

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра метеорологических прогнозов

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.02.01.03 Физика тропосферы и стратосферы

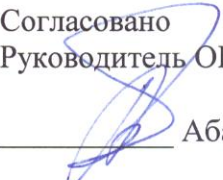
Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

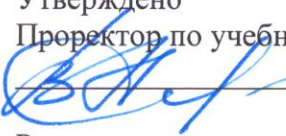
05.03.04 Гидрометеорология

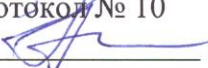
Направленность (профиль)
«Метеорология и климатические риски»

Уровень
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП

Абанников В.Н.

Утверждено
Проректор по учебной работе
 Н.О. Верещагина
Рекомендована решением
Ученого совета метеорологического факультета
30.06.2023, протокол № 12

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
метеорологических прогнозов
05.05.2023, протокол № 10
Зав. кафедрой  Анискина О.Г.

Автор-разработчик:
д.ф.-м.н. Дробжева Я.В.

Санкт-Петербург
2023

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины — сформировать универсальную и общепрофессиональную компетентность, а также необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков для изучения взаимодействий стратосферы и тропосферы, которое имеет важное значение для понимания изменчивости климата.

Задачи:

1. Сформировать знание:

- ☐ основных механизмов взаимодействия тропосферы и стратосферы;
- ☐ теоретических основ, позволяющие проводить климатические, межгодовые и межсезонные сравнительные исследования взаимодействия слоев;

2. Сформировать умение:

- ☐ делать выводы о направлении и тенденциях воздействия слоев друг на друга;
- ☐ правильно интерпретировать полученные результаты анализа взаимодействия слоев с учетом дальних связей;
- ☐ применять современные данные измерений и моделирования для интерпретации характеристик атмосферы.

3. Сформировать владение:

- ☐ навыками учета взаимодействия физических и химических процессов в нижней и средней атмосфере;
- ☐ -навыками работы с моделями атмосферы и моделями распространения волн в атмосфере.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору, читается в 6 семестре для освоения профессиональных компетенций.

Изучению предшествуют следующие дисциплины:

«Физическая метеорология», «Гидромеханика», «Взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью», «Физика и химия атмосферы», «Динамика атмосферы», «Общая циркуляция атмосферы».

Изучается параллельно в 6 семестре с такими дисциплинами как:

«Физика аэрозолей и гидрометеоров», «Спутниковый диагноз атмосферных процессов», «Численные прогнозы погоды и климата».

Дисциплина является базовой для изучения дисциплин: «Атмосферные осцилляции», «Динамика климата», «Климатические ресурсы», «Оценка климатических рисков».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

ПК-3:

Таблица 1. Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
---	---	---------------------

ПК-3. Способен интерпретировать результаты измерений для оценки текущих и будущих состояний атмосферы и климата, используя современные методы, технологии мониторинга и анализа атмосферы и климата.	ПК-3.1. Знает закономерности физических процессов в атмосфере и климатических системах разного масштаба, а также методы их анализа ПК-3.2. Умеет проводить диагностику и интерпретацию характеристик атмосферы, включая изменения климата, используя современные методы сбора, обработки и анализа метеорологических данных. ПК-3.3. Владеет современными методами и технологиями мониторинга и анализа состояния атмосферы и климатической системы, а также навыками использования специализированного программного обеспечения для обработки и анализа метеорологических данных.	Знать: - основные механизмы взаимодействия тропосферы и стратосферы; - теоретические основы, позволяющие проводить климатические, межгодовые и межсезонные сравнительные исследования взаимодействия слоев. Уметь: - делать выводы о направлении и тенденциях воздействия слоев друг на друга; - правильно интерпретировать полученные результаты анализа взаимодействия слоев с учетом дальних связей; - применять современные данные измерений и моделирования для интерпретации характеристик атмосферы. Владеть: - навыками учета взаимодействия физических и химических процессов в нижней и средней атмосфере; - навыками работы с моделями атмосферы и моделями распространения волн в атмосфере.
--	---	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

Таблица 2. Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объем дисциплины	Очная форма обучения	
	Семестр	Итого
	6 семестр	
Зачетные единицы	2	2
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	32,5	32,5
в том числе:	-	-
лекции	14	14
занятия семинарского типа:	18	18
практические занятия	18	18
лабораторные занятия	-	-
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	39,34	39,34
в том числе:	-	-
- курсовая работа	-	-
- контрольная работа	-	-
Контроль:	0,66	0,66
Всего часов	72	72
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практика	СРС			
6 семестр							
1	Тема 1. Структура и состав тропосферы и стратосферы	2	4	5	Выполнение практических работ и предоставление полученных результатов (письменно)	ПК-3	ПК-3.1
2	Тема 2. Солнце и солнечная активность	2	2	5	Выполнение практических работ и предоставление полученных результатов (письменно)	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2
3	Тема 3. Радиация в тропосфере и стратосфере. Вариации параметров и состава атмосферы	2	2	5	Выполнение практических работ и предоставление полученных результатов (письменно)	ПК-3	ПК-3.2 ПК-3.3
	Текущий контроль успеваемости – 0,5						
4	Тема 4. Колебания и волны	2	2	7	Выполнение практических работ и предоставление полученных результатов (письменно)	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
5	Тема 5. Динамика атмосферы. Акустические волны.	2	2	5	Выполнение практических работ и предоставление полученных результатов (письменно)	ПК-3	ПК-3.2 ПК-3.3
6	Тема 6. Моделирование распространения акустических волн в атмосфере. Внутренние гравитационные волны.	2	4	7	Выполнение практических работ и предоставление полученных результатов (письменно)	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.3
7	Тема 7. Инерционно-гравитационные волны. Приливные волны.	2	2	5,34	Выполнение практических работ и предоставление полученных результатов (письменно)	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2
	Промежуточная аттестация – 0,16						
	Итого:	14	18	39,34	-	-	
	Всего часов: 72						

4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 4. Содержание тем дисциплины

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Тема 1. Структура и состав тропосферы и стратосферы	Термическая структура атмосферы. Разделение атмосферы по составу и режиму перемешивания. Тропопауза: ключевые аспекты и определения. Тропическая, динамическая, озоновая тропопауза. Значение тропопаузы для тропосферных погодных явлений. Климатология тропосферы и стратосферы. Взаимодействие верхней тропосферы и нижней стратосферы.	ПК-3
2	Тема 2. Солнце и солнечная активность	Внутреннее строение и структура атмосферы Солнца. Излучение Солнца. Солнечная активность, вариации параметров солнечной активности. Индексы солнечной	ПК-3

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание	Компетенция
		активности.	
3	Тема 3. Радиация в тропосфере и стратосфере. Вариации параметров и состава атмосферы	Энергия излучения. Виды энергии в атмосферных процессах. Радиационный баланс. Радиационные процессы в тропосфере и стратосфере. Солнечная активность и климат.	ПК-3
4	Тема 4. Колебания и волны	Колебания и волны. Формы волновых поверхностей акустических, акустико-гравитационных, внутренних гравитационных и планетарных волн. Основные свойства волн в атмосфере.	ПК-3
5	Тема 5. Динамика атмосферы. Акустические волны.	Акустические волны в атмосфере. Источники акустических волн: естественного и искусственного происхождения. Фундаментальная и прикладная значимость изучения распространения акустических волн в атмосфере.	ПК-3
6	Тема 6. Моделирование распространения акустических волн в атмосфере. Внутренние гравитационные волны.	Скорость звука. Траектория распространения акустических волн. Физика распространения акустических волн в атмосфере и их воздействие на ионосферу. Внутренние гравитационные волны: основные источники. Основные параметры внутренних гравитационных волн.	ПК-3
7	Тема 7. Инерционно-гравитационные волны. Приливные волны.	Приливные волны в средней атмосфере: природа и механизмы. Региональные особенности масштабов волновых процессов. Амплитуда и энергетика волн	ПК-3

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5. Содержание практических занятий

№ темы дисциплины	Тематика практических работ	Всего часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
1	Практическая работа 1. Расчет вертикальных профилей давления и температуры в атмосфере по модели NRLMSIS.	4	2
1	Практическая работа 2. Формирование архива фактических данных параметров атмосферы.	4	2
2	Практическая работа 3. Сравнение фактических и модельных данных, расчет ошибки модельных данных.	4	2
2	Практическая работа 4. Исследование вариаций температуры и плотности атмосферы на основе расчетов по модели NRLMSIS	4	2
3	Практическая работа 5. Расчет суточного хода атмосферы для различных высот атмосферы на основе расчетов по модели NRLMSIS.	4	2
4	Практическая работа 6. Расчет траекторий распространения акустических лучей.	4	2
5	Практическая работа 7. Расчет траекторий	4	2

	распространения акустических лучей для низкого уровня солнечной активности.		
6	Практическая работа 8. Расчет траекторий распространения акустических лучей для высокого уровня солнечной активности.	6	4
6	Практическая работа 9. Анализ траектории распространения акустических волн для различных гелиофизических условий.	6	4
	Всего:	40	22

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

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, изучить основную и дополнительную литературу. А также электронный учебный курс «Физика тропосферы и стратосферы» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=4447>

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

Таблица 6. Учёт успеваемости обучающегося по дисциплине

Учет успеваемости	Количество баллов
– Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр	100
– Максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля:	100
в том числе максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации	20

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Перечень вопросов и критерии оценивания ответов на вопросы в билете по темам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – зачет.

Форма проведения зачета: решение тестовых заданий.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7. Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Текущий контроль:	0-100
в том числе промежуточная аттестация	0-20
Итого:	100

Таблица 7.1. Распределение баллов по текущему контролю

№	Вид работ	Min	Max
1. Обязательная часть			
1.1	Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний	2	6
1.1.1	Тест	2	6
1.2	Выполнение практических работ:	14	28
1.2.1	Практическая работа 1. Расчет вертикальных профилей давления и температуры в атмосфере по модели NRLMSIS.	1	2
1.2.2	Практическая работа 2. Формирование архива фактических данных параметров атмосферы.	1	4
1.2.3	Практическая работа 3. Сравнение фактических и модельных данных, расчет ошибки модельных данных.	1	4
1.2.4	Практическая работа 4. Исследование вариаций температуры и плотности атмосферы на основе расчетов по модели NRLMSIS	1	4
1.2.5	Практическая работа 5. Расчет суточного хода атмосферы для различных высот атмосферы на основе расчетов по модели NRLMSIS.	1	4
1.2.6	Практическая работа 6. Расчет траекторий распространения акустических лучей.	1	4
1.2.7	Практическая работа 7. Расчет траекторий распространения акустических лучей для низкого уровня солнечной активности.	1	4
1.2.8	Практическая работа 8. Расчет траекторий распространения акустических лучей для высокого уровня солнечной активности.	2	4
1.2.9	Практическая работа 9. Анализ траектории распространения акустических волн для различных гелиофизических условий.	2	4
Итого баллов по обязательной части		16	40
2. Вариативная часть			
2.1	Тест	10	20
2.1.1	Тест на тему «Физика тропосферы»	5	10
2.1.2	Тест на тему «Физика стратосферы»	5	10
2.2	Учебное задание продвинутого уровня	15	30
2.2.1	Задача 1. Рассчитать траектории распространения акустической волны для различных широтных поясов и уровней солнечной активности. Объяснить полученные результаты.	5	10
2.3	Доклады по темам изучаемой дисциплины	1	15
2.3.1	Доклад с презентацией по теме реферата согласно списку рефератов (не более одного)	1	5
2.3.2	Доклад с презентацией в рамках цикла научно-популярных лекций «Метеорологические среды» для студентов 1 курса (от 1 до 5 лекций)	1	15
2.3.3	Доклад с презентацией в рамках цикла научно-популярных лекций «Метеорологические среды» для студентов 1 курса (от 1 до 5 лекций)	1	15
2.3.4	Доклад с презентацией в рамках Школы «Гидромет» (от 1 до 5 лекций)	1	15
2.3.5	Научный с презентацией или стендовый доклад на вузовской студенческой конференции	2	7
2.3.6	Научный доклад с презентацией или стендовый доклад на всероссийской конференции	3	10
2.3.7	Научный доклад с презентацией или стендовый доклад на международной конференции	5	13
2.4	Участие в олимпиадах по динамике атмосферы:	60	60
2.4.1	участник внутривузовской олимпиады	5	5
2.4.2	призер внутривузовской олимпиады	10	10
2.4.3	участие в межвузовской олимпиаде	10	10
2.4.4	призер межвузовской олимпиады	15	15
2.4.5	призер национальной олимпиады	20	20
2.5	Публикация в индексируемом журнале по темам изученной дисциплины	5	35
2.5.1	Самостоятельная публикация (от 1 до 3)	10	30
2.5.2	Публикация в соавторстве с преподавателем (не более одной)	5	5
2.6	Участие в грантах, конкурсах технологического предпринимательства, стартап-проектах и иное по темам изучаемой дисциплины(не более двух проектов)	20	60
2.6.1	Участие в стартап-проекте, связанном по теме изучаемой дисциплиной	20	20
2.6.2	Участник Акселерационная программа/ гранта/проект Росмолодежи	20	20
2.6.3	Победитель Акселерационная программа/ гранта/проект Росмолодежи	40	40

2.7	Обучение на массовых онлайн-курсах по теме изучаемой дисциплины с предоставлением сертификата	10	60
2.7.1	Свидетельство о прохождении объемом до 36 часов	10	10
2.7.2	Свидетельство о прохождении объемом до 72 часов	20	20
2.7.3	Свидетельство о прохождении объемом более 200 часов	30	30
2.8	Освоение дополнительной образовательной программы по теме изучаемой дисциплины	10	60
2.8.1	Справка об обучении о прохождении объемом до 36 часов	10	10
2.8.2	Справка об обучении о прохождении объемом до 72 часов	20	20
2.8.3	Справка об обучении о прохождении объемом более 200 часов	30	30
Итого баллов по вариативной части		24	60
4.1	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	20
Итого баллов по дисциплине		40	100

Таблица 7.2. Конвертация баллов в итоговую оценку

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Не зачтено	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Физика тропосферы и стратосферы».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Швед Г.М. Введение в динамику и энергетику атмосферы : Учебное пособие. Издательство: Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет. 2020. – 396 с.
2. Краснов В.М., Дробжева Я.В. Нелинейная акустика в неоднородной атмосфере в рамках аналитических решений (Монография). СПб: Полиграфическое предприятие «Кром-Принт». 2018.-172С.

Дополнительная литература

1. Моханакумар К. Взаимодействие стратосферы и тропосферы / Моханакумар К.; Лукьянова Р.Ю. (пер. с англ.); Алексеев Г.В. (ред.). — М.: Физматлит, 2011. — 452 с.
3. Переведенцев, Ю. П. Теория общей циркуляции атмосферы : учебное пособие / Ю. П. Переведенцев, И. И. Мохов, А. В. Елисеев. - Казань : Казан. гос. ун-т, 2013. - 223 с

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Образовательная платформа Яндекс Практикум [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://practicum.yandex.ru/>
2. Образовательная платформа Открытое образование [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://openedu.ru/>

3. Образовательная платформа Лекториум [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.lektorium.tv/>

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Эмпирические модели верхней атмосферы URL: <https://ccmc.gsfc.nasa.gov/modelweb/models/NRLMSIS00.php> [Электронный ресурс].
2. Модель горизонтального ветра URL: https://ccmc.gsfc.nasa.gov/modelweb/models_home.html
3. Модель ионосферы IRI. URL: https://ccmc.gsfc.nasa.gov/modelweb/models_home.html
4. Файловый архиватор: 7-zip [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.7-zip.org/>
5. Файловый менеджер: Far-manager [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://farmanager.com/>
6. Офисный пакет: OpenOffice [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.openoffice.org/ru/>

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн, Режим доступа: <http://elib.rshu.ru>
2. Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: <http://znaniium.com>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>
2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) «Elibrary» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования, обеспечивающим тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программе дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспеченностью доступа к архиву метеорологических карт и наблюдений

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к

сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий