

## Рабочая программа дисциплины

# Компьютерное зрение в промышленности

Закреплена за подразделением Кафедра промышленного менеджмента

Направление подготовки 01.03.05 СТАТИСТИКА

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 216

в том числе:

аудиторные занятия 72

самостоятельная работа 108

часов на контроль 36

Формы контроля:  
экзамен 8

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр ( <b>&lt;Курс&gt;.&amp;b&gt;&lt;Семестр на курсе&gt;</b> )	<b>8 (4.2)</b>		Итого	
Неделя	12 4/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	36	36	36	36
Практические	36	36	36	36
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	72	72	72	72
Сам. работа	108	108	108	108
В том числе сам. работа в рамках ФОС				
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

-, *ст.преп., Богачев Андрей Сергеевич*

Рабочая программа дисциплины

**Компьютерное зрение в промышленности**

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ МИСИС, приказ № 796 о.в. от 10.12.2025.

Составлена на основании учебного плана:

01.03.05 СТАТИСТИКА, 01.03.05-БСТ-26.plx, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 20.11.2025, протокол № 9-25.

Утверждена в составе ОПОП ВО:

01.03.05 СТАТИСТИКА, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 20.11.2025, протокол № 9-25.

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедры промышленного менеджмента**

Протокол от 21.01.2025 г., №5.

Руководитель подразделения Костюхин Юрий Юрьевич, д.э.н., доцент.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся практических компетенций по разработке и внедрению систем компьютерного зрения для решения прикладных задач в промышленности, включая автоматизированный контроль качества, роботизацию, мониторинг безопасности и оптимизацию производственных процессов.
1.2	

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Блок ОП: Б1.В.ДВ.10	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Data-driven визуализация
2.1.2	Интеллектуализация производства и цифровые двойники
2.1.3	Случайные процессы
2.1.4	Статистика и актуарные расчеты в страховании
2.1.5	Инструменты визуальной аналитики
2.1.6	Нейронные сети и основы машинного обучения
2.1.7	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности
2.1.8	Основы нейронных сетей
2.1.9	Визуализация данных
2.1.10	Машинное обучение
2.1.11	Предиктивное управление качеством
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ	
<b>ПК-4: Способен осуществлять сбор первичной статистической информации: проведение статистических наблюдений, анкетирование, приемка форм отчетности</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-4-31 Методы сбора и источники данных изображений/видео в промышленных условиях (камеры, лидары, 3D-сканеры).	
Требования к качеству данных для задач компьютерного зрения (освещение, ракурс, разрешение).	
Процессы и инструменты для разметки (аннотирования) данных (классификация, bounding box, сегментация).	
<b>ПК-11: Способен разрабатывать, внедрять и оптимизировать модели и алгоритмы анализа больших массивов данных с применением современных технологий</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-11-31 Классические и современные алгоритмы компьютерного зрения.	
Архитектуры сверточных нейронных сетей (CNN) для задач классификации, детекции и сегментации.	
Методы оптимизации и настройки гиперпараметров моделей глубокого обучения.	
Метрики для оценки качества моделей компьютерного зрения (Accuracy, Precision, Recall, mAP, IoU).	
<b>ПК-12: Способен обеспечивать эксплуатацию, сопровождение и управление проектами по анализу больших данных, включая визуализацию, отчетность и принятие решений</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-12-31 Жизненный цикл проекта в области машинного обучения (ML-проект).	
Способы развертывания (deployment) моделей компьютерного зрения (на сервере, на edge-устройствах).	
Принципы мониторинга производительности моделей в промышленной эксплуатации.	
<b>ПК-4: Способен осуществлять сбор первичной статистической информации: проведение статистических наблюдений, анкетирование, приемка форм отчетности</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-4-У1 Разрабатывать план сбора визуальных данных для конкретной производственной задачи.	

Организовывать процесс разметки наборов данных с использованием специализированного ПО (например, CVAT, LabelImg).								
Формировать обучающие, валидационные и тестовые выборки.								
<b>ПК-11: Способен разрабатывать, внедрять и оптимизировать модели и алгоритмы анализа больших массивов данных с применением современных технологий</b>								
<b>Уметь:</b>								
ПК-11-У1 Выбирать подходящую архитектуру модели для решения конкретной промышленной задачи (например, дефектоскопия, подсчет объектов).								
Обучать и валидировать модели компьютерного зрения с использованием фреймворков (TensorFlow, PyTorch).								
Применять техники Transfer Learning (перенос обучения) для ускорения разработки.								
Оптимизировать модели для повышения скорости вывода (inference).								
<b>ПК-12: Способен обеспечивать эксплуатацию, сопровождение и управление проектами по анализу больших данных, включая визуализацию, отчетность и принятие решений</b>								
<b>Уметь:</b>								
ПК-12-У1 Разрабатывать отчеты по результатам тестирования модели, включая визуализацию примеров ее работы.								
Интегрировать модель в виде простого сервиса (API).								
Оценивать экономический эффект от внедрения системы компьютерного зрения.								
<b>ПК-4: Способен осуществлять сбор первичной статистической информации: проведение статистических наблюдений, анкетирование, приемка форм отчетности</b>								
<b>Владеть:</b>								
ПК-4-В1 Навыками оценки качества и репрезентативности собранного набора визуальных данных.								
Техниками аугментации данных для искусственного увеличения обучающей выборки.								
Пониманием специфики сбора данных в реальных производственных условиях								
<b>ПК-11: Способен разрабатывать, внедрять и оптимизировать модели и алгоритмы анализа больших массивов данных с применением современных технологий</b>								
<b>Владеть:</b>								
ПК-11-В1 Навыками программирования на Python с использованием библиотек OpenCV, TensorFlow/Keras или PyTorch.								
Техниками построения конвейеров (pipelines) для обучения и инференса моделей.								
Методами отладки и анализа ошибок моделей компьютерного зрения.								
<b>ПК-12: Способен обеспечивать эксплуатацию, сопровождение и управление проектами по анализу больших данных, включая визуализацию, отчетность и принятие решений</b>								
<b>Владеть:</b>								
ПК-12-В1 Навыками управления версиями данных и моделей.								
Техниками визуализации результатов работы моделей (например, отрисовка bounding box, масок сегментации).								
Подходами к сопровождению и дообучению моделей по мере поступления новых данных.								

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Раздел 1. Введение в компьютерное зрение (CV)</b>							
1.1	Задачи и приложения компьютерного зрения в промышленности. /Лек/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1			

1.2	Основы цифрового изображения: пиксели, цветовые модели (RGB, Grayscale), разрешение. /Лек/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
1.3	Знакомство с библиотекой OpenCV. Чтение, отображение и сохранение изображений. /Пр/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
1.4	Базовые операции с изображениями: изменение размера, кадрирование, работа с цветовыми каналами. /Лек/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
1.5	Закрепление материала раздела /Ср/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
	<b>Раздел 2. Раздел 2. Обработка изображений и выделение признаков</b>							
2.1	Гистограммы изображений. Улучшение контрастности, эквализация гистограммы. /Лек/	8	2	ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
2.2	Фильтрация изображений: размытие, повышение резкости, медианный фильтр. /Лек/	8	2	ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
2.3	Выделение границ: операторы Собеля, Кэнни. Морфологические операции. /Лек/	8	2	ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
2.4	Применение различных фильтров к изображениям. /Пр/	8	2	ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
2.5	Выделение контуров объектов на промышленных изображениях. /Пр/	8	2	ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
2.6	Подготовка данных: аугментация изображений (повороты, отражения, изменение яркости). /Пр/	8	2	ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
2.7	Закрепление материала раздела /Ср/	8	16	ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Классификация изображений с помощью CNN</b>							
3.1	Основы нейронных сетей. Полносвязные сети и их ограничения. /Лек/	8	2	ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
3.2	Архитектура сверточных нейронных сетей (CNN): сверточный слой, функция активации ReLU, слой объединения (pooling). /Лек/	8	2	ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
3.3	Процесс обучения CNN. Обратное распространение ошибки. Метрики качества классификации. /Лек/	8	2	ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			

3.4	Техника Transfer Learning (перенос обучения). Использование предобученных моделей (VGG, ResNet). /Лек/	8	2	ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
3.5	Знакомство с фреймворками TensorFlow/Keras или PyTorch. /Пр/	8	2	ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
3.6	Создание и обучение простой CNN для классификации. /Пр/	8	2	ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
3.7	Применение Transfer Learning: дообучение (fine-tuning) модели ResNet для задачи промышленной дефектоскопии. /Пр/	8	2	ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
3.8	Анализ результатов: матрица ошибок, визуализация активаций. /Пр/	8	2	ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
3.9	Эксперименты с различными архитектурами и гиперпараметрами. Изучение документации Keras/PyTorch. /Ср/	8	16	ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
	<b>Раздел 4. Раздел 4. Детекция и сегментация объектов</b>							
4.1	Задача детекции объектов. Метрика Intersection over Union (IoU). /Лек/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
4.2	Алгоритмы детекции: R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN. /Лек/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
4.3	Алгоритмы детекции в реальном времени: YOLO, SSD. /Лек/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
4.4	Задача сегментации изображений: семантическая и экземплярная. Архитектура U-Net. /Пр/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
4.5	Использование предобученной модели YOLO для детекции объектов на видеопотоке. /Пр/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
4.6	Подготовка данных для задачи детекции. Разметка bounding box. /Пр/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			

4.7	Обучение простой модели детекции (или дообучение YOLO). /Пр/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1		КМ1	
4.8	Использование предобученной модели U-Net для сегментации дефектов на изображениях. /Пр/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			P1
4.9	Изучение инструментов разметки (CVAT, LabelImg). Анализ различных версий YOLO.  /Ср/	8	16	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
	<b>Раздел 5. Раздел 5. Жизненный цикл проекта CV</b>							
5.1	Постановка бизнес-задачи и перевод ее в задачу CV. /Лек/	8	2	ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1 ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
5.2	Планирование сбора и разметки данных. Управление версиями данных (DVC). /Лек/	8	2	ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1 ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
5.3	Жизненный цикл ML-проекта. Мониторинг и сопровождение моделей. /Пр/	8	2	ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1 ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
5.4	Разработка технического задания для проекта по автоматизации контроля качества. /Пр/	8	2	ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1 ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
5.5	Визуализация и отчетность. Создание дашборда для мониторинга работы модели. /Пр/	8	2	ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1 ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1		КМ2	
5.6	Оценка экономического эффекта от внедрения системы CV. /Пр/	8	2	ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1 ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			P2
5.7	Изучение фреймворка CRISP-DM. Подготовка презентации по учебному проекту. /Ср/	8	16	ПК-11-31 ПК-11-У1 ПК-11-В1 ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
	<b>Раздел 6. Раздел 6. Развертывание (Deployment) моделей</b>							
6.1	Оптимизация моделей для инференса (квантизация, прунинг). Форматы ONNX, TensorRT. /Лек/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			

6.2	Варианты развертывания: на сервере, на edge- устройствах (Nvidia Jetson, Raspberry Pi). /Лек/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
6.3	Создание простого веб-сервиса (API) для модели с помощью Flask/FastAPI. /Лек/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1		КМ3	
6.4	Тестирование развернутого сервиса. /Пр/	8	2	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			Р3
6.5	Изучение Docker для контейнеризации ML-приложений /Ср/	8	42	ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1 ПК-12-31 ПК-12-У1 ПК-12-В1	Л1.2 Л1.3 Э1			
<b>Раздел 7. Подготовка к контрольным мероприятиям и выполняемым работам</b>								
7.1	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к КМ /Ср/	8	0		Л1.2 Л1.3 Э1			
7.2	Объем часов самостоятельной работы на подготовку к ВР /Ср/	8	0		Л1.2 Л1.3 Э1			

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа №1: Основы обработки изображений и CNN	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	<p>Что такое гистограмма изображения и для чего нужна ее эквализация?</p> <p>Опишите принцип работы сверточного слоя в CNN.</p> <p>Что такое слой pooling и каково его назначение?</p> <p>В чем заключается техника аугментации данных?</p> <p>Что такое Transfer Learning?</p> <p>Назовите основные метрики для оценки качества модели классификации.</p>
КМ2	Контрольная работа №2: Детекция и сегментация	ПК-11-31;ПК-11-У1;ПК-11-В1	<p>Чем задача детекции отличается от классификации?</p> <p>Что измеряет метрика IoU (Intersection over Union)?</p> <p>Опишите общую идею работы алгоритма YOLO.</p> <p>Чем семантическая сегментация отличается от экземплярной?</p> <p>Для каких задач применяется архитектура U-Net?</p> <p>Что такое разметка (аннотирование) данных для задач детекции и сегментации?</p>



КМЗ	Контрольная работа №3: Жизненный цикл и внедрение	ПК-12-31;ПК-12-У1;ПК-12-В1	<p>Перечислите основные этапы жизненного цикла ML-проекта.</p> <p>Почему важно версионирование данных и моделей?</p> <p>Что такое развертывание (deployment) модели?</p> <p>Назовите два варианта развертывания моделей CV.</p> <p>Что такое оптимизация модели для инференса?</p> <p>Как можно оценить экономический эффект от внедрения системы CV?</p>
-----	---	----------------------------	---

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическая работа №1: Классификатор дефектов	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	На предложенном наборе данных изображений промышленных деталей обучить и оценить сверточную нейронную сеть (CNN) с использованием техники Transfer Learning.
P2	Практическая работа №2: Детектор объектов	ПК-11-31;ПК-11-У1;ПК-11-В1	Взять предобученную модель YOLO и применить ее для детекции и подсчета объектов на видеозаписи или последовательности изображений, имитирующих движение конвейерной ленты.
P3	Практическая работа №3: Проект по компьютерному зрению	ПК-12-31;ПК-12-У1;ПК-12-В1	Выбрать одну из предложенных промышленных задач. Пройти все этапы: проанализировать данные, выбрать и обучить модель, оценить ее качество и создать простой веб-интерфейс для демонстрации ее работы.

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (билеты, тесты и т.п.)

- Охарактеризуйте основные типы сенсоров для сбора визуальных данных в промышленных условиях, включая RGB-камеры, камеры глубины и лидары. Объясните физические принципы работы этих устройств и специфику данных, которые они генерируют. Укажите, в каких производственных сценариях недостаточно обычного 2D-изображения и требуется использование 3D-сканирования.
- Опишите требования к качеству изображений для задач компьютерного зрения, уделяя внимание разрешению, фокусу и динамическому диапазону. Объясните, как неправильно подобранное освещение или неудачный ракурс съемки могут сделать невозможным автоматическое распознавание дефектов. Приведите примеры влияния бликов на металлических поверхностях на точность работы алгоритмов.
- Раскройте процесс организации разметки (аннотирования) данных для обучения нейронных сетей. Сравните различные типы разметки: классификация изображений, выделение ограничивающими рамками (bounding box) и попиксельная сегментация. Опишите функционал специализированного ПО для разметки, такого как CVAT или LabelImg, и роль человека-разметчика.
- Объясните принципы формирования обучающей, валидационной и тестовой выборок из общего массива данных. Укажите рекомендуемые пропорции разделения данных и важность перемешивания (shuffling) для предотвращения систематических ошибок. Расскажите, почему нельзя допускать утечки данных (data leakage) из тестовой выборки в обучающую.
- Охарактеризуйте методы оценки репрезентативности собранного набора данных для конкретной производственной задачи. Объясните, почему дисбаланс классов (например, малое количество примеров брака) негативно сказывается на обучении модели. Предложите стратегии сбора редких примеров (edge cases) на реальном производстве.
- Опишите техники аугментации данных для искусственного увеличения размера обучающей выборки. Перечислите геометрические и цветовые преобразования, которые помогают модели стать устойчивой к поворотам, изменению масштаба и освещенности. Объясните, какие виды аугментации могут быть вредны для специфических задач, например, отражение текста.
- Раскройте понятие цифрового изображения как многомерного массива данных и основные цветовые модели (RGB, HSV, Grayscale). Объясните, как происходит дискретизация и квантование сигнала при формировании цифрового снимка. Укажите, в каких задачах компьютерного зрения целесообразно переходить от цветового пространства RGB к оттенкам серого или HSV.
- Опишите классические методы предварительной обработки изображений, такие как гистограммное выравнивание и фильтрация шума. Объясните принцип работы линейных (гауссовское размытие) и нелинейных (медианный фильтр) фильтров. Расскажите, как эти методы помогают улучшить качество признаков перед подачей изображения в нейросеть.
- Охарактеризуйте алгоритм детекции границ Кэнни (Canny Edge Detector) и его этапы. Объясните роль градиента яркости и порога гистерезиса в выделении контуров объектов. Укажите ограничения классических методов выделения границ при работе со сложными текстурами и меняющимся освещением.
- Раскройте принцип работы сверточных нейронных сетей (CNN) и назначение операции свертки. Объясните, как обучаемые фильтры (ядра) автоматически извлекают иерархические признаки из изображения. Опишите отличие сверточных слоев от полносвязных с точки зрения количества параметров и локальности связей.

11. Опишите функции слоев подвыборки (Pooling) в архитектуре сверточных сетей. Сравните операции Max Pooling и Average Pooling и их влияние на уменьшение пространственной размерности карт признаков. Объясните, как пулинг обеспечивает инвариантность модели к малым сдвигам объекта на изображении.
12. Охарактеризуйте роль функций активации (ReLU, Sigmoid, Softmax) в глубоких нейронных сетях. Объясните проблему затухания градиента и почему ReLU стала стандартом для скрытых слоев CNN. Укажите, какая функция активации используется на выходном слое для задач многоклассовой классификации.
13. Опишите явление переобучения (Overfitting) в задачах компьютерного зрения и методы борьбы с ним. Объясните принцип работы метода Dropout, который случайно отключает нейроны в процессе обучения. Расскажите о роли регуляризации весов (L1, L2) и ранней остановки (Early Stopping) обучения.
14. Раскройте архитектуру сети ResNet и решение проблемы обучения сверхглубоких сетей. Объясните назначение остаточных связей (skip connections) и блоков Residual Blocks. Укажите, как эта архитектура позволила создавать модели с сотнями слоев без потери точности.
15. Охарактеризуйте метод переноса обучения (Transfer Learning) и его значение для промышленных задач. Объясните процесс использования предобученной на ImageNet модели для решения новой задачи с небольшим набором данных. Опишите стратегии заморозки (freezing) начальных слоев и дообучения (fine-tuning) последних слоев.
16. Опишите задачу детекции объектов (Object Detection) и метрику Intersection over Union (IoU). Объясните, как рассчитывается перекрытие между предсказанной и истинной рамками объекта. Укажите, какой порог IoU обычно используется для признания детекции верной.
17. Сравните одностадийные (YOLO, SSD) и двухстадийные (Faster R-CNN) детекторы объектов. Объясните преимущества одностадийных моделей в скорости работы и их недостатки в точности на мелких объектах. Аргументируйте выбор архитектуры YOLO для задач детекции в реальном времени на конвейере.
18. Раскройте задачу семантической сегментации и архитектуру сети U-Net. Объясните симметричную структуру энкодера и декодера, а также роль проброса связей для восстановления пространственной детализации. Приведите примеры использования U-Net для поиска дефектов на поверхности материалов.
19. Опишите задачу экземплярной сегментации (Instance Segmentation) и отличие от семантической. Объясните, как архитектура Mask R-CNN объединяет детекцию объектов и предсказание маски для каждого экземпляра. Укажите сценарии, где важно различать отдельные соприкасающиеся объекты одного класса.
20. Охарактеризуйте метрики оценки качества моделей классификации: Accuracy, Precision, Recall и F1-score. Объясните парадокс точности (Accuracy Paradox) на несбалансированных выборках. Укажите, почему в задачах отбраковки продукции часто важнее максимизировать Recall, чем Precision.
21. Опишите метрику mAP (mean Average Precision) для оценки качества детекторов объектов. Объясните взаимосвязь между кривой Precision-Recall и расчетом площади под ней для каждого класса. Расскажите, как усреднение по всем классам и порогам IoU дает итоговую оценку качества модели.
22. Раскройте принципы построения конвейеров (pipelines) обработки данных в библиотеках TensorFlow или PyTorch. Объясните, как организовать асинхронную загрузку и препроцессинг изображений, чтобы не блокировать GPU. Опишите использование генераторов данных для работы с наборами, не помещающимися в оперативную память.
23. Охарактеризуйте функцию потерь (Loss Function) для задач регрессии координат ограничивающей рамки. Объясните, как комбинируются потери классификации и потери локализации в общей целевой функции детектора. Расскажите о специфике функции потерь IoU Loss и её преимуществах перед MSE.
24. Опишите методы оптимизации нейронных сетей, такие как стохастический градиентный спуск (SGD) и Adam. Объясните роль скорости обучения (Learning Rate) и стратегии её изменения (schedulers) в процессе тренировки. Укажите, как адаптивные методы оптимизации помогают быстрее достигать минимума функции потерь.
25. Раскройте понятие батч-нормализации (Batch Normalization) и её влияние на процесс обучения. Объясните, как нормализация входных данных каждого слоя ускоряет сходимость и делает модель более устойчивой. Опишите отличия поведения слоев Batch Norm на этапах обучения и инференса.
26. Опишите жизненный цикл ML-проекта в области компьютерного зрения: от сбора требований до вывода из эксплуатации. Объясните важность этапа разведочного анализа данных (EDA) перед началом моделирования. Укажите, какие артефакты должны создаваться на каждом этапе (датасеты, веса моделей, отчеты).
27. Охарактеризуйте методы развертывания моделей (Deployment) на серверах и облачных платформах. Объясните принципы контейнеризации с использованием Docker для обеспечения воспроизводимости среды исполнения. Расскажите о роли инструментов оркестрации, таких как Kubernetes, при масштабировании сервиса.
28. Раскройте особенности запуска моделей компьютерного зрения на граничных устройствах (Edge Devices). Объясните ограничения встраиваемых систем (Raspberry Pi, NVIDIA Jetson) по энергопотреблению и вычислительной мощности. Опишите преимущества обработки данных непосредственно на камере или контроллере без передачи в облако.
29. Опишите техники оптимизации моделей для ускорения инференса: квантование (Quantization) и прунинг (Pruning). Объясните, как перевод весов из формата FP32 в INT8 влияет на размер модели и скорость вычислений. Укажите риски снижения точности при агрессивной оптимизации и способы их минимизации.
30. Охарактеризуйте использование специализированных движков инференса, таких как TensorRT и ONNX Runtime. Объясните процесс конвертации обученной модели в промежуточный формат ONNX для кроссплатформенного использования. Расскажите, как TensorRT оптимизирует граф вычислений под конкретную архитектуру GPU.
31. Раскройте принципы мониторинга производительности моделей компьютерного зрения в промышленной эксплуатации. Объясните понятие дрейфа данных (Data Drift) и необходимость периодического переобучения модели. Опишите метрики технического мониторинга (задержка, загрузка GPU) и бизнес-мониторинга (процент отбраковки).
32. Опишите интеграцию модели компьютерного зрения в виде микросервиса с API. Объясните принципы проектирования REST API или gRPC интерфейсов для передачи изображений и получения результатов. Укажите способы обработки ошибок и очередей запросов при высокой нагрузке на сервис.
33. Охарактеризуйте подходы к версионированию данных и моделей (DVC, MLflow). Объясните, почему важно хранить связь между конкретной версией датасета, кодом обучения и полученными весами модели. Расскажите, как системы

управления экспериментами помогают сравнивать результаты разных гипотез.

34. Раскройте этические аспекты и вопросы безопасности при внедрении систем компьютерного зрения. Объясните риски состязательных атак (Adversarial Attacks), когда незаметный шум на изображении меняет предсказание модели. Опишите меры по защите промышленных систем от подмены видеопотока.

35. Опишите методы отладки и анализа ошибок моделей (Error Analysis). Объясните использование матриц ошибок (Confusion Matrix) для выявления классов, которые модель путает чаще всего. Расскажите о техниках визуализации карт активации (Grad-CAM) для понимания того, на какие части изображения «смотрит» сеть.

36. Раскройте экономический эффект от внедрения компьютерного зрения в контроль качества (ПК-12). Объясните, как снижение процента пропуска брака и ложных срабатываний влияет на себестоимость продукции. Приведите пример расчета ROI (возврат инвестиций) с учетом затрат на оборудование и разработку.

37. Опишите применение библиотек компьютерного зрения OpenCV для классических задач измерений. Объясните, как с помощью калибровки камеры устранить дисторсию объектива и перевести пиксели в метрические единицы. Расскажите о методах поиска шаблонов (Template Matching) для позиционирования деталей.

38. Охарактеризуйте особенности сбора видеоданных для анализа действий персонала и техники безопасности. Объясните требования к частоте кадров (FPS) и углу обзора камер для надежного трекинга людей. Опишите специфику разметки видеопотока, включая трекинг объектов во времени.

39. Раскройте понятие активного обучения (Active Learning) в задачах разметки данных. Объясните, как алгоритм может сам выбирать наиболее информативные примеры, в которых он не уверен, и отправлять их на разметку человеку. Укажите, как это помогает сократить затраты на аннотирование больших массивов данных.

40. Опишите использование синтетических данных для обучения моделей компьютерного зрения. Объясните, как с помощью 3D-движков (Unity, Unreal Engine) генерировать реалистичные изображения с идеальной разметкой. Приведите примеры задач, где синтетические данные являются единственным выходом (опасные ситуации, редкие дефекты).

41. Раскройте принцип работы механизмов внимания (Attention Mechanisms) в современном компьютерном зрении (Vision Transformers). Объясните отличие трансформеров от сверточных сетей в способе обработки глобальных зависимостей на изображении. Расскажите о перспективах вытеснения CNN архитектурами ViT (Vision Transformer).

42. Опишите специфику задач OCR (Optical Character Recognition) в промышленности. Объясните этапы детекции текстовых областей и распознавания символов на маркировке изделий. Укажите сложности, связанные с искажением текста на криволинейных поверхностях и плохим освещением.

43. Охарактеризуйте методы визуализации результатов работы моделей для конечного пользователя. Объясните, как правильно отрисовывать bounding boxes, маски и вероятности поверх видеопотока в реальном времени. Опишите требования к интерфейсу оператора для подтверждения или отклонения решения системы.

44. Раскройте понятие Few-Shot Learning и его применение при запуске новых продуктов. Объясните способность модели обучаться на очень малом количестве примеров (1-5 изображений). Расскажите о метрическом обучении (Siamese Networks) для задач сравнения эталона и проверяемой детали.

45. Опишите подходы к непрерывному обучению (Continuous Learning) промышленных систем. Объясните проблему «катастрофического забывания» при дообучении модели на новых данных. Укажите стратегии сохранения репрезентативной выборки старых данных для регулярной перевалидации модели.

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Предполагается следующая шкала оценок:

а) «отлично» (90 баллов и выше) – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;

б) «хорошо» (75 - 90 баллов) – студент допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

в) «удовлетворительно» (51 - 74 балла) – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

г) «неудовлетворительно» (50 баллов и ниже) – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Допуск к экзамену осуществляется на основании выполненных контрольных мероприятий. Оценка за дисциплину выставляется по итогам результатов экзамена.<sup>[1]</sup>

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛП.1	Павлов С. И.	Системы искусственного интеллекта: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.2	Алпайдин Э.	Машинное обучение: новый искусственный интеллект: пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Альпина Паблишер, 2017
Л1.3	Шапиро Л., Стокман Д.	Компьютерное зрение: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2020
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	LMS MISIS		https://lk.misis.ru/ru/	
6.3 Перечень программного обеспечения				
П.1	Microsoft Office			
П.2	MS Teams			
П.3	LMS Moodle			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И.1	Официальная документация библиотеки OpenCV: https://docs.opencv.org/			
И.2	Ресурс Papers With Code (SOTA-модели, код и датасеты): https://paperswithcode.com/area/computer-vision			
И.3	Архив электронных препринтов arXiv.org (Раздел Computer Vision): https://arxiv.org/list/cs.CV/recent			
И.4	Платформа Kaggle (Датасеты для промышленности и соревнования): https://www.kaggle.com			
И.5	Официальная документация фреймворка PyTorch: https://pytorch.org/docs/			
И.6	Официальная документация TensorFlow и Keras: https://www.tensorflow.org/api_docs			
И.7	Инструмент для аннотации данных CVAT (Computer Vision Annotation Tool): https://github.com/opencv/cvat			
И.8	Библиотека стандартов IEEE Xplore: https://ieeexplore.ieee.org			
И.9	Репозиторий моделей Model Zoo (Hugging Face): https://huggingface.co/models?pipeline_tag=computer-vision			
И.10	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: https://www.elibrary.ru			

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>		
Ауд.	Назначение	Оснащение
Б-1102	Компьютерный класс	Комплект учебной мебели на 30 рабочих мест, моноблоки для студентов (20 шт.), 1 маркерная доска, телевизор для презентаций, рабочее место для преподавателя с моноблоком (1 шт). Цифровой флипчарт (передвижной).
Б-1104	Компьютерный класс	Комплект учебной мебели на 30 рабочих мест, моноблоки для студентов (20 шт.), 1 маркерная доска, Телевизор для презентаций, рабочее место для преподавателя с моноблоком (1 шт).
Б-1117	Учебная аудитория	комплект учебной мебели на 42 рабочих мест, 1 компьютер для преподавателя, проектор + мультимедийный экран, 1 маркерная доска
Б-1134	Учебная аудитория (лекторий)	Комплект учебной мебели на 128 рабочих мест, проектор, экран, 1 Цифровой флипчарт (передвижной).
Читальный зал № 3 (Б)	Аудитория для самостоятельной работы	Комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Moodle

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ</b>
<p>1. Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.</p> <p>2. Практические занятия проводятся с использованием кейсовых ситуаций.</p> <p>3. Текущий контроль, контрольные работы и зачет проводятся на основе использования специальных компьютерных программ тестирования знаний навыков и умений студентов.</p> <p>4. Для самостоятельной работы и текущего контроля в системе «смешанного обучения» студенты используют специальные базы данных (электронные учебники) в среде LMS Moodle по разработанным траекториям.</p> <p>5. Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail и среды LMS Moodle</p> <p>6. Текущий контроль проводится в электронной форме на компьютерах в центре тестирования кафедры.</p>