

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.02.01.02/Б1.В.ДВ.02.02.02 Гидродинамические прогнозы погоды

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

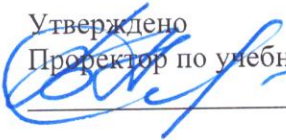
Направленность (профиль)
«Метеорология, спутниковые и цифровые технологии»

Уровень:
Бакалавриат

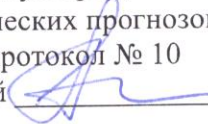
Форма обучения
Очная/Заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП

 Восканян К.Л.

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. О.Г. Анискина

Санкт-Петербург 2023

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – сформировать профессиональную компетенцию, а также необходимый объём знаний, умений и навыков, необходимых для разработки гидродинамических прогнозов прогнозов погоды, а также для корректного использования результатов гидродинамических прогнозов в оперативной практике и при проведении научных исследований.

Задачи:

1. Сформировать знание:

- современные методы гидродинамического прогноза погоды и состава атмосферы;

- методы обработки результатов гидродинамических прогнозов с целью разработки прогнозов погоды, агрометеорологических прогнозов и прогнозов загрязнения атмосферы;

2. Сформировать умение:

- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения профессиональных задач с использованием результатов гидродинамических прогнозов погоды;

3. Сформировать владение

- навыками интерпретации результатов гидродинамического моделирования;

- навыками анализа качества и корректировки результатов гидродинамических прогнозов погоды.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений, изучается в 6 семестре очной формы обучения и на 4 курсе заочной формы обучения 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», «Статистический анализ гидрометеорологической информации», «Введение в информационные технологии».

Изучается параллельно в 6 семестре очной формы обучения и на 4 курсе заочной формы обучения с такими дисциплинами как:

«Синоптические прогнозы погоды», «Сверхкраткосрочные прогнозы погоды», «Специализированные прогнозы погоды», «Прогнозы погоды с использованием спутниковых данных».

Дисциплина необходима для изучения дисциплин:

«Численные модели атмосферы», «Метеорологические данные: цифровые базы и визуализация», «Гидродинамическое моделирование климата», «Моделирование климата и его изменений», при прохождении практик, написании выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:
ПК-4

Таблица 1. Компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-4. Способен разрабатывать различные типы метеорологических прогнозов, включая прогнозы загрязнения атмосферы и агрометеорологические прогнозы, оценивать их качество	ПК-4.1. Знает различные методы и модели, используемые для разработки метеорологических прогнозов, включая гидродинамические и статистические, а также о специфике прогнозирования загрязнения атмосферы и агрометеорологических условий ПК-4.2. Умеет разрабатывать различные типы метеорологических прогнозов (например, краткосрочные, долгосрочные, агрометеорологические) на основе собранных данных, а также проводить анализ и оценку их точности и надежности с использованием статистических методов и критических показателей ПК-4.3. Владеет навыками интерпретации полученных прогнозов и оценок их качества, а также умение формулировать практические рекомендации для пользователей на основе полученных данных о состоянии атмосферы и ожидаемых метеорологических условий	Знать: – современные методы гидродинамического прогноза погоды и состава атмосферы; – методы обработки результатов гидродинамических прогнозов с целью разработки прогнозов погоды, агрометеорологических прогнозов и прогнозов загрязнения атмосферы; Уметь: – выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения профессиональных задач с использованием результатов гидродинамических прогнозов погоды; Владеть: – навыками интерпретации результатов гидродинамического моделирования; – навыками анализа качества и корректировки результатов гидродинамических прогнозов погоды.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа

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

Объём дисциплины	Очная форма обучения		Заочная форма обучения	
	Семестр	Итого	Курс	Итого
	6 семестр		4 курс	
Зачётные единицы	4	4	4	4
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	64,16	65,16	17,16	17,16
в том числе:	-	-	-	-
лекции	28	28	8	8
занятия семинарского типа:	36	36	8	8
практические занятия	-	-	-	-
лабораторные занятия	36	36	8	8
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	78,84	78,84	126,84	126,84

в том числе:	-	-	-	-
курсовая работа	-	-	-	-
контрольная работа	-	-	-	-
Контроль:	1,16	1,16	1,16	1,16
в том числе:				
текущий контроль успеваемости	0,5	0,5	0,5	0,5
промежуточная аттестация	0,66	0,66	0,66	0,66
Всего часов:	144	144	144	144
Вид промежуточной аттестации	Зачет		Зачет	

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3 Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
6 семестр							
1	Тема 1. Введение: гидродинамические модели атмосферы, основные положения, история развития	2	0	4,84	Фронтальный опрос на лекции, электронное тестирование в moodle (тест № 1)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
2	Тема 2. Уравнения гидродинамики атмосферы	2	0	8	Опрос на лекции, электронное тестирование в moodle (тест № 2)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
3	Тема 3. Системы координат, используемые в гидродинамических моделях прогноза погоды	4	0	8	Фронтальный опрос на лекции, электронное тестирование в moodle (тест № 3)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
4	Тема 4. Метод сеток. Конечно-разностные аналоги производных	4	8	8	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
5	Тема 5. Спектральные методы решения уравнений гидродинамики атмосферы	2	8	8	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
	Текущий контроль успеваемости – 0,5						
6	Тема 6. Метод конечных элементов и конечных объёмов для решения уравнений гидродинамики	2	0	8	Фронтальный опрос на лекции, электронное тестирование в moodle (тест № 4)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
6 семестр							
	атмосферы						
7	Тема 7. Решение диагностических уравнений. Интегрирование по вертикали	4	4	8	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде))	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
8	Тема 8. Схемы интегрирования во времени	4	8	10	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
9	Тема 9. Постпроцессинг гидродинамических прогнозов погоды	2	4	8	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
10	Тема 10. Методы гидродинамического прогноза состава атмосферы	2	4	8	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
	Промежуточная аттестация – 0,66						
	Итого	28	36	78,84			
	Всего часов: 144						

Таблица 4. Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
4 курс							

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
4 курс							
1	Тема 1. Введение: гидродинамические модели атмосферы, основные положения, история развития	0	0	6,84	электронное тестирование в moodle (тест № 1)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
2	Тема 2. Уравнения гидродинамики атмосферы	2	0	12	Опрос на лекции, электронное тестирование в moodle (тест № 2)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
3	Тема 3. Системы координат, используемые в гидродинамических моделях прогноза погоды	0	0	12	электронное тестирование в moodle (тест № 3)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
4	Тема 4. Метод сеток. Конечно-разностные аналоги производных	2	2	12	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
5	Тема 5. Спектральные методы решения уравнений гидродинамики атмосферы	2	2	18	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
	Текущий контроль успеваемости – 0,5						
6	Тема 6. Метод конечных элементов и конечных объёмов для решения уравнений гидродинамики атмосферы	0	0	12	электронное тестирование в moodle (тест № 4)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
7	Тема 7. Решение диагностических уравнений. Интегрирование по вертикали	0	0	12	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде))	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
8	Тема 8. Схемы интегрирования во времени	2	2	18	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
9	Тема 9. Постпроцессинг гидродинамических прогнозов погоды	0	2	12	Представление результатов выполнения лабораторной работы	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
4 курс							
					(в письменном виде)		
10	Тема 10. Методы гидродинамического прогноза состава атмосферы	0	0	12	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-4	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
	Промежуточная аттестация – 0,66						
	Итого	8	8	126,84			
	Всего часов: 144						

4.3. Содержание разделов дисциплины

Таблица 5. Содержание разделов дисциплины

№	Наименование тема дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Тема 1. Введение: гидродинамические модели атмосферы, основные положения, история развития	Роль и место дисциплины в освоении метеорологической специальности. Цели и задачи дисциплины. Содержание дисциплины и её связь с другими дисциплинами. Основные направления развития гидродинамических прогнозов и их применение в метеорологии. История гидродинамических прогнозов.	ПК-4
2	Тема 2. Уравнения гидродинамики атмосферы	Законы сохранения и их применение в гидродинамических моделях атмосферы. Характеристики уравнений гидродинамики атмосферы. Упрощение уравнений. Гипотезы фильтрации и их использование в современных гидродинамических прогнозах погоды	ПК-4
3	Тема 3. Системы координат, используемые в гидродинамических моделях прогноза погоды	Запись системы уравнений гидродинамики атмосферы в различных системах координат. Система уравнений гидродинамики атмосферы в произвольной системе координат по вертикали. Сферическая система координат. Декартова система координат, проекции, используемые в гидродинамических моделях атмосферы. Изобарическая система координат. Сигма система координат. Изэнтропическая система координат. Гибридная система координат. Влияние системы координат на постановку граничных условий.	ПК-4
4	Тема 4. Метод сеток. Конечно-разностные аналоги производных	Метод сеток. Виды сеток. Подсеточные процессы. Аппроксимация. Конечно-разностные аналоги производных. Ошибка аппроксимации. Порядок точности. Вычислительная вязкость. Вычислительная дисперсия. Методы повышения порядка точности производных.	ПК-4
5	Тема 5. Спектральные методы решения уравнений	Разложение функции в ряд. Базисные функции и их свойства. Разложение в ряд Фурье. Сферические функции. Усечение бесконечных рядов. Определение	ПК-4

	гидродинамики атмосферы	оптимального количества коэффициентов разложения. Методы минимизации невязки.	
6	Тема 6. Метод конечных элементов и конечных объёмов для решения уравнений гидродинамики атмосферы	Понятие конечного элемента и финитной функции. Выбор финитной функции. Аппроксимация уравнения с использованием разложения в ряд по финитным функциям. Потокосная форма уравнений гидродинамики атмосферы. Бокс-метод. Решение уравнений гидродинамики атмосферы в потоковой форме.	ПК-4
7	Тема 7. Решение диагностических уравнений. Интегрирование по вертикали	Численное интегрирование. Интегрирование диагностических уравнений по вертикали. Постановка граничных условий по вертикали. Использование метода конечных элементов для решения диагностических уравнений.	ПК-4
8	Тема 8. Схемы интегрирования во времени	Понятие интегрирования по времени. Явные и неявные схемы. Одношаговые и многошаговые схемы. Двухуровневые и трёхуровневые схемы интегрирования во времени.	ПК-4
9	Тема 9. Постпроцессинг гидродинамических прогнозов погоды	Расчёт по результатам гидродинамического прогноза погоды характеристик атмосферы, используемых при составлении прогноза погоды и специализированных прогнозов, включая прогнозы опасных явлений погоды.	ПК-4
10	Тема 10. Методы гидродинамического прогноза состава атмосферы	Монотонные схемы. Квазимоноотонные схемы. TVD-схемы. Консервативные схемы.	ПК-4

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 6. Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№	№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов самостоятельно и подготовки
6 семестр				
1	4	Лабораторная работа № 1 Оценка точности аппроксимации производных конечно-разностными аналогами	15	7
2	5	Лабораторная работа № 2 Аппроксимация метеорологических величин рядами	15	7
3	7	Лабораторная работа № 3 Расчёт вертикальной компоненты скорости по уравнению неразрывности	12	8
4	8	Лабораторная работа № 4 Численные прогнозы по одномерному уравнению адвекции.	15	7
5	9	Лабораторная работа № 5 Визуализация и интерпретация результатов гидродинамического прогноза погоды	11	7
6	10	Лабораторная работа № 6 Численное интегрирование уравнения баланса атмосферной примеси	12	8
		Всего:	80	44

Таблица 7. Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№	№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов самостоятельно й подготовки
4 курс				
1	4	Лабораторная работа № 1 Оценка точности аппроксимации производных конечно-разностными аналогами	10	8
2	5	Лабораторная работа № 2 Аппроксимация метеорологических величин рядами	10	8
3	7	Лабораторная работа № 3 Расчёт вертикальной компоненты скорости по уравнению неразрывности	12	12
4	8	Лабораторная работа № 4 Численные прогноз по одномерному уравнению адвекции.	13	11
5	9	Лабораторная работа № 5 Визуализация и интерпретация результатов гидродинамического прогноза погоды	14	12
6	10	Лабораторная работа № 6 Численное интегрирование уравнения баланса атмосферной примеси	12	12
		Всего:	71	63

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

Электронный учебный курс «Гидродинамические прогнозы погоды» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=4590>

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 8. 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: устный ответ на один вопрос в билете.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 9. 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 9.1. Распределение баллов по текущему контролю

№	Вид работ	Min	Max
1. Обязательная часть			
1.1	Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности знаний	<u>3</u>	<u>10</u>
1.1.1	Тестирование (минимальное количество баллов за 30-49% правильных ответов, максимальное количество баллов за >85% правильных ответов)	<u>3</u>	<u>10</u>
1.1	Выполнение лабораторных работ	<u>12</u>	<u>30</u>
1.1.1	Лабораторная работа № 1 Оценка точности аппроксимации производных конечно-разностными аналогами (минимальное количество баллов - выполнение анализа и расчётов для одного общего конечно-разностного аналога производной, максимальное – проведение расчётов для конечно-разностного аналога повешенного порядка точности, заданного преподавателем)	2	4
1.1.2	Лабораторная работа № 2 Аппроксимация метеорологических величин рядами (минимальное количество баллов – выполнение расчётов и анализа по общему алгоритму анализа, максимальное количество баллов – выполнение собственных исследований по фактическим рядам метеорологической величины)	2	4
1.1.3	Лабораторная работа № 3 Расчёт вертикальной компоненты скорости по уравнению неразрывности Минимальное количество баллов – использование изобарической системы координат, максимальное – уравнение в сигма системе координат)	2	4
1.1.4	Лабораторная работа № 4 Численные прогноз по одномерному уравнению адвекции (минимальное количество баллов - выполнение анализа и расчётов для одной общей численной схемы(Эйлера), максимальное – проведение расчётов для схемы, заданной преподавателем и сравнительный анализ конечно-разностного и спектрального подхода)	2	8
1.1.5	Лабораторная работа № 5 Визуализация и интерпретация результатов гидродинамического прогноза погоды (минимальное количество баллов – визуализация результатов, представленных в формате ASCII, максимальное количество баллов – визуализация с использованием grads, python)	2	4
1.1.6	Лабораторная работа № 6 Численное интегрирование уравнения баланса атмосферной примеси (минимальное количество баллов – учёт только адвективных слагаемых, максимальное количество баллов – с учетом, адвекции, источников и стоков)	2	6
Итого баллов по обязательной части		15	40
2. Вариативная часть			
2.1	Тест (базовый уровень сложности) (минимальное количество баллов за 30-49% правильных ответов, максимальное количество баллов за >85% правильных ответов)	<u>7</u>	<u>35</u>
2.1.1	Тест по разделу 1 «Гидродинамические модели атмосферы: история и тенденции развития»	1	5
2.1.2	Тест по разделу 2 «Уравнения гидродинамики атмосферы»	1	5
2.1.3	Тест по разделу 3 «Системы координат, используемые в гидродинамических моделях атмосферы»	1	5

2.1.4	Тест по разделу 4 «Метод сеток»	1	5
2.1.5	Тест по разделу 5 «Спектральные методы»	1	5
2.1.6	Тест по разделу 8 «Схемы интегрирования во времени»	1	5
2.1.7	Тест по разделу 10 «Прогноз состава атмосферы»	1	5
	Тест (продвинутый уровень сложности) (минимальное количество баллов за 30-49% правильных ответов, максимальное количество баллов за >85% правильных ответов)	<u>21</u>	<u>70</u>
2.1.1	Тест по разделу 2 «Уравнения гидродинамики атмосферы»	3	10
2.1.2	Тест по разделу 3 «Системы координат, используемые в гидродинамических моделях атмосферы»	3	10
2.1.3	Тест по разделу 4 «Метод сеток»	3	10
2.1.4	Тест по разделу 5 «Спектральные методы»	3	10
2.1.5	Тест по разделу 6 «Метод конечных элементов»	3	10
2.1.6	Тест по разделу 8 «Схемы интегрирования во времени»	3	10
2.1.7	Тест по разделу 10 «Прогноз состава атмосферы»	3	10
2.2	Выполнение индивидуальных заданий	<u>2</u>	<u>20</u>
2.2.1	Разработка прогноза опасных явлений погоды по данным гидродинамических моделей атмосферы	1	10
2.2.2	Сравнение качества различных гидродинамических моделей атмосферы	1	10
2.3	Участие в олимпиаде по гидродинамическому моделированию:		<u>10</u>
2.4.1	участник внутривузовской олимпиады		1
2.3.2	призер внутривузовской олимпиады		5
2.3.3	участие в межвузовской олимпиаде		2
2.3.4	призер межвузовской олимпиады		10
2.3.5	призер национальной олимпиады		20
3.1	Участие в стартап-проекте, связанном с гидродинамическим моделированием		10
3.2	Участие в акселерационной программе университета / конкурсе грантов Росмолодежи с проектом, связанным с гидродинамическим моделированием		10
3.2.1	участие		10
3.2.2	победа		20
Итого баллов по вариативной части		28	60
4.1	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	20
Итого баллов по дисциплине		40	100

Таблица 9.2. 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

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 прогноз: 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://elibrshu.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 РРГМУ. 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 НИП «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

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.