

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.06.02 Нейронные сети в обработке спутниковой информации

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

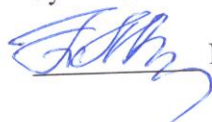
05.03.05 Прикладная гидрометеорология

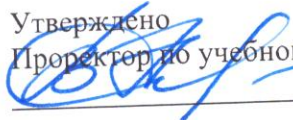
Направленность (профиль):
«Метеорология, спутниковые и цифровые технологии»

Уровень
Бакалавриат

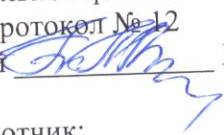
Форма обучения
Очная/заочная

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
экспериментальной физики атмосферы
05.06.2023, протокол № 12
Зав. кафедрой  Восканян К.Л.

Автор-разработчик:
к.г.н. Федосеева Н.В.

Санкт-Петербург
2023

1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины — сформировать профессиональную компетенцию, содержащую необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков, необходимых для понимания применения методов искусственного интеллекта и глубокого обучения для автоматизированной обработки и анализа данных дистанционного зондирования Земли.

Задачи:

1. Сформировать знание:

- специфику спутниковых данных как входной информации для нейронных сетей;
- основные архитектуры нейронных сетей, применяемые в задачах компьютерного зрения для анализа изображений Земли;

2. Сформировать умение:

- решать прикладные задачи: классификация, сегментация, обнаружение объектов и предиктивный анализ;

3. Сформировать владение:

- библиотеками машинного обучения на реальных наборах спутниковых данных;
- методами современной обработки и анализа спутниковых данных.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы, изучается в 8 семестре (5 курсе заочной формы обучения) для освоения профессиональных компетенций.

Изучению предшествуют следующие дисциплины:

«Компьютерные технологии в профессиональной деятельности», «Системы искусственного интеллекта», «Космическая метеорология» «Аппаратурные средства измерения параметров атмосферы».

Параллельно с дисциплиной изучаются такие дисциплины как:

«Искусственный интеллект в метеорологии».

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-1.

Таблица 1. Компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-1 Умение использовать современные технологии для анализа и обработки больших объемов метеорологических данных, в том числе спутниковой информации, с применением специализированных инструментов и алгоритмов	ПК-1.1. Знать специализированные программы и приложения, принципы построения и функционирования численных моделей атмосферы, основы работы с цифровыми базами метеорологических данных и методы обработки спутниковой информации ПК-1.2. Уметь применять современные технологии, численные модели и алгоритмы машинного обучения для анализа, визуализации метеорологических данных, включая обработку спутниковой информации ПК-1.3. Владеть методами работы с программным обеспечением для обработки спутниковых данных, визуализации метеорологической информации, интерпретации результатов численного моделирования и инструментами для обучения нейронных сетей	Знать: специфику спутниковых данных как входной информации для нейронных сетей; основные архитектуры нейронных сетей, применяемые в задачах компьютерного зрения для анализа изображений Земли. Уметь: решать прикладные задачи: классификация, сегментация, обнаружение объектов и предиктивный анализ. Владеть: – библиотеками машинного обучения на реальных наборах спутниковых данных методами современной обработки и анализа спутниковых данных

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		Заочная форма обучения	
	Семестр	Итого	Курс	Итого
	8 семестр		5 курс	
Зачётные единицы	2	2	2	2
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	32,5	32,5	8,5	8,5
в том числе:				
— лекции	14	14	4	4
— занятия семинарского типа	18	18	4	4
практические занятия	18	18	4	4
лабораторные занятия	-	-	-	-
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	39,34	39,34	63,34	63,34
Контроль:	0,66	0,66	0,66	0,66
в том числе:				
— текущий контроль успеваемости	0,5	0,5	0,5	0,5
— промежуточная аттестация	0,16	0,16	0,16	0,16
ВСЕГО ЧАСОВ:	72	72	72	72
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет	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	Практические занятия	СРС			
8 семестр							
1	Тема 1. Введение в обработку спутниковых данных и предпосылки для использования искусственного интеллекта	2	2	4	Выполнение практической работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
2	Тема 2. Фундаментальные концепции глубокого обучения	2	2	6	Выполнение практической работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
3	Тема 3. Сверточные нейронные сети	2	6	10	Выполнение практической работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
	Текущий контроль успеваемости – 0,5						
4	Тема 4. Продвинутое архитектуры для задач ДЗЗ	4	8	14	Выполнение практической работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
5	Тема 5. Специализированные модели и современные подходы	4	-	5,34	Тестирование	ПК-1	ПК-1.1
	Промежуточная аттестация – 0,16						
	ИТОГО	14	18	39,34			
	Всего часов: 72						

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	Практические занятия	СРС			
5 курс							
1	Тема 1. Введение в обработку спутниковых данных и предпосылки для использования искусственного интеллекта	-	-	6	Выполнение практической работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
2	Тема 2. Фундаментальные концепции глубокого обучения	1	-	12	Выполнение практической работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Практические занятия	СРС			
5 курс							
3	Тема 3. Сверточные нейронные сети	1	2	18	Выполнение практической работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
	Текущий контроль успеваемости – 0,5						
4	Тема 4. Продвинутое архитектуры для задач ДЗЗ	1	2	20	Выполнение практической работы	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3
5	Тема 5. Специализированные модели и современные подходы	1	-	7,34	Тестирование	ПК-1	ПК-1.1
	Промежуточная аттестация – 0,16						
	ИТОГО	4	4	63,34			
	Всего часов: 72						

4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 5. Содержание тем дисциплины

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Тема 1. Введение в обработку спутниковых данных и предпосылки для использования искусственного интеллекта	Специфика данных ДЗЗ: мультиспектральность, гиперспектральность, мультитемпоральность. Пространственное, спектральное и временное разрешение. Проблемы спутниковых изображений: атмосферные искажения, облачность, тени, геометрические искажения, шумы сенсоров. Традиционные методы vs. глубокое обучение. Подготовка данных для обучения.	ПК-1
2	Тема 2. Фундаментальные концепции глубокого обучения	Архитектура полносвязной нейронной сети. Принцип обратного распространения ошибки и функции потерь. Переобучение и методы регуляризации.	ПК-1
3	Тема 3. Сверточные нейронные сети	Основные компоненты: сверточные слои, пулинг, функции активации. Классические архитектуры. Современные эффективные архитектуры для работы с большими объемами данных. Трансферное обучение. Использование предобученных моделей.	ПК-1
4	Тема 4. Продвинутое архитектуры для задач ДЗЗ	Сегментация изображений. Обнаружение объектов. Применение для детекции объектов на спутниковых снимках. Классификация временных рядов. Работа с мультиспектральными данными	ПК-1
5	Тема 5. Специализированные модели и современные подходы	Attention-механизмы и трансформеры. Генеративно-сопоставительные сети: применение для удаления облаков, супер-разрешения спутниковых снимков. Самообучаемые модели	ПК-1

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 6. Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе самостоятельно й подготовки
1	Практическая работа №1 Подготовка данных для обучения	6	4
2	Практическая работа №2. Переобучение и методы регуляризации	8	6
3	Практическая работа №3. Автоматическое картографирование землепользования и растительности	16	10
4	Практическая работа №4. Оценка ущерба от стихийных бедствий	12	8
4	Практическая работа №5. Оценка ущерба от наводнения	10	6
	Всего:	52	34

Таблица 7. Содержание практических занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе самостоятельно й подготовки
1	Практическая работа №1 Подготовка данных для обучения	6	6
2	Практическая работа №2. Переобучение и методы регуляризации	12	12
3	Практическая работа №3. Автоматическое картографирование землепользования и растительности	20	18
4	Практическая работа №4. Оценка ущерба от стихийных бедствий	12	10
4	Практическая работа №5. Оценка ущерба от наводнения	10	10
	Всего:	60	56

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

Электронный учебный курс «Нейронные сети в обработке спутниковой информации» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.ru/>

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

Таблица 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
— максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации	20

6.1. Текущий контроль

Типовые 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 по темам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: зачет.

Форма проведения зачета: тестирование.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 9. Распределение баллов по видам учебной работы

Учет успеваемости	Количество баллов
Текущий контроль успеваемости	0-100
Промежуточная аттестация	0-20
Итого:	100

Таблица 9.1 Распределение баллов по текущему контролю успеваемости

№	Вид работ	Min	Max
1.	Обязательная часть		
1.1	Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний	5	10
1.1.1	Тест (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	5	10
1.2	Выполнение практических работ №1-5	15	30
1.2.1	Практическая работа №1 Подготовка данных для обучения	3	6
1.2.2	Практическая работа №2. Переобучение и методы регуляризации	3	6
1.2.3	Практическая работа №3. Автоматическое картографирование землепользования и растительности	3	6
1.2.4	Практическая работа №4. Оценка ущерба от стихийных бедствий	3	6
1.2.5	Практическая работа №5. Оценка ущерба от наводнения	3	6
Итого баллов по обязательной части		20	40
2.	Вариативная часть		
2.1	Тест на проверку остаточных знаний (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	2	10
2.1.1	базовый уровень сложности	2	5
2.1.2	продвинутый уровень сложности	5	10
2.2	Учебное задание продвинутого уровня	20	30
2.2.1	Реферат по темам дисциплины (не больше двух)	5	10
2.2.2	Индивидуальное задание «Детекция и классификация морских судов для мониторинга судоходства»	5	10
2.2.3	Индивидуальное задание «Оценка ущерба от пожаров	5	10
2.3	Научный доклад с презентацией по темам дисциплины на студенческой конференции	2	5
2.4	Подготовка доклада с презентацией для цикла научно-популярных лекций «Метеорологические среды» (не более одного)	5	10
2.5	Участие в олимпиаде (физика, математика, метеорология)	5	10
2.5.1	участие	5	5
2.5.2	призер	10	10
2.6	Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)	5	10
2.7	Акселерационная программа/ проект Росмолодежи	20	40
2.7.1	участие	20	20
2.7.2	грант	40	40
Промежуточная аттестация по дисциплине		0	20
Итого баллов по вариативной части		22	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 рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Нейронные сети в обработке спутниковой информации».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Чолле, Ф. Глубокое обучение на Python. – СПб.: Питер, 2020. – 400 с.
2. Маккини, У. Python для анализа данных. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 540 с.
3. 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
2. А.М. Чандра, С.К. Гош. Дистанционное зондирование и географические информационные системы - М.: «Техносфера», 2008.
3. Дистанционное зондирование в метеорологии, океанографии и гидрологии. Под ред. А.П. Крэкнелла. - М.: изд. «Мир», 1984.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Электронный ресурс: Satellite meteorology. Режим доступа: <http://profhorn.meteor.wisc.edu/wxwise/satmet/index.html>
2. Электронный ресурс: Satellite Meteorology Course. Режим доступа: <http://www.comet.ucar.edu/class/satmet/index.htm>
3. Электронный ресурс: A catalog NASA images and animations. Режим доступа: <http://visibleearth.nasa.gov/>

8.3. Перечень программного обеспечения

Операционная система windows
Пакет Microsoft Office
ППП SNAP

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 аудитория 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

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.