

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Волкова Валентина Ивановна
Должность: декан Физико-технического факультета
Дата подписания: 17.06.2026 16:21:05
Уникальный программный ключ:
c973b0192bb96e0eef132bd93e033754508b4cc0

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-технического факультета
канд. физ.-мат. наук, доц. Волкова В.И.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Спектроскопия атмосфер звезд

Направление подготовки	03.03.02 Физика
Направленность (профиль)	Физика Земли и космоса
Год начала обучения	2026
Форма обучения	очная
Реализуется в семестре	5, 6

Разработано:

Д-р физ.-мат. наук,
проф. Закинян Р.Г.,
профессор кафедры
теоретической и
математической физики

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины является ознакомление студентов с основами экспериментальной физики и формирование набора профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки – 03.03.02 Физика.

Задачи освоения дисциплины: *освоение современных и классических методов анализа атмосфер звезд и формирование умения применять их к анализу конкретных звезд.*

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к профессиональному циклу и является дисциплиной по выбору. Ее освоение происходит в 5 семестре.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен применять фундаментальные знания в области физики и математики для постановки и решения научно-исследовательских и прикладных задач в своей профессиональной деятельности	ИД-1 _{ПК-1} способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научной литературы и информационных материалов по тематике исследования	Обладает навыками работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений.
	ИД-2 _{ПК-1} использует знания в области физики Земли и космоса для разработки методов нахождения решения поставленных профессиональных задач.	Знает методики получения, передачи и обработки сигналов, полученных на современных телескопах, приемниках излучения, а также знает методики работы с программами обработки данных наблюдений.
	ИД-3 _{ПК-1} способен адекватно применить математический инструментарий при формулировке моделирующих физический процесс уравнений.	Умеет применять полученные знания и методики при работе с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений.
	ИД-4 _{ПК-1} владеет методологией теоретического, математического и численного моделирования физических процессов, объектов и явлений с использованием как общепринятых методов теоретического и математического моделирования, стандартных пакетов автоматизированного проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных методов и программ.	Обладает навыками работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений.

ПК-3 Понимает логику проектной деятельности и способен, используя междисциплинарные и фундаментальные знания, осуществлять планирование и разработку этапов проектной деятельности, а также достигать поставленных целей при решении задач в области медицинской физики.	ИД-1_{ПК-3} понимает стратегию и тактику проектной деятельности как целенаправленной, системной, профессиональной деятельности	Знает методики получения, передачи и обработки сигналов, полученных на современных телескопах, приемниках излучения, а также знает методики работы с программами обработки данных наблюдений.
	ИД-2_{ПК-3} умеет применять приобретенные знания, умения и навыки в своей проектной деятельности;	Умеет применять полученные знания и методики при работе с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений.
	ИД-3_{ПК-3} способен прогнозировать результаты и ставить цели и задачи разрабатываемого проекта;	Обладает навыками работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений.

4. Объем учебной дисциплины и формы контроля *

Объем занятий: всего: 8 з.е. 288 акад.ч.	ОФО, в акад. часах
Контактная работа:	180
Лекции/из них практическая подготовка	72
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	54
Практических занятий/из них практическая подготовка	54
Самостоятельная работа	72
Формы контроля	36
Экзамен	6 семестр
Зачет	
Зачет с оценкой	
Расчетно-графические работы	
Курсовые работы	
Контрольные работы	

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма				Самостоятельная работа, часов	Формы текущего контроля успеваемости
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов					
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
5 семестр								
1	Тема 1. Основные уравнения звездных фотосфер. Вводятся основные характеристики излучения: интенсивность, поток, средняя интенсивность, плотность излучения, выводятся соотношения между ними. Выводятся основные уравнения звездных атмосфер: уравнение переноса излучения в общем случае и для тонкой атмосферы и уравнение лучистого равновесия.	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-3пк-1 ИД-4пк-1 ИД-3пк-3 ИД-4пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-3пк-4	4.00		6.00	6.00		
2	Тема 2. Серая фотосфера. Дается определение серого приближения, выводятся основные уравнения в этом приближении. Находятся приближенные решения основных уравнений по методу Шварцшильда и точные решения. Рассматривается проверка найденных решений по распределению яркости по диску Солнца.	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-3пк-1 ИД-4пк-1 ИД-3пк-3 ИД-4пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-3пк-4	4.00		6.00	6.00		

3	Тема 3. Локальное термодинамическое равновесие. Дается определение, записываются уравнения Кирхгофа, Планка. Выводятся выражения для потока, функции источника, интенсивности и распределение температуры с глубиной в приближении ЛТР.	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-3пк-1 ИД-4пк-1 ИД-3пк-3 ИД-4пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-3пк-4	4.00		6.00	6.00	Тест
4	Тема 4. Возбуждение и ионизация в условиях ЛТР. Формулируется математическая постановка задачи. Записывается формула Больцмана (без вывода), обсуждаются проблемы вычисления статистической суммы. Выводится формула Саха.	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-3пк-1 ИД-4пк-1 ИД-3пк-3 ИД-4пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-3пк-4	4.00		6.00	6.00	
5	Тема 5. Зависимость коэффициента поглощения от частоты в непрерывном спектре. Рассматриваются механизмы непрерывного поглощения. Выводятся формулы для коэффициенты объемного поглощения водородоподобными атомами и ионами и формула для учета отрицательного поглощения. Рассматриваются поглощение отрицательным ионом водорода и рассеяние излучения на свободных частицах.	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-3пк-1 ИД-4пк-1 ИД-3пк-3 ИД-4пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-3пк-4	8.00		10.00	10.00	Коллоквиум
6	Трактовка ЭКГ при различных патологических состояниях	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-3пк-1 ИД-4пк-1 ИД-3пк-3 ИД-4пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-3пк-4	4.00		10.00	10.00	
7	Тема 6. Гидростатическое равновесие. Выводится основное уравнение гидростатического равновесия. Рассматривается случай чисто газового давления. Выводится формула для давления излучения. Рассматриваются турбулентное и магнитное давление.	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-3пк-1 ИД-4пк-1 ИД-3пк-3 ИД-4пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-3пк-4	8.00		10.00	10.00	
	Итого за 5 семестр		36		54	54	

6 семестр							
8	Тема 7. Модели атмосфер. Дается определение и обсуждаются необходимые исходные данные и основные предположения. Излагается подробный порядок действий, необходимых для построения модели на первой итерации. Записывается условие сходимости итерационного процесса. Изучаются причины возможной расходимости.	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-3пк-1 ИД-4пк-1 ИД-3пк-3 ИД-4пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-3пк-4	4.00	6.00		4.00	Тест
9	Тема 8. Коэффициент поглощения в линии. Перечисляются механизмы уширения линии. Подробно рассматриваются механизмы уширения: естественное, доплеровское, за счет взаимодействия. Выводятся формулы для коэффициента поглощения с учетом уширения этими механизмами.	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-3пк-1 ИД-4пк-1 ИД-3пк-3 ИД-4пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-3пк-4	4.00	6.00		4.00	
10	Тема 9. Образование линий поглощения при ЛТР. Вводятся характеристики линии поглощения: остаточная интенсивность, глубина, эквивалентная ширина. Рассматриваются механизмы поглощения в линии. Записывается уравнение переноса излучения в линии	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-3пк-1 ИД-4пк-1 ИД-3пк-3 ИД-4пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-3пк-4	4.00	6.00		4.00	
11	Тема 10. Линии поглощения при когерентном рассеянии. Вводится понятие обращаемого слоя и делаются другие упрощения, необходимые для аналитического решения уравнения переноса в линии. Находится решение уравнения переноса в предположении Шустера-Шварцшильда. Изучаются изменения профиля линии с увеличением числа поглощающих атомов.	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-3пк-1 ИД-4пк-1 ИД-3пк-3 ИД-4пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-3пк-4	4.00	6.00			
12	Тема 11. Кривая роста. Дается определение. Перечисляются задачи, решаемые методом кривых роста. Выводится основная формула для модели Шустера-Шварцшильда, дается ее графическое представление и анализ.	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-3пк-1 ИД-4пк-1 ИД-3пк-3 ИД-4пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-3пк-4	8.00	10.00			Коллоквиум

13	Тема 12. Уширение линии вращением звезды. Дается математическая формулировка задачи. Выводится формула для профиля коэффициента поглощения в линии из-за вращения звезды. Рассматривается влияние уширения вращением на линии разной интенсивности. Обсуждается наблюдаемое распределение звезд по скоростям вращения.	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-3пк-1 ИД-4пк-1 ИД-3пк-3 ИД-4пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-3пк-4	4.00	10.00		2.00	
14	Тема 13. Учет отклонений от ЛТР. Уравнения статистического равновесия. Дается математическая постановка задачи, записываются уравнения статистического равновесия. Записываются формулы для населенностей уровней, степени ионизации, функции источника с учетом отклонений от ЛТР. Выводятся формулы для коэффициентов радиативных и столкновительных переходов.	ИД-1пк-1 ИД-2пк-1 ИД-3пк-1 ИД-4пк-1 ИД-3пк-3 ИД-4пк-3 ИД-1пк-4 ИД-2пк-4 ИД-3пк-4	8.00	10.00		4.00	Коллоквиум
	ИТОГО за 6 семестр		36	54		18.00	
	ИТОГО		72.00	54.00	54.00	72	

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Спектроскопия атмосфер звезд» базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и уровня овладения формируемыми компетенциями в процессе освоения дисциплины.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически заверченный раздел.

Лекционный материал посвящен рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Лабораторные работы направлены на приобретение опыта практической работы в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика. 2018.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

- 1.Соболев В.В. Курс теоретической астрофизики. М., Наука, 3-е изд., 1985.
- 2.Сахибуллин Н.А. Методы моделирования в астрофизике.
I. Звездные атмосферы. Казань, Фэн, 1997.
- 3.Ред. Михайлов А.А. Курс астрофизики и звездной астрономии. Т.2. 1964.
- 4.Мартынов Д.А. Курс общей астрофизики. 4-е изд., 1988.
- 5.Михалас Д. Звездные атмосферы. Т. 1,2. М., Мир, 1982.
- 6.Грей Д. Наблюдения и анализ звездных фотосфер. М., Мир, 1980.
- 7.Де Ягер К. Звезды наибольшей светимости. М., Мир, 1984.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. www.astronet.ru
2. www.sao.ru
3. www.allplanets.ru
4. www.exoplanet.eu

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1	http://rf.atnn.ru/_med.html
2	http://smham.ucoz.ru/publ/2-1-0-72
3	http://www.cosmedtech.ru/medtech

Программное обеспечение:

1	Альт Рабочая станция 10
2	Альт Рабочая станция К
3	Альт «Сервер»
4	Пакет офисных программ - Р7-Офис

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия	1	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Лабораторные работы	1	Лаборатория оборудована учебной мебелью на 16 посадочных мест, учебной доской. Лаборатория оснащена установками для выполнения студентами лабораторных работ.
Самостоятельная работа	1	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и

методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС-Линк), а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.