

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.07 Основы физики атмосферы

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.04.02 Физика

Направленность (профиль)

03.04.02.04 Физика Земли и планет

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

формирование основ фундаментальных знаний по физике атмосферы, представлений об основных физико-кинетических процессах в средней атмосфере, умений и навыков использования методов обработки и анализа экспериментальных данных.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины являются

1. Создать основы фундаментальных знаний по физике атмосферы
2. Сформировать представления об основных физико-кинетических процессах
3. Овладеть умениями и навыками использования методов обработки и анализа экспериментальных данных.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-2: Способен владеть методами обработки, анализа, визуализации и интерпретации спутниковой информации при решении научных и прикладных задач	
ПК-2.1: Обосновывает перспективы проведения исследований, в том числе комплексных, в области наук о Земле	Основные процессы межчастичного взаимодействия, оказывающие влияние на динамику и поглощающе-пропускающие свойства атмосферы Методы физико-кинетического описания систем из большого количества частиц Методы нахождения решений физико-кинетических моделей Проводить оценки влияния различных молекулярно-кинетических процессов в условиях рассматриваемого процесса Выполнять анализ процессов в газах на основе качественных физико-кинетических подходов Формулировать модели атомно-молекулярных процессов в газах Навыками проведения оценок на основе характерных пространственно-временных масштабов Навыками качественного анализа физико-кинетических процессов Навыками выделения физико-кинетических процессов, наиболее существенных в рамках рассматриваемой задачи
ПК-3: Способен участвовать в разработке методов анализа в задачах, связанных с изучением геофизических явлений и процессов, на основе наземных и спутниковых данных	

ПК-3.2: Использует математические модели,	Стандартные формулировки физико-кинетических элементов математических моделей динамики
вычислительные методы и информационные технологии при решении геофизических задач	<p>атмосферы и распространения в ней электромагнитных волн</p> <p>Обоснования стандартных формулировок физико-кинетических элементов математических моделей динамики атмосферы</p> <p>Принципы формулирования физико-кинетических подмоделей и методов их численного решения</p> <p>Выбирать методы и подходы к формулированию математических моделей физико-кинетических процессов на основе качественного анализа</p> <p>Выбирать численные методы решения уравнений моделей физико-кинетических процессов</p> <p>Критически анализировать результаты численного решения моделей физико-кинетических процессов</p> <p>Навыками применения качественных методов описания физико-кинетических процессов в атмосфере</p> <p>Навыками выбора аналитических методов описания физико-кинетических процессов</p> <p>Навыками формулирования постановок задач численного исследования физико-кинетических процессов</p>

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1,11 (40)	
занятия лекционного типа	0,67 (24)	
практические занятия	0,44 (16)	
Самостоятельная работа обучающихся:	1,89 (68)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Общие сведения об атмосфере и основные физические закономерности									
	1. Кинетическое описание среды, примеры задач, где оно необходимо. Уравнение Больцмана как уравнение переноса частиц в фазовом пространстве.	2							
	2. Барометрическая формула и распределение Больцмана.							6	
	3. Упругие столкновения частиц. Дифференциальное сечение. Потенциалы взаимодействия. Классический подход к вычислению дифференциального сечения центрально-взаимодействующих частиц.	2							
	4. Дифференциальное сечение столкновения твердых сфер. Транспортное сечение. Характерная частота столкновений, длина свободного пробега.			2					
	5. Транспортное сечение столкновения твердых сфер. Оценки длины свободного пробега.							8	

6. Столкновительное слагаемое в уравнении Больцмана, его свойства. БГК-приближение. Явления переноса, основные подходы к их описанию на основе уравнения Больцмана.	2							
7. Рассмотрение процесса вязкого переноса импульса на основе БГК-приближения.			2					
8. Рассмотрение диффузионного переноса частиц на основе БГК-приближения.							8	
2. Кинетика атомно-молекулярных процессов в средней атмосфере								
1. Элементарные процессы: одно-, двух-, трехчастичные. Интенсивность процесса. Константа процесса. Сечение двухчастичного процесса. Соотношения детального равновесия, их применение.	2							
2. Оценка сечения ударной диссоциации молекулы и константы процесса.			2					
3. Оценка константы трехчастичной рекомбинации молекулы.							6	
4. Процессы фотоионизации и фоторекомбинации. Поглощение и распространение ионизирующего ультрафиолетового излучения. Образование и разрушение отрицательных ионов.	2							
5. Оценка характерных параметров и границ существования ионосферы Земли.			2					
6. Оценка характерных параметров и границ существования ионосферы Земли.							8	

7. Процессы ионизации при наличии электрического поля. Ионизация электронным ударом. Неравновесная функция распределения электронов по энергии. Коэффициент Таунсенда и соотношение подобия для него.	2							
8. Качественная теория коэффициента Таунсенда. Оценки характерного поля, необходимого для развития ионизации.			2					
9. Моделирование движения электрона в газе.							8	
10. Нелинейные стадии развития ионизации под действием электрического поля. Факторы нелинейности, характерные значения ионизации, при которых они начинают влиять. Стример, лидер. Молния, ее развитие и характерные параметры.	1							
11. Оценка критического количества электронов в лавине			2					
12. Образование и разрушение молекул озона. Основные элементарные процессы. Озоновый слой, его характерные параметры. Каталитические циклы распада озона.	1							
13. Толщина озонового слоя и содержание галогенов в стратосфере.							8	
14. Дисперсионное соотношение для электромагнитных волн в частично ионизованной среде. Распространение радиоволн, ионосфера. Рэлееское рассеяние видимого света.	2							

15. Механизмы поглощения излучения в различных диапазонах: радио, инфракрасном, видимом, УФ, рентгеновском и более высокоэнергетическом. Энергетическая структура молекул. Излучательные переходы, механизмы уширения спектральных линий.	2							
16. Характерная длина пробега ИК-излучения в спектральном диапазоне полос поглощения			2					
17. Парниковый эффект и вклад различных газовых компонент атмосферы в него							8	
18. Уравнение состояния водяного пара. Закон Дальтона. Диаграмма состояния влажного воздуха. Процессы, приводящие к выделению конденсированной влаги: изобарное охлаждение, адиабатическое расширение, смещение разнотемпературных потоков.	4							
19. Расчет параметров влажного воздуха и термодинамических процессов в нем							8	
20. Характерная длина пробега ИК-излучения в спектральном диапазоне полос поглощения								
21. Метастабильное состояние водяного пара. Кинетика гомогенной и гетерогенной нуклеации.	2							
22. Оценка максимальной степени пересыщения метастабильного пара			2					
Всего	24		16				68	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Хргиан А. Х., Кузнецов Г. И. Проблема наблюдений и исследований атмосферного озона: монография(Москва: МГУ им. М. В. Ломоносова).
2. Александров Э. Л., Седунов Ю. С. Человек и стратосферный озон: монография(Ленинград: Гидрометеиздат).
3. Румер Ю. Б., Рывкин М. Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика: учебное пособие для физических специальностей вузов (Новосибирск: Новосибирский университет [НГУ]).
4. Райзер Ю. П. Физика газового разряда: [монография](Долгопрудный: Интеллект).
5. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащита(Москва: Физматлит).
6. Теоретическая физика: Т. 10. Физическая кинетика: Учеб. пособие для физ. спец. ун-тов: В 10 т.(М.: Физматлит).
7. Хир К. В., Башкиров А. Г., Зубарев Д. Н. Статистическая механика, кинетическая теория и стохастические процессы: перевод с английского (Москва: Мир).
8. Никитин Е. Е., Смирнов Б. М. Атомно-молекулярные процессы в задачах с решениями(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
9. Васси А., Микиров А. Е. Атмосферный озон: перевод с английского (Москва: Мир).
10. Товбин Ю. К. Метод молекулярной динамики в физической химии: монография(Москва: Наука).
11. Балеску Р. Равновесная и неравновесная статистическая механика: Том 1: в 2 томах : перевод с английского(Москва: Мир).
12. Больцман Л., Полак Л. С. Избранные труды. Молекулярно-кинетическая теория газов. Термодинамика. Статистическая механика. Теория излучения. Общие вопросы физики: монография(Москва: Наука).
13. Котельников И. А. Лекции по физике плазмы(Москва: Лаборатория знаний"" (ранее ""БИНОМ. Лаборатория знаний").
14. Котельников И. А. Лекции по физике плазмы(Москва: Лаборатория знаний"" (ранее ""БИНОМ. Лаборатория знаний").
15. Финников К. А. Физика газового разряда: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы [для студентов напр. 140700.68 «Ядерная энергетика и теплофизика», 223200.68 «Техническая физика», 222000.68 «Инноватика»](Красноярск: СФУ).
16. Финников К. А. Физика газового разряда: учебно-методическое пособие для практических занятий [для студентов напр. 140700.68 «Ядерная энергетика и теплофизика», 223200.68 «Техническая физика», 222000.68 «Инноватика»](Красноярск: СФУ).
17. Финников К. А. Физическая кинетика: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы [для студентов напр. 140700.68 «Ядерная энергетика и теплофизика», 223200.68 «Техническая физика», 222000.68 «Инноватика»](Красноярск: СФУ).

18. Минин И. Н. Теория переноса излучения в атмосферах планет: монография(Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы [Физматлит]).
19. Тарасов Л. В. Атмосфера нашей планеты(Москва: Физматлит).
20. Липунов И. Н., Первова И. Г., Никифоров А. Ф. Физико-химические процессы в биосфере. Атмосфера: учебное пособие(Екатеринбург: УГЛТУ).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Для проведения демонстраций и представления презентаций: офисный пакет, интерпретатор python версии 3.0 и выше с возможностью установки дополнительных пакетов

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Информационные системы свободного доступа:
2. Электронная библиотека elibrary.ru.
3. База данных сечений элементарных процессов NIST
<https://www.nist.gov/pml/electron-impact-cross-sections-ionization-and-excitation-database>

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Аудитория с магнитно-маркерной доской и оборудованием для демонстрации презентаций