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.05.01 Моделирование атмосферных процессов

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:
к.ф.-м.н. Анискина О.Г.

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 объём знаний, умений и навыков, необходимых для использования в оперативной прогностической деятельности, а также при проведении научно-исследовательских работ результатов математического моделирования атмосферных процессов.

Задачи:

1. Сформировать знание:

– современных методов математического моделирования атмосферных процессов,

– общетеоретических основ построения и использования математических моделей атмосферы для прогноза синоптических процессов,

– методов решения профессиональных задач с использованием математических моделей атмосферы.

2. Сформировать умение:

– получать результаты математических моделей атмосферы и их интерпретировать,

– разрабатывать алгоритмы и выбирать методы решения уравнений гидродинамики атмосферы,

3. Сформировать владение

– методами работы с метеорологическими данными, полученными при математическом моделировании атмосферных процессов,

– методами разработки математических моделей атмосферы.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы, изучается в 7 семестре для освоения профессиональных компетенций.

Изучению предшествуют следующие дисциплины:

«Физика», «Математика», «Прикладная математика», «Прикладная физика», «Иностранный язык», «Общая метеорология», «Введение в метеорологическую специальность», «Динамическая метеорология», «Компьютерные технологии в профессиональной деятельности».

Изучается параллельно в 7 семестре с такими дисциплинами как:

«Региональные численные модели», «Интерпретация результатов численного моделирования», «Прикладная климатология», «АРМ синоптика», «Комплексный анализ метеорологической информации в интересах авиационных пользователей», «Региональные особенности атмосферных процессов».

Дисциплина необходима для изучения дисциплин:

«Метеорологическое обеспечение полётов», «Метеорологическое обеспечение авиации, как отрасли экономики», «Специальные вопросы синоптики в задачах авиационной метеорологии», «Наукастинг для авиации», «Ассимиляция информации гидродинамическими моделями атмосферы», при прохождении практик, 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 метеорологической 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: – современных методов математического моделирования атмосферных процессов, – общетеоретических основ построения и использования математических моделей атмосферы для прогноза синоптических процессов, – методов решения профессиональных задач с использованием математических моделей атмосферы. Уметь: – получать результаты математических моделей атмосферы и их интерпретировать, – разрабатывать алгоритмы и выбирать методы решения уравнений гидродинамики атмосферы. Владеть: – методами работы с метеорологическими данными, полученными при математическом моделировании атмосферных процессов, – методами разработки математических моделей атмосферы.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет: 4 зачетные единицы, 144 академических часов.

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

Объём дисциплины	Очная форма обучения	
	Семестр	Итого
	7 семестр	
Зачётные единицы	4	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	65	65
в том числе:	-	-
лекции	28	28
занятия семинарского типа:	36	36

практические занятия	-	-
лабораторные занятия	36	36
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	78,84	78,84
в том числе:	-	-
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
Контроль:	1,16	1,16
в том числе:		
текущий контроль успеваемости	1,0	1,0
промежуточная аттестация	0,16	0,16
Всего часов:	144	144
Вид промежуточной аттестации	Зачёт с оценкой	Зачёт с оценкой

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3. Структура дисциплины

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в том числе самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
7 семестр							
1	Тема 1. Введение: Основные понятия и история моделирования атмосферных процессов	2	0	0,84	Опрос на лекции	ПК-2	ПК-2-1
2	Тема 2. Виды математических моделей атмосферы	2	0	7	Опрос на лекции	ПК-2	ПК-2-1
3	Тема 3-4. Статистическое моделирование атмосферных процессов	4	4	10	Опрос на лекции, представление результатов выполнения лабораторных работ № 1, 2 (в письменном виде)	ПК-2	ПК-2-1
4	Тема 5. Гидродинамическое моделирование атмосферных процессов. Основные положения	2	0	8	Электронное тестирование Moodle (тест № 1), опрос на лекции	ПК-2	ПК-2-1
	Текущий контроль успеваемости – 1,0						
5	Тема 6. Системы координат,	2	2	8	Электронное тестирование в Moodle	ПК-2	ПК-2-1, ПК-2-2

	используемых в моделирование атмосферных процессов				(тест № 2), опрос на лекции, представление результатов выполнения лабораторной работы № 3 (в письменном виде)		ПК-2-3
6	Тема 7-8. Численные методы, используемые в гидродинамическом моделировании атмосферных процессов	4	10	10	Электронное тестирование в Moodle (тест № 3), опрос на лекции, представление результатов выполнения лабораторных работ № 4, 5, 6 (в письменном виде)	ПК-2	ПК-2-1, ПК-2-2 ПК-2-3
7	Тема 9-10. Численное решение прогностических уравнений	4	10	10	Электронное тестирование в Moodle (тест № 4), вопросы на лекции, представление результатов выполнения лабораторных работ № 7, 8 (в письменном виде)	ПК-2	ПК-2-1, ПК-2-2 ПК-2-3
8	Тема 11. Методы описания адвекции	2	4	8	Электронное тестирование в Moodle (тест № 5), представление результатов выполнения лабораторной работы № 9 (в письменном виде)	ПК-2	ПК-2-1, ПК-2-2 ПК-2-3
9	Тема 12-13. Проблема описания физических процессов в гидродинамических моделях атмосферы	4	2	9	Электронное тестирование в Moodle (тест № 6), представление результатов выполнения лабораторной работы № 10 (в письменном виде)	ПК-2	ПК-2-1, ПК-2-2 ПК-2-3
10	Тема 14. Ансамблевый подход к моделированию атмосферных процессов	2	4	8	Электронное тестирование в Moodle (тест № 7), представление результатов выполнения лабораторной работы № 11 (в письменном виде)	ПК-2	ПК-2-1, ПК-2-2 ПК-2-3
	Промежуточная аттестация – 0,16						
	Итого	28	36	78,84			
	Всего часов: 144						

4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 4. Содержание тем дисциплин

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Тема 1. Введение: Основные понятия и история моделирования атмосферных процессов	Роль и место дисциплины в освоении метеорологической специальности. Цели и задачи дисциплины. Содержание дисциплины и её связь с другими дисциплинами. Понятие модели, классификация моделей. Классификация математических моделей. Основные направления развития моделирования. История развития математического моделирования.	ПК-2
2	Тема 2. Виды математических моделей атмосферы	Статистическое, имитационное, гидродинамическое моделирование атмосферных процессов. Аналитические и численные модели атмосферных процессов. Информационные модели. Использование моделей в метеорологической практике.	ПК-2
3	Тема 3-4. Статистическое моделирование атмосферных процессов	Регрессионные модели (линейные, нелинейные, множественная регрессия, логистическая регрессия). Использование в метеорологии. Преимущества и недостатки.	ПК-2
4	Тема 5. Гидродинамическое моделирование атмосферных процессов. Основные положения	Основные положения гидродинамических моделей. Уравнения гидродинамики атмосферы. Фильтрованные модели. Упрощающие и фильтрующие гипотезы. Методы решения уравнений гидродинамики атмосферы (необходимость использования численных методов, классификация численных методов, эволюция в разработке численных моделей). Классификация гидродинамических моделей атмосферы. Задача Коши, как часть гидродинамической модели атмосферы. Решение краевой задачи при гидродинамическом моделирование атмосферных процессов.	ПК-2
5	Тема 6. Системы координат, используемых в моделирование атмосферных процессов	Системы координат по горизонтали (сферическая и декартовая). Системы координат по вертикали (декартовая, изобарическая, сигма, гибридная, изэнтропическая). Вывод системы уравнений гидродинамики атмосферы с произвольной вертикальной координатой. Достоинства и недостатки различных координатных систем. Постановка граничных условий в различных координатных системах.	ПК-2
6	Тема 7-8. Численные методы, используемые в гидродинамическом моделировании атмосферных процессов	Метод сеток. Виды сеток. Спектральный метод. Метод конечных элементов. Метод конечных объёмов. Ошибки аппроксимации. Порядок точности. Вычислительная дисперсия. Вычислительная неустойчивость. Нелинейная вычислительная неустойчивость. Ошибки ложного представления. Меры борьбы с ошибками.	ПК-2
7	Тема 9-10. Численное решение прогностических уравнений	Использование явных, неявных и полунеявных схем интегрирования по времени. Схема Рунге-Кутта. Компактные схемы. Консервативные схемы.	ПК-2
8	Тема 11. Методы описания адвекции	Описание адвекции в Эйлеровых координатах. Описание адвекции в переменных Лагранжа. Полулагранжевое описания адвекции. Достоинства и недостатки.	ПК-2
9	Тема 12-13. Проблема описания физических процессов в гидродинамических моделях атмосферы	Подсеточные физические процессы. Возможности описание подсеточных процессов численными моделями. Понятие параметризаций. Основные задачи и метода построения параметризаций. «Серая зона» при моделировании атмосферных процессов.	ПК-2

10	Тема 14. Ансамблевый подход к моделированию атмосферных процессов	Понятие ансамблевого моделирования. Методы построения ансамбля. Методы анализа результатов ансамблевого прогноза. Интерпретация результатов ансамблевого прогноза.	ПК-2

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5. Содержание лабораторных занятий

№	№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
1	3-4	Лабораторная работа № 1 Создание простой линейной регрессионной модели	6	4
2	3-4	Лабораторная работа № 2 Создание модели множественной регрессии	6	4
3	6	Лабораторная работа № 3 Интерполяция метеорологических величин с сигма на изобарическую систему координат	6	4
4	7-8	Лабораторная работа № 4-5. Создание модели на основе двумерного линейного уравнения адвекции. Численные эксперименты с различными конечно-разностными аналогами и сетками	8	4
5	7-8	Лабораторная работа № 6-7. Создание спектральной модели на основе линейного уравнения адвекции	8	4
6	7-8	Лабораторная работа № 8 Решение нелинейного уравнения адвекции. Методы борьбы с нелинейной вычислительной неустойчивостью	6	4
7	9-10	Лабораторная работа № 9-11. Использование неявной схемы интегрирования для решения линейного и нелинейного уравнения адвекции	10	4
8	9-10	Лабораторная работа № 12-13. Применение метода Рунге-Кутта для решения линейного и нелинейного уравнения адвекции	8	4
9	11	Лабораторная работа № 14-15. Решение двумерного нелинейного уравнения адвекции с использование Эйлерова и полулагранжева подхода к описанию адвекции	8	4
10	12-13	Лабораторная работа № 16. Параметризация конвекции методом приспособления	6	4
11	14	Лабораторная работа № 17-18. Разработка ансамблевого прогноза на основе решения линейного уравнения адвекции	8	4
		Всего:	80	44

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

Электронный учебный курс «Моделирование атмосферных процессов» в системе в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=4492

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 с оценкой.

Форма проведения зачета с оценкой: устный ответ на один вопрос в билете.

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 знаний	3	10
1.1.1	Тестирование «Моделирование атмосферных процессов»	3	10
1.1	Выполнение лабораторных работ	11	30
1.1.1	Лабораторная работа № 1 Создание простой линейной регрессионной модели	1	3
1.1.2	Лабораторная работа № 2 Создание модели множественной регрессии	1	3
1.1.3	Лабораторная работа № 3 Интерполяция метеорологических величин с сигма на изобарическую систему координат	1	3
1.1.4	Лабораторная работа № 4 Создание модели на основе линейного уравнения адвекции. Численные эксперименты с различными конечно-разностными аналогами	1	3
1.1.5	Лабораторная работа № 5 Создание спектральной модели на основе линейного уравнения адвекции	1	3
1.1.6	Лабораторная работа № 6 Решение нелинейного уравнения адвекции. Методы борьбы с нелинейной вычислительной неустойчивостью	1	3
1.1.7	Лабораторная работа № 7 Использование неявной схемы интегрирования для решения линейного и нелинейного уравнения адвекции	1	3
1.1.8	Лабораторная работа № 8 Применение метода Рунге-Кутта для решения линейного и нелинейного уравнения адвекции	1	3

1.1.9	Лабораторная работа № 9 Решение двумерного нелинейного уравнения адвекции с использование Эйлерова и полулагранжева подхода к описанию адвекции	1	3
1.1.10	Лабораторная работа № 10 Параметризация конвекции методом приспособления	1	3
1.1.11	Лабораторная работа № 11 Разработка ансамблевого прогноза на основе решения линейного уравнения адвекции	1	3
Итого баллов по обязательной части		14	40
2.	Вариативная часть		
2.1	Тест (базовый уровень сложности)	10	25
2.1.1	Тест № 1 на тему «Уравнения гидродинамики атмосферы»	2	4
2.1.2	Тест № 2 на тему «Системы координат, используемые в современных гидродинамических моделях атмосферы»	1	3
2.1.3	Тест № 3 на тему «Ошибки численного решения уравнений гидродинамики атмосферы»	1	3
2.1.4	Тест № 4 на тему «Схемы интегрирования по времени	1	3
2.1.5	Тест № 5 на тему «Методы описания адвекции»	1	4
2.1.6	Тест № 6 на тему «Параметризация физических процессов»	2	4
2.1.7	Тест № 7 на тему «Ансамблевый прогноз»	2	4
2.2	Выполнение индивидуальных заданий	4	80
2.2.1	Построение модели на основе уравнений адаптации модели мелкой воды	1	10
2.2.2	Анализ ошибок, связанных с аппроксимацией уравнений конечно-разностными аналогами	1	10
2.2.3	Построение спектральной модели на основе геострофического уравнения вихря скорости	1	30
2.2.3	Разработка алгоритма, программного кода, визуализации и анализ параметризации конвекции методом Куо	1	30
2.3	Участие в олимпиаде по моделированию атмосферных процессов:	0	10
2.4.1	участник внутривузовской олимпиады	1	1
2.3.2	призер внутривузовской олимпиады	0	5
2.3.3	участие в межвузовской олимпиаде	2	2
2.3.4	призер межвузовской олимпиады	0	10
2.3.5	призер национальной олимпиады	0	20
3.1	Участие в стартап-проекте, связанном с моделированием атмосферных процессов	2	10
3.2	Участие в акселерационной программе университета / конкурсе грантов Росмолодежи с проектом, связанным с моделированием атмосферных процессов	2	10
3.2.1	участие	2	10
3.2.2	победа	20	20
Итого баллов по вариативной части		26	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
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	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 «Моделирование атмосферных процессов».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Истягина, Е. Б. Математическое моделирование : учебное пособие / Е. Б. Истягина, А. А. Пьяных, Т. А. Пьяных. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2022. - 124 с. - ISBN 978-5-7638-4557-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/
2. Балакин, А. А. Численные методы и математическое моделирование : учебное пособие / А. А. Балакин. - Долгопрудный : Интеллект, 2022. - 288 с. - ISBN 978-5-91559-297-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1870014
3. Цепелев В.Ю., Анискина О.Г. Ансамблевый прогноза: составление, использование, интерпретация.– СПб: Издательско-полиграфическая ассоциация ВУЗ, 2022.– 110 с.

Дополнительная литература

1. Репинская Р. П. Анискина О. Г. Конечно-разностные методы в гидродинамическом моделировании атмосферных процессов. – СПб.: РГГМИ, 2001 http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213172857.pdf
2. Анискина О.Г., Репинская Р.П. Проекционные методы в атмосферных моделях.– СПб, 2019.– 115 с.
3. Численные методы, используемые в атмосферных моделях. – Л.: Гидрометеоиздат, 1982
4. Мезингер Ф., Аракава А. Численные методы, используемые в атмосферных моделях. – М.: Наука, 1979
5. Клемин, В.В. Динамика атмосферы Воен.-косм. акад. им. А.Ф. Можайского; В.В. Клёмин, Ю.В. Кулешов, С.С. Суворов, Ю.Н. Волконский ; [под общ. ред. С.С. Суворова и В.В. Клёмина]. - Санкт-Петербург: Наука, 2013. - 420 с.
6. Бахвалов, Н. С. Численные методы [Электронный ресурс] / Н. С. Бахвалов, Н. П.Жидков, Г. М. Кобельков. - 7-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 636 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=365807

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Электронный ресурс: Гидрометцентр РФ. Режим доступа - https://meteoinfo.ru/
2. Образовательная платформа Нетология [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://netology.ru/
3. Образовательная платформа Яндекс Практикум [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://practicum.yandex.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. office 2010 49671955 01.02.2012
2. windows 7 48130165 21.02.2011
3. GNU Fortran - компилятор (свободно распространяемое программное обеспечение).
4. GRADS - система анализа и представления данных (свободно распространяемое программное обеспечение).

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
3. Электронный каталог Научной библиотеки РГГМУ. Режим доступа: http://elib.rshu.ru
4. Электронный каталог библиотеки РНБ Режим доступа: https://nlr.ru/nlr_visit/RA1812/elektronnyie-katalogi-rnb
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». Режим доступа https://biblioclub.ru/
6. Электронная образовательная платформа «Юрайт» https://urait.ru/
7. Электронная библиотечная система elibrary. Режим доступа https://elibrary.ru
8. Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. База данных исследований Центра стратегических разработок [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.csr.ru/ru/research/
2. База данных международных индексов научного цитирования Scopus [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.scopus.com/
3. База данных международных индексов научного цитирования Web of Science [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://webofscience.com/
4. База данных НП «Международное Исследовательское Агентство «Евразийский Монитор» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://eurasiamonitor.org/issliedovaniia
5. База книг и публикаций электронной библиотеки «Наука и Техника» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://n-t.ru/
6. Базы данных официальной статистики Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/statistic
7. Электронная библиотечная система «Znanium» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://znanium.ru/
8. Электронная библиотечная система «Юрайт» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://urait.ru/
9. Электронная научная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/
10. Электронная научная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования,

обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программе дисциплины

Учебная аудитории 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

1. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
2. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
3. 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.