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.05.04 Искусственный интеллект в метеорологии

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль)
«Прикладная гидрометеорология»

Уровень
Бакалавриат

Форма обучения
Заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП
_____Волобуева О.В.

Утверждено
Проректор по учебной работе
_____Н.О. Верещагина

Рекомендована решением
Ученого совета метеорологического факультета
09.06.2025, протокол №9

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
метеорологический прогнозов
12.05.2025 г., протокол №11
Зав. кафедрой _____ Анискина О.Г.

Автор-разработчик:
к.ф.-м.н. Анискина О.Г.

Санкт-Петербург
2025

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – сформировать профессиональную компетенцию, а также необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков, необходимых для понимания и основных принципов построения, функционирования и эксплуатации метеорологических приборов, измерительных систем, технических средств сбора и передачи гидрометеорологической информации, радиолокационной техники и другой аналоговой и цифровой электроники, используемой при проведении метеорологических измерений.

Задачи:

1. Сформировать знание:
   - основных понятий, методов и моделей искусственного интеллекта и машинного обучения;
   - современных библиотек и фреймворков для анализа данных и построения прогнозных моделей;
   - особенностей применения ИИ для работы с метеорологическими данными различной структуры (станционные наблюдения, спутниковая информация, данные реанализа).

2. Сформировать умение:
   - выполнять предобработку и разведочный анализ метеорологических данных;
   - выбирать и реализовывать алгоритмы МО для задач классификации, регрессии, кластеризации и прогнозирования временных рядов;
   - оценивать качество моделей и интерпретировать результаты.

3. Сформировать владение:
   - инструментальными средствами Python (scikit-learn, TensorFlow, Keras, Pandas, NumPy, Matplotlib);
   - методами построения нейронных сетей и глубокого обучения для прогноза погодных явлений;
   - технологиями обработки метеорологических данных с использованием ИИ.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы, входит в модуль «Современные технологии в метеорологии», изучается в 7 семестре заочной формы обучения для освоения профессиональных компетенций.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Прикладная математика», «Введение в информационные технологии», «Системы искусственного интеллекта», «Компьютерные технологии в профессиональной деятельности», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Численные модели атмосферы», «Метеорологические данные: цифровые базы и визуализация».

Дисциплина изучается параллельно с дисциплиной «Нейронные сети в обработке спутниковой информации», практическая метеорология», «Метеорологическое обеспечение хозяйственной деятельности», «практическая метеорология», «Обслуживание международной аэронавигации», «Медицинская метеорология», «Агрометеорология».

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:
ПК-1.

Таблица 1. Компетенции

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-1 - способен применять современные методы зондирования, современные и спутниковые технологии для получения и обработки гидрометеорологической информации	ПК-1.1. знать современные методы активного и пассивного зондирования атмосферы, принципы работы численных моделей, ГИС, нейронных сетей, цифровые методы обработки спутниковой и радиолокационной информации	Знать: – основных понятий, методов и моделей искусственного интеллекта и машинного обучения; – современных библиотек и фреймворков для анализа данных и построения прогнозных моделей; – особенностей применения ИИ для работы с метеорологическими данными различной структуры (станционные наблюдения, спутниковая информация, данные реанализа)..
	ПК-1.2. уметь применять геоинформационные системы, нейросетевые алгоритмы и методы компьютерного зрения для обработки спутниковых данных, оценивать качество и достоверность полученной информации	Уметь: – выполнять предобработку и разведочный анализ метеорологических данных; – выбирать и реализовывать алгоритмы МО для задач классификации, регрессии, кластеризации и прогнозирования временных рядов; – оценивать качество моделей и интерпретировать результаты.
	ПК-1.3. владеть навыками работы с базами спутниковых и радиолокационных данных, методами дешифрирования и интерпретации результатов зондирования, технологиями контроля загрязнения атмосферы	Владеть: – − инструментальными средствами Python (scikit-learn, TensorFlow, Keras, Pandas, NumPy, Matplotlib); – − методами построения нейронных сетей и глубокого обучения для прогноза погодных явлений; – − технологиями обработки метеорологических данных с использованием ИИ.

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	Заочная форма обучения	
	Семестр	Итого
	8 семестр	
Зачётные единицы	2	2
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	8,66	8,66
в том числе:	-	-
❑ лекции	4	4
❑ занятия семинарского типа:	4	4
❑ практические занятия	-	-
❑ лабораторные занятия	4	4
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	63,34	63,34
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 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			
	7 семестр						
1	Тема 1. Введение. Искусственный интеллект в метеорологии	0	0	7,84	Электронное тестирование в moodle	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
2	Тема 2. Основы машинного обучения	2	0	8	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
3	Тема 3. Предобработка метеорологических данных	0	2	8	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2

4	Тема 4. Регрессионные модели для прогноза метеовеличин	0	2	8	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)		
	Текущий контроль успеваемости – 0,5						
5	Тема 5. Методы классификации и кластеризации	2	0	8	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
6	Тема 6. Ансамблевые методы и градиентный бустинг	0	0	8	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
7	Тема 7. Нейронные сети и глубокое обучение	0	2	8	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
8	Тема 8. Обработка пространственно-распределенных данных (спутники, реанализ)	0	0	8	Представление результатов выполнения лабораторной работы (в письменном виде)	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2
	Промежуточная аттестация-0,66						
	Итого	4	4	63,34			
	Всего часов:108						

4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 4. Содержание тем лекций

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Тема 1. Введение. Искусственный интеллект в метеорологии	История и современное состояние ИИ. Области применения в метеорологии: прогноз осадков, гроз, температуры, ветра, обработка спутниковых снимков. Этические аспекты.	ПК-1
2	Тема 2. Основы машинного обучения	Типы задач: регрессия, классификация, кластеризация. Понятие обучения с учителем и без учителя. Этапы построения модели. Метрики качества.	ПК-1
3	Тема 3. Предобработка метеорологических данных	Загрузка данных из файлов (CSV, NetCDF, GRIB). Очистка, заполнение пропусков, нормализация, создание признаков (feature engineering). Визуализация распределений.	ПК-1
4	Тема 4. Регрессионные модели для прогноза метеовеличин	Линейная и полиномиальная регрессия. Гребневая регрессия, LASSO. Оценка точности прогноза температуры, давления.	ПК-1
5	Тема 5. Методы классификации и кластеризации	Логистическая регрессия, метод k-ближайших соседей, деревья решений. Кластеризация	ПК-1

		метеополей (k-means, DBSCAN). Распознавание типов облачности.	
6	Тема 6. Ансамблевые методы и градиентный бустинг	Случайный лес, XGBoost, LightGBM. Применение для прогноза осадков и экстремальных явлений.	ПК-1
7	Тема 7. Нейронные сети и глубокое обучение	Перцептрон, многослойные сети, функции активации. Сверточные сети (CNN) для анализа спутниковых изображений. Рекуррентные сети (RNN, LSTM, GRU) для временных рядов.	ПК-1
8	Тема 8. Обработка пространственно-распределенных данных (спутники, реанализ)	Использование CNN для сегментации облачности и идентификации циклонов. Применение нейросетей для даунскейлинга результатов численных моделей атмосферы.	

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5. Содержание Лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
2	Лабораторная работа №1. Введение в Python для анализа метеоданных. Библиотеки Pandas, NumPy, Matplotlib. Загрузка CSV-файлов с метеостанций, первичная визуализация.	4	4
3	Лабораторная работа №2. Предобработка реальных метеорологических данных (пропуски, выбросы, нормализация). Создание новых признаков (временные лаги, скользящие средние).	4	4
4	Лабораторная работа №3. Построение модели линейной регрессии для прогноза максимальной температуры. Оценка качества (MAE, RMSE, R^2).	6	4
5	Лабораторная работа №4. Классификация типа осадков (дождь/снег/без осадков) с помощью дерева решений и случайного леса. Оценка качества.	4	4
6	Лабораторная работа №5. Ансамблевые методы: XGBoost для прогноза суточного количества осадков. Настройка гиперпараметров (GridSearchCV).	4	4
7	Лабораторная работа №6. Построение нейронной сети для прогноза температуры на основе временного ряда (LSTM). Подготовка последовательностей, обучение, прогноз.	6	4
8	Лабораторная работа №7. Обработка данных реанализа с использованием сверточной сети (CNN) для идентификации циклонов. Визуализация результатов.	6	6
	Всего часов	34	30

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

Электронный учебный курс «Искусственный интеллект в метеорологии» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=4620

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 работ	Min	Max
1. Обязательная часть			
1.1	Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний	2	4
1.1.1	Тест (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	2	4
1.2	Выполнение лабораторных работ №1-7	14	28
1.2.1	Лабораторная работа №1 «Введение в Python для анализа метеоданных»	2	4
1.2.2	Лабораторная работа №2 «Предобработка реальных метеорологических данных»	2	4
1.2.3	Лабораторная работа №3 «Линейная регрессия для прогноза температуры»	2	4
1.2.4	Лабораторная работа №4 «Классификация осадков с помощью дерева решений и случайного леса»	2	4
1.2.5	Лабораторная работа №5 «Ансамблевые методы (XGBoost) для прогноза осадков»	2	4
1.2.6	Лабораторная работа №6 «Нейронная сеть LSTM для прогноза температуры»	2	4
1.2.7	Лабораторная работа №7 «Обработка спутниковых данных с помощью сверточной сети (CNN)»	4	4
1.3	Тестирование в Moodle	4	8
Итого баллов по обязательной части		20	40
2. Вариативная часть			
2.1	Тест «Применение методов ИИ в метеорологии»	0	10
2.1.1	базовый уровень сложности	0	5
2.1.2	продвинутый уровень сложности	5	10
2.2	Учебное задание продвинутого уровня	10	20
2.2.1	Решение профессиональной задачи № 1. «Прогнозирование приземной температуры с использованием рекуррентных нейронных	5	10

	сетей (LSTM)».		
2.2.2	Решение профессиональной задачи № 2. «Классификация типов облачности по спутниковым снимкам с использованием свёрточных нейронных сетей».	5	10
2.2.3	Решение профессиональной задачи № 3. «Эмуляция параметризации длинноволновой радиации с использованием нейронных сетей».	5	10
2.2.4	Решение профессиональной задачи № 4. «Обнаружение и отслеживание циклонов по полям геопотенциала с использованием сверточной нейронной сети U-Net».	5	10
2.3	Научный доклад на студенческой конференции «Метеорология без границ» по темам дисциплины	5	5
2.4	Подготовка доклада с презентацией на темы дисциплины для выступления в цикле научно-популярных лекций «Метеорологические среды»	5	10
2.5	Участие в олимпиаде (физика, математика, метеорология, география)	5	10
2.5.1	участие	5	5
2.5.2	призер	10	10
2.6	Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)	10	10
	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	20
Итого баллов по вариативной части		20	60
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 «Основы физики околоземного космического пространства».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Герон, О. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow. – М.: Вильямс, 2023. – 896 с.
2. Чолле, Ф. Глубокое обучение на Python. – СПб.: Питер, 2020. – 400 с.
3. Маккини, У. Python для анализа данных. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 540 с.
4. Шолле, Ф. Мастерство машинного обучения с использованием Python. – М.: Диалектика, 2021. – 480 с.

Дополнительная литература

1. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс. – М.: Вильямс, 2016. – 1104 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

Операционная система windows 7
Пакет Microsoft Office

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 практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийной техникой, обеспечивающей тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, служащей для представления учебной информации,

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей 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

Учебная лаборатория метеорологической информационно-измерительной техники (МИИТ), укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оснащенная

метеорологическими приборами, лабораторными макетами и измерительной аппаратурой для представления учебной информации в составе:

1. Анеморумбометр М-63м1.
2. Импульсный фотометр ФИ-11.
3. Измеритель высоты облаков ИВО-1М
4. Измерительная электронная аппаратура – тестеры, генераторы, частотомеры, осциллографы, ампервольтомметры для проверки работоспособности, проведения регламентных работ, ремонтных работ, калибровке и настройке метеорологических измерительных приборов.

Помещение для технического обслуживания и хранения информационно-измерительной техники – укомплектовано специализированной мебелью, оборудованием лаборатории МИИТ

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.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2026/2027 учебный год без изменений.

Протокол заседания кафедры метеорологических прогнозов от 27 августа 2026 № 1