CASIO XJ-A241), стационарный настенный экран (Classic Solution, 244x244), ноутбук Lenovo B590.

VII. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации компетентного подхода, в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий. Интерактивные формы работы на учебных занятиях предусматривают активную позицию студентов при изучении материала, например, самостоятельно подготовить дополнение к теме и вынести его на обсуждение, провести дискуссию, включить элементы собственных научных исследований и сделать краткую презентацию своих выступлений на научных конференциях. Все это формирует способности применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в области исследований космоса

При выполнении домашних заданий студенты используют данные наблюдений обсерваторий ИСЗФ. По материалам наблюдений они приобретают исследовательские навыки, необходимые для работы по междисциплинарным направлениям, после получения базового образования и формируют компетенцию готовности выявить естественнонаучную сущность проблем, компетенцию готовности использовать методы теоретической и экспериментальной физики в профессиональной деятельности по изучению космического пространства и компетенцию способности самостоятельно работать на астрофизических приборах

Программа предполагает использование современных образовательных технологий: информационных (презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео), дистанционные, научно-исследовательской направленности и т. п.

VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

8.1.1. Оценочные средства для входного контроля

Оценочными средствами для входного контроля знаний являются дискуссии и диспуты по текущим современным проблемам астрофизики.

8.1.2. Оценочные средства текущего контроля

Содержание учебного материала разделено на дидактические единицы (ДЕ) – предметные темы, подлежащие обязательному изучению и усвоению в процессе обучения. Так же учитывается промежуточная аттестация по итогам самостоятельной работы, предусмотренной программой курса.

Примерный тест по астрофизике:

1. Почему светят звёзды?

- а) за счёт флюоресценции*
- б) за счёт фосфоресценции*
- в) за счёт ядерной реакции*

- г) за счёт термоядерной реакции
- 2. Что находится в центре нашей Галактики?**
- а) Солнце
 - б) Полярная звезда
 - в) чёрная дыра
 - г) тёмная материя
- 3. Где находится Очень Большой Телескоп (VLT) Европейской Южной обсерватории?**
- а) в Европе
 - б) в Австралии
 - в) в Чили
 - г) на орбите
- 4. Сколько километров в световом году?**
- а) триста тысяч
 - б) сто пятьдесят миллионов
 - в) десять в тринадцатой
 - г) вопрос поставлен некорректно
- 5. Что такое Большая Медведица?**
- а) самка белого медведя
 - б) созвездие северного полушария
 - в) поэтическое название полярного сияния
 - г) неграмотное название Ковша
- 6. На что похожа ячеисто-сотовая структура Вселенной?**
- а) на пчелиные соты, только трёхмерные
 - б) на губку для мытья посуды
 - в) на кристаллические структуры
 - г) на сыр с большим количеством дырок
- 7. Сколько астероидов в Солнечной системе?**
- а) ни одного
 - б) один
 - в) четыре
 - г) тьма тьмущая
- 8. Кто такой Хаббл?**
- а) знаменитый астроном двадцатого века
 - б) персонаж русских народных сказок, разновидность гоблина
 - в) менеджер проекта одноимённого телескопа
 - г) чемпион мира по боксу в средней весовой категории, в честь которого назван телескоп
- 9. Где находится пояс Койпера?**
- а) в земной магнитосфере
 - б) между орбитами Сатурна и Урана
 - в) за орбитой Нептуна
 - г) в созвездии Ориона
- 10. Как определяют расстояния до квазаров?**
- а) на глаз
 - б) методом радиолокации
 - в) методом параллакса
 - г) по смещению линий в спектре
- 11. Что такое двойная звезда?**
- а) на самом деле это две звезды, обращающиеся около общего гравитационного центра
 - б) звезда, светящаяся с удвоенной яркостью

- в) эффект раздвоения изображения в телескопе с некачественно отшлифованным объективом
- г) две слившихся звезды

12. Во время элонгации Венера видна как объект минус четвёртой звёздной величины. Но Венера - это планета, а не звезда. Почему тогда освещённость, создаваемую ею, измеряют в звёздных величинах?

- а) это недоразумение
- б) это исторический курьёз, сохранившийся как дань традиции
- в) звёздная величина - это универсальная мера освещённости для всех космических объектов независимо от их природы
- г) данный парадокс лишён смысла, так как в его формулировке допущена фактическая ошибка

13. Местонахождение звёзд главной последовательности:

- а) на диагонали диаграммы Герцшпрунга-Рессела
- б) в плоскости эклиптики
- в) на периферии Галактики
- г) внутри шаровых скоплений

14. Что такое чёрная дыра?

- а) погасший белый карлик
- б) тело, сжавшееся до размера меньше гравитационного радиуса
- в) пустая область пространства между скоплениями галактик
- г) то же самое, что белая дыра, но состоящая из антиматерии

15. В чём сущность эффекта гравитационного линзирования?

- а) фокусировка гравитационных волн в гравитационных детекторах
- б) прохождение света сквозь линзовидную галактику
- в) искривление пути света, проходящего вблизи массивных объектов
- г) поглощение гравитационных волн чёрными дырами

16. Какого цвета Солнце?

- а) белого
- б) жёлтого
- в) красного
- г) зелёного

17. Из чего большей частью состоит Вселенная?

- а) из светлой материи
- б) из тёмной материи
- в) из светлой энергии
- г) из тёмной энергии

18. Что излучает чёрная дыра?

- а) ничего
- б) гравитационные волны
- в) рентгеновское излучение
- г) излучение абсолютно чёрного тела

19. Каков характерный размер пульсаров?

- а) десять километров
- б) сто миллионов километров
- в) десять парсек
- г) триста мегапарсек

20. Какая звезда ближайшая к Солнцу?

- а) Толиман (альфа Центавра)
- б) Проксима Центавра
- в) Вольф 359
- г) Сириус В

21. Как рождаются звёзды?

- а) конденсируются из межзвёздных облаков
- б) размножаются простым делением пополам
- в) развиваются из планет-зародышей
- г) в настоящее время звёзды не рождаются, все они сформировались на ранних стадиях Вселенной

22. Есть ли в межзвёздном газе органические соединения?

- а) да
- б) нет
- в) это зависит от времени суток
- г) вопрос поставлен некорректно

23. Что из себя представляет Малое Магелланово Облако?

- а) остаток сверхновой
- б) звёздную ассоциацию
- в) облако ионизированного газа
- г) неправильную галактику

24. Как называются объекты, промежуточные между звёздами и планетами?

- а) планетозвёзды
- б) планетоиды
- в) красные карлики
- г) коричневые карлики

25. Чем являются пятна на Солнце?

- а) ударными и вулканическими кратерами
- б) атмосферными вихрями
- в) месторождениями нефти
- г) областями пониженной температуры

26. Самое распространённое химическое вещество во Вселенной - это...

- а) вода
- б) спирт
- в) гелий
- г) водород

Примерные варианты домашних задач:

- 1) Мы видим звезды до 6^m . Сколько звезд 6^m могут заменить по яркости одну Венеру?
- 2) Оцените абсолютную звездную величину Солнца (M_C), зная только, что видимая звездная величина Солнца $m_C = -26,8$.
- 3) Пять средних звезд ковша Большой Медведицы принадлежат к одному рассеянному скоплению. Оцените расстояние до этого скопления (в световых годах). Для получения некоторых исходных данных надо вспомнить ночное небо и Большую Медведицу, средние звезды которой имеют **белый** цвет и видимую звездную величину 2^m . (Для решения можно использовать диаграмму Герцшпрунга-Рессела).
- 4) С какой скоростью нужно приближаться к светофору, чтобы красный свет показался зелёным?

8.1.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Самостоятельное решение практической задачи	Основы астрофизики	ПК-1
2.	Самостоятельное решение практической задачи	Мир галактик и его свойства	ПК-1
3.	Самостоятельное решение практической задачи	Теория внутреннего строения звезд	ПК-1
4.	Самостоятельное решение практической задачи	Солнце, как звезда. Атмосферы звезд	ПК-1, ПК-3
5.	Самостоятельное решение практической задачи	Эволюция звезд	ПК-1, ПК-3
	Доклад	Избранные вопросы астрофизики	ПК-1
6.	Тестирование	Все разделы	ПК-1
7.	Подготовка к зачету	Все разделы	ПК-1

Примерный список вопросов к зачёту

- Видимая и абсолютная звездная величина. Наблюдаемые параметры звезд и закономерности.
- Межзвездная среда и ее составляющие.
- Мир галактик и его свойства.
- Классическая и релятивистская космология; сценарий Большого взрыва.
- Основная задача внутреннего строения звезд.
- Уравнение переноса излучения для сферически-симметричной модели.
- Уравнение конвективного переноса энергии.
- Принцип построения модели внутреннего строения звезд.
- Заключительные стадии эволюции звезд. Эволюция химических элементов.
- Задача теории фотосфер. Метод Шварцшильда-Шустера. Распределение яркости по диску звезды.
- Локальное термодинамическое равновесие. Поглощение в звездах различных спектральных классов.
- Механизмы образования спектральных линий. Химический состав звездных атмосфер.
- Магнитные поля в космосе.
- Определение масс ядер галактик.
- Нейтринное излучение Солнца.
- Современные проблемы астрофизики.

Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенций, указанных выше п.ІІІ:

- 1) Какой параметр определяет видимый цвет звезды
 - а) Скорость вращения звезды
 - б) плотность звезды
 - в) температура поверхности
 - г) масса звезды
- 2) Какая величина является индикатором светимости звезды
 - а) видимая звездная величина
 - б) угловая скорость движения
 - в) абсолютная звездная величина
 - г) видимый цвет
- 3) Какие химические практически отсутствуют в химическом составе старых звезд (население ІІ типа). Ответ может быть не один
 - а) водород
 - б) железо
 - в) кислород
 - г) гелий
- 4) К какой группе на диаграмме Герцшпрунга Рассела относится Солнце
 - а) Красные гиганты
 - б) белые карлики
 - в) главная последовательность
 - г) черные дыры
- 5) На каком эффекте основано измерение магнитного поля в фотосферах звезд
 - а) эффекта Штарка
 - б) эффекта Доплера
 - в) эффекта Зеймана
 - г) эффекта Черенкова-Вавилова
- 6) В галактике какого типа располагается Солнце
 - а) Эллиптическая
 - б) Спиральная
 - в) Колцевая
 - г) неправильная
- 7) Расположите звезды разного типа по убыванию массы
 - а) черная дыра
 - б) белый карлик
 - в) Солнце
 - г) Красный гигант
- 8) Что является основной причиной изменения яркости пульсирующих переменных
 - а) увеличение объема
 - б) наличие звездного ветра
 - в) увеличение скорости вращения
 - г) наличие спутника

Разработчики:доцент, к.ф.-м.н.Р.Т., Сотникова*(инициалы, фамилия)*

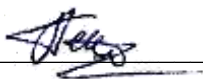

(подпись)
доцент, к.ф.-м.н.*(занимаемая должность)*Л.К., Кашапова*(инициалы, фамилия)*

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ

« 24 » марта 2025__г.

Протокол № 8, зав. кафедрой _____ В.Л. Паперный



Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.