

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

« 29 » августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1. В.06 Современные методы компьютерного зрения

Направление подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и
информационные технологии

Профиль Современные методы машинного обучения и компьютерного зрения

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Современные методы компьютерного зрения» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.02. Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Программу составил(и):

А.С.Жук, доцент КВТ, рук напр ООО «Атлас консалтинг»



И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

подпись

Рабочая программа дисциплины «Технологии компьютерного зрения» утверждена на заседании центра искусственного интеллекта протокол № 01 от «28» августа 2025 г.

Руководитель центра ИИ Коваленко А.В.

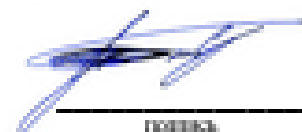


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 01 от «28» августа 2025 г.

Председатель УМК факультета

А. В. Коваленко



подпись

Рецензенты:

Мостовой Евгений Викторович, генеральный директор ООО «Портал-Юг»,

e-mail: mostovoy@portal-yug.ru

Луценко Евгений Вениаминович, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры компьютерных технологий и систем Федерального государственного бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубякина», e-mail: prof.lutsenko@gmail.com

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Сформировать у студентов систематизированное представление о современных архитектурах нейронных сетей для компьютерного зрения и выработать практические навыки их применения для решения реальных задач анализа изображений и видео.

1.2 Задачи дисциплины

1. Изучить архитектуры нейронных сетей для компьютерного зрения: от классических методов (Виолы-Джонс) до современных сверточных сетей, трансформеров и генеративных моделей.

2. Освоить математические основы работы нейросетевых моделей и методы их оптимизации и регуляризации.

3. Сформировать практические навыки реализации и обучения моделей для детекции, сегментации, генерации и мультимодального анализа изображений.

4. Научить работать с инструментами и библиотеками для обработки данных, обучения моделей и оценки их качества.

5. Развить умение адаптировать и применять модели для решения прикладных задач с учетом ограничений..

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные методы компьютерного зрения» относится к «Часть, формируемая участниками образовательных отношений» Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина использует знания и умения студентов, полученные в рамках изучения дисциплин: Технологии компьютерного зрения, Современные методы машинного обучения, Нейросетевые технологии, Интеллектуальные методы оптимизации.

Результаты освоения дисциплины будут использоваться при прохождении следующих дисциплин/практик: технологическая (проектно- технологическая) практика, Генеративные нейронные сети, Системы искусственного интеллекта, Проектная работа.

1.4 Профессиональные роли в структуре образовательной программы

Роль 1: Data Engineer (Инженер по данным)

Задачи:

1. Проектирование и построение ETL-процессов
2. Создание и оптимизация хранилищ данных
3. Обеспечение качества и доступности данных
4. Настройка инфраструктуры для обработки больших данных
5. Интеграция разрозненных источников данных
6. Работа с данными в области природопользования, медицины, связи и телекоммуникаций

Роль 2: ML Engineer (Инженер МО)

Задачи:

1. Реализация ML-моделей в продуктивных системах
2. Оптимизация производительности и масштабирование моделей
3. Разработка ML-пайплайнов и автоматизация процессов
4. Мониторинг качества моделей в продуктиве
5. Интеграция ML-решений с бизнес-приложениями

Роль 3: MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)

Задачи:

1. Автоматизация процессов обучения и развертывания моделей

2. Мониторинг производительности ML-систем
3. Управление версиями моделей и данных
4. Обеспечение CI/CD для ML-проектов
5. Оптимизация вычислительных ресурсов

1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

DL-1 Способен применять и (или) разрабатывать архитектуры глубоких нейронных сетей

DL-1.3 Способен применять современные архитектуры глубоких сетей для решения различных задач, понимая их внутреннюю структуру и особенности обучения

Применяет основные архитектуры глубокого обучения (VGG, ResNet)

Применяет принцип построения вычислительного блока Google Inception; Применяет принцип работы блока остатка в ResNet; Разрабатывает решения с применением backbone сетей; Знает отличия и способен применять нейронные сети для отслеживания объектов (семейство R-CNN, YOLO)

Регулирует поток вычисления градиента в глубоких нейронных сетях

DL-1.4 Способен разрабатывать и оптимизировать специализированные архитектуры для работы с изображениями, учитывая их уникальные свойства

Выбирает значения гиперпараметров нейронов свертки и пулинга (размер ядра свертки, шаг и отступ); применяет готовые архитектуры сверточных нейронных сетей;

Применяет принцип работы обратного распространения ошибки на слоях свертки и слоях пулинга; разрабатывает собственные архитектуры сверточных нейронных сетей; разрабатывает решения на основе сложных конфигураций сверточных нейронных сетей (EfficientNet, RetinaNet); понимает принцип работы блока единичной задержки в рекуррентных нейронных сетях.

Создает принципиально новые, эффективные архитектурные решения для CNN (новые типы слоев, схемы соединений, механизмы взаимодействия между признаками), основанные на глубоком понимании теории CNN и свойств данных

DL-1.9 Способен проектировать, разрабатывать и внедрять мультимодальные модели глубокого обучения, эффективно комбинируя различные типы данных

Понимает принципы мультимодального обучения (early/late fusion, cross-modal attention). Работает с готовыми мультимодальными моделями (CLIP, Flamingo, BEiT-3). Умеет подготавливать и согласовывать разнородные данные (текст+изображения)

Разрабатывает кастомные архитектуры для специфических комбинаций модальностей. Оптимизирует совместное обучение нескольких задач (multi-task learning). Применяет продвинутые техники (cross-modal distillation, contrastive learning). Создает эффективные пайплайны обработки мультимодальных данных

Разрабатывает универсальные архитектуры для произвольных комбинаций модальностей. Решает фундаментальные проблемы (модальный дисбаланс, missing modalities). Строит масштабируемые системы для промышленного применения. Оптимизирует модели для работы в условиях ограниченных ресурсов

DL-1.10 Способен проектировать, разрабатывать и внедрять мультимодальные модели глубокого обучения, эффективно комбинируя различные типы данных

Понимает принципы мультимодального обучения (early/late fusion, cross-modal attention). Работает с готовыми мультимодальными моделями (CLIP, Flamingo, BEiT-3). Умеет подготавливать и согласовывать разнородные данные (текст+изображения)

Разрабатывает кастомные архитектуры для специфических комбинаций модальностей. Оптимизирует совместное обучение нескольких задач (multi-task learning). Применяет продвинутые техники (cross-modal distillation, contrastive learning). Создает эффективные пайплайны обработки мультимодальных данных

Разрабатывает универсальные архитектуры для произвольных комбинаций модальностей. Решает фундаментальные проблемы (модальный дисбаланс, missing modalities). Строит масштабируемые системы для промышленного применения. Оптимизирует модели для работы в условиях ограниченных ресурсов

DL-1.12 Способен применять, адаптировать и разрабатывать методы дообучения нейронных сетей для эффективной адаптации моделей к новым задачам и доменам.

Понимает базовые техники дообучения (transfer learning, fine-tuning). Умеет работать с популярными предобученными моделями (ResNet, BERT, GPT). Применяет стандартные подходы к адаптации последних слоев. Использует базовые стратегии заморозки слоев.

Владеет продвинутыми техниками (adapter layers, LoRA, prefix-tuning). Комбинирует различные стратегии адаптации. Работает с малыми датасетами (few-shot learning)

Разрабатывает новые методы параметрически-эффективного обучения. Создает универсальные фреймворки для адаптации моделей. Решает фундаментальные проблемы (catastrophic forgetting, domain gap)

DL-3 Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии компьютерного зрения

DL-3.1 Применяет (проводя выбор и эксперименты) известные алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, предобученные глубокие нейросетевые модели для прикладных задач анализа изображений и видеопотока, при необходимости дообучая и валидируя на собственных наборах данных

Использует готовые модели из OpenCV и популярных фреймворков (TensorFlow Hub, TorchVision). Умеет применять стандартные архитектуры (ResNet, YOLO) для базовых задач (классификация, детекция объектов). Запускает инференс на изображениях и простых видеопотоках. Использует базовые функции OpenCV и PIL для обработки. Умеет сохранять и загружать модели.

Сравнивает разные предобученные модели под конкретную задачу. Проводит transfer learning на своих данных. Оптимизирует гиперпараметры для улучшения качества. Создает сложные пайплайны аугментации (augmentations). Умеет работать с видео: извлечение кадров, обработка временных последовательностей путём применения CNN+RNN, 3D CNN.

Разрабатывает стратегии применения CV под бизнес-задачи. Комбинирует несколько моделей в комплексные решения. Строит end-to-end пайплайны обработки видеопотоков.

DL-3.2 Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с компьютерным зрением (системы видеоаналитики, поисковые системы по изображениям и т.д.)

Понимает принципы представления изображений и кодирования цвета; применяет фильтрацию изображений, включая частотную; Владеет аппаратом математической морфологии; Понимает базовые задачи анализа изображений - классификация, детекция, сегментация. Применяет известные архитектуры нейронных сетей (CNN) в решении простых задач распознавания изображений

Разрабатывает алгоритмы сегментации изображений (разделение-слияние регионов, нормализованный разрез графа, mean shift), включая семантическую сегментацию; применяет преобразование Хафа и RANSAC; применяет алгоритмы детекции характеристических точек (детектор Харриса, детектор Фестнера, SUSAN, бобы, DoG); применяет дескрипторы изображений, например, SIFT Нейросетевые архитектуры для анализа изображений VGG, Inception, ResNet, EfficientNet и т.д. особенности обучения и дообучения. Архитектуры FCN и Unet в задачах сегментации, функции потерь для задачи сегментации. Одностадийные (SSD, YOLO) и двухстадийные (FASTER R-CNN, Mask R-CNN) детекторы в задачах детекции, функций потерь в задаче детекции.

Применяет марковские случайные поля и условные случайные поля Исследование и имплементация SOTA-моделей в задачах анализа изображений. Vision Transformer (ViT) - глубокое понимание подходов и методов дообучения. Metric Learning для задач поиска и распознавания на изображениях, функции потерь contrastive loss, triplet loss, arcface. Распознавание текста на изображении (CRNN, Attention OCR и Transformer OCR)

DL-3.3 Имплементирует известные алгоритмы, архитектуры и модели компьютерного зрения на реальных данных, строит пайплайны обучения моделей и развертывания сервисов компьютерного зрения в продуктивной среде

Умеет применять стандартные архитектуры CNN (ResNet, EfficientNet, YOLO) для базовых задач CV (классификация, детекция, сегментация). Использует готовые реализации из библиотек (OpenCV, TensorFlow/PyTorch, Hugging Face). Проводит базовую аугментацию и нормализацию изображений. Умеет оценивать качество по стандартным метрикам (accuracy, mAP, IoU).

Кастомизирует архитектуры под задачу (изменение слоев, замена backbone'a). Применяет методы ускорения инференса (квантизация, pruning, TensorRT). Строит сложные стратегии аугментации (augmentations, кастомные трансформеры). Настраивает распределённое обучение (DDP, Horovod). Создает CI/CD-пайплайны для CV-моделей.

Умеет разрабатывать SOTA-архитектуры в задачах анализа видеопотока. Разрабатывает высоконагруженные CV-сервисы. Строит A/B-тестирование для CV-решений. Оптимизация моделей анализа видео

DL-3.4 Разрабатывает новые алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, новые архитектуры глубоких нейронных сетей и методы их обучения для задач анализа изображений и видео

Умеет адаптировать существующие архитектуры (ResNet, ViT, ConvNext) под специфические задачи. Проводит ablation studies для анализа компонентов моделей. Умеет реализовывать идеи из современных статей (на уровне воспроизведения результатов)

Владеет аппаратом эпполярной геометрии; Способен применять алгоритмы стереозрения; Способен применять алгоритмы фотограмметрии Классика GAN в задачах генерации изображений. Примеры задач: перенос стиля, замена лиц, улучшение качества (разрешения) фотографии high resolution, reenactment

Знает математические основы представления поверхностей Диффузионные модели для генерации изображений и видео. Имплементация генеративных моделей для text-to-image.

PL-1 Способен применять язык программирования Python для решения задач в области ИИ

PL-1.1 Разрабатывает и отлаживает прикладные решения разной сложности и для разного круга конечных пользователей с использованием языка программирования Python, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений

Знает основы синтаксиса языка, пишет небольшие скрипты для автоматизации ручной работы по обработке небольших объемов данных с помощью встроенных модулей и внешних библиотек (csv, json, requests).

Владеет основными библиотеками для выполнения большинства рутинных задач в крупных проектах: ввод-вывод, серверное программирование (FastAPI, Flask, Django REST Framework), применение многопоточности (модуль threading). Самостоятельно участвует в разработке серверных приложений и их поддержке

Использует особенности виртуальной машины Python (например, GIL), разрабатывает библиотечный код общего пользования, а также документацию к нему. Профилирует и оптимизирует приложения на Python, используя встроенные инструменты (например, cPython).

FC-1 Способен проводить фронтальные исследования в области архитектур, алгоритмов МО, оптимизации и математики

FC-1.2 Разрабатывает новые архитектуры глубоких нейросетей

Знает основные соответствия в триаде: архитектура-данные-задача, способен по описанию данных и задачи подобрать архитектуру-бейзлайн. Активно пользуется алгоритмами автоматизации подбора архитектур.

Знает передовые архитектуры в основных триадах: архитектура-данные-задача, принципы их построения, сильные и слабые стороны. Знает особенности наиболее часто встречающихся вычислителей, умеет подбирать архитектуры, адекватные особенностям вычислительных устройств.

Способен по описанию создать архитектуры нейросетей, которые могут подстраиваться под конкретные задачи и типы данных с использованием минимального количества сторонних библиотек. Использует методы автоматизации машинного обучения для создания новых архитектур и приспособления архитектур под специализированные ПАКи (программно-аппаратные комплексы) и вычислительные устройства

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)					
		6					
Контактная работа, в том числе:	89,3	89,3					
Аудиторные занятия (всего):	80	80					
Занятия лекционного типа	32	32					
Лабораторные занятия	48	48					
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)							
Иная контактная работа:	9,3	9,3					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4					
Курсовой проект	5	5					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3					
Самостоятельная работа, в том числе:	19	19					
Курсовая работа							
Проработка учебного (теоретического) материала	6	6					

Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	13	13					
Реферат							
Подготовка к текущему контролю							
Контроль:	35,7	35,7					
Подготовка к экзамену	35,7	35,7					
Общая трудоемкость	час.	144	144				
	в том числе контактная работа	89,3	89,3				
	зач. ед	4	4				

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Всего	Количество часов			Внеаудиторная работа СРС
			Аудиторная работа			
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Фундаментальные архитектуры и методы глубокого обучения для зрения	20	8		8	4
2.	Основные задачи компьютерного зрения: детекция, сегментация, генерация	28	10		14	4
3.	Современные архитектуры: внимание, трансформеры и метрическое обучение	20	6		10	4
4.	Продвинутое и гибридные методы	31	8		16	7
ИТОГО по разделам дисциплины		99	32		48	19
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3				
Курсовой проект		5				
Подготовка к текущему контролю		35,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Фундаментальные архитектуры и методы глубокого обучения для зрения	Классические методы компьютерного зрения и обнаружения объектов. От перцептрона к современным сверточным архитектурам. Глубокие архитектуры: ResNet, Inception и эффективные сети. Продвинутое методы регуляризации и оптимизации.	ЛР1-2
2.	Основные задачи компьютерного зрения:	Детектирование объектов: двухэтапные архитектуры (R-CNN). Детектирование	ЛР3-5

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
	детекция, сегментация, генерация	объектов: одноэтапные архитектуры (YOLO, SSD) Семантическая сегментация Генеративные модели: Variational Autoencoders (VAE) Генеративные состязательные сети (GAN)	
3.	Современные архитектуры: внимание, трансформеры и метрическое обучение	Архитектуры Attention и Vision Transformers (ViT) Нейросетевые дескрипторы и метрическое обучение. Задача сопоставления изображений и нейросетевой SLAM.	ЛР6-7
4.	Продвинутое и гибридные методы	Нейросетевые методы в 3D-зрении. Мультимодальное обучение: зрение и язык. Распознавание текста на изображениях (OCR).	ЛР8-9

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.3 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия состоят в выполнении индивидуальных заданий и объединены в 8 индивидуальных заданий

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Фундаментальные архитектуры и методы глубокого обучения для зрения	Классическое детектирование объектов по Виоле-Джонса. 4 часа	ЛР1
2.	Фундаментальные архитектуры и методы глубокого обучения для зрения	Сравнительный анализ классических архитектур 4 часа	ЛР3-5
3.	Основные задачи компьютерного зрения: детекция, сегментация, генерация	Разработка и обучение современного детектора объектов (YOLO) 6 часов	Т, ЛР
4.	Основные задачи компьютерного зрения:	Семантическая сегментация 4 часа	Т, ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
	детекция, сегментация, генерация		
5.	Основные задачи компьютерного зрения: детекция, сегментация, генерация	Генерация изображений с помощью GAN 4 часа	Т, ЛР
6.	Современные архитектуры: внимание, трансформеры и метрическое обучение	Внедрение и использование Vision Transformer (ViT) 6 часов	ЛР
7.	Современные архитектуры: внимание, трансформеры и метрическое обучение	Метрическое обучение для верификации 4 часа.	ЛР
8.	Продвинутое и гибридные методы.	Мультимодальная модель: генерация подписей к изображениям. 8 часов	ЛР
9.	Продвинутое и гибридные методы	Распознавание текста на изображениях 8 часов	ЛР
10	Курсовая работа и защита		КП

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП - выполнение курсового проекта, КР - курсовой работы, РГЗ - расчетно-графического задания, Р - написание реферата, Э - эссе, К - коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Разработка системы детекции и трекинга транспортных средств на видео с городских камер
2. Создание системы семантической сегментации медицинских изображений для диагностики
3. Разработка генеративной модели для синтеза фотореалистичных изображений интерьеров
4. Система мультимодального поиска товаров по изображению и текстовому описанию
5. Детекция аномалий на производственных линиях с помощью видеоаналитики
6. Создание системы оценки позы человека в реальном времени для фитнес-трекера
7. Разработка 3D реконструкции объектов по нескольким 2D изображениям
8. Система распознавания эмоций по видео лица с учетом временной последовательности
9. Автоматическая колоризация черно-белых исторических фотографий
10. Детекция и распознавание дорожных знаков для систем ADAS
11. Создание системы подсчета людей в crowded-сценах
12. Разработка системы повторной идентификации человека (ReID) по видео с нескольких камер
13. Генерация синтетических данных для дообучения моделей компьютерного зрения
14. Система анализа спортивных матчей: детекция игроков и мяча, тактический анализ
15. 3D детекция объектов для автономного вождения по данным LiDAR
16. Мультимодальная система описания изображений для помощи слабовидящим

17. Детекция deepfake видео с использованием временных и пространственных признаков
18. Система автоматической разметки датасетов с активным обучением
19. Оптимизация нейросетевых моделей для embedded-устройств
20. Создание системы оценки качества продукции по изображениям с производственной линии

Задачи: классификация дефектов, сегментация поврежденных областей, интеграция в производственный процесс

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019
2	Решение задач	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

- Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

- Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

- Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

- Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

- Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

- Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

- Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.

- Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.

- Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.

- Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.

- Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

- работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;

- проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

- анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

- развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
	ЛР	Практические занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	12
Итого			12

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий, кейсов и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к **экзамену**.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Фундаментальные архитектуры и методы глубокого обучения для зрения	DL-1.3, DL-1.4, FC-1.2, DL-1.12, DL-3.1, DL-3.2, PL-1.1	<i>Защита ЛР1 – ЛР2</i>	<i>Вопросы к экзамену 1-5</i>
2	Основные задачи компьютерного зрения: детекция, сегментация, генерация	DL-1.3, DL-3.1, DL-3.2, DL-1.4, DL-3.4, DL-1.12, DL-3.3, PL-1.1	<i>Защита ЛР3 – ЛР5</i>	<i>Вопросы к экзамену 5-10, 18,19, 22, 23, 26</i>
3	Современные архитектуры: внимание, трансформеры и метрическое обучение	DL-1.10, DL-3.2, DL-3.4, DL-1.12, DL-3.1, PL-1.1	<i>Защита ЛР6 – ЛР7</i>	<i>Вопросы к экзамену 11, 12, 13, 20, 21, 24, 25, 29</i>
4	Продвинутые и гибридные методы	DL-3.4, DL-1.9, DL-1.10, DL-3.2, PL-1.1	<i>Защита ЛР8 – ЛР9</i>	<i>Вопросы к экзамену 14, 15, 16, 27, 28, 30</i>

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Соответствие **пороговому уровню** освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **удовлетворительно /зачтено**):

DL-1.3 Способен применять современные архитектуры глубоких сетей для решения различных задач, понимая их внутреннюю структуру и особенности обучения

Применяет основные архитектуры глубокого обучения (VGG, ResNet)

DL-1.4 Способен разрабатывать и оптимизировать специализированные архитектуры для работы с изображениями, учитывая их уникальные свойства

Выбирает значения гиперпараметров нейронов свертки и пулинга (размер ядра свертки, шаг и отступ); применяет готовые архитектуры сверточных нейронных сетей;

DL-1.9 Способен проектировать, разрабатывать и внедрять мультимодальные модели глубокого обучения, эффективно комбинируя различные типы данных

Понимает принципы мультимодального обучения (early/late fusion, cross-modal attention). Работает с готовыми мультимодальными моделями (CLIP, Flamingo, BEiT-3). Умеет подготавливать и согласовывать разнородные данные (текст+изображения)

DL-1.10 Способен проектировать, разрабатывать и внедрять мультимодальные модели глубокого обучения, эффективно комбинируя различные типы данных

Понимает принципы мультимодального обучения (early/late fusion, cross-modal attention). Работает с готовыми мультимодальными моделями (CLIP, Flamingo, BEiT-3). Умеет подготавливать и согласовывать разнородные данные (текст+изображения)

DL-1.12 Способен применять, адаптировать и разрабатывать методы дообучения нейронных сетей для эффективной адаптации моделей к новым задачам и доменам.

Понимает базовые техники дообучения (transfer learning, fine-tuning). Умеет работать с популярными предобученными моделями (ResNet, BERT, GPT). Применяет стандартные подходы к адаптации последних слоев. Использует базовые стратегии заморозки слоев.

DL-3.1 Применяет (проводя выбор и эксперименты) известные алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, предобученные глубокие нейросетевые модели для прикладных задач анализа изображений и видеопотока, при необходимости дообучая и валидируя на собственных наборах данных

Использует готовые модели из OpenCV и популярных фреймворков (TensorFlow Hub, TorchVision). Умеет применять стандартные архитектуры (ResNet, YOLO) для базовых задач (классификация, детекция объектов). Запускает инференс на изображениях и простых видеопотоках. Использует базовые функции OpenCV и PIL для обработки. Умеет сохранять и загружать модели.

DL-3.2 Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с компьютерным зрением (системы видеоаналитики, поисковые системы по изображениям и т.д.)

Понимает принципы представления изображений и кодирования цвета; применяет фильтрацию изображений, включая частотную; Владеет аппаратом математической морфологии; Понимает базовые задачи анализа изображений - классификация, детекция, сегментация. Применяет известные архитектуры нейронных сетей (CNN) в решении простых задач распознавания изображений

DL-3.3 Имплементирует известные алгоритмы, архитектуры и модели компьютерного зрения на реальных данных, строит пайплайны обучения моделей и развертывания сервисов компьютерного зрения в продуктивной среде

Умеет применять стандартные архитектуры CNN (ResNet, EfficientNet, YOLO) для базовых задач CV (классификация, детекция, сегментация). Использует готовые реализации из библиотек (OpenCV, TensorFlow/PyTorch, Hugging Face). Проводит базовую аугментацию и нормализацию изображений. Умеет оценивать качество по стандартным метрикам (accuracy, mAP, IoU).

DL-3.4 Разрабатывает новые алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, новые архитектуры глубоких нейронных сетей и методы их обучения для задач анализа изображений и видео

Умеет адаптировать существующие архитектуры (ResNet, ViT, ConvNext) под специфические задачи. Проводит ablation studies для анализа компонентов моделей. Умеет реализовывать идеи из современных статей (на уровне воспроизведения результатов)

PL-1.1 Разрабатывает и отлаживает прикладные решения разной сложности и для разного круга конечных пользователей с использованием языка программирования Python, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений

Знает основы синтаксиса языка, пишет небольшие скрипты для автоматизации ручной работы по обработке небольших объемов данных с помощью встроенных модулей и внешних библиотек (csv, json, requests).

FC-1.2 Разрабатывает новые архитектуры глубоких нейросетей

Знает основные соответствия в триаде: архитектура-данные-задача, способен по описанию данных и задачи подобрать архитектуру-бейзлайн. Активно пользуется алгоритмами автоматизации подбора архитектур.

Соответствие базовому уровню освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **хорошо /зачтено**):

DL-1.3 Способен применять современные архитектуры глубоких сетей для решения различных задач, понимая их внутреннюю структуру и особенности обучения

Применяет принцип построения вычислительного блока Google Inception; Применяет принцип работы блока остатка в ResNet; Разрабатывает решения с применением backbone сетей; Знает отличия и способен применять нейронные сети для отслеживания объектов (семейство R-CNN, YOLO)

DL-1.4 Способен разрабатывать и оптимизировать специализированные архитектуры для работы с изображениями, учитывая их уникальные свойства

Применяет принцип работы обратного распространения ошибки на слоях свертки и слоях пулинга; разрабатывает собственные архитектуры сверточных нейронных сетей; разрабатывает решения на основе сложных конфигураций сверточных нейронных сетей (EfficientNet, RetinaNet); понимает принцип работы блока единичной задержки в рекуррентных нейронных сетях.

DL-1.9 Способен проектировать, разрабатывать и внедрять мультимодальные модели глубокого обучения, эффективно комбинируя различные типы данных

Разрабатывает кастомные архитектуры для специфических комбинаций модальностей. Оптимизирует совместное обучение нескольких задач (multi-task learning). Применяет продвинутые техники (cross-modal distillation, contrastive learning). Создает эффективные пайплайны обработки мультимодальных данных

DL-1.10 Способен проектировать, разрабатывать и внедрять мультимодальные модели глубокого обучения, эффективно комбинируя различные типы данных

Разрабатывает кастомные архитектуры для специфических комбинаций модальностей. Оптимизирует совместное обучение нескольких задач (multi-task learning). Применяет продвинутое техники (cross-modal distillation, contrastive learning). Создает эффективные пайплайны обработки мультимодальных данных

DL-1.12 Способен применять, адаптировать и разрабатывать методы дообучения нейронных сетей для эффективной адаптации моделей к новым задачам и доменам.

Владеет продвинутыми техниками (adapter layers, LoRA, prefix-tuning). Комбинирует различные стратегии адаптации. Работает с малыми датасетами (few-shot learning)

DL-3.1 Применяет (проводя выбор и эксперименты) известные алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, предобученные глубокие нейросетевые модели для прикладных задач анализа изображений и видеопотока, при необходимости дообучая и валидируя на собственных наборах данных

Сравнивает разные предобученные модели под конкретную задачу. Проводит transfer learning на своих данных. Оптимизирует гиперпараметры для улучшения качества. Создает сложные пайплайны аугментации (albugmentations). Умеет работать с видео: извлечение кадров, обработка временных последовательностей путём применения CNN+RNN, 3D CNN.

DL-3.2 Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с компьютерным зрением (системы видеоаналитики, поисковые системы по изображениям и т.д.)

Разрабатывает алгоритмы сегментации изображений (раделение-слияние регионов, нормализованный разрез графа, mean shift), включая семантическую сегментацию; применяет преобразование Хафа и RANSAC; применяет алгоритмы детекции характеристических точек (детектор Харриса, детектор Фестнера, SUSAN, блобы, DoG); применяет дескрипторы изображений, например, SIFT Нейросетевые архитектуры для анализа изображений VGG, Inception, ResNet, EfficientNet и т.д. особенности обучения и дообучения. Архитектуры FCN и Unet в задачах сегментации, функции потерь для задачи сегментации. Одностадийные (SSD, YOLO) и двухстадийные (FASTER R-CNN, Mask R-CNN) детекторы в задачах детекции, функций потерь в задаче детекции.

DL-3.3 Имплементирует известные алгоритмы, архитектуры и модели компьютерного зрения на реальных данных, строит пайплайны обучения моделей и развертывания сервисов компьютерного зрения в продуктивной среде

Кастомизирует архитектуры под задачу (изменение слоев, замена backbone'a). Применяет методы ускорения инференса (квантизация, pruning, TensorRT). Строит сложные стратегии аугментации (albugmentations, кастомные трансформеры). Настраивает распределённое обучение (DDP, Horovod). Создает CI/CD-пайплайны для CV-моделей.

DL-3.4 Разрабатывает новые алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, новые архитектуры глубоких нейронных сетей и методы их обучения для задач анализа изображений и видео

Владеет аппаратом эпиполярной геометрии; Способен применять алгоритмы стереозрения; Способен применять алгоритмы фотограмметрии Классика GAN в задачах генерации изображений. Примеры задач: перенос стиля, замена лиц, улучшение качества (разрешения) фотографии high resolution, reenactment

PL-1.1 Разрабатывает и отлаживает прикладные решения разной сложности и для разного круга конечных пользователей с использованием языка программирования Python, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений

Владеет основными библиотеками для выполнения большинства рутинных задач в крупных проектах: ввод-вывод, серверное программирование (FastAPI, Flask, Django REST Framework), применение многопоточности (модуль threading). Самостоятельно участвует в разработке серверных приложений и их поддержке

FC-1.2 Разрабатывает новые архитектуры глубоких нейросетей

Знает передовые архитектуры в основных триадах: архитектура-данные-задача, принципы их построения, сильные и слабые стороны. Знает особенности наиболее часто встречающихся вычислителей, умеет подбирать архитектуры, адекватные особенностям вычислительных устройств.

Соответствие повышенному уровню освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания (оценка: **отлично /зачтено**):

DL-1.3 Способен применять современные архитектуры глубоких сетей для решения различных задач, понимая их внутреннюю структуру и особенности обучения

Регулирует поток вычисления градиента в глубоких нейронных сетях

DL-1.4 Способен разрабатывать и оптимизировать специализированные архитектуры для работы с изображениями, учитывая их уникальные свойства

Создает принципиально новые, эффективные архитектурные решения для CNN (новые типы слоев, схемы соединений, механизмы взаимодействия между признаками), основанные на глубоком понимании теории CNN и свойств данных

DL-1.9 Способен проектировать, разрабатывать и внедрять мультимодальные модели глубокого обучения, эффективно комбинируя различные типы данных

Разрабатывает универсальные архитектуры для произвольных комбинаций модальностей. Решает фундаментальные проблемы (модальный дисбаланс, missing modalities). Строит масштабируемые системы для промышленного применения. Оптимизирует модели для работы в условиях ограниченных ресурсов

DL-1.10 Способен проектировать, разрабатывать и внедрять мультимодальные модели глубокого обучения, эффективно комбинируя различные типы данных

Разрабатывает универсальные архитектуры для произвольных комбинаций модальностей. Решает фундаментальные проблемы (модальный дисбаланс, missing modalities). Строит масштабируемые системы для промышленного применения. Оптимизирует модели для работы в условиях ограниченных ресурсов

DL-1.12 Способен применять, адаптировать и разрабатывать методы дообучения нейронных сетей для эффективной адаптации моделей к новым задачам и доменам.

Разрабатывает новые методы параметрически-эффективного обучения. Создает универсальные фреймворки для адаптации моделей. Решает фундаментальные проблемы (catastrophic forgetting, domain gap)

DL-3.1 Применяет (проводя выбор и эксперименты) известные алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, предобученные глубокие нейросетевые модели для прикладных задач анализа изображений и видеопотока, при необходимости дообучая и валидируя на собственных наборах данных

Разрабатывает стратегии применения CV под бизнес-задачи. Комбинирует несколько моделей в комплексные решения. Строит end-to-end пайплайны обработки видеопотоков.

DL-3.2 Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с компьютерным зрением (системы видеоаналитики, поисковые системы по изображениям и т.д.)

Применяет марковские случайные поля и условные случайные поля Исследование и имплементация SOTA-моделей в задачах анализа изображений. Vision Transformer (ViT) - глубокое понимание подходов и методов дообучения. Metric Learning для задач поиска и распознавания на изображениях, функции потерь contrastive loss, triplet loss, arcface. Распознавание текста на изображении (CRNN, Attention OCR и Transformer OCR)

DL-3.3 Имплементирует известные алгоритмы, архитектуры и модели компьютерного зрения на реальных данных, строит пайплайны обучения моделей и развертывания сервисов компьютерного зрения в продуктивной среде

Умеет разрабатывать SOTA-архитектуры в задачах анализа видеопотока. Разрабатывает высоконагруженные CV-сервисы. Строит A/B-тестирование для CV-решений. Оптимизация моделей анализа видео

DL-3.4 Разрабатывает новые алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, новые архитектуры глубоких нейронных сетей и методы их обучения для задач анализа изображений и видео

Знает математические основы представления поверхностей Диффузионные модели для генерации изображений и видео. Имплементация генеративных моделей для text-to-image.

PL-1.1 Разрабатывает и отлаживает прикладные решения разной сложности и для разного круга конечных пользователей с использованием языка программирования Python, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений

Использует особенности виртуальной машины Python (например, GIL), разрабатывает библиотечный код общего пользования, а также документацию к нему. Профилирует и оптимизирует приложения на Python, используя встроенные инструменты (например, cPython).

FC-1.2 Разрабатывает новые архитектуры глубоких нейросетей

Способен по описанию создать архитектуры нейросетей, которые могут подстраиваться под конкретные задачи и типы данных с использованием минимального количества сторонних библиотек. Использует методы автоматизации машинного обучения для создания новых архитектур и приспособления архитектур под специализированные ПАКи (программно-аппаратные комплексы) и вычислительные устройства

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Пример лабораторной работы

Тема: «Разработка и обучение современного детектора объектов на основе архитектуры YOLO»

Количество практических занятий: 3

Компетенции: DL-1.3, DL-1.12, DL-3.1, DL-3.3, PL-1.1

1. Подготовка данных

- Загрузить датасет PASCAL VOC (2012 или 2007).
- Реализовать загрузчик данных, обеспечивающий:
 - Чтение изображений и аннотаций в формате XML.
 - Нормализацию пикселей изображений.
 - Преобразование аннотаций в формат, пригодный для обучения YOLO (нормализованные координаты bounding box, классы объектов).
- Разделить данные на обучающую и валидационную выборки в соотношении 80/20.

2. Реализация аугментации данных

- Реализовать набор аугментаций для обучения, включая:
 - Случайные изменения яркости, контрастности и насыщенности.
 - Случайные повороты на угол $\pm 15^\circ$.
 - Горизонтальное отражение (с коррекцией координат bounding box).
 - Мозаичную аугментацию (mosaic augmentation).
- Валидационная выборка не должна подвергаться аугментации, кроме нормализации.

3. Настройка модели YOLO

- Использовать реализацию YOLOv5 или YOLOv8 (на выбор).
- Инициализировать модель предобученными весами на датасете COCO.
- Настроить гиперпараметры обучения:
 - Размер батча: 16.
 - Количество эпох: 50.
 - Оптимизатор: Adam.
 - Learning rate: 0.001 с снижением в 10 раз на 30-й эпохе.

4. Обучение модели

- Реализовать цикл обучения с сохранением чекпоинтов каждые 5 эпох.
- Валидировать модель после каждой эпохи на валидационной выборке.
- Визуализировать кривые обучения (loss и mAP).

5. Оценка качества модели

- Рассчитать метрику mAP@0.5 на валидационной выборке.
- Построить precision-recall кривые для каждого класса объектов.
- Определить классы с наивысшим и наихудшим качеством детекции.

6. Анализ ошибок

- Визуализировать предсказания модели на 10 случайных изображениях из валидационной выборки.
- Классифицировать ошибки по типам:
 - False Positive (ложные срабатывания).
 - False Negative (пропущенные объекты).
 - Ошибки локализации (low IoU).

- Сформулировать гипотезы о причинах ошибок и предложить пути их устранения.

7. Экспорт модели

- Экспортировать обученную модель в формат ONNX.
- Написать скрипт для инференса экспортированной модели на новых изображениях.

Требования к сдаче работы

Работа сдается через Git репозиторий, содержащий:

1. Полный исходный код реализации всех этапов:

- Скрипты предобработки данных
- Код аугментации
- Скрипты обучения и валидации
- Код для визуализации и анализа

2. Конфигурационные файлы:

- Файл с гиперпараметрами обучения
- Конфигурация модели

3. Результаты эксперимента:

- Графики обучения (loss и mAP)
- Таблицы с количественными результатами (mAP по классам)
- Визуализация предсказаний и ошибок модели
- Precision-recall кривые

4. Документацию в README.md:

- Инструкция по запуску кода
- Описание структуры репозитория
- Анализ полученных результатов

Примеры теоретических вопросов для защиты

1. Принцип работы YOLO

Объясните, как архитектура YOLO преобразует задачу детекции объектов в задачу регрессии. Каковы ключевые отличия YOLO от двухэтапных детекторов (например, Faster R-CNN)?

2. Функция потерь в YOLO

Опишите компоненты функции потерь в YOLO и их назначение. Как балансируются вклады разных компонентов в общую функцию потерь?

3. Предсказание bounding box

Как YOLO предсказывает координаты bounding box? Что такое anchor boxes и как они используются в модели?

4. Метрика mAP

Дайте определение метрики mAP. Как рассчитываются precision и recall для задачи детекции объектов? Что означает mAP@0.5?

5. Аугментация данных

Какие виды аугментации наиболее эффективны для задачи детекции объектов? Объясните, как мозаичная аугментация влияет на обучение модели.

6. Transfer learning

Какой вклад вносит использование предобученных весов на датасете COCO в процесс обучения на PASCAL VOC? Какие слои модели целесообразно замораживать на начальных этапах обучения?

7. Анализ ошибок

Какие существуют основные типы ошибок детекции? Как можно количественно оценить вклад каждого типа ошибок в итоговое качество модели?

8. Экспорт модели

Какие преимущества даёт экспорт модели в формат ONNX? Какие операции нейронной сети могут быть несовместимы с ONNX и требуют особого внимания?

9. Влияние гиперпараметров

Как выбор размера батча и learning rate влияет на процесс обучения и итоговое качество модели? Почему используется снижение learning rate в процессе обучения?

10. Оптимизация инференса

Какие методы можно использовать для ускорения работы модели на этапе инференса? Как можно уменьшить размер модели без значительной потери качества?

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

Примеры вопросов для подготовки к экзамену

1. Опишите принцип работы каскадного классификатора Виолы-Джонса. Как используются признаки Хаара и алгоритм AdaBoost? *Компетенции: DL-3.2*
2. Дайте математическое определение сверточной операции. Как меняется размерность выхода сверточного слоя при заданных параметрах? *Компетенции: DL-1.4*
3. Объясните проблему исчезающего градиента в глубоких сетях. Как решает эту проблему архитектура ResNet? *Компетенции: DL-1.3, FC-1.2*
4. Опишите принцип работы Batch Normalization. Выведите формулы для прямого и обратного прохода. *Компетенции: DL-1.4
5. Сравните механизмы RoI Pooling и RoI Align в контексте детекторов объектов. Какой из них точнее и почему? Компетенции: DL-1.3
6. Опишите архитектуру одноэтапного детектора YOLO. Как задача детектирования преобразуется в задачу регрессии? Компетенции: DL-1.3, DL-3.1
7. Дайте математическое определение задачи семантической сегментации. Объясните принцип работы полносверточной сети (FCN). Компетенции: DL-1.4, DL-3.2
8. Выведите Evidence Lower Bound (ELBO) для Variational Autoencoder. Какую проблему решает reparameterization trick? Компетенции: DL-3.4
9. Опишите минимаксную игру в Generative Adversarial Networks. Выведите функцию потерь для генератора и дискриминатора. Компетенции: DL-3.4
10. В чем заключается проблема "mode collapse" в GAN? Опишите один из методов (например, WGAN), который решает эту проблему. Компетенции: DL-3.4
11. Опишите механизм самовнимания (Self-Attention). Как он адаптирован для работы с изображениями в Vision Transformer? Компетенции: DL-1.10
12. Объясните, как работают позиционные эмбединги в ViT, и сравните их с индуктивным биасом сверточных сетей. Компетенции: DL-1.10
13. Выведите контрастную функцию потерь (Contrastive Loss) для Siamese сети. Как модификация этой потери приводит к Triplet Loss? Компетенции: DL-3.2
14. Опишите архитектуру PointNet. Как в ней решается задача инвариантности к перестановкам точек? Компетенции: DL-3.4
15. Объясните принцип работы модели encoder-decoder с механизмом внимания для генерации подписей к изображениям. Компетенции: DL-1.9, DL-1.10
16. Опишите двухэтапный пайплайн для задачи OCR: детекция текста и его распознавание. Какие архитектуры можно использовать на каждом этапе? Компетенции: DL-3.2
17. Объясните принцип depthwise separable свертки. В чем заключаются ее вычислительные преимущества? Компетенции: DL-1.4
18. Дайте определение adversarial example. Опишите алгоритм быстрой атаки знака градиента (FGSM). Компетенции: DL-3.4

19. Сравните методы детекции объектов: каскады Хаара, HOG+SVM и одноэтапные нейросетевые детекторы. Компетенции: DL-3.2
20. Опишите задачу сопоставления изображений. Как нейросетевые дескрипторы (например, в SuperPoint) улучшают этот процесс? Компетенции: DL-3.2, DL-3.4
21. Как задача оценки позы человека (Human Pose Estimation) формулируется как задача регрессии? Опишите подход на основе heatmaps. Компетенции: DL-3.2
22. Объясните, как с помощью нейросетей решается задача повышения разрешения изображений (Super-Resolution). Компетенции: DL-3.4
23. В чем разница между семантической и инстанс-сегментацией? Компетенции: DL-3.2
24. Опишите принцип работы нейросетевого метода для детектирования ключевых точек SuperPoint. Компетенции: DL-3.4
25. Как задача трекинга объектов на видео формулируется в рамках нейросетевых подходов? Компетенции: DL-3.1, DL-3.3
26. Объясните, как можно использовать автоэнкодер для задачи обнаружения аномалий (Anomaly Detection) в изображениях. Компетенции: DL-3.4
27. Что такое "Neural Radiance Field" (NeRF)? Опишите его основную идею. Компетенции: DL-3.4
28. Объясните, как работает механизм Teacher Forcing при обучении моделей типа "encoder-decoder". Компетенции: DL-1.10
29. Сравните эффективность сверточных сетей и трансформеров для задачи классификации изображений. Компетенции: DL-1.3, DL-1.10, FC-1.2
30. Опишите, как можно использовать знания из вашего курса для решения задачи автоматической парковки автомобиля, разбив ее на подзадачи компьютерного зрения. Компетенции: DL-3.1, DL-3.2, DL-3.3

В рамках подготовки к экзамену студенты выполняют в командах от 2 до 4 человек проект, составленный на примере задач пром партнёров.

Реальные варианты тем индустриальных партнёров:

1. Генеративный ИИ для автоматического составления инвестиционных обзоров

Описание:

Аналитики Сбера ежедневно составляют десятки аналитических и инвестиционных обзоров по рынкам, компаниям, макроэкономике. Задача — исследовать применение LLM для генерации кратких сводок и аналитических отчетов на основе входных данных: биржевые котировки, макроэкономические показатели, рыночные события.

Цель:

Разработать инструмент, способный по структурированным данным и краткому описанию формировать инвестиционный обзор в деловом стиле.

Ожидаемый результат:

Модель, генерирующая аналитические тексты длиной 500–1000 слов с разделами «обзор событий», «рекомендации», «прогнозы», оформленные в формате банка.

2. НЛП-анализ жалоб клиентов в свободной форме

Описание:

В рамках клиентского сервиса Сбербанк обрабатывает обращения из чатов, мобильного приложения и жалобной формы. Требуется построить модель семантического анализа, выделяющую суть обращения, определяющую тональность и потенциальную серьёзность инцидента.

Цель:

Автоматизировать классификацию обращений для ускорения маршрутизации и выявления повторяющихся болевых точек в продуктах и процессах.

Ожидаемый результат:

Прототип модели, автоматически выделяющей темы жалоб (например, «ошибка в приложении», «двойное списание»), их эмоциональную окраску и критичность.

3. Генерация сценариев фишинговых писем для обучения сотрудников

Описание:

Банк проводит киберучения, включая рассылку тестовых фишинговых писем сотрудникам для повышения их устойчивости к социальным атакам. Проект предполагает использование генеративной модели для создания реалистичных фишинговых писем различных типов (поддельные счета, HR-запросы, ИТ-поддержка).

Цель:

Создать генератор, способный на основе заданных параметров (тема, стиль, уровень угрозы) создавать тексты фишинга для тренировок.

Ожидаемый результат:

Набор разнообразных примеров фишинга и оценка их эффективности по реакции сотрудников, а также классификация моделей угроз.

4. Мультимодальный ассистент для банковских отделений

Описание:

Физические отделения Сбербанка внедряют интерактивных консультантов.

Предполагается создание мультимодального ИИ-ассистента, который воспринимает речь и визуально ориентируется в пространстве (распознаёт клиента, документы, банкоматы), а также отвечает голосом.

Цель:

Разработать базовый прототип, имитирующий функциональность помощника: ответы на типовые запросы, визуальные подсказки, навигация по отделению.

Ожидаемый результат:

Интерактивная модель, объединяющая голосовой ввод, зрительное восприятие (например, QR-код паспорта), текстовый вывод и жестовую реакцию.

5. Объяснимость и контроль генеративных моделей в банковском ИИ

Описание:

Банк активно использует LLM и NLP-сервисы (в чат-ботах, генерации шаблонов ответов, автоответах на e-mail), однако встает вопрос: как объяснять и контролировать поведение таких моделей, особенно в юридически значимых коммуникациях?

Цель:

Исследовать подходы к трассировке решений LLM (например, через логирование reasoning chain, пост-фильтрацию ответов, встроенные правила).

Ожидаемый результат:

Концепция системы explainability + compliance-модуля, обеспечивающего соответствие генерации стандартам банка и регулятора.

6. Генерация пользовательских сценариев работы в мобильном приложении

Описание:

Банк хочет использовать генеративный ИИ для быстрой симуляции пользовательских сценариев — например, как клиент оформляет вклад, переводит средства, получает уведомление о риске мошенничества.

Цель:

Разработать генератор пошаговых сценариев пользовательского поведения с вариативностью (молодой клиент, пенсионер, ИП).

Ожидаемый результат:

Набор автоматически сгенерированных UX-сценариев, оформленных в виде сценариев для QA или UX-исследований, с логикой действий и типичными ошибками пользователя.

7. Генерация synthetic data для банковских моделей

Описание:

Модели в Сбере требуют большого объёма транзакционных и клиентских данных, которые нельзя использовать напрямую из-за требований ЦБ и ФЗ-152. Задача —

разработать метод генерации синтетических банковских данных, максимально близких к реальным по распределениям и поведению.

Цель:

Создать безопасный pipeline генерации данных (например, транзакций, профилей клиентов, шаблонов расходов) для обучения моделей.

Ожидаемый результат:

Синтетический датасет и отчет о метриках приближенности к реальному (TSNE, K-L divergence и др.), с оценкой пригодности для обучения скоринговых или антифрод-моделей.

8. Модель анализа инвестиционной привлекательности малого бизнеса

Описание:

Банк активно развивает кредитование и инвестиционные инструменты для малого и среднего предпринимательства (МСП). Требуется создать модель, которая на основе открытых и банковских данных (выручка, расходы, тип деятельности, отзывы, онлайн-активность) оценивает инвестиционную привлекательность МСП.

Цель:

Разработать систему рейтинговой оценки компаний малого бизнеса с возможностью визуализации факторов и динамики показателей.

Ожидаемый результат:

Модель, присваивающая компании инвестиционный рейтинг (например, А–Е), объясняющая ключевые параметры и дающая рекомендации для инвестора.

9. Индивидуальная оценка кредитоспособности клиента на основе поведенческих данных

Описание:

Современный кредитный скоринг выходит за рамки финансовых данных. Необходимо исследовать, как поведенческие и цифровые следы (частота входа в мобильный банк, способы оплаты, география, время отклика) влияют на персональную оценку риска.

Цель:

Разработать ML-модель, оценивающую вероятность дефолта по нестандартным поведенческим признакам (возможно — с explainable AI).

Ожидаемый результат:

Прототип скоринговой модели, которая, помимо стандартных данных, учитывает цифровой профиль клиента и объясняет решения (SHAP, LIME и др.).

10. Предиктивная аналитика возврата инвестиций по инфраструктурным проектам

Описание:

В ряде случаев Сбербанк выступает участником/инвестором в региональных инфраструктурных проектах (жилые массивы, дороги, технопарки). Задача — оценить прогнозируемую эффективность вложений с учётом демографии, миграции, экономической активности.

Цель:

Разработать модель, прогнозирующую ROI на горизонте 3–5 лет, используя внешние источники данных: Росстат, ЕГРЮЛ, кадастр, соцмедиа.

Ожидаемый результат:

Аналитическая модель с возможностью геовизуализации и сценарного анализа (рост/спад, госпрограммы, смена трафика и т.п.).

11. Анализ поведения пользователей в экосистеме цифрового рубля

Описание:

Сбербанк участвует в пилотных проектах по внедрению цифрового рубля. Интерес представляет исследование пользовательских паттернов: как изменяются модели потребления, скорости операций, уровень доверия, сравнение с классическим безналом.

Цель:

Построить модель анализа поведения клиентов, участвующих в транзакциях с цифровым рублем: частота, средний чек, контексты.

Ожидаемый результат:

Отчёт и ML-модель, классифицирующая типы пользователей и выявляющая ключевые различия в предпочтениях и барьерах цифровой валюты.

12. Сравнение text2video / text2img моделей

Описание:

Сбербанк заинтересован в сравнении text2video / text2img моделей (открытые модели, особенно китайские). Задача требует применения облачных ресурсов партнера для машинного обучения. От студентов требуется навык запуска открытых моделей, планирования, структурирования и логирования экспериментов, совместной работы. Задача может быть распараллелена для сравнения множества моделей независимо в группе студентов.

Цель:

Провести сравнение работы актуальных открытых моделей text2video / text2img.

Ожидаемый результат:

Таблица с результатами экспериментов модель / репозиторий / функционал / требования / оценка производительности / X примеров генераций (было/стало), human_eval по принципу арены (какая лучше)

Кейсы от «АВАЛАБ»

1. LLM и RAG для BI-системы Fastboard

Описание:

Для разрабатываемой компанией BI-системы Fastboard требуется разработать интерфейс на естественном языке для построения отчетов на больших массивах данных в ClickHouse. С помощью LLM необходимо классифицировать запросы пользователей на естественном языке и извлекать фактические параметры для дальнейшего вызова веб-сервиса отчетов.

Цель:

Разработать промпты для классификации и обработки запросов пользователей LLM и преобразования их к вызовам типовых отчетов с фактическими параметрами, извлекаемыми из запроса.

Ожидаемый результат:

Инструмент на основе LLM, позволяющий запрашивать данные о продажах.

2. Анализ обращений клиентов и CRM-переписки

Описание:

В службе клиентского сервиса застройщика ежедневно обрабатываются десятки обращений (e-mail, звонки, мессенджеры). Требуется реализовать систему семантического анализа и классификации NLU: выявлять суть обращений, уровень удовлетворенности, отслеживать повторяющиеся запросы.

Цель:

Автоматизировать первичный разбор и маршрутизацию запросов по тематике (сдача объекта, отделка, документы, жалоба и т.д.).

Ожидаемый результат:

Прототип, который выделяет суть обращений и формирует дашборд по текущим «болям» клиентов.

3. Генеративный ИИ для создания проектной документации по ТЗ

Описание:

В рамках проектирования объектов девелоперской компании архитекторы и инженеры тратят значительное время на подготовку текстовой проектной документации (обоснование решений, пояснительные записки, описания инженерных систем). Задача — исследовать возможность использования LLM для генерации черновиков проектной

документации на основе исходных данных: этажность, материалы, климат, назначение, нормы.

Цель:

Разработать прототип текстового генератора, который помогает специалистам быстрее формировать документацию в соответствии с шаблонами и нормативами.

Ожидаемый результат:

Инструмент на основе LLM, создающий логически стройный и нормативно грамотный текст, поддающийся быстрой правке инженером.

4. Мультимодальный агент для анализа строительных площадок

Описание:

ООО «АВА ЛАБ» разрабатывает систему для мониторинга строительных объектов.

Требуется создать прототип мультимодального ИИ-агента, способного анализировать изображения со стройплощадки (видео/фото), а также принимать голосовые и текстовые запросы (например, «проверь монтаж перекрытия на 5 этаже»).

Цель:

Объединить возможности компьютерного зрения (распознавание стадии строительства, техники, нарушений) и НЛП (понимание запросов, отчётов).

Ожидаемый результат:

Интерактивный агент, который на запрос специалиста может показать нужный участок, прокомментировать прогресс, зафиксировать нарушения.

4. Генерация рекламного контента для жилых комплексов

Описание:

«АВА ГРУПП» регулярно запускает маркетинговые кампании для жилых комплексов.

Необходимо исследовать использование диффузионных моделей для генерации изображений (визуализации интерьеров, окрестностей, видов из окон) и LLM — для описаний квартир, преимуществ района, инфраструктуры.

Цель:

Создать инструменты для быстрой генерации продающих материалов без привлечения дизайнеров и копирайтеров на первых этапах.

Ожидаемый результат:

Набор сгенерированных карточек объектов с текстом, изображением и логикой «живого» рекламного сообщения.

6. Генерация документации и шаблонов договоров

Описание:

Юридический департамент регулярно работает с договорами долевого участия, актами приёма-передачи и другими документами. Использование LLM может значительно сократить время на подготовку черновиков — достаточно ввести параметры сделки.

Цель:

Создать систему, которая генерирует адаптированные тексты документов по вводным данным (тип объекта, этаж, площадь, ФИО, сроки и пр.).

Ожидаемый результат:

Генератор документов в формате Word или PDF с автоматической подстановкой параметров и соблюдением юридического стиля.

7. Модель прогнозирования сроков сдачи объектов на основе текстовых и визуальных данных

Описание:

Девелоперская компания ведёт аналитический архив по срокам строительства. С помощью мультимодальных моделей (текстовые отчёты + фото стройки) можно прогнозировать вероятность отклонения от графика сдачи.

Цель:

Разработать модель, которая по текущему статусу объекта (фото, отчёт СМР) оценивает риски задержек.

Ожидаемый результат:

Прототип, который показывает вероятность отклонений и даёт текстовые пояснения (основанные на распознанных признаках — «не завершены фасадные работы», «монтаж инженерии не начат»).

8. Обратная генерация — ИИ-помощник для покупателей квартир

Описание:

Будущие покупатели часто задают типовые вопросы о квартирах, планировках, ипотеке, акциях, сроках. Вместо call-центра предлагается реализовать LLM-бота, который обрабатывает текстовые и голосовые запросы, показывает планировки, ссылается на PDF-документы и может «объяснять» информацию простым языком.

Цель:

Упростить коммуникацию с клиентами на этапе выбора квартиры и повысить качество первичного контакта.

Ожидаемый результат:

Демо-бот, способный отвечать на вопросы о жилом комплексе, ориентируясь в его характеристиках и маркетинговых документах.

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на экзамене:

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является экзамен. Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом.

ФОС промежуточной аттестации состоит из вопросов к экзамену и результатов текущего контроля.

Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена: устно.

Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи экзамена заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Оценивание уровня освоения дисциплины основывается на качестве выполнения студентом заданий текущего контроля и ответов на вопросы экзамена.

Оценивание студентов происходит исходя из следующих параметров: оценка зарабатывается в течение семестра, а не только на экзамене, подготовка и систематизация знаний на экзамен обязательна, необходимо учитывать особенности программы ТОП-ИИ и реализации практико-ориентированного подхода.

Исходя из этого был выбран следующий способ оценивания. Студенты в течение семестра защищают работы, в количестве 9 штук. За каждую работу начисляются баллы, от 2 до 5, суммарно 45 баллов.

В середине семестра проходит аттестация студентов. Студент аттестован, если наберет 10 баллов на момент аттестации.

Практикуется механизм допуска к экзамену. На момент окончания зачётной недели студент должен 20 баллов за работу в семестре.

Далее баллы переводят в оценку. 30 баллов – 3, 40 баллов – 4, 45 баллов – 5.

Эта оценка учитывается на экзамене, как одна из 4 оценок. Допуск к экзамену учитывается, как оценка 2.

На консультации студенты защищают экзаменационные проекты в командах.

На экзамене студенты отвечают на два вопроса в билете устно.

Итого студент имеет 4 оценки – работа в семестре, проект, аттестация и два ответа на билеты.

Вычисляется средняя арифметическая округляется и объявляется студенту. Если оценка утраивает, экзамен закончен, если нет, студент может повысить её, получив две дополнительные оценки – за недоделанные лабораторные работы в семестре и за общение с преподавателем на тему компьютерного зрения.

Индивидуальные задания и экзаменационный проект оценивают практические навыки студентов, экзамен оценивает способность устно излагать свои мысли.

Подразумевается, что оценка Отлично означает выполнение всех лабораторных работ, проекта, и ответа по билетам на оценки 4 или 5.

Оценка хорошо означает как минимум выполнение практической работы на удовлетворительно и знаний теории на 4-5 или наоборот.

Оценка удовлетворительно означает, что студент владеет базовыми знаниями теории и способен решать задачи компьютерного зрения на базовом уровне.

Пример оценивания студентов

Сумма баллов	оценка семестр	Экзамен проект	Билет 1	Билет 2	Беседа	ИЗ	Оценка
45	5	5					3
45	5	5	4	4			5
40	4	4	3				3
40	4	4	3	3			4
30	3	3	3		3		3
30	3	5	3	3			4
30	3		5	5			3
30	3	5	5	5			5
30	3	3			4	5	3
30	3	3	3	4	4	4	4
20	2	3	3	3			3
20	2	5	5	5			4
20	2	5	5	5	5	5	5
10	ат						-
5	пересдача						-

Экзаменационный проект оцениваются по:

- Корректности кода.
- Достижению метрик.

- Качеству доклада (полнота описания хода работы, анализ ошибок, визуализация).

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания лабораторных работ:

Процедура оценивания лабораторных работ проходит в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся ФГБОУ ВО «КубГУ».

По каждой лабораторной работе проводится защита.

При защите отчета студенту могут быть заданы вопросы и дополнительные задания по сути лабораторной работы, в том числе из списка контрольных вопросов к данной лабораторной работе. При неудовлетворительной оценке знаний студента по теме данного отчета, студент возвращается к повторному изучению соответствующих материалов, после чего допускается к повторной защите.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4.3. Методические указания по организации вычислительной инфраструктуры

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 3-го года обучения.
- Наличие доступа к вычислительным ресурсам(GitLab).
- Разработаны индивидуальные задания, в них выделены части для проверки автотестами; инфраструктура для приёма задач(gitlab, CI/CD, autotests) согласована с индивидуальными заданиями, после завершения разработки автотестов индивидуальные задания переделаны и в них указаны требования к спецификации методов и коммитов.

Цели, задачи и ожидаемые результаты

Цели организации вычислительной инфраструктуры:

- дать начальное представление о работе в IT инфраструктуре (приучить пользоваться гитом, приучить к требованиям к качеству разрабатываемого ПО на уровне прохождения тестов).

Задачи преподавателя:

- создание учетных записей студентов в gitlab вуза;
- GitLab Runner
- Работа над шаблонным репозиторием лабораторных работ;
- Автотесты ИЗ1;
- Визуализация результатов тестирования;
- Написание инструкции для студентов;
- переработка Индивидуального задания 1 по итогам написания автотестов;
- написание автотестов Индивидуального задания N и встраивание их в общую инфраструктуру;
- переработка Индивидуального задания 1 по итогам написания автотестов;

Ожидаемые результаты студентов:

- начальное представление о работе в IT инфраструктуре (гит, нейминг, автотесты).

Порядок реализации

Задача №1: создание учетных записей студентов в gitlab вуза

Задача № 2: GitLab Runner.

Для выполнения CI/CD пайплайна и запуска автотестов был настроен GitLab Runner на удалённой виртуальной машине с ОС Ubuntu 24.04.

Последовательность настройки включала следующие шаги:

- Настройка системы – установка необходимых компонентов, таких, как Docker.
- Установка GitLab Runner по официальной инструкции.
- Регистрация Runner для частного сервера GitLab.
- Создание cron-скрипта для периодической очистки артефактов тестирования.

Задача №3: Работа над шаблонным репозиторием лабораторных работ

Этот репозиторий служит основой для всех новых лабораторных заданий и содержит преднастроенную структуру проекта, тестовую инфраструктуру и CI-конфигурации.

Ключевые файлы и их назначение:

.gitlab-ci.yml — основной конфигурационный файл CI/CD. Включает стадии test, push_report. Определяет среду выполнения (образ Docker), команды для запуска тестов и сборки.

get_path.py – скрипт для определения того, какие тесты использовать, по названию коммита.

Dockerfile – файл для запуска докер-образа с тестами.

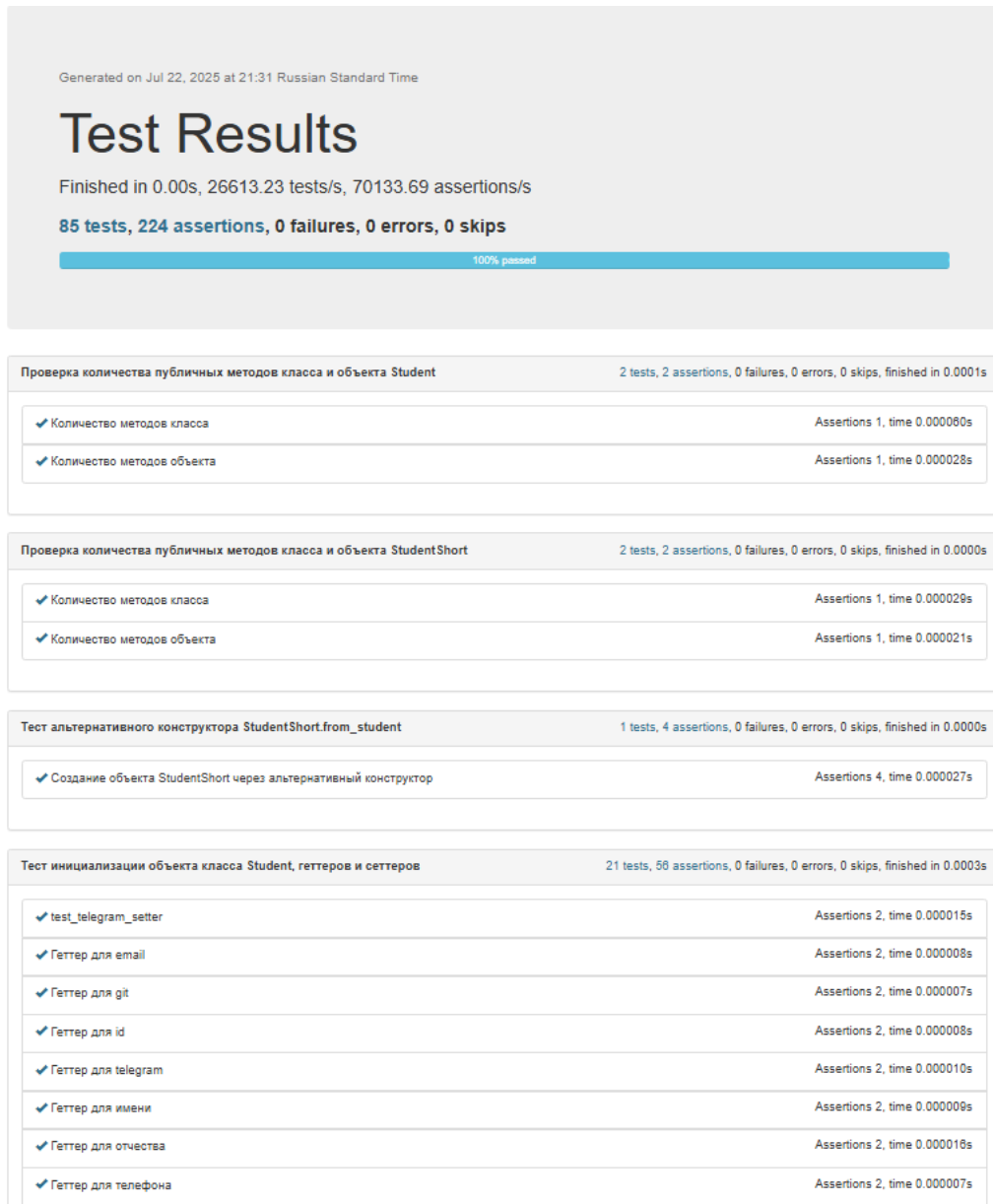
README.md – инструкции к использованию шаблонного репозитория и тестов.

Также была реализована генерация отчётов о результатах тестирования кода. Вся структура максимально адаптирована для копирования студентами и минимизации порога входа при выполнении лабораторных

Задача №4: Визуализация результатов тестирования

Приведен пример визуализации для дисциплины *Объектно-ориентированное программирование и шаблоны проектирования*, таким же образом необходимо реализовать отображения для методов из ИЗИ.

Результаты тестирования представляются в виде html страницы, на которой можно посмотреть успешные тесты, ошибки и предупреждения.



Если метод написан некорректно, то будет выведена ошибка.

Порядок проверки корректности

Чек-лист для проверки лабораторных работ:

- гит инфраструктура с учетными записями студентов;
- шаблон гит репозитория для клонирования и работы студента с подключенными автотестами;
- инструкция по работе с гитом с подробным описанием именования методов и коммитов в ReadMe файле.

4.4. Методические указания по организации лабораторных работ

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 3-го года обучения.
- Наличие доступа к вычислительным ресурсам(GitLab) и камерам (GPU/CPU).
- Разработана инфраструктура для приёма задач(gitlab, CI/CD, autotests) и согласована с лабораторными работами и настроена на всех студентов образовательной программы.

Цели, задачи и ожидаемые результаты

Цели организации лабораторных работ:

- Научить студентов решать базовые задачи КЗ: фильтрация, сегментация, детекция, трекинг, калибровка;

Задачи преподавателя:

- подготовка плана лабораторных работ;
- разработка примерного Индивидуального задания 1;
- организация git инфраструктуры для всех студентов на вычислительных мощностях ВУЗа и написание автотестов для примерного Индивидуального задания 1;
- переработка Индивидуального задания 1 по итогам написания автотестов;
- разработка примерного Индивидуального задания N;
- написание автотестов и встраивание их в общую инфраструктуру;
- переработка Индивидуального задания 1 по итогам написания автотестов;

Ожидаемые результаты студентов:

- умение решать базовые задачи КЗ
- начальное представление о работе в IT инфраструктуре (гит, нейминг, автотесты).

Порядок реализации

Задача №1: Подготовка плана лабораторных работ (в соответствии с п.2.3.3 РПД)

1) Определение тем:

2) *Разработка плана индивидуальных заданий.*

Задача № 2: Разработка примерной ЛР».

Задача №3: переработка Индивидуального задания 1 по итогам написания автотестов

Для написанных автотестов вернуться к заданиям и указать точные спецификации файлов, методов проверки, добавить в ЛР инструкцию по работе в git университета и порядок сохранения и отображения результатов.

Порядок проверки корректности

Чек-лист для проверки лабораторных работ:

- И31;
- гит инфраструктура с учетными записями студентов;
- шаблон гит репозитория для клонирования и работы студента с подключенными автотестами;
- инструкция по работе с гитом с подробным описанием именования методов и коммитов;
- автотесты для И31;
- переделанное И31;
- автотесты для И32;
- переделанное И32.

4.5. Методические указания по организации проектной деятельности студентов

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 3-го года обучения,
- Общее время на проект – не более 16 часов каждого студента.
- Имеется доступ к кейсам индустриальных партнеров; есть возможность адаптации кейсов для студентов первого курса.

Цели, задачи и ожидаемые результаты

Цели организации вычислительной инфраструктуры:

- дать начальное представление о реальных задачах компьютерного зрения и возникающих проблемах.

Задачи преподавателя:

- сбор кейсов индустриальных партнеров;
- сбор кейсов преподавателей практиков и лабораторий в вузе;

- формирование ТЗ на экзаменационный проект на основе кейсов;
 - разработка системы учёта результатов проекта в итоговой оценке за экзамен
- Ожидаемые результаты студентов:
- начальное представление о реальных задачах компьютерного зрения и возникающих проблемах.

Порядок реализации

Задача №1: сбор кейсов индустриальных партнеров

. Мультимодальный агент для анализа строительных площадок

Описание:

ООО «АВА ЛАБ» разрабатывает систему для мониторинга строительных объектов. Требуется создать прототип мультимодального ИИ-агента, способного анализировать изображения со стройплощадки (видео/фото), а также принимать голосовые и текстовые запросы (например, «проверь монтаж перекрытия на 5 этаже»).

Цель:

Объединить возможности компьютерного зрения (распознавание стадии строительства, техники, нарушений) и НЛП (понимание запросов, отчетов).

Ожидаемый результат:

Интерактивный агент, который на запрос специалиста может показать нужный участок, прокомментировать прогресс, зафиксировать нарушения.

Задача № 2: кейсов преподавателей практиков и лабораторий в вузе.

Задача №3: формирование ТЗ на экзаменационный проект на основе кейсов

.

Порядок проверки корректности

Чек-лист для проверки лабораторных работ:

- Набор кейсов индустриальных партнеров – 4 шт;
- Набор кейсов преподавателей практиков и лабораторий ВУЗа – 4 шт;
- Набор ТЗ в количестве как минимум 40 штук.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1) Szeliski, R. Computer Vision: Algorithms and Applications — 2nd ed. — Springer, 2022. — 925 p. — ISBN 978-3-030-34372-9.

- 2) Prince, S. J. D. *Computer Vision: Models, Learning, and Inference* — Cambridge University Press, 2023. — 600 p. — ISBN 978-1-108-90334-2.
- 3) Forsyth, D., Ponce, J. *Computer Vision: A Modern Approach*— 3rd ed. — Pearson, 2021. — 800 p. — ISBN 978-0-13-608592-8.
4. Ерош, И.Л. *Обработка и распознавание изображений в системах превентивной безопасности: Учебное пособие / И.Л. Ерош, М.Б. Сергеев, Н.В. Соловьев.* - СПб.: ГОУ ВПО СПбГУАП, 2012. - 154 с.
5. Костяшкин, Л.Н. *Обработка изображений в авиационных системах технического зрения / Л.Н. Костяшкин, М.Б. Никифоров.* - М.: Физматлит, 2016. - 240 с.

5.2 Дополнительная литература:

1. Кравченко, В.Ф. *Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях / В.Ф. Кравченко и др.* - М.: Физматлит, 2007. - 544 с.
 2. Красильников, Н.Н. *Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: Учебное пособие. / Н.Н. Красильников.* - СПб.: ВHV, 2011. - 608 с.
 3. Красильников, Н.Н. *Цифровая обработка изображений / Н.Н. Красильников.* - М.: Вузовская книга, 2001. - 320 с.
 4. Красильников, Н.Н. *Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: Учебное пособие / Н.Н. Красильников.* - СПб.: ВHV, 2011. - 608 с.
 5. Прохоренок, Н.А. *OpenCV и Java. Обработка изображений и компьютерное зрение / Н.А. Прохоренок.* - СПб.: ВHV, 2018. - 320 с.
 6. Селянкин, В.В. *Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений: Учебное пособие / В.В. Селянкин.* - СПб.: Лань, 2019. - 152 с.
 7. Яне, Б. *Цифровая обработка изображений / Б. Яне.* - М.: Техносфера, 2007. - 584 с.
 8. He, K., Gkioxari, G., Dollár, P., Girshick, R. *Mask R-CNN* // *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.* — 2020. — Vol. 42, No. 2. — P. 386–397. — DOI: 10.1109/TPAMI.2020.3033368.
 9. Vaswani, A., et al. *Attention Is All You Need* [Текст] // *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS).* — 2023. — Vol. 36. — P. 1–15. — DOI: 10.48550/arXiv.2305.00562.
 10. Liu, Z., et al. *Swin Transformer: Hierarchical Vision Transformer Using Shifted Windows* [Текст] // *International Journal of Computer Vision.* — 2022. — Vol. 130, No. 4. — P. 1001–1015. — DOI: 10.1007/s11263-022-01605-9.
 11. Chen, T., Kornblith, S., et al. *A Simple Framework for Contrastive Learning of Visual Representations* [Текст] // *Nature Machine Intelligence.* — 2021. — Vol. 3, No. 7. — P. 715–724. — DOI: 10.1038/s42256-021-00367-2.
 - 12 Prince, S. J. D. *Computer Vision: Models, Learning, and Inference / S. J. D. Prince.* — Cambridge University Press, 2023. — 600 p. — ISBN 978-1-108-90334-2.
 13. Shi, J., Tomasi, C. *Good Features to Track* [Текст] // *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR).* — 1994. — P. 593–600. — DOI: 10.1109/CVPR.1994.323794.
 14. Carreira, J., Zisserman, A. *Quo Vadis, Action Recognition? A New Model and the Kinetics Dataset* [Текст] // *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.* — 2023. — Vol. 45, No. 1. — P. 1–15. — DOI: 10.1109/TPAMI.2022.3208324.
 15. Wang, X., Girshick, R. *Non-local Neural Networks for Video Analysis* // *International Journal of Computer Vision.* — 2021. — Vol. 129, No. 4. — P. 1023–1045. — DOI: 10.1007/s11263-020-01393-0.
 16. Tran, D., Ray, J. *Video Transformers: A Survey* [Текст] // *Nature Machine Intelligence.* — 2025. — Vol. 7, No. 2. — P. 145–160. — DOI: 10.1038/s42256-025-00012-4.
- Трансформеры в задачах анализа видео (детекция, сегментация, прогнозирование).

17. Bertasius, G., Torresani, L. Space-Time Correspondence as a Contrastive Random Walk [Текст] // NeurIPS. — 2024. — URL: <https://arxiv.org/abs/2402.01017>.
Сопоставление объектов в пространственно-временных данных.

Передовые исследования в области ИИ

1. Sun, X., Li, J., Kovalenko, A.V., Feng, W., Ou, Y. Integrating Reinforcement Learning and Learning From Demonstrations to Learn Nonprehensile Manipulation //IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2023, 20(3), 1735–1744, DOI: 10.1109/TASE.2022.3185071, Q1
2. Petukhova, A.V.; Kovalenko, A.V.; Ovsyannikova, A.V. Algorithm for Optimization of Inverse Problem Modeling in Fuzzy Cognitive Maps. Mathematics 2022, 10, 3452. DOI: 10.3390/math10193452, Q1
3. Kirillova, E.; Kovalenko, A.; Urtenov, M. Study of the Current–Voltage Characteristics of Membrane Systems Using Neural Networks. AppliedMath 2025, 5, 10. <https://doi.org/10.3390/appliedmath5010010>,
4. Kadurin, Artur, et al. "The cornucopia of meaningful leads: Applying deep adversarial autoencoders for new molecule development in oncology." Oncotarget 8.7 (2016): 10883.
5. Kadurin, Artur, et al. "druGAN: an advanced generative adversarial autoencoder model for de novo generation of new molecules with desired molecular properties in silico." Molecular pharmaceutics 14.9 (2017): 3098-3104.
6. Polykovskiy, Daniil, et al. "Molecular sets (MOSES): a benchmarking platform for molecular generation models." Frontiers in pharmacology 11 (2020): 565644.
7. Khrabrov, Kuzma, et al. "\$\nabla^2\$ DFT: A Universal Quantum Chemistry Dataset of Drug-Like Molecules and a Benchmark for Neural Network Potentials." Advances in Neural Information Processing Systems 37 (2024): 36869-36889.
8. Polykovskiy, Daniil, et al. "Entangled conditional adversarial autoencoder for de novo drug discovery." Molecular pharmaceutics 15.10 (2018): 4398-4405.
9. Николенко, Сергей, Кадури, Артур и Архангельская Екатерина. Глубокое обучение. "Издательский дом"" Питер""", 2017.

Конференции А*:

1. <https://openreview.net/forum?id=FMMF1a9ifL>
2. <https://openreview.net/forum?id=EIUrNM9U8c#discussion>
3. <https://openreview.net/forum?id=JoO6mtCLHD>
4. <https://aclanthology.org/2024.findings-emnlp.760/>
5. <https://aclanthology.org/2020.coling-main.588/>
6. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72113-8_30
7. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42448-9_10
8. <https://aclanthology.org/2024.findings-naacl.288/>

5.3. Периодические издания:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.4. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

1. Scopus <http://www.scopus.com/>

2. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
9. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
12. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
14. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Бесплатные образовательные ресурсы

1. Jupyter Notebook – интерактивные вычисления
2. Visual Studio Code – редактор кода с поддержкой Python
3. Google Scholar/arXiv – доступ к научным публикациям

Ресурсы свободного доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>

5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал по технологиям компьютерного зрения. В ходе лекций разбираются ключевые концепции CV: представления изображений, фильтрация, шумы, поиск контуров, детекция объектов, контрастность, калибровка камер. Особое внимание уделяется практическим аспектам - разбираются примеры применения CV технологий в реальных задачах, анализируются типичные ошибки. После каждой лекции рекомендуется выполнить практические задания.

Лабораторные занятия курса посвящены практическому освоению методов обработки естественного языка. На занятиях детально разбираются Загрузка/отображение изображения и видео с камеры. Преобразование между RGB, Grayscale, HSV. Выделение объектов по цвету в HSV. Построение гистограмм. Добавление шумов (гауссов, соль-перец). Применение линейных фильтров (сглаживание, повышение резкости). Бинаризация (Оцу). Подавление шума морфологией (открытие/закрытие). Детекция границ Канни. Поиск и отрисовка контуров. Вычисление характеристик контуров (площадь, центр). Фильтрация контуров по размеру/форме. Аппроксимация контуров. Реализация аффинных преобразований (поворот, масштаб) с билинейной интерполяцией. Коррекция перспективы (используя заранее заданные точки). Вычисление и применение гомографии для "выпрямления" объекта. Детекция объектов по шаблону (matchTemplate). Детекция и сопоставление особенностей (ORB) между двумя изображениями. Фильтрация ложных соответствий (ratio test, RANSAC). Реализация простого вычитания фона. Использование BackgroundSubtractorMOG2 для выделения переднего плана. Поиск связанных компонент (контуров) движущихся объектов. Оценка скорости/направления. Реализация трекинга по ближайшему соседу (центроиды). Реализация трекинга по пересечению областей (IOU tracker). Интеграция простого фильтра Калмана для сглаживания траектории. Съемка набора изображений шахматной доски. Автоматическое обнаружение углов. Калибровка камеры (получение camera matrix, distortion coefficients). Применение параметров для устранения искажений на тестовых изображениях. Оценка ошибки репроекции.

При самостоятельной работе студентам необходимо изучать рекомендованную литературу (учебники, научные статьи, документацию библиотек) для глубокого понимания теоретических основ и современных подходов в CV. Выполняя проектные задания, студент должен уметь: формулировать задачу компьютерного зрения (классификация, детекция, преобразования); подбирать и предобрабатывать данные; выбирать и реализовывать подходящие методы; оценивать качество работы модели с помощью соответствующих метрик.

Важнейшим компонентом курса является самостоятельная проектная работа, в ходе которой студент разрабатывает законченное CV-приложение. Такой проект позволяет закрепить навыки проектирования и реализации комплексных решений в области обработки естественного языка.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные индивидуальные консультации, на которых преподаватель детально разъясняет сложные аспекты дисциплины, помогает адаптировать задания и обеспечивает специальные условия для освоения практических навыков работы с текстовыми данными.

Индивидуальный подход позволяет таким студентам полноценно участвовать в учебном процессе и достигать требуемых результатов обучения

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Перечень информационно-коммуникационных технологий

1. Системы управления версиями и коллаборации

GitLab – контроль версий кода и совместная разработка

2. Инструменты для работы с данными

Label Studio – разметка датасетов

3. Камеры

1 web камеры usb (logitech c270)

2 - Ip сетевые камеры 1 шт (например

<https://www.polyvision.ru/catalog/videokameryi/ip-videokameryi/kupolnyie/pvc-ip2a-d1f2.8pf> 1 штучку)

3 - промышленная камера с протоколом gigevision (hickrobot)

4 - бинокулярная камера usb - intel realsense d415 1 шт

5 - usb uvc камеры с возможностью управления фокусом по usb (3шт arducam

<https://www.arducam.com/arducam-usb-autofocus-imx219-b0292.html#193=120>)

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1. Лицензионное ПО

2. Свободное ПО (Open Source)

VSCoде – IDE для C++ (свободнораспространяемое)

Git ядро– оформление отчетов (свободнораспространяемое)

Библиотеки для CV:

openCV – обработка текста

4. Облачные платформы и сервисы

cloud.ru, YandexCloud, AWS/GCP/Azure– облачные вычисления

Виртуальные машины, кластер Managed Kubernetes и ресурсы GPU в облаке предоставляется индустриальным партнером ПАО «Сбербанк»:

№	Продукт	Параметры продукта	Кол-во	Кол-во конфигураций	Ед. изм.
1	Виртуальная машина	Виртуальная машина 10% vCPU 2 vCPU 4 RAM	1	60	Шт
		ОС Ubuntu 22.04	1		Шт
		Системный диск SSD	1		Шт
			10		Гб

		Аренда публичного IP	1		Шт
2	Виртуальная машина с GPU	Виртуальная машина с GPU NVIDIA® Tesla® V100 2 GPU 8 vCPU 128 ГБ RAM	1	1	Шт
		ОС Ubuntu_24.04	1		Шт
		Системный диск SSD	1		Шт
			2000		Гб
		Диск SSD	1		Шт
			4096		Гб
		Диск SSD	1		Шт
			4096		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
3	K8S	Master node 8 vCPU 16 RAM	1	1	Шт
		Worker node 10% доля 4 vCPU 32 RAM	5		Шт
		Worker node SSD-NVME	64		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
4	ML Inference Instance Type GPU	Время работы в месяц	40	1	Ч
		Инстанс 8 x NVIDIA® H100 NVLink PCIe 160 vCPU 1520 GB RAM	1		Шт
		Количество запросов к ML-моделям	1		Млн. Шт
		Кэш ML-моделей	160		Гб
5	LLM	Токены GigaChat 2 Max	50		Млн. Шт
		Токены Embeddings	400		Млн. Шт

Дополнительные облачные ресурсы предоставляются технологическим партнером Yandex Cloud.

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения камеры 2-5, 1 штука, возможность подключить
2.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения,

		компьютерами, проектором, программным обеспечением, веб камерами
3.	Практические занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
6.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.