



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.04 Введение в практическую 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 № 53 от «17» марта 2026 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и космической физики
Протокол № 8
от «16» марта 2026 г.
Зав.кафедрой д.ф.-м.н., профессор

Паперный В.Л.

Иркутск 2026 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	10
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)	12
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	12
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии).....	13
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....	14
а) перечень литературы	14
б) периодические издания	15
в) список авторских методических разработок.....	15
г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	15
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	16
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	16
6.2. Программное обеспечение:	16
6.3. Технические и электронные средства:.....	16
VII. Образовательные технологии.....	17
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	17

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 об основных методах и подходах проведения исследований в астрофизике, структуре Вселенной 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 практическую астрофизику» позволяет студенту приобрести следующие компетенции:

- Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2);
- 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-2	ИДК _{ПК2.1} Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок.	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • общие сведения о механизмах излучения астрофизической плазмы, физические характеристики астрофизических объектов, и величины определяющие структуру Вселенной; • основные теории, определяющие строение и эволюцию космических объектов; • физические законы, лежащие в основе современных методов исследований Мегамира. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться современным знанием физических закономерностей для объяснения вопросов строения, происхождения и эволюции Вселенной и ее структур; • давать аргументированную оценку новой информации в области астрофизики. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками работы с современным математическим обеспечением для обработки солнечных и других наблюдений

IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа, в том числе 41 часов контактной работы.

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

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

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

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	14,4		4	4	0,4	6	Самостоятельное решение задач по данной теме, опрос
2	Раздел 2 АТМОСФЕРЫ ЗВЕЗД	5	12,2	2	2	4	0,2	8	
3	Раздел 3 ТЕОРИЯ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗВЕЗД	5	7,1	1	2	0	0,1	3	
4	Раздел 4 ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД	5	12,1	1	2	4	0,1	6	
5	Раздел 5 ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ	5	6,1	1	2	0	0,1	4	
6	Раздел 6 ГАЛАКТИКИ	5	12,1	1	4	4	0,1	6	
7									
	КСР								
	КОНтроль		8	8					
Итого часов			72	6	16	16	1	31	

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	29	Решение задач, дискуссия	Вся рекомендуемая литература
5	ВСЕ ТЕМЫ	Подготовка к зачёту	К концу семестра	2	Опрос	
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				31		

4.3. Содержание учебного материала

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. ОСНОВЫ АСТРОФИЗИКИ

1.1. МЕХАНИЗМЫ ИЗЛУЧЕНИЯ

- 1.1.1. Процессы ионизации и рекомбинации.
- 1.1.2. Тормозной и магнитотормозной механизмы излучения.\
- 1.1.3. Черенковское излучение.
- 1.1.4. Комптоновское рассеяние
- 1.1.5. Аннигиляция

1.2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИЗЛУЧЕНИЯ

- 1.2.1. Поле излучения
- 1.2.2. Уравнение переноса излучения. Уравнение лучистого равновесия.
- 1.2.3. Приближенные методы решение уравнений. Распределение яркости по диску звезды
- 1.2.4. Механизмы поглощения и излучения в непрерывном спектре. Коэффициенты Эйнштейна. (Квантовая теория излучения) Поглощение атомами водорода.
- 1.2.5. Механизмы образования спектральных линий. Естественная ширина спектральных линий и теоретические приближения. Физические механизмы уширения спектральных линий.

1.3. МЕТОДЫ АСТРОФИЗИЧЕСКИЙ ИССЛЕДОВАНИЙ

- 1.3.1. Понятие звездных величин. Видимая и абсолютная звездные величины
- 1.3.2. Межзвездное поглощение или экстинкция.
- 1.3.3. Спектральные наблюдения
- 1.3.4. Фотометрические наблюдения.
- 1.3.5 Поляризация излучения.

Раздел 2. АТМОСФЕРЫ ЗВЕЗД

- 2.1. Параметры и физические характеристики звезд:
масса, светимость, температура
- 2.2. Химический состав звездных атмосфер
- 2.3 Основные закономерности в мире звезд.
Спектральная классификация звезд, краткая характеристика спектральных классов
- 2.4 Лучистое равновесие внутри звезды
Звезда, как саморегулирующаяся система. Локальное термодинамическое равновесие

Раздел 3. ТЕОРИЯ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗВЕЗД

3.1. УРАВНЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ ЗВЕЗДЫ

3.1.1. Уравнение гравитационного равновесия

3.1.2. Уравнение энергетического равновесия

3.2. ПРОЦЕССЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ

3.2.1. Энерговыделяющее ядро: термоядерные реакции протон-протонного и углеродного циклов.

3.2.3. Солнечные и звездные нейтрино.

3.3. ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА ИЗЛУЧЕНИЯ ВНУТРИ ЗВЕЗД

3.3.1. Область лучистого переноса энергии

3.3.2. Конвективный перенос энергии; критерий Шварцшильда.

Уравнение конвективного переноса энергии.

Раздел 4. ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД

6.1. ОБРАЗОВАНИЕ ЗВЕЗД

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

6.2. ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД НА ГЛАВНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

6.2.1. Стадия главной последовательности.

6.2..2. Эволюция химических элементов. Роль металличности в эволюции звезды

6.3. ПОЗДНИЕ СТАДИИ ЭВОЛЮЦИИ ЗВЕЗД

6.3.1. Природа белых карликов. Понятие и условие вырождения.

Релятивистское вырождение

6.3.2. Красные гиганты

Раздел 5. ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

5.1. ВНЕШНИЕ ПРИЧИНЫ ПЕРЕМЕННОСТИ ЗВЕЗД

5.1.1. Тесные двойные системы. Полость Роша

5.1.2. Вращение как причина переменности звезды

5.2. ПУЛЬСИРУЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ

5.2.1. Типы пульсирующих звезд. Виды пульсаций. Эффект Блажко

5.2.2. Механизмы возникновения пульсаций. «Машина» Эддингтона

5.2.3. Механизмы пульсаций Цефеид. Методы исследования пульсирующих звезд.

5.2.4. Астросейсмология

5.3. ЭРУПТИВНЫЕ ЗВЕЗДЫ

- 5.3.1. Типы молодых эруптивных звезды от Тельца до Ас/Ве Хербирга
 5.3.2. Эруптивные звезды главной последовательности. Звезды Вольфа-Райе.

Вспыхивающие звезды

- 5.3.3. Катаклизмические звезды. Симбиотические звезды. Новые и сверхновые

Раздел 6. ГАЛАКТИКИ

6.1. ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ ГАЛАКТИК

- 6.1.1. Звездные ассоциации. Туманности. Механизмы излучения туманностей.

6.1.2. Черные дыры. Понятие гравитационного радиуса.

Свойства черных дыр и возможность их обнаружения

6.1.3. Гравитационные линзы.

6.2. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ГАЛАКТИК

- 6.1.1. Определение расстояния до галактик.Использование

Цефеид и красных гигантов

6.2.2. Постоянная Хаббла. Параметр z .

6.2.3. Фотометрические системы для исследования галактик.

6.2.4. Поверхностная фотометрия галактик

6.3. ТИПЫ И ЭВОЛЮЦИЯ ГАЛАКТИК

6.3.1. Классификация Хаббла.

6.3.2. Спектральные свойства различных типов галактик

6.3.3. Магнитные поля галактик. Галактическое динамо.

6.3.4. Активные ядра галактик. Сейфертовские галактики.

Пекулярные галактики.

6.3.5. Теория эволюции галактик

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	Механизмы излучения в астрофизике. Основы теории излучения. Методы астрофизический исследований	4	Опрос	ПК2
2.	2. АТМОСФЕРЫ ЗВЕЗД	Описание звезды как объекта – наблюдения и модели	2	Тест	

3.	ТЕОРИЯ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗВЕЗД	Уравнения равновесия звезды Процессы выделения энергии и переноса излучения внутри звезды	2	Опрос	
4.	ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД	Основные этапы формирования звезды и факторы, влияющие на ее эволюцию	2		
5.	ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ	Типа переменных звезд и их особенности	2		
6.	ГАЛАКТИКИ	Методы изучения галактик и особенности различных видов галактик	4	Тест	

4.4.2. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование практических работ	Трудое мкость (часы)	Оцено чные средств ва	Форми руемые компе- тенции
1	2	3	4	5	6
1.	АТМОСФЕРЫ ЗВЕЗД	1. Изучение электронного атласа солнечного спектра и его функциональных возможностей. 2. Сравнительное изучение линий формы профиля Бальмеровской серии в солнечном спектре. Подбор теоретических профилей для их численного описания. 3. Изучение изменения формы и глубины линий в зависимости от положения на диске звезды.	2	Выпол нение задани я	ПК2
2.	ОСНОВЫ АСТРОФИЗИКИ . МЕТОДЫ АСТРОФИЗИЧЕ СКИХ ИССЛЕДОВАН ИЙ	1. Изучение фотометрической системы UBVR. 2. Вычисление звездные величины в системе UBVR с использованием спектров звезд 3. Сравнение систем измерения потоков излучения в радиоастрофизике.	4	Выпол нение задани я	
3.	АТМОСФЕРЫ ЗВЕЗД	1. Сравнительный анализ индексов B-V и V-R для звезд разных классов главной последовательности. Построение диаграммы B-V и V-R	2	Выпол нение задани я	

4.	ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД	1. Построение диаграмм «Температура-Светимость» и «В-V – Светимость» для звезд разного возраста, содержания металлов и начальной массы, используя The Dartmouth Stellar Evolution Database.	4	Выполнение задания	
6.	ГАЛАКТИКИ	1. Оценка красного смещения и параметра z 2. Поверхностная фотометрия спиральной галактики	4	Выполнение задания	

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	Сотникова Р. Т. Введение в астрофизику	6
2.	АТМОСФЕРЫ ЗВЕЗД	Показать, что функция источника излучение для ЛТР зависит от температуры	Вывести формулу используя функцию Планка	Сотникова Р. Т. Введение в астрофизику	6
3.	ТЕОРИЯ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗВЕЗД	Вывод критерия Шварцшильда для возникновения конвекции	Получить критерий для неустойчивой среды	Сотникова Р. Т. Введение в астрофизику	3
4.	ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЕЗД	Подготовка к выполнению практического задания	Углубленно изучить тему	Сотникова Р. Т. Введение в астрофизику	6
5.	ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ	Подготовка к опросу	Углубленно изучить тему	Засов, А.В. Общая астрофизика	4
6.	ГАЛАКТИКИ	Подготовка к опросу	Подготовка к дискуссии	Засов, А.В. Общая астрофизика	6
7.	ВСЕ ТЕМЫ	Подготовка к зачету	Повторить все разделы курса	Вся литература из программы 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)
- 4) Физика звезд средних и малых масс с активностью солнечного типа / Р. Е. Гершберг, Н. И. Клиорин, Л. А. Пустильник, А. А. Шляпников. - М. : Физматлит, 2021. - 767 с. – (6 экз)

дополнительная литература

- 1) Соболев, В.В. Курс теоретической астрофизики: учебник для вузов по спец. "Астрономия" / В. В. Соболев. - 3-е изд., перераб. - М. : Наука, 1985. - 502 с. – (1 экз.)
- 2) Нагирнер, Д.И. Радиационные механизмы в астрофизике : учеб. пособие для студ. вузов / Д. И. Нагирнер ; Санкт-Петербургский гос. ун-т. - СПб. : Изд-во СПбГУ, 2007. - 295 с. : граф. ; 20 см. - Библиогр.: с. 284-290. - ISBN 978-5-288-04435-9. – (1 экз.)
- 3) 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
- 4) 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.
- 5) Аннушкин, Ю.В. Введение в астрономию. Физика солнечной системы [Текст] : учеб. пособие / Ю. В. Аннушкин, С. А. Язев ; рец.: П. Г. Коваadlo, 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.).
- 6) 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.).

Справочная литература

- 1) Соболев В.В. Курс теоретической астрофизики. М.: Наука, Физматлит, 1985 [Электронный ресурс]
http://www.astro.spbu.ru/sites/default/files/Sobolev_TheorA.djvu
- 2) Д.И. Нагирнер Радиационные механизмы излучения в астрофизике [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.И. Нагирнер Радиационные механизмы излучения в астрофизике - Санкт-Петербург:Издательство: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та 2007, - 296 с. ISBN 978-5-288-04435-9 (Доступ http://www.astro.spbu.ru/sites/default/files/mechan_0.pdf)
- 3) В.П.Решетников "Поверхностная фотометрия галактик" [электронный ресурс] - Санкт-Петербург: издательство: изд-во Санкт-Петербургского ун-та. – 2001, <http://www.astro.spbu.ru/staff/resh/books/surfphot/index.html>

б) периодические издания

- нет.

в) список авторских методических разработок

-нет

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 аосмическое агентство NASA <http://www.nasa.gov/>

Европейское аорокосмическое 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>)
- Базы данных и другие научные материалы по астрономии в Астрономическом институте Санкт-Петербургского университета:
<http://www.astro.spbu.ru/?q=node/1127>

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

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

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 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 слипшихся 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 Герцишпрунга-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.	Опрос	Все разделы	ПК-2
2.	Самостоятельное решение практической задачи	Основы астрофизики Атмосферы звезд. Эволюция звезд. Галактики	ПК-2
6.	Тестирование	Все разделы	ПК-2
7.	Подготовка к зачету	Все разделы	ПК-2

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.III:

- 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 II типа). Ответ может быть не один

- а) водород
 б) железо
 в) кислород
 г) гелий
- 4) К какой группе на диаграмме Герцишпрунга 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:



 (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
 « 16 » марта 2026 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.