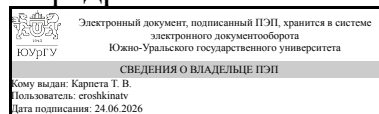


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



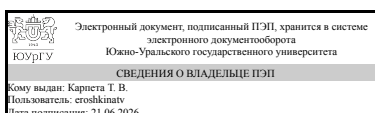
Т. В. Карпета

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.03 Компьютерное зрение
для направления 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
уровень Магистратура
магистерская программа Инновационные методы и технологии машинного обучения и анализа данных
форма обучения очная
кафедра-разработчик Прикладная математика и программирование

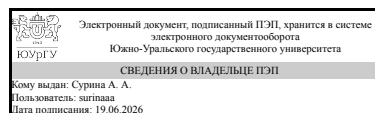
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, утверждённым приказом Минобрнауки от 23.08.2017 № 811

Зав.кафедрой разработчика,
к.физ.-мат.н.



Т. В. Карпета

Разработчик программы,
старший преподаватель



А. А. Сурина

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – формирование профессиональных компетенций в области проектирования, обучения и промышленного развёртывания систем компьютерного зрения на основе методов глубокого обучения. Задачи дисциплины: – изучить современные архитектуры нейронных сетей (CNN, Transformer, гибридные модели) для задач классификации, детекции, сегментации и трекинга; – освоить методы аугментации данных, fine-tuning и self-supervised learning; – овладеть инструментами оптимизации (квантизация, прунинг, дистилляция) и ускорения инференса (TensorRT, OpenVINO, ONNX Runtime); – получить практический опыт построения CI/CD-пайплайнов и промышленного развёртывания CV-систем с использованием MLOps-инструментов.

Краткое содержание дисциплины

Дисциплина посвящена современным методам компьютерного зрения на основе глубокого обучения и их промышленному применению. Изучаются свёрточные и трансформерные архитектуры (ResNet, EfficientNet, ConvNeXt, ViT, Swin и др.) для задач классификации, детекции, сегментации и трекинга, а также самообучающиеся подходы, foundation-модели (CLIP, SAM, диффузионные модели) и генерация данных. Практическая часть включает построение полных CV-пайплайнов: подготовку и аугментацию данных, обучение и интерпретацию моделей, оценку качества, распределённое обучение, квантизацию и pruning, оптимизацию инференса (ONNX Runtime, TensorRT) и развёртывание сервисов на продакшн-инфраструктуре. Завершающий блок по MLOps и CI/CD даёт опыт версионирования данных и моделей, трекинга экспериментов и автоматизации тестирования и развёртывания в рамках итогового проекта.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии компьютерного зрения	Знает: архитектуры и методы глубокого обучения в компьютерном зрении, подходы к ускорению инференса и распределённому обучению Умеет: кастомизировать архитектуры моделей под задачу, настраивать аугментации, ускорение инференса и распределённое обучение Имеет практический опыт: применения CI/CD-пайплайнов, инструментов квантизации, pruning и оптимизации CV-моделей для промышленного использования

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	180	180
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	105,5	105,5
подготовка итогового проекта (реализация сквозного CV-пайплайна, оформление технического отчёта)	15,5	15,5
выполнение заданий на платформе Kaggle или аналогичных (CV-датасеты, участие в соревнованиях)	15	15
подготовка к лабораторным работам: изучение документации PyTorch, Albumentations, TensorRT, DVC	20	20
изучение теоретического материала по темам лекций, рекомендованной литературы и научных статей (40 ч.);	40	40
подготовка к тестам и дифференциальному зачёту	15	15
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы глубокого обучения и классические методы компьютерного зрения	20	10	0	10
2	Современные архитектуры нейронных сетей: детекция, сегментация, трекинг	24	12	0	12
3	Оптимизация, квантизация, промышленное развёртывание CV-систем и MLOps	20	10	0	10

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во
----------	-----------	---	--------

			часов
1	1	Введение в компьютерное зрение. Обзор задач: классификация, детекция, сегментация, трекинг. Место CV в современном AI-стеке. Обзор ключевых датасетов (ImageNet, COCO, ADE20K). Инструменты: PyTorch, torchvision, OpenCV.	2
2	1	Предобработка и аугментация изображений. Нормализация, цветовые пространства. Библиотеки аугментаций: Albumentations, torchvision.transforms.v2, Kornia. Стратегии аугментации для промышленных задач.	2
3	1	Свёрточные нейронные сети. Операция свёртки, пулинг, батч-нормализация, дропаут. Backpropagation в CV-задачах. Transfer learning и fine-tuning. Метрики качества: mAP, IoU, F1-score.	2
4	1	Эволюция архитектур CNN: AlexNet, VGG, ResNet, ResNeXt, EfficientNet, ConvNeXt. Принципы проектирования глубоких сетей: skip-connections, depthwise separable convolutions, compound scaling.	2
5	1	Механизм внимания и Vision Transformers (ViT). Self-attention, Multi-Head Attention. ViT, DeiT, Swin Transformer, DINO, DINOv2. Гибридные CNN-Transformer архитектуры. Сравнение с CNN на задачах CV.	2
6	2	Детекция объектов: двухэтапные методы. R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN. Region Proposal Network (RPN), FPN (Feature Pyramid Network).	2
7	2	Детекция объектов: одноэтапные методы. SSD, YOLO (v5–v11), DETR и его вариации (Deformable DETR, RT-DETR). Сравнительный анализ по скорости и точности. Настройка под задачу.	2
8	2	Семантическая и паноптическая сегментация. FCN, U-Net, DeepLab v3+, SegFormer, Mask2Former. Сегментация по промпту: SAM (Segment Anything Model). Применение в промышленном контроле качества.	2
9	2	Трекинг объектов и анализ видео. SORT, DeepSORT, ByteTrack, BoT-SORT. Оптический поток. 3D-свёрточные сети, VideoMAE. Применение в видеоаналитике.	2
10	2	Самообучение и контрастное обучение. SimCLR, MoCo, BYOL, DINO. Предобученные признаки без разметки. Foundation models в CV: CLIP, ALIGN, EVA-CLIP. Zero-shot и few-shot распознавание.	2
11	2	Генеративные модели в компьютерном зрении. VAE, GAN (StyleGAN3, BigGAN). Диффузионные модели: DDPM, Stable Diffusion. ControlNet. Применение для синтеза обучающих данных.	2
12	3	Распределённое обучение и масштабирование. Data Parallelism, Model Parallelism, Pipeline Parallelism. DDP в PyTorch, DeepSpeed ZeRO, FSDP. Gradient accumulation, mixed precision (AMP). Мониторинг обучения: WandB, TensorBoard.	2
13	3	Квантизация и прунинг CV-моделей. PTQ и QAT: INT8, INT4, NVFp4. Structured и unstructured pruning. Knowledge distillation. Инструменты: PyTorch Quantization, NNCF, TensorRT, ONNX.	2
14	3	Ускорение инференса и оптимизация для развёртывания. TensorRT, OpenVINO, ONNX Runtime, TorchScript, torch.compile. Оптимизация для CPU, GPU, NPU, edge-устройств (Jetson, Hailo). Бенчмаркинг.	2
15	3	Промышленное применение CV. Системы контроля качества (дефектоскопия, сварные швы, пайка и др.). 3D-зрение и облака точек. OCR и чтение документов. Медицинская визуализация. Требования к реальному времени.	2
16	3	CI/CD и MLOps для CV-систем. MLflow, DVC, ClearML, Triton Inference Server. Версионирование данных и моделей, A/B-тестирование, мониторинг дрейфа данных. Docker и Kubernetes для CV-сервисов. Итоговый обзор курса.	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Настройка окружения. Работа с изображениями в PyTorch и OpenCV. Предобработка и аугментация с Albumentations. Сборка data pipeline для задачи классификации.	2
2	1	Transfer learning на предобученных CNN (ResNet, EfficientNet). Fine-tuning на кастомном датасете. Настройка learning rate scheduler, early stopping. Логирование метрик в TensorBoard.	2
3	1	Сравнительный анализ CNN-архитектур: ResNet, EfficientNet, ConvNeXt. Исследование влияния аугментаций, batch size, оптимизаторов. Визуализация градиентов: GradCAM, Grad-CAM++.	2
4	1	Обучение и файн-тюнинг Vision Transformer (ViT, DeiT, Swin). Сравнение ViT vs CNN на идентичных условиях. Self-supervised pretraining с DINO. Анализ attention maps.	2
5	1	Тест 1 (теоретические вопросы и разбор кода). Классификация с кастомной головой на основе предобученного энкодера. Метрики mAP, precision-recall curve.	2
6	2	Детекция с Faster R-CNN / FCOS. Разметка данных с LabelImg/CVAT. Кастомизация FPN. Обучение на кастомном датасете. Оценка mAP@[.5:.95].	2
7	2	Детекция с YOLOv8/YOLOv11. Конфигурирование модели, аугментации mosaic/mixup, multi-scale training. Экспорт в ONNX и сравнение скоростей. Применение к промышленной задаче.	2
8	2	DETR и RT-DETR: обучение end-to-end детектора без NMS. Анализ attention-карт. Сравнение с YOLO по скорости и точности на идентичных данных.	2
9	2	Семантическая сегментация с U-Net и SegFormer. Аугментации для сегментации. Использование SAM для разметки и псевдоразметки. Применение к задаче контроля качества сварных швов.	2
10	2	Трекинг объектов: ByteTrack + YOLOv8. Обработка видеопотока в реальном времени. ReID-модель. Анализ плотного видеопотока, метрики MOTA, HOTA. Тест 2.	2
11	2	Few-shot learning с CLIP. Zero-shot классификация. Синтез обучающих данных с использованием диффузионных моделей (ControlNet). Оценка качества синтетических данных.	2
12	3	Распределённое обучение на multi-GPU. PyTorch DDP: настройка DistributedDataParallel. Mixed precision (AMP). Gradient accumulation. Профилирование узких мест с torch.profiler.	2
13	3	Квантизация CV-модели. PTQ (INT8) с ONNX Runtime и TensorRT. QAT с NNCF. Pruning с torch.nn.utils.prune. Structured pruning по BN scale factors. Измерение деградации метрик.	2
14	3	Экспорт и оптимизация модели: ONNX → TensorRT → Triton Inference Server. Сравнение latency/throughput для FP32, FP16, INT8. Оптимизация под Jetson Orin (TensorRT + DeepStream).	2
15	3	CI/CD пайплайн для CV-проекта. DVC для версионирования данных, MLflow для tracking экспериментов. Docker-контейнеризация инференса. GitHub Actions: авто-тест, авто-бенчмарк. Тест 3.	2
16	3	Итоговый проект: сквозная CV-система. Постановка задачи → разметка → обучение → оптимизация → развёртывание в Triton. Представление результатов, ответы на вопросы.	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
подготовка итогового проекта (реализация сквозного CV-пайплайна, оформление технического отчёта)	ЭУМД 1-4	3	15,5
выполнение заданий на платформе Kaggle или аналогичных (CV-датасеты, участие в соревнованиях)	ЭУМД 2-3	3	15
подготовка к лабораторным работам: изучение документации PyTorch, Albumentations, TensorRT, DVC	ЭУМД 1-4	3	20
изучение теоретического материала по темам лекций, рекомендованной литературы и научных статей (40 ч.);	ЭУМД 1, 4; Dosovitskiy A., Beyer L., Kolesnikov A., Weissenborn D., Zhai X., Unterthiner T. и др. An Image is Worth 16×16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale [Электронный ресурс] // arXiv preprint. – 2020. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2010.11929 Carion N., Massa F., Synnaeve G., Usunier N., Kirillov A., Zagoruyko S. End-to-End Object Detection with Transformers [Электронный ресурс] // ECCV 2020. – 2020. – Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2005.12872 Коул А., Ганджу С., Казам М. Искусственный интеллект и компьютерное зрение: реальные проекты на Python, Keras и TensorFlow [Электронный ресурс] / пер. с англ. А. Киселева. – Минск: MediaLex, 2022. – 607 с. – Режим доступа: https://medialex.brsu.by/NLP-BOOK/Programmirovaniye_Iskusstvennyy-intellekt-i-kompyuternoe-zrenie.706267.pdf	3	40
подготовка к тестам и дифференциальному зачёту	ЭУМД 1-4	3	15

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий	KPM-01	7	10	Баллы начисляются за	дифференцированный

		контроль				соответствие работы критериям. Соответствие одному критерию 1 балл, максимум 10 баллов за соответствие всем критериям: для лабораторной работы №1 - Создано виртуальное окружение с корректно установленными библиотеками (PyTorch, torchvision, NumPy и др.). - Реализован класс Dataset или использован ImageFolder для загрузки изображений и меток. - Настроен DataLoader с базовыми преобразованиями (Resize, ToTensor, Normalize) для обучающей и валидационной выборок. - Выполнен первичный анализ данных: проверка путей, выявление битых изображений, построение распределения по классам. - Отчет оформлен в виде Jupyter Notebook с кодом, описанием структуры, иллюстрациями и выводами. для лабораторной работы №2 - Реализован пайплайн преобразований с использованием библиотеки Albumentations. - Созданы отдельные пайплайны аугментаций для обучающей и валидационной выборок. - Проведено сравнение влияния разных аугментаций на визуальный вид данных и процесс обучения. - Подобраны аугментации под прикладную задачу с обоснованием выбора. - Проанализированы риски некорректной аугментации и их влияние на качество модели.	зачет
2	3	Текущий контроль	KPM-02	10	15	Баллы начисляются за соответствие работы критериям. Соответствие одному критерию 1 балл,	дифференцированный зачет

					максимум 15 баллов за соответствие всем критериям: для лабораторной работы №3 - Выбраны и описаны предобученные модели (ResNet50, DenseNet121 или EfficientNet-B0) с указанием архитектуры и объема параметров. - Заменен последний классификационный слой под задачу и реализованы два режима: заморозка backbone и полный fine-tuning. - Настроены оптимизатор, learning rate, scheduler; проведено обучение не менее 10 эпох с сохранением лучшей модели. - Построены графики loss/accuracy, рассчитана матрица путаницы и проанализированы примеры предсказаний. - Даны ответы на вопросы о целесообразности transfer learning, различиях feature extraction и fine-tuning. для лабораторной работы №4 - Подготовлен эксперимент с одинаковым split данных и метриками для корректного сравнения CNN и ViT. - Выполнен fine-tuning для обеих моделей с фиксацией времени эпохи, метрик и объема видеопамати. - Проведен анализ поведения: построены кривые обучения, визуализированы attention maps (ViT) и Grad-CAM (CNN). - Подготовлена сравнительная таблица и сформулированы условия предпочтения одной архитектуры другой. - Ответы на вопросы о сильных сторонах CNN, случаях превосходства ViT и влиянии размера датасета.	
--	--	--	--	--	---	--

						для лабораторной работы №5 - Загружена обученная модель и построены визуализации внимания (Grad-CAM или аналог) не менее чем для 10 изображений. - Выбраны и проанализированы примеры правильных и неправильных предсказаний с определением областей опоры модели. - Выявлены случаи ориентации модели на фон, артефакты или нерелевантные признаки. - Сформулированы предложения по улучшению данных или архитектуры на основе интерпретаций. - Отчет содержит визуализации интерпретации и аналитический вывод по методам объяснимости.	
3	3	Текущий контроль	КРМ-03 (тест 1)	10	30	Тест из 20 вопросов с вариантами ответов по темам раздела 1. Вопросы с выбором ответов – 1 балл, вопросы со свободной формой ответа – 3 балла. Время: 20 мин. Без дополнительных материалов.	дифференцированный зачет
4	3	Текущий контроль	КРМ-04	10	15	Баллы начисляются за соответствие работы критериям. Соответствие одному критерию 1 балл, максимум 15 баллов за соответствие всем критериям: для лабораторной работы №6 - Подготовлен датасет с разметкой bounding boxes в формате COCO или Pascal VOC с проверкой координат и классов. - Реализована архитектура Faster R-CNN или FCOS из torchvision с настройкой числа классов и DataLoader. - Выполнено обучение не менее 5 эпох с фиксацией метрик mAP@0.5 и mAP@[.5:.95]. - Проведен анализ ошибок:	дифференцированный зачет

					найжены пропуски и ложные срабатывания, оценено влияние размера объектов и качества разметки. - Отчет включает примеры разметки, графики обучения, визуализации предсказаний и ответы на контрольные вопросы. для лабораторной работы №7 - Подготовлен конфигурационный файл датасета и созданы файлы разметки в формате YOLO. - Выполнено обучение модели YOLO с изменением не менее трех параметров (размер, batch size, аугментации, эпохи). - Проведена валидация, продемонстрированы примеры детекции и измерена скорость инференса на CPU/GPU. - Реализован экспорт модели в ONNX с проверкой корректности инференса. - Отчет содержит сравнение качества/скорости, ответы на вопросы об отличиях YOLO и назначении экспорта в ONNX. для лабораторной работы №8 - Реализован пайплайн извлечения локальных признаков с проверкой корректности детектирования ключевых точек. - Выполнено сопоставление признаков (feature matching) с визуализацией совпадений на парах изображений. - Проведен анализ влияния параметров детекторов на количество и стабильность совпадений. - Сравниваются подходы сопоставления с базовыми классификаторами с расчетом метрик качества. - Отчет содержит визуализации ключевых точек, графики совпадений и	
--	--	--	--	--	---	--

						выводы о целесообразности классических дескрипторов.	
5	3	Текущий контроль	KPM-05	10	10	Баллы начисляются за соответствие работы критериям. Соответствие одному критерию 1 балл, максимум 15 баллов за соответствие всем критериям: для лабораторной работы №9 - Подготовлены изображения и соответствующие маски с проверкой совпадения размеров и корректности классов. - Реализована модель сегментации с настройкой функции потерь (CrossEntropy, Dice Loss или комбинация). - Выполнено обучение с расчетом метрик IoU и Dice на валидационной выборке и сохранением масок предсказаний. - Проведен анализ типичных ошибок (пропуски, шум на границах, смещение классов) и сформулированы рекомендации. - Отчет включает визуализацию предсказанных/истинных масок, таблицы метрик и ответы на вопросы о различиях с детекцией. для лабораторной работы №10 - Подготовлен видеоролик или видеопоток с определением классов интересующих объектов. - Реализован пайплайн tracking-by-detection: интегрирован детектор и подключен трекер (ByteTrack или DeepSORT). - Визуализированы ID объектов с анализом качества трекинга (потеря треков, ID-switches, устойчивость при перекрытии). - При возможности рассчитаны метрики	дифференцированный зачет

						МОТА/МОТР или выполнены дополнительные тесты по современным архитектурам. - Отчет содержит ссылки на видео/GIF, примеры кадров, описание алгоритма и выводы по устойчивости системы.	
6	3	Текущий контроль	KPM-06	7	5	Баллы начисляются за соответствие работы критериям. Соответствие одному критерию 1 балл, максимум 5 баллов за соответствие всем критериям: для лабораторной работы №11 - Реализована zero-shot классификация с использованием модели CLIP и сравнение нескольких вариантов текстовых промптов. - Выполнен few-shot сценарий (например, linear probe) на небольшом наборе данных и проведено сравнение результатов с zero-shot режимом. - Проведен анализ влияния формулировки текстовых промптов на качество предсказаний и выявлены типичные ошибки классификации. - Сопоставлены результаты работы foundation-модели с обученной supervised-моделью по выбранным метрикам качества. - Отчет содержит использованные промпты, таблицу метрик, примеры ошибок, аналитический вывод и ответы на контрольные вопросы.	дифференцированный зачет
7	3	Текущий контроль	KPM-07 (тест 2)	10	30	Тест из 20 вопросов с вариантами ответов по темам раздела 2. Вопросы с выбором ответов – 1 балл, вопросы со свободной формой ответа – 3 балла. Время: 20 мин. Без дополнительных материалов.	дифференцированный зачет

8	3	Текущий контроль	KPM-08	10	10	Баллы начисляются за соответствие работы критериям. Соответствие одному критерию 1 балл, максимум 10 баллов за соответствие всем критериям: для лабораторной работы №12 - Подготовлена воспроизводимая конфигурация обучения и выполнена корректная настройка DistributedDataParallel с использованием DistributedSampler. - Проведено сравнение производительности в режимах одного и нескольких GPU с фиксацией времени эпохи и расчетом показателя ускорения. - Выполнено профилирование процесса обучения с анализом загрузки GPU, CPU и сети для выявления узких мест пайплайна. - Сформулированы обоснованные выводы о причинах нелинейного ускорения и сравнены подходы Data Parallel и DistributedDataParallel. - Отчет включает конфигурацию запуска, таблицу измерений производительности и ответы на контрольные вопросы. для лабораторной работы №13 - Измерены и зафиксированы базовые метрики (baseline) исходной модели: точность, размер и задержка инференса. - Реализованы методы квантизации (PTQ или QAT) с проведением сравнения производительности форматов FP32, FP16 и INT8. - Выполнен pruning	дифференцированный зачет
---	---	------------------	--------	----	----	--	--------------------------

					(структурный или неструктурный) с последующей оценкой влияния на метрики качества и скорости работы. - Подготовлен сравнительный анализ компромиссов между качеством, размером модели и скоростью инференса, включая описание допустимых сценариев деградации. - Отчет содержит таблицу baseline и оптимизированных моделей, скрипты запуска и ответы на вопросы о различиях методов оптимизации.	
9	3	Текущий контроль	KPM-09	8	Баллы начисляются за соответствие работы критериям. Соответствие одному критерию 1 балл, максимум 5 баллов за соответствие всем критериям: для лабораторной работы №14 - Экспортирована модель в формат ONNX или Torch-TensorRT и подготовлен корректный model_repository с файлом config.pbtxt. - Развернут сервис инференса Triton в Docker-контейнере с проверкой доступности HTTP/gRPC endpoints. - Реализован клиент инференса и выполнен бенчмаркинг сравнения latency и throughput для разных режимов и размеров batch (baseline, ONNX Runtime, TensorRT, FP16/INT8). - Даны ответы на вопросы о назначении model_repository, важности совпадения версий TensorRT и отличиях серверного инференса от локального запуска. - Отчет включает структуру репозитория, команду запуска Docker, таблицу	дифференцированный зачет

						результатов бенчмаркинга и выводы по эффективности режимов исполнения.	
10	3	Текущий контроль	KPM-10	8	5	Баллы начисляются за соответствие работы критериям. Соответствие одному критерию 1 балл, максимум 5 баллов за соответствие всем критериям: для лабораторной работы №15 - Настроена структура репозитория CV-проекта с документацией (README), инструкциями запуска и файлом зависимостей. - Реализовано версионирование данных и моделей с использованием DVC и описаны версии датасета и артефактов. - Подключена система отслеживания экспериментов (MLflow или аналог) с фиксацией параметров, метрик и артефактов для минимум двух запусков. - Настроен пайплайн CI/CD (например, GitHub Actions) с автоматической проверкой форматирования, запуском unit-тестов и smoke-теста инференса. - Отчет содержит ссылку на репозиторий, схему пайплайна, скриншоты логов/интерфейса и ответы на вопросы о воспроизводимости и приоритетах автоматизации.	дифференцированный зачет
11	3	Текущий контроль	KPM-11	10	30	Тест из 20 вопросов с вариантами ответов по темам раздела 2. Вопросы с выбором ответов – 1 балл, вопросы со свободной формой ответа – 3 балла. Время: 20 мин. Без дополнительных материалов.	дифференцированный зачет
12	3	Промежуточная аттестация	Собеседование	-	5	Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время зачета. Студенту задаются 5 вопросов из разных тем курса, позволяющих оценить	дифференцированный зачет

					сформированность компетенций. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	На дифференцированном зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Оценка за дифференцированный зачет выставляется по текущему контролю при соблюдении следующих условий: 1) выполнены и сданы все лабораторные работы; 2) количества баллов, полученных за контрольные мероприятия текущего контроля, достаточно для выставления положительной оценки. Если студенту не хватает баллов для выставления оценки по текущему контролю, то при условии выполнения всех лабораторных работ студенту предлагается пройти опрос. Студенту задается 5 вопросов из разных тем курса. На подготовку ответов дается 30 минут. Использование литературы для подготовки ответа не допускается. По окончании отведенного времени студент озвучивает ответы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПК-3	Знает: архитектуры и методы глубокого обучения в компьютерном зрении, подходы к ускорению инференса и распределённому обучению	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-3	Умеет: кастомизировать архитектуры моделей под задачу, настраивать аугментации, ускорение инференса и распределённое обучение	+	+		+	+	+	+					+
ПК-3	Имеет практический опыт: применения CI/CD-пайплайнов, инструментов квантизации, pruning и оптимизации CV-моделей для промышленного использования		+							+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений / В. В. Селянкин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 152 с. — ISBN 978-5-507-45583-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/276455
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Луцев, В. Р. Компьютерное зрение : учебное пособие : в 3 частях / В. Р. Луцев, М. А. Михалькова, В. О. Ячная. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2022 — Часть 1 : Основные понятия и начала теории автоматического анализа изображений — 2022. — 157 с. — ISBN 978-5-8088-1727-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/340955
3	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Луцев, В. Р. Компьютерное зрение : учебное пособие : в 3 частях / В. Р. Луцев, М. А. Михалькова, В. О. Ячная. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2023 — Часть 2 : Современные методы автоматического анализа изображений — 2023. — 192 с. — ISBN 978-5-8088-1881-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/461438
4	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; перевод с английского А. А. Слинкина. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 652 с. — ISBN 978-5-97060-618-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/107901

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	327 (3б)	Персональные компьютеры
Лекции	336 (3б)	Компьютер, проектор