

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра метеорологических прогнозов

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.02.01.03 Физика верхних слоёв атмосферы

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

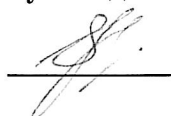
05.03.05 Прикладная гидрометеорология

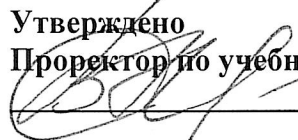
Направленность (профиль):
Авиационная метеорология

Уровень
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП

 **Ермакова Т.С.**

Утверждено
Проректор по учебной работе
 **Н.О. Верещагина**

Рекомендована решением
Ученого совета метеорологического факультета
30.06.2023 г., протокол № 12

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
метеорологических прогнозов
05.06.2023 г., протокол № 10
Зав. кафедрой  **Анискина О.Г.**

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

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины — сформировать профессиональную компетенцию, а также необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков, необходимыми для понимания физики верхних слоев атмосферы и ее прикладных аспектов.

Задачи:

1. Сформировать знание:
 - об основных понятиях физики верхних слоев атмосферы;
 - о структуре, составе и характере движений в верхних слоях атмосферы;
 - о происхождении и основных характеристиках магнитного поля Земли и геомагнитной активности;
 - о факторах, влияющих на состояние нейтрального газа верхней атмосферы и особенностях ветрового режима;
 - о взаимосвязи характеристик верхней атмосферы и гелио- и геофизическими факторами.
2. Сформировать умение:
 - выполнять модельные расчеты вариаций параметров верхней атмосферы для различных условий солнечной и геомагнитной активности;
 - использовать алгоритмы сбора и анализа данных о характеристиках верхней атмосферы, и их анализа.
3. Сформировать владение:
 - методами модельных расчетов характеристик, состава и динамики верхней атмосферы;
 - методами анализа связи характеристик атмосферы и гео-гелиофизическими факторами.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы, изучается в 6 семестре для освоения профессиональных компетенций.

Изучению предшествуют следующие дисциплины:

«Математика», «Физика», «Прикладная математика», «Прикладная физика», «Вычислительная математика» «Теория вероятностей и математическая статистика», «Компьютерные технологии в профессиональной деятельности», «Статика и термодинамика атмосферы», «Радиация в атмосфере», «Динамическая метеорология», «Оценка влияния атмосферы на авиацию».

Изучается параллельно в 6 семестре с такими дисциплинами как:

«Методы зондирования окружающей среды», «Физика облаков».

Дисциплина необходима для изучения дисциплин: «Прикладная климатология», «Региональные особенности атмосферных процессов», может быть использована при выполнении научно-исследовательской работы, в преддипломной практике, а также при написании выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:
ПК-2.

Таблица 1. Компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-2 Способен применять современное программное обеспечение, спутниковые данные и различные виды информации для оценки состояния атмосферы, повышения точности прогнозов и минимизации рисков в авиации.	ПК-2.1. Знает физические законы, описывающие процессы в атмосфере, а также современные методы и технологии сбора, обработки и анализа данных о характеристиках атмосферы.	Знать: — структуру, состав, режим перемешивания и характер движений в верхних слоях атмосферы. Уметь: — осуществлять сбор и обработку данных о характеристиках атмосферы. Владеть: методами анализа данных о характеристиках атмосферы
	ПК-2.2. Умеет использовать теоретические знания, специализированное программное обеспечение и спутниковые данные для изучения и прогнозирования характеристик атмосферы и их динамики.	Знать: — алгоритмы использования данных для анализа характеристик верхней атмосферы. Уметь: — проводить модельные расчеты характеристик верхней атмосферы. Владеть: — методами работы с моделями атмосферы, ионосферы и ветра.
	ПК-2.3. Владеет методами анализа данных, работы с профессиональными системами обработки, визуализации и интерпретации информации о характеристиках атмосферы	Знать: — взаимосвязь между процессами происходящими в верхней атмосфере и гелиофизическими факторами. Уметь: — уметь интерпретировать результаты модельных расчетов характеристик верхней атмосферы. Владеть: владеть методами анализа данных о характеристиках атмосферы.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет: 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

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

Объём дисциплины	Очная форма обучения	
	Семестр	Итого
	6 семестр	
Зачётные единицы	2	2
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	32	32
в том числе:	-	-
— лекции	14	14
— занятия семинарского типа	-	-
— 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 для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
6 семестр							
1	Структура и состав верхних слоев атмосферы.	2	2	6	Выполнение практической работы.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
2	Солнечная активность.	2	2	6	Выполнение практической работы.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

№	Раздел / тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
6 семестр							
3	Геомагнитная активность.	2	2	6	Выполнение практической работы.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
4	Вариации параметров и состава верхней атмосферы.	2	4	6	Выполнение практической работы.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
5	Воздушные течения в верхней атмосфере.	2	2	6	Выполнение практической работы.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
6	Ионосфера.	2	4	4	Выполнение практической работы.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
7	Магнитосфера Земли. Магнитные бури в магнитосфере.	2	2	5,34	Выполнение практической работы.	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
	ИТОГО	14	18	39,34			

4.3. Содержание разделов дисциплины

Таблица 4. Содержание разделов дисциплины

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Структура и состав верхних слоев атмосферы.	Верхние слои атмосферы: мезосфера, термосфера, экзосфера. Структура, состав, режим перемешивания и характер движений в верхних слоях атмосферы.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
2	Солнечная активность.	Внутреннее строение Солнца. Структура атмосферы Солнца. Электромагнитное излучение Солнца. Корпускулярное излучение Солнца -солнечный ветер. Солнечная активность, вариации параметров солнечной активности. Индексы солнечной активности.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
3	Геомагнитная активность.	Земля как источник магнитного поля. Элементы геомагнитного поля. Структура магнитного поля у Земли. Индексы геомагнитной активности.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
4	Вариации параметров и состава верхней атмосферы.	Факторы, влияющие на состояние нейтрального газа верхней атмосферы на данной высоте. Суточные, годовые и широтные изменения параметров атмосферы. Изменчивость параметров атмосферы в зависимости от солнечной и геомагнитной активности. Вариации состава атмосферы.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
5	Воздушные течения в верхней атмосфере.	Ветровой режим в мезосфере. Ветры в термосфере от солнечного и высокоширотного источников. Глобальное распределение ветров в магнито-возмущенных условиях. Турбулентный режим мезосферы и нижней термосферы.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
6	Ионосфера.	Ионосфера. Химические процессы в ионосфере. Формирование ионосферы. Механизмы ионизации. Характеристики слоев ионосферы.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
7	Магнитосфера Земли. Магнитные бури в магнитосфере.	Взаимодействие солнечного ветра и магнитного поля земли. Магнитные бури и суббури. Основные элементы характеристики магнитной бури.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5. Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
6 семестр			
1	Практическая работа №1. Расчет высотных профилей параметров и состава атмосферы по модели по модели нейтральной атмосферы NRLMSIS.	2	6
2	Практическая работа №2. Расчет высотных профилей параметров и состава атмосферы в зависимости от уровня солнечной активности по модели по модели нейтральной атмосферы NRLMSIS.	2	6
3	Практическая работа №3. Расчет высотных профилей параметров и состава атмосферы в зависимости от уровня геомагнитной активности по модели NRLMSIS.	2	6
4	Практическая работа №4. Расчет широтных вариаций параметров и состава атмосферы по модели нейтральной атмосферы NRLMSIS.	2	6
5	Практическая работа №5. Расчет скорости и направления ветра по модели горизонтального ветра HWM.	2	6

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
6	Практическая работа №6. Расчет концентрации электронов для различных слоев ионосферы по модели ионосферы IRI.	2	4
7	Практическая работа №7. Расчет концентрации ионов для различных слоев ионосферы по модели ионосферы IRI.	2	5,34
	ВСЕГО	18	39,34

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

Электронный учебный курс «Физика верхних слоев атмосферы» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.ru/>

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

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Текущий контроль:	0-100
в том числе промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

6.1. Текущий контроль

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**: устный ответ на два вопроса в билете.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7. Распределение баллов по видам учебной работы — 6 семестр

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Текущий контроль:	0-100
в том числе промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

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		
1.1.1	Практическая работа №1. Расчет высотных профилей параметров и состава атмосферы по модели по модели нейтральной атмосферы NRLMSIS.	1	2
1.1.2	Практическая работа №2. Расчет высотных профилей параметров и состава атмосферы в зависимости от уровня солнечной активности по модели по модели нейтральной атмосферы NRLMSIS.	1	2
1.1.3	Практическая работа №3. Расчет высотных профилей параметров и состава атмосферы в зависимости от уровня геомагнитной активности по модели NRLMSIS.	2	4
1.1.4	Практическая работа №4. Расчет широтных вариаций параметров и состава атмосферы по модели нейтральной атмосферы NRLMSIS.	2	4
1.1.5	Практическая работа №5. Расчет скорости и направления ветра по модели горизонтального ветра HWM.	2	4
1.1.6	Практическая работа №6. Расчет концентрации электронов для различных слоев ионосферы по модели ионосферы IRI.	2	4
1.1.7	Практическая работа №7. Расчет концентрации ионов для различных слоев ионосферы по модели ионосферы IRI.	2	4
Итого баллов по обязательной части		20	40
2. Вариативная часть			
2.1	Реферат «Космическая погода и ее влияние на полеты самолетов в полярных регионах»	1	5
2.2	Расчет минимальной скорости ионизации электрона: разработка компьютерной программы и расчет.	10	25
2.3	Слушатель цикла научно-популярных лекций «Метеорологические среды»	1	10
2.4	Участие в олимпиаде (физика, математика, метеорология)	5	10
2.4.1	участие	5	5
2.4.2	призер	10	10
2.5	Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)	10	10
2.6	Акселерационная программа/ проект Росмолодежи	20	40
2.6.1	участие	20	20
2.6.2	грант	40	40
Промежуточная аттестация по дисциплине		0	30
Итого баллов по вариативной части		43	60
Итого баллов по дисциплине			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 рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины «Метеорологическое обслуживание и оценка погодных рисков».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Кулешов Ю.В., Краснов В.М., Готюр И.А. Основы физики околоземного космического пространства: Учебник/ Ю.В. Кулешов, В.М. Краснов, И.А. Готюр, под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.В. Кулешова – СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2022. – 306с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=xrjfbh>

Дополнительная литература:

1. Мирошниченко Л. И. Физика Солнца и солнечно-земных связей. Под редакцией профессора М. И. Панасюка. [Текст]: Учебное пособие. – Москва: Университетская книга. 2011. – 174 с.
2. Бархатов Н.А., Бархатова О.М. Введение в солнечно-земную физику [Текст]: учебно-научное пособие / Н.А. Бархатов, О.М. Бархатова – Нижний Новгород: изд-во ГОУ ВПО НГПУ. 2009. –494 с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Образовательная платформа Нетология [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://netology.ru/>
2. Образовательная платформа Яндекс Практикум [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://practicum.yandex.ru/>
3. Образовательная платформа GeekBrains [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gb.ru/>
4. Образовательная платформа Skillbox [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://skillbox.ru/>
5. Образовательная платформа SkillFactory [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://skillfactory.ru/>
6. Образовательная платформа Открытое образование [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://openedu.ru/>
7. 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://znanium.com>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Электронная библиотечная система «Znanium» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://znanium.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Юрайт» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://urait.ru/>
3. Электронная научная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
4. Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа — укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

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.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

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.