МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Факультет геоинформатики и информационной безопасности
Кафедра информатики и геоинформационных технологий

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 5BFEE1D286E9C95A0C0D2C611E434BD5
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 23.09.2026 по 17.12.2027

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
18 апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.В.05 МЕТОДЫ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ»

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 09.04.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) подготовки: Анализ больших пространственных данных

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 2 года

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2025

Разработчики:

Старший преподаватель кафедры Информатики и геоинформационных технологий Стрельцов А. С.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 916

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Геоинформатики и информационной безопасности	Председатель ученого совета факультета	Матерухин А. В.	Рассмотрено	14.10.2024, № 10-24

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

3. Место дисциплины в структуре ОП

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины
   5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
   5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8. Порядок проведения промежуточной аттестации

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
   9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
   9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
   9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
   9.4. Оборудование и технические средства обучения

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - формирование у обучающихся комплексных компетенций в области применения современных методов и архитектур глубокого обучения для решения прикладных задач анализа, классификации, сегментации и генерации пространственных данных с использованием специализированных фреймворков и инструментов развертывания нейросетевых решений.

Задачи изучения дисциплины:

- Освоение теоретических основ и практических навыков разработки нейросетевых моделей различных архитектур для обработки пространственных данных с использованием современных фреймворков глубокого обучения.;
- Изучение специализированных методов глубокого обучения для решения задач детекции, сегментации и классификации объектов на изображениях дистанционного зондирования и других типах пространственных данных.;
- Формирование навыков оптимизации, развертывания и интеграции моделей глубокого обучения в геоинформационные системы и веб-приложения для обработки пространственных данных..

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-1 Способен выполнять работы по сбору, обработке и анализу больших пространственных данных

ПК-1.2 Обрабатывает большие пространственные данные

Знать:

ПК-1.2/Зн1 Основы и физические принципы регистрации аэрокосмической информации о местности

ПК-1.2/Зн2 Технологии и алгоритмы сбора, обработки и анализа больших данных о Земле

Уметь:

ПК-1.2/Ум1 Осуществлять выбор аэрокосмических снимков, получаемых различными системами и комплексами дистанционного зондирования, в зависимости от решаемых практических или исследовательских задач

ПК-1.2/Ум2 Применять типовые технологии и алгоритмы сбора, обработки и анализа больших данных о Земле для решения практических задач

Владеть:

ПК-1.2/Нв1 Методами сбора и оценки качества пространственной информации, имеющей значения для подготовки и реализации проектов в соответствующих сферах профессиональной деятельности

ПК-1.2/Нв2 Навыками использования типовых технологий и алгоритмов сбора, обработки и анализа больших данных о Земле для решения практических задач

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.05 «Методы глубокого обучения в задачах обработки пространственных данных» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 2.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
2 семестр	108	3	68	40	Зачет с оценкой
Всего	108	3	68	40	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Введение в искусственные нейронные сети	**9**	**6**	**3**	ПК-1.2
Тема 1.1. Основы нейронных сетей	3	2	1	
Тема 1.2. Построение простой нейросети в среде Google Colaboratory	3	2	1	
Тема 1.3. Математические основы обучения нейронных сетей	3	2	1	
Раздел 2. Фреймворк Keras/TensorFlow для глубокого обучения	**9**	**6**	**3**	ПК-1.2
Тема 2.1. Основы работы с библиотекой Keras	3	2	1	
Тема 2.2. Обучение нейронной сети для задач регрессии	3	2	1	
Тема 2.3. Обучение нейронной сети для задач классификации	3	2	1	
Раздел 3. Сверточные нейронные сети (CNN)	**11**	**8**	**3**	ПК-1.2

Тема 3.1. Архитектура сверточных нейронных сетей	4	3	1	
Тема 3.2. Обучение CNN для обработки изображений	4	3	1	
Тема 3.3. Колбэки и графический интерфейс	3	2	1	
Раздел 4. Методы регуляризации и оптимизации	**9**	**6**	**3**	ПК-1.2
Тема 4.1. Проблема переобучения и методы борьбы с ней	3	2	1	
Тема 4.2. Dropout и BatchNormalization	3	2	1	
Тема 4.3. Продвинутые методы оптимизации	3	2	1	
Раздел 5. Transfer Learning и современные архитектуры	**12**	**9**	**3**	ПК-1.2
Тема 5.1. Принципы Transfer Learning	4	3	1	
Тема 5.2. Современные архитектуры CNN	4	3	1	
Тема 5.3. Практическое применение Transfer Learning	4	3	1	
Раздел 6. Автоэнкодеры и сегментация	**12**	**9**	**3**	ПК-1.2
Тема 6.1. Архитектура автоэнкодеров	4	3	1	
Тема 6.2. Применение автоэнкодеров	4	3	1	
Тема 6.3. Семантическая сегментация изображений	4	3	1	
Раздел 7. Генеративные модели	**8**	**4**	**4**	ПК-1.2
Тема 7.1. Генеративно-состязательные сети (GAN)	4	2	2	
Тема 7.2. Модификации и применения GAN	4	2	2	
Раздел 8. Детекция и классификация объектов	**12**	**6**	**6**	ПК-1.2
Тема 8.1. Задача детекции объектов	4	2	2	
Тема 8.2. Архитектуры для детекции объектов	4	2	2	
Тема 8.3. Использование YOLOv9 для детекции и классификации	4	2	2	
Раздел 9. Обработка естественного языка с нейронными сетями	**12**	**6**	**6**	ПК-1.2
Тема 9.1. Рекуррентные нейронные сети (RNN)	4	2	2	

Тема 9.2. Архитектура Transformer Механизм внимания (Attention)	4	2	2	
Тема 9.3. Большие языковые модели (LLM)	4	2	2	
Раздел 10. Развертывание нейросетевых моделей с FastAPI и Streamlit	**14**	**8**	**6**	ПК-1.2
Тема 10.1. Подготовка моделей к развертыванию	4	2	2	
Тема 10.2. Создание REST API с FastAPI	4	2	2	
Тема 10.3. Разработка интерактивных веб-приложений со Streamlit	6	4	2	
Итого	**108**	**68**	**40**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение в искусственные нейронные сети

Тема 1.1. Основы нейронных сетей

История развития нейронных сетей. Биологические основы и искусственный нейрон. Модель перцептрона Розенблатта. Функции активации: сигмоидальная, ReLU, tanh, softmax. Архитектура многослойных нейронных сетей. Теорема об универсальной аппроксимации.

Тема 1.2. Построение простой нейросети в среде Google Colaboratory

Настройка среды Google Colaboratory для работы с нейронными сетями . Установка необходимых библиотек. Создание первой нейронной сети на Python. Прямое распространение сигнала. Визуализация архитектуры сети. Основные компоненты: слои, веса, смещения.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 1.3. Математические основы обучения нейронных сетей

Функции потерь для различных задач. Градиентный спуск и его модификации. Алгоритм обратного распространения ошибки. Стохастический градиентный спуск (SGD). Адаптивные методы оптимизации: Adam, RMSprop, Adagrad.

Раздел 2. Фреймворк Keras/TensorFlow для глубокого обучения

Тема 2.1. Основы работы с библиотекой Keras

Архитектура Keras и TensorFlow . Sequential и Functional API. Основные типы слоев: Dense, Input, Output. Компиляция модели: выбор оптимизатора и функции потерь. Методы fit(), predict(), evaluate().

Тема 2.2. Обучение нейронной сети для задач регрессии

Постановка задачи регрессии . Подготовка данных: нормализация и стандартизация. Построение архитектуры для регрессии. Функции потерь: MSE, MAE, Huber. Метрики качества регрессии. Визуализация процесса обучения.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 2.3. Обучение нейронной сети для задач классификации

Бинарная и многоклассовая классификация . Кодирование категориальных переменных: one-hot encoding. Функции потерь: binary crossentropy, categorical crossentropy. Метрики: accuracy, precision, recall, F1-score. Матрица ошибок и ROC-кривая.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 3. Сверточные нейронные сети (CNN)

Тема 3.1. Архитектура сверточных нейронных сетей

Принципы работы сверточных слоев . Операция свертки и ее параметры: фильтры, stride, padding. Слои пулинга: MaxPooling, AveragePooling. Полносвязные слои в CNN. Классические архитектуры: LeNet, AlexNet, VGG.

Тема 3.2. Обучение CNN для обработки изображений

Подготовка датасетов изображений. Аугментация данных с ImageDataGenerator. Построение и обучение CNN в Keras. Визуализация фильтров и карт признаков. Тонкая настройка гиперпараметров.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 3.3. Колбэки и графический интерфейс

Использование callbacks в Keras: ModelCheckpoint, EarlyStopping, ReduceLROnPlateau . TensorBoard для визуализации обучения. Интерактивная демонстрация работы модели.

Раздел 4. Методы регуляризации и оптимизации

Тема 4.1. Проблема переобучения и методы борьбы с ней

Диагностика переобучения и недообучения. Кривые обучения и валидации. L1 и L2 регуляризация. Weight decay. Ранняя остановка обучения.

Тема 4.2. Dropout и BatchNormalization

Механизм работы Dropout и его применение . Batch Normalization: теория и практика. Layer Normalization и Group Normalization. Влияние регуляризации на качество модели. Комбинирование методов регуляризации.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 4.3. Продвинутые методы оптимизации

Циклические расписания скорости обучения. Warm-up и cosine annealing. Gradient clipping. Mixed precision training. Распределенное обучение.

Раздел 5. Transfer Learning и современные архитектуры

Тема 5.1. Принципы Transfer Learning

Концепция переноса обучения . Предобученные модели и их применение. Fine-tuning vs Feature extraction. Замораживание и размораживание слоев.

Тема 5.2. Современные архитектуры CNN

ResNet и skip-connections . DenseNet и плотные соединения. EfficientNet и составные масштабирование. MobileNet для мобильных устройств. Vision Transformer (ViT).

Тема 5.3. Практическое применение Transfer Learning

Использование моделей из tf.keras.applications. Адаптация предобученных моделей под новые задачи. Создание ансамблей моделей. Оценка вычислительной эффективности.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 6. Автоэнкодеры и сегментация

Тема 6.1. Архитектура автоэнкодеров

Принципы работы автоэнкодеров . Энкодер и декодер. Латентное пространство. Виды автоэнкодеров: vanilla, sparse, denoising. Вариационные автоэнкодеры (VAE).

Тема 6.2. Применение автоэнкодеров

Сжатие и восстановление изображений . Удаление шума из изображений. Генерация новых изображений. Обнаружение аномалий. Извлечение признаков.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 6.3. Семантическая сегментация изображений

Задача семантической сегментации . Архитектура U-Net и ее модификации. Функции потерь для сегментации: Dice, IoU. Постобработка результатов сегментации.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 7. Генеративные модели

Тема 7.1. Генеративно-состязательные сети (GAN)

Архитектура GAN: генератор и дискриминатор . Процесс обучения GAN. Проблемы обучения: mode collapse, vanishing gradients. Метрики оценки качества генерации.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 7.2. Модификации и применения GAN

DCGAN для генерации изображений . Conditional GAN (cGAN). CycleGAN для переноса стиля. StyleGAN и генерация лиц. Применение GAN в увеличении разрешения изображений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 8. Детекция и классификация объектов

Тема 8.1. Задача детекции объектов

Отличие детекции от классификации. Метрики оценки: mAP, IoU. Sliding window и selective search.

Тема 8.2. Архитектуры для детекции объектов

R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN. YOLO: принципы работы и версии . SSD (Single Shot Detector). Сравнение одношаговых и двухшаговых детекторов.

Тема 8.3. Использование YOLOv9 для детекции и классификации

Архитектура YOLOv9 и ее особенности . Подготовка данных в формате YOLO. Обучение модели на custom dataset. Fine-tuning предобученной модели. Оптимизация для real-time применений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 9. Обработка естественного языка с нейронными сетями

Тема 9.1. Рекуррентные нейронные сети (RNN)

Архитектура RNN для последовательностей. Проблема затухающего градиента. LSTM и GRU архитектуры. Bidirectional RNN. Применение для анализа текста.

Тема 9.2. Архитектура Transformer Механизм внимания (Attention)

Self-attention и multi-head attention. Positional encoding. Энкодер и декодер в Transformer. BERT и GPT архитектуры.

Тема 9.3. Большие языковые модели (LLM)

Принципы работы LLM . Fine-tuning языковых моделей. Prompt engineering. Использование API OpenAI и Hugging Face. RAG (Retrieval-Augmented Generation). Применение LLM в чат-ботах и генерации текста.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 10. Развертывание нейросетевых моделей с FastAPI и Streamlit

Тема 10.1. Подготовка моделей к развертыванию

Сохранение обученных моделей в различных форматах (h5, SavedModel, ONNX) . Оптимизация моделей для inference: квантизация, pruning, дистилляция. Конвертация моделей для различных платформ. Уменьшение размера моделей без потери качества. Создание pipeline для предобработки и постобработки данных.

Тема 10.2. Создание REST API с FastAPI

Основы FastAPI для развертывания ML-моделей. Создание endpoints для предсказаний модели. Валидация входных данных с Pydantic. Асинхронная обработка запросов. Документирование API с автоматической генерацией OpenAPI. Обработка изображений и других типов данных через API. Реализация батчинга запросов для оптимизации производительности.

Тема 10.3. Разработка интерактивных веб-приложений со Streamlit

Создание пользовательских интерфейсов для нейронных сетей с Streamlit. Загрузка и обработка изображений в веб-интерфейсе. Визуализация результатов работы моделей. Создание интерактивных дашбордов для мониторинга моделей. Интеграция Streamlit frontend с FastAPI backend Развертывание Streamlit-приложений в облаке. Примеры end-to-end решений для компьютерного зрения и NLP.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:
- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой, 2 семестр.
Дифференцированный зачет по дисциплине проводится в форме тестирования с целью итоговой оценки освоенных знаний и компетенций. Форма и критерии оценки доводятся до сведения студентов преподавателем до начала зачета . Студентам будет предложен тест, состоящий из 20 вопросов. На выполнение всей работы отводится шестьдесят минут, в течение которых запрещается использование любых вспомогательных материалов и электронных устройств.

Итоговая оценка выставляется на основании количества правильных ответов. Для получения оценки «отлично» необходимо верно ответить на 90-100% вопросов, что соответствует 18-20 правильным ответам. Оценка «хорошо» ставится за 70-89% правильных ответов (14-17) Для получения оценки «удовлетворительно» достаточно показать результат в 55-69%, что соответствует 11-13 правильным ответам. Результат ниже 55% правильных ответов признается неудовлетворительным.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Введение в искусственные нейронные сети
Контролируемые ИДК: ПК-1.2

Тема 1.2. Построение простой нейросети в среде Google Colaboratory
Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Раздел 2. Фреймворк Keras/TensorFlow для глубокого обучения
Контролируемые ИДК: ПК-1.2

Тема 2.2. Обучение нейронной сети для задач регрессии
Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Тема 2.3. Обучение нейронной сети для задач классификации
Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Раздел 3. Сверточные нейронные сети (CNN)
Контролируемые ИДК: ПК-1.2

Тема 3.2. Обучение CNN для обработки изображений
Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Раздел 4. Методы регуляризации и оптимизации
Контролируемые ИДК: ПК-1.2

Тема 4.2. Dropout и BatchNormalization
Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Раздел 5. Transfer Learning и современные архитектуры
Контролируемые ИДК: ПК-1.2

Тема 5.3. Практическое применение Transfer Learning
Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Раздел 6. Автоэнкодеры и сегментация
Контролируемые ИДК: ПК-1.2

Тема 6.2. Применение автоэнкодеров
Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Тема 6.3. Семантическая сегментация изображений
Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Раздел 7. Генеративные модели
Контролируемые ИДК: ПК-1.2

Тема 7.1. Генеративно-состязательные сети (GAN)
Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Тема 7.2. Модификации и применения GAN
Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Раздел 8. Детекция и классификация объектов
Контролируемые ИДК: ПК-1.2

Тема 8.3. Использование YOLOv9 для детекции и классификации
Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Раздел 9. Обработка естественного языка с нейронными сетями
Контролируемые ИДК: ПК-1.2

Тема 9.3. Большие языковые модели (LLM)
Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Раздел 10. Развертывание нейросетевых моделей с FastAPI и Streamlit
Контролируемые ИДК: ПК-1.2

Тема 10.3. Разработка интерактивных веб-приложений со Streamlit
Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

2 семестр, Зачет с оценкой
Контролируемые ИДК: ПК-1.2
Вопросы/Задания:

1. Ко входному растровому изображению размером 64×64 пикселя применяется свёрточный фильтр 5×5 с шагом (stride) 2 и без дополнения (padding). Каков размер полученной карты признаков (по одной стороне, в пикселях)?

2. Как называется искусственное увеличение обучающей выборки спутниковых снимков путём создания повёрнутых, отражённых и с изменённой яркостью копий исходных изображений?

3. Как называется метрика оценки качества детекции объектов, вычисляемая как площадь под кривой точность-полнота, усреднённая по всем классам объектов?

4. Дополните предложение термином:
Архитектура свёрточной сети для семантической сегментации изображений, имеющая симметричную структуру «сжатие-расширение» с прямыми связями между соответствующими уровнями кодирующей и декодирующей части, называется архитектурой _____.

5. Дополните предложение термином:
Свойство свёрточной сети распознавать один и тот же признак объекта независимо от его положения на изображении за счёт использования одних и тех же весов фильтра во всех положениях, называется _____ инвариантностью.

6. Объясните, почему свёрточная архитектура особенно хорошо подходит для обработки растровых пространственных данных (спутниковых и аэрокосмических снимков) по сравнению с полносвязной нейросетью, поданной на вход изображения построчно.

7. Объясните назначение прямых связей (skip connections) между кодирующей и декодирующей частями архитектуры U-Net при семантической сегментации спутниковых изображений.

8. Объясните, почему перенос обучения (Transfer Learning) особенно востребован при разработке моделей глубокого обучения для анализа изображений дистанционного зондирования, и с какой особенностью таких данных это связано.

9. Объясните, как рекуррентная нейронная сеть может применяться для анализа временного ряда спутниковых изображений одной и той же территории (например, для мониторинга роста сельскохозяйственных культур), и в чём принципиальное отличие такой задачи от анализа единственного снимка.

10. Объясните, почему применение обученной модели глубокого обучения к целому спутниковому снимку большой территории на практике обычно требует разбиения снимка на более мелкие фрагменты (тайлы), и какая проблема при этом возникает на границах фрагментов.

11. Расположите этапы построения модели классификации типов земного покрова по спутниковым снимкам при помощи CNN в правильной последовательности.
1. Разметка обучающих снимков метками классов земного покрова.
2. Обучение свёрточной сети на размеченной обучающей выборке.
3. Сбор архива спутниковых снимков исследуемой территории.
4. Применение обученной модели к новым, ранее не размеченным снимкам.

5. Предобработка снимков (геометрическая и радиометрическая коррекция, нарезка на тайлы).

12. Расположите этапы применения обученной модели семантической сегментации к спутниковому снимку большой территории в правильной последовательности.

1. Разбиение снимка на фрагменты (тайлы) с небольшим взаимным перекрытием.
2. Получение исходного снимка большой территории.
3. Отбрасывание ненадёжных краевых областей каждого фрагмента.
4. Получение маски сегментации для каждого фрагмента отдельно.
5. Сборка результатов отдельных фрагментов в единую маску сегментации всей территории.
6. Применение модели U-Net к каждому фрагменту.

13. Расположите этапы анализа временного ряда спутниковых снимков сельскохозяйственного поля при помощи комбинации свёрточной и рекуррентной сети в правильной последовательности.

1. Извлечение признаков каждого снимка временного ряда свёрточной сетью.
2. Формирование последовательности геопривязанных снимков одного поля за разные даты.
3. Итоговое предсказание (например, стадии развития культуры) на основе финального состояния рекуррентной сети.
4. Последовательная подача извлечённых признаков на вход рекуррентной сети.
5. Обновление внутреннего состояния рекуррентной сети на каждом шаге последовательности.

14. Расположите этапы анализа временного ряда спутниковых снимков сельскохозяйственного поля при помощи комбинации свёрточной и рекуррентной сети в правильной последовательности.

1. Извлечение признаков каждого снимка временного ряда свёрточной сетью.
2. Формирование последовательности геопривязанных снимков одного поля за разные даты.
3. Итоговое предсказание (например, стадии развития культуры) на основе финального состояния рекуррентной сети.
4. Последовательная подача извлечённых признаков на вход рекуррентной сети.
5. Обновление внутреннего состояния рекуррентной сети на каждом шаге последовательности.

15. Расположите этапы развёртывания обученной модели анализа спутниковых снимков в виде веб-сервиса в правильной последовательности.

1. Сохранение обученной модели в файл после обучения и валидации.
2. Приём загруженного пользователем снимка через веб-интерфейс и передача его модели на предсказание.
3. Создание REST API, загружающего сохранённую модель при запуске.
4. Разработка веб-интерфейса для загрузки снимков и отображения результата анализа.

16. Установите соответствие между архитектурой глубокого обучения и задачей анализа пространственных данных, для которой она наиболее естественно подходит.

Свёрточная сеть (CNN) с полносвязной головой - Обнаружение и локализация отдельных объектов на аэрофотоснимке (например, автомобилей)
U-Net - Классификация всего снимка по преобладающему типу земного покрова
Архитектура-детектор (например, YOLO) - Мониторинг динамики состояния территории по временному ряду снимков
Рекуррентная сеть (RNN/LSTM) - Попиксельная классификация типов земного покрова (семантическая сегментация)

17. Установите соответствие между функцией потерь и задачей, для которой она предназначена.

Категориальная кросс-энтропия - Задача регрессии (предсказание непрерывной величины)
Бинарная кросс-энтропия - Многоклассовая классификация с несколькими взаимоисключающими категориями
MSE (среднеквадратичная ошибка) - Классификация с двумя взаимоисключающими категориями

18. Установите соответствие между методом регуляризации / борьбы с переобучением и принципом его действия.

Dropout - Нормализация активаций слоя по статистикам текущего мини-пакета для стабилизации обучения

L2-регуляризация - Искусственное увеличение обучающей выборки за счёт изменённых копий исходных изображений

Ранняя остановка (Early Stopping) - Штраф к функции потерь, пропорциональный сумме квадратов весов модели

Аугментация данных - Случайное отключение части нейронов слоя на каждом шаге обучения

Batch Normalization - Остановка обучения, когда качество модели на валидационной выборке перестаёт улучшаться

19. Установите соответствие между метрикой и задачей, для оценки которой она применяется.

IoU (Intersection over Union) - Оценка качества обнаружения объектов усреднением точности по всем классам

mAP (mean Average Precision) - Оценка совместного качества классификации при неравномерном распределении классов

F1-мера - Оценка совпадения предсказанной и эталонной областей (масок или рамок)

20. Установите соответствие между разновидностью генеративно-состязательной сети и решаемой ею задачей.

CycleGAN - Генерация изображения повышенного пространственного разрешения из изображения низкого разрешения

Super-Resolution GAN - Перенос стиля между двумя доменами изображений без парных обучающих примеров

Conditional GAN (cGAN) - Генерация изображения, соответствующего заданному условию (например, метке класса)

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Барский А. Б. Введение в нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - Введение в нейронные сети - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 357 c. - 978-5-4497-2381-9. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/133929.html - Режим доступа: по подписке

2. Ростовцев В. С. Искусственные нейронные сети: учебник для вузов / В. С. Ростовцев. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 216 с. - 978-5-507-50568-5. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/447392 - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Барский А. Б. Логические нейронные сети: учебное пособие / А. Б. Барский. - Логические нейронные сети - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. - 491 c. - 978-5-4497-3303-0. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/142272.html - Режим доступа: по подписке

9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. https://docs.python.org/3/index.html - Техническая документация по языку программирования Python

2. https://sdo.miigaik.ru/ - Система дистанционного обучения МИИГАиК

9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)

1. Anaconda;

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Компьютерный класс

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 25 шт.

Интерактивная панель - 1 шт.

Проектор - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для более успешного выполнения работы студенту предлагается использование учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется методическими рекомендациями по дисциплине.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации:

1. Какова основная цель функции активации в искусственном нейроне?
2. Какая функция активации известна тем, что решает проблему затухающего градиента и определяется как f(x) = max(0, x)?
3. В чем заключается основная идея алгоритма обратного распространения ошибки?
4. Какая функция потерь чаще всего используется для задачи многоклассовой классификации?
5. Каково назначение метода `fit()` в библиотеке Keras?
6. Что измеряет метрика "полнота" (Recall) в контексте классификации?
7. Какова основная функция слоя пулинга (например, MaxPooling) в сверточной нейронной сети (CNN)?
8. Что такое "аугментация данных" в контексте обучения моделей для изображений?
9. Какой колбэк (callback) в Keras используется для остановки обучения, если отслеживаемая метрика перестала улучшаться?
10. Какова основная цель L1/L2 регуляризации?
11. Как работает техника Dropout?
12. В чем заключается основная идея "переноса обучения" (Transfer Learning)?
13. Какое ключевое архитектурное нововведение используется в моделях ResNet?
14. Какова основная цель автоэнкодера (autoencoder)?
15. Архитектура U-Net особенно хорошо подходит для какой задачи?

16. Из каких двух конкурирующих нейронных сетей состоит генеративно-состязательная сеть (GAN)?
17. Что такое проблема "коллапса мод" (mode collapse) при обучении GAN?
18. В чем основное различие между детекцией объектов и классификацией изображений?
19. Каково назначение алгоритма Non-Maximum Suppression (NMS) при детекции объектов?
20. Архитектуры, такие как YOLO и SSD, известны как:
21. Какую основную проблему простых рекуррентных сетей (RNN) были призваны решить архитектуры LSTM и GRU?
22. Какой основной механизм в архитектуре Transformer позволяет ей взвешивать важность разных слов в последовательности?
23. Что такое "промпт-инжиниринг" (Prompt Engineering) в контексте больших языковых моделей (LLM)?
24. Какая библиотека Python обычно используется для создания REST API с целью развертывания моделей машинного обучения?
25. Каково основное назначение библиотеки Streamlit?
26. Теорема об универсальной аппроксимации гласит, что нейронная сеть с одним скрытым слоем может...
27. Каково назначение функции потерь (loss function)?
28. В чем разница между Sequential API и Functional API в Keras?
29. Что такое "прямое кодирование" (one-hot encoding)?
30. Какую роль играет параметр `stride` в сверточном слое?
31. В чем основное преимущество использования батч-нормализации (Batch Normalization)?
32. Что означает "заморозить" слой при выполнении переноса обучения?
33. В чем основное отличие вариационного автоэнкодера (VAE) от стандартного?
34. Коэффициент Дайса (Dice) и IoU (Intersection over Union) являются распространенными метриками для какой задачи?
35. В чем заключается основная идея диффузионных моделей?
36. Какое основное преимущество одноэтапного детектора, такого как YOLO, по сравнению с двухэтапным, как Faster R-CNN?
37. Каково назначение позиционного кодирования (Positional Encoding) в архитектуре Transformer?
38. Что такое RAG (Retrieval-Augmented Generation)?
39. Что такое "квантизация" модели?
40. Какую роль выполняет Pydantic в приложении FastAPI?
41. Что из перечисленного НЕ является распространенной функцией активации?
42. Какой адаптивный алгоритм оптимизации широко популярен и сочетает в себе идеи RMSprop и Momentum?
43. Какая функция потерь подходит для задачи бинарной классификации (два класса)?
44. Архитектура сети VGG характеризуется:
45. Каково основное назначение валидационного набора данных (validation set)?
46. Какая современная архитектура известна своей эффективностью и совместным масштабированием глубины, ширины и разрешения модели?
47. "Шумоподавляющий" автоэнкодер (denoising autoencoder) обучается:
48. CycleGAN — это тип GAN, специально разработанный для какой задачи?
49. Как расшифровывается аббревиатура LSTM?
50. Что такое ONNX?

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и

лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.