Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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, протокол № 12

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

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

Санкт-Петербург
2023

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2024/2025 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры метеорологических прогнозов от 07.06.2024 № 13

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:
- структуру, состав, режим перемешивания и характер движений в верхних слоях атмосферы;
- алгоритмы использования данных для анализа характеристик верхней атмосферы;
- взаимосвязь между процессами в верхней атмосфере и гелиофизическими факторами.

2. Сформировать умение:
- осуществлять сбор и обработку данных о характеристиках атмосферы;
- проводить модельные расчёты характеристик верхней атмосферы;
- интерпретировать результаты модельных расчётов характеристик верхней атмосферы.

3. Сформировать владение:
- методами анализа данных о характеристиках атмосферы;
- методами работы с моделями атмосферы, ионосферы и ветра.

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 ПК-2.2. Умеет использовать теоретические знания, специализированное программное обеспечение и спутниковые данные для изучения и прогнозирования характеристик атмосферы и их динамики ПК- 2.3. Владеет методами анализа данных, работы с профессиональными системами обработки, визуализации и интерпретации информации о характеристиках атмосферы	Знать: – структуру, состав, режим перемешивания и характер движений в верхних слоях атмосферы; – алгоритмы использования данных для анализа характеристик верхней атмосферы; – взаимосвязь между процессами в верхней атмосфере и гелиофизическими факторами. Уметь: – осуществлять сбор и обработку данных о характеристиках атмосферы; – проводить модельные расчёты характеристик верхней атмосферы; – интерпретировать результаты модельных расчётов характеристик верхней атмосферы. Владеть: – методами анализа данных о характеристиках атмосферы; – методами работы с моделями атмосферы, ионосферы и ветра.

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:	32,5	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
в том числе:		
текущий контроль успеваемости	0,5	0,5
промежуточная аттестация	0,16	0,16
Всего часов:	72	72
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3. Структура дисциплины

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
6 семестр							
1	Тема 1. Структура и состав невозмущенной атмосферы Земли.	2	2	4	Представление результатов выполнения практической работы (в письменном виде).	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
2	Тема 2. Солнце и солнечная активность.	2	4	6	Представление результатов выполнения практической работы (в письменном виде).	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
3	Тема 3. Вариации параметров верхней атмосферы.	2	2	6	Представление результатов выполнения практической работы (в письменном виде).	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
	Текущий контроль успеваемости – 0,5						
4	Тема 4. Магнитное поле Земли. Магнитосфера.	2	4	6	Представление результатов выполнения практической работы (в письменном виде).	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
5	Тема 5. Ионосфера Земли.	2	2	6	Представление результатов выполнения практической работы (в письменном виде)	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
6 семестр							
6	Тема 6. Волны в атмосфере.	2	2	6	Представление результатов выполнения практической работы (в письменном виде)	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
7	Тема 7. Волновой перенос энергии в верхние слои атмосферы.	2	2	5,34	Представление результатов выполнения практической работы (в письменном виде)	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
	Промежуточная аттестация – 0,16						
	Итого	14	18	39,34			
	Всего часов: 72						

4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 4. Содержание тем дисциплины

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Тема 1. Структура и состав невозмущенной атмосферы Земли.	Структура, состав, режим перемешивания и характер движений в верхних слоях атмосферы.	ПК-2
2	Тема 2. Солнце и солнечная активность.	Внутреннее строение и структура атмосферы Солнца. Излучение Солнца. Солнечная активность, вариации параметров солнечной активности. Индексы солнечной активности.	ПК-2
3	Тема 3. Вариации параметров верхней атмосферы.	Вариации параметров и состава атмосферы в мезосфере и термосфере.	ПК-2
4	Тема 4. Магнитное поле Земли. Магнитосфера.	Земля как источник магнитного поля. Элементы геомагнитного поля. Магнитосфера Земли. Магнитные бури. Индексы геомагнитной активности.	ПК-2
5	Тема 5. Ионосфера Земли.	Ионосфера. Формирование ионосферы. Широтное районирование ионосферы. Возмущения ионосферы источниками энергии солнечного и искусственного происхождения.	ПК-2
6	Тема 6. Волны в атмосфере.	Колебания и волны. Формы волновых поверхностей акустических, акустико-гравитационных, внутренних гравитационных и планетарных волн. Основные свойства волн в атмосфере.	ПК-2
7	Тема 7. Волновой перенос энергии в верхние слои атмосферы.	Скорость звука. Траектория распространения акустических волн. Физика распространения акустических волн в атмосфере и их воздействие на ионосферу.	ПК-2

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5. Содержание практических занятий

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
6 семестр			
1	Практическая работа №1. Формирование архива значений индекса солнечной активности F10.7 и Ap-индекса геомагнитной активности для года низкого и года высокого уровня солнечной активности и различных сезонов в годы низкого и высокого уровней солнечной активности выбрать самостоятельно.	4	2
2	Практическая работа №2. Расчет вертикальных профилей температуры, плотности и давления атмосферы по модели нейтральной атмосферы NRLMSIS.	4	2
2	Практическая работа №3. Расчет вариаций параметров атмосферы в зависимости от уровня солнечной активности на основе расчетов по модели NRLMSIS.	4	2
3	Практическая работа №4. Расчет суточных вариаций параметров и состава атмосферы по модели NRLMSIS.	4	2
4	Практическая работа №5. Расчет зависимости плотности и температуры атмосферы от геомагнитной активности на основе расчетов по модели нейтральной атмосферы NRLMSIS.	4	2
4	Практическая работа №6. Расчет элементов земного магнетизма: значения модуля полного вектора магнитной индукции, магнитного склонения и наклонения для различных широт Северного полушария по модели геомагнитного поля IGRF.	4	2
5	Практическая работа №7. Расчёт высотных, суточных и сезонных зависимостей параметров ионосферы для различных уровней солнечной и геомагнитной активности по модели ионосферы IRI.	4	2
6	Практическая работа №8. Расчёт акустических импульсов для различных высот атмосферы и уровней солнечной активности.	6	4
7	Практическая работа №9. Расчет траектории распространения акустических лучей от точечного источника для высокого и низкого уровней солнечной активности.	6	4
	Всего:	40	22

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/course/view.php?id=3942

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

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: ответ на один вопрос устно.

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 (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	2	6
1.2	Выполнение практических работ № 1 – 9:	14	34
1.2.1	Практическая работа №1. Формирование архива значений индекса солнечной активности F10.7 и Ap-индекса геомагнитной активности для года низкого и года высокого уровня солнечной активности и различных сезонов в годы низкого и высокого уровней солнечной активности. (Min – архив значений индексов для года низкой солнечной активности, max - для года низкой и высокой солнечной активности).	1	2
1.2.2	Практическая работа №2. Расчет вертикальных профилей температуры, плотности и давления атмосферы по модели нейтральной атмосферы NRLMSIS. (Min – расчет профилей одного параметра для 00UT, max - расчет профилей обоих параметров для 00UT и 12UT).	1	4
1.2.3	Практическая работа №3. Расчет вариаций параметров атмосферы в зависимости от уровня солнечной активности на основе расчетов по модели NRLMSIS. (Min – расчет для одного уровня солнечной активности, max - расчет для трех уровней солнечной активности).	1	4
1.2.4	Практическая работа №4. Расчет суточных вариаций параметров и состава атмосферы по модели NRLMSIS. (Min – расчет суточных вариаций параметров атмосферы, max - расчет суточных и широтных параметров и состава атмосферы).	1	4
1.2.5	Практическая работа №5. Расчет зависимости плотности и температуры атмосферы от геомагнитной активности на основе расчетов по модели нейтральной атмосферы NRLMSIS. (Min – расчет для двух широт, max - расчет суточных и широтных вариаций для шести широт).	1	4

1.2.6	Практическая работа №6. Расчет элементов земного магнетизма: значения модуля полного вектора магнитной индукции, магнитного склонения и наклонения для различных широт Северного полушария по модели геомагнитного поля IGRF. (Min – расчет высотного профиля концентрации электронов для одного уровня солнечной активности, max - расчет высотных профилей концентрации электронов и ионов для двух уровней солнечной активности).	1	4
1.2.7	Практическая работа №7. Расчёт высотных, суточных и сезонных зависимостей параметров ионосферы для различных уровней солнечной и геомагнитной активности по модели ионосферы IRI. (Min – расчет суточного хода электронной концентрации для высокого уровня солнечной активности, max - расчет высотного, суточного и сезонного хода электронной концентрации для низкого и высокого уровней солнечной активности).	1	4
1.2.8	Практическая работа №8. Расчёт акустических импульсов для различных высот атмосферы. (Min – расчет для двух высот атмосферы, max - расчет для четырех высот атмосферы).	2	4
1.2.9	Практическая работа №9. Расчет траектории распространения акустических лучей от точечного источника для высокого и низкого уровней солнечной активности. (Min – расчет для высокого уровня солнечной активности, max – расчет для низкого и высокого уровней солнечной активности).	2	4
Итого баллов по обязательной части		16	40
2.	Вариативная (элективная) часть		
2.1	Тренировочные задания (выбирается одно из заданий)	3	50
2.1.1.	Тема 1 дисциплины Рассчитать и построить модельный высотный профиль параметров атмосферы для выбранной станции, года и времени по модели NRLMSIS. 1. Высотный профиль температуры воздуха для высокоширотной станции 2. Высотный профиль температуры воздуха для среднеширотной станции. 3. Высотный профиль температуры воздуха для низкоширотной станции. (Min – 1 выполненное задание, max- 3 выполненных задания)	1	3
2.1.2	Тема 2 дисциплины Сформировать архив ежедневных данных индекса солнечной активности F10.7 и построить график зависимости индекса F10.7 от дня года, описать результаты (использовать сайт http://www.wdcb.ru/stp/geomag/indices_description.ru.html): 1. для года высокого уровня солнечной активности; 2. для года среднего уровня солнечной активности; 3. для года низкого уровня солнечной активности. (Min – 1 выполненное задание, max- 3 выполненных заданий)	1	3
2.1.3	Тема 3 дисциплины Рассчитать суточные вариации плотности воздуха для различных уровней солнечной активности для средних и высоких широт по модели NRLMSIS. 1. Для высокоширотной станции высокого и низкого уровня солнечной активности; 2. Для среднеширотной станции высокого и низкого уровня солнечной активности года среднего уровня солнечной активности; 3. Для низкоширотной станции высокого и низкого уровня солнечной активности года среднего уровня солнечной активности.	1	3
2.1.4	Тема 4 дисциплины Сформировать архив ежедневных данных Ap-индекса геомагнитной активности, построить график зависимости Ap-индекса от дня года, описать результаты (использовать сайт http://www.wdcb.ru/stp/geomag/indices_description.ru.html). 1. Для года высокого уровня солнечной активности; 2. Для года среднего уровня солнечной активности; 3. Для года низкого уровня солнечной активности. (Min – 1 выполненное задание, max- 3 выполненных заданий)	1	2
2.1.5	Тема 5 дисциплины Расчет суточных вариаций концентрации электронов и ионов F-слоя ионосферы по модели ионосферы IRI.	1	3

	1. Для высокоширотной станции. 2. Для среднеширотной станции. 3. Для низкоширотной станции. (Min – 1 выполненное задание, max- 3 выполненных заданий)		
2.1.6	Темы 6-7 дисциплины Расчет величины возмущения температуры воздуха на различных высотах при прохождении акустической волны. 1. Для высокоширотной станции. 2. Для среднеширотной станции. 3. Для низкоширотной станции. (Min – 1 выполненное задание, max- 3 выполненных заданий)	1	3
2.2	Учебное задание продвинутого уровня	5	10
2.2.1	Задача 1. Написать компьютерную программу расчета возмущения температуры, вызванной распространением акустической волны. Задача 2. Рассчитать и построить на графике направляющие вдоль траектории полета ракеты: склонение, наклонение и амплитуда вектора геомагнитного поля. (Дано: 15.10.2020г ракета запущена на высоту 18 км. После выхода на эту высоту ее координаты 40°СШ, 70°ВД. Маршрут полета ракеты на этой высоте по направлению строго на северный географический полюс. Дальность полета по долготе 9°). (Min – решена одна задача, max- решено две задачи)	5	10
2.3	Тест (базовый уровень сложности по темам 1 – 7) Оценка: успешное прохождение 35% -1 балл, успешное прохождение 100% -3 балла.	1	3
2.4	Тест (продвинутый уровень сложности по темам) Оценка: успешное прохождение 35% -3балла, успешное прохождение 100% -10 баллов.	3	10
2.5	Рефераты	4	8
2.5.1	Реферат по теме согласно списку (не более одного)	4	8
2.6	Доклады по темам изучаемой дисциплины	1	80
2.6.1	Доклад с презентацией по теме реферата согласно списку рефератов (не более одного)	1	5
2.6.2	Доклад с презентацией в рамках цикла научно-популярных лекций «Метеорологические среды» для студентов 1 курса (от 1 до 5 лекций)	1	15
2.6.3	Доклад с презентацией в рамках цикла научно-популярных лекций «Метеорологические среды» для студентов 1 курса (от 1 до 5 лекций)	1	15
2.6.4	Доклад с презентацией в рамках Школы «Гидромет» (от 1 до 5 лекций)	1	15
2.6.5	Научный с презентацией или стендовый доклад на вузовской студенческой конференции	2	7
2.6.6	Научный доклад с презентацией или стендовый доклад на всероссийской конференции	3	10
2.6.7	Научный доклад с презентацией или стендовый доклад на международной конференции	5	13
2.7	Участие в олимпиаде по физике, математики, метеорологии	2	55
2.7.1	участник внутривузовской олимпиады	2	2
2.7.2	призер внутривузовской олимпиады	5	5
2.7.3	участие в межвузовской олимпиаде	3	3
2.7.4	призер межвузовской олимпиады	20	10
2.7.3	участие в национальной олимпиаде	5	5
2.7.5	призер национальной олимпиады	30	40
2.8	Публикация в индексируемом журнале по темам изученной дисциплины	5	35
2.8.1	Самостоятельная публикация (от 1 до 3)	10	30
2.8.2	Публикация в соавторстве с преподавателем (не более одной)	5	5
2.9	Участие в грантах, конкурсах технологического предпринимательства, стартап-проектах и иное по темам изучаемой дисциплины(не более двух проектов)	20	60
2.9.1	Участие в стартап-проекте, связанном по теме изучаемой дисциплиной	20	20
2.9.2	Участник Акселерационная программа/ гранта/проект Росмолодежи	20	20
2.9.3	Победитель Акселерационная программа/ гранта/проект Росмолодежи	40	40

2.10	Обучение на массовых онлайн-курсах по теме изучаемой дисциплины с предоставлением сертификата	10	60
2.10.1	Свидетельство о прохождении объёмом до 36 часов	10	10
2.10.2	Свидетельство о прохождении объёмом до 72 часов	20	20
2.10.3	Свидетельство о прохождении объёмом более 200 часов	30	30
2.11	Освоение дополнительной образовательной программы по теме изучаемой дисциплины	10	60
2.11.1	Справка об обучении о прохождении объёмом до 36 часов	10	10
2.11.2	Справка об обучении о прохождении объёмом до 72 часов	20	20
2.11.3	Справка об обучении о прохождении объёмом более 200 часов	30	30
Итого баллов по вариативной части		24	60
3.1	Промежуточная аттестация по изучаемой 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 рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины «Физика верхних слоев атмосферы».

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.

2. Хмелевской В.К. Геофизические методы исследований: учебное пособие для геологических специальностей вузов / В.К. Хмелевской, Ю.И. Горбачев, А.В. Калинин, М.Г. Попов, Н.И. Селиверстов, В.А. Шевнин. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамГУ, 2004. – 232 с.

3. Модель космоса. Т.1. Физические условия в космическом пространстве/ под ред. Проф. Панасюка М.И. [Текст]/ – М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2007. – 873 с.

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 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://znanium.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

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 аудитории 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.