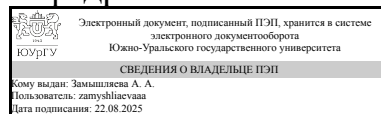


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



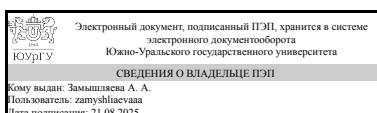
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.04 Основы компьютерного зрения
для направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Искусственный интеллект, глубокое обучение и анализ данных
форма обучения очная
кафедра-разработчик Центр ОП топ-уровня в сфере ИИ "ВиртУм"

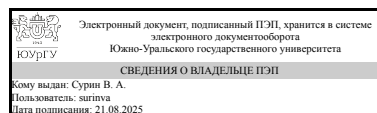
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 9

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.



А. А. Замышляева

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



В. А. Сурин

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование у студентов базовых знаний о принципах обработки, анализа и интерпретации визуальной информации с использованием современного программного инструментария и методов искусственного интеллекта. Задачи: ознакомление с основными подходами компьютерного зрения, развитие практических навыков программирования для решения задач распознавания и классификации изображений, а также подготовку к самостоятельной работе в области ИИ-решений, связанных с анализом и обработкой визуальных данных.

Краткое содержание дисциплины

В процессе обучения рассматриваются ключевые понятия цифрового изображения, методы предварительной обработки и преобразования изображений, принципы работы алгоритмов поиска и распознавания объектов, а также основы глубокого обучения применительно к задачам компьютерного зрения. Значительное внимание уделяется современным архитектурам сверточных нейронных сетей, методам детекции и сегментации объектов, а также практическим кейсам применения компьютерного зрения в задачах искусственного интеллекта.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-19 [DL-1] Способен применять и (или) разрабатывать архитектуры глубоких нейронных сетей	Знает: - [И-2, ПУ] отличия и способы применения нейронных сетей для отслеживания объектов (семейство R-CNN, YOLO) Умеет: - [И-2, ПУ] применять принцип построения вычислительного блока Google Inception Имеет практический опыт: - [И-2, ПУ] разработки решений с применением backbone сетей
ПК-21 [DL-3] Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии компьютерного зрения	Знает: - [И-1, ПУ] способы оптимизации гиперпараметров для улучшения качества; способы создания сложных пайплайнов аугментации (albumentations) [И-2, ПУ] 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, функции потерь в задаче детекции Умеет: - [И-1, ПУ] работать с видео: извлечение кадров, обработка временных последовательностей [И-2, ПУ] разрабатывать алгоритмы сегментации изображений (раделение-слияние регионов, нормализованный разрез графа, mean shift), включая

	семантическую сегментацию; применять преобразование Хафа и RANSAC; применять алгоритмы детекции характеристических точек (детектор Харриса, детектор Фестнера, SUSAN, блобы, DoG); применять дескрипторы изображений, например, SIFT Имеет практический опыт: - [И-1, ПУ] сравнения разных предобученных под конкретную задачу моделей; проведения transfer learning на своих данных
ПК-23 [FC-2] Способен проводить фронтирные исследования в области фундаментальных и генеративных моделей	Знает: - [И-1, БУ] принципы и методы переноса знаний и адаптации моделей в компьютерном зрении Умеет: - [И-1, БУ] применять существующие инструменты для реализации процессов переноса знаний и адаптации моделей

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Разработка цифровых сервисов с использованием LLM, Генеративные нейронные сети, Производственная практика (преддипломная, стажировка) (8 семестр), Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая, стажировка) (6 семестр)

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 70,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	32	32

Самостоятельная работа (СРС)	37,5	37,5
Подготовка к тестированию по разделу 3	7,5	7.5
Подготовка к тестированию по разделу 1	7,5	7.5
Подготовка к дифференцированному зачету	7,5	7.5
Подготовка к тестированию по разделу 2	7,5	7.5
Подготовка к тестированию по разделу 4	7,5	7.5
Консультации и промежуточная аттестация	6,5	6,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в компьютерное зрение и основы обработки изображений	16	8	0	8
2	Классические алгоритмы анализа изображений	16	8	0	8
3	Современные методы компьютерного зрения	20	10	0	10
4	Генерация изображений и дополнительные техники	12	6	0	6

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение: задачи и история компьютерного зрения	2
2	1	Представление изображений в ЭВМ, цветовые пространства	2
3	1	Фильтрация изображений, морфологические операции	2
4	1	Методы подавления шума и повышение качества изображений	2
5	2	Выделение признаков: гистограммы, контуры, моменты	2
6	2	Детектирование границ и углов	2
7	2	Локальные признаки, дескрипторы особых точек: SIFT, SURF, ORB, HOG	2
8	2	Методы классификации изображений (ML-алгоритмы)	2
9	3	Основы глубокого обучения в CV, сверточные нейронные сети CNN	2
10	3	Архитектуры CNN: VGG, ResNet, Inception	2
11	3	Детекция объектов: YOLO, SSD	2
12	3	Сегментация изображений: маски, U-Net, Mask R-CNN	2
13	3	Метрики оценки качества моделей CV	2
14	4	3D-реконструкция, извлечение глубины	2
15	4	Генерация изображений: VAE, GAN, диффузионные модели	2
16	4	Применение компьютерного зрения в индустрии	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
-----------	-----------	---	--------------

1	1	Работа с изображениями в Python, библиотека алгоритмов компьютерного зрения с открытым исходным кодом OpenCV	2
2	1	Преобразования цветовых пространств	2
3	1	Фильтрация изображений: размытие, резкость, морфологические операции	2
4	1	Повышение качества изображений	2
5	2	Выравнивание гистограммы, выделение контуров и объектов на изображении	2
6	2	Построение карт границ и углов (Canny, Harris)	2
7	2	Реализация и сравнение дескрипторов SIFT/HOG/ORB	2
8	2	Классификация изображений, инструменты библиотеки scikit-learn	2
9	3	Обработка изображений с помощью нейросетей, библиотека PyTorch	2
10	3	Построение сверточных нейросетей	2
11	3	Детекция объектов с предобученными моделями	2
12	3	Реализация сегментации	2
13	3	Оценка моделей: расчет IoU и других метрик, визуализация результатов	2
14	4	Генерация изображений с помощью GAN или VAE	2
15	4	Работа с диффузионными моделями	2
16	4	Мини-кейс: применение методов CV при решении задач промышленных партнеров	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к тестированию по разделу 3	Клетте, Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы : учебник / Р. Клетте ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 506 с. — ISBN 978-5-97060-702-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Wang, C., & Liao, H. (2024). YOLOv1 to YOLOv10: The fastest and most accurate real-time object detection systems. ArXiv, abs/2408.09332. https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.09332 .	5	7,5
Подготовка к тестированию по разделу 1	Веселова, С. В. Цифровая обработка изображений : учебное пособие / С. В. Веселова, Е. В. Константинова, И. В. Александрова. — Санкт-Петербург : СПбГИКиТ, 2021. — 283 с. — ISBN 978-5-94760-493-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	5	7,5
Подготовка к дифференцированному зачету	Веселова, С. В. Цифровая обработка изображений : учебное пособие / С. В. Веселова, Е. В. Константинова, И. В. Александрова. — Санкт-Петербург : СПбГИКиТ, 2021. — 283 с. — ISBN 978-5-94760-493-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Обработка изображений с помощью OpenCV / Б. Г. Глория, Д. С. Оскар, Л. Э.	5	7,5

	Хосе, С. Г. Исмаэль. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 210 с. — ISBN 978-5-97060-387-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Клетте, Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы : учебник / Р. Клетте ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 506 с. — ISBN 978-5-97060-702-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.		
Подготовка к тестированию по разделу 2	Обработка изображений с помощью OpenCV / Б. Г. Глория, Д. С. Оскар, Л. Э. Хосе, С. Г. Исмаэль. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 210 с. — ISBN 978-5-97060-387-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	5	7,5
Подготовка к тестированию по разделу 4	Веселова, С. В. Цифровая обработка изображений : учебное пособие / С. В. Веселова, Е. В. Константинова, И. В. Александрова. — Санкт-Петербург : СПбГИКиТ, 2021. — 283 с. — ISBN 978-5-94760-493-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Amirian, Soheyla & Rasheed, Khaled & Taha, Thiab & Arabnia, Hamid. (2020). Automatic Image and Video Caption Generation With Deep Learning: A Concise Review and Algorithmic Overlap. IEEE Access. 8. 218386-218400. 10.1109/ACCESS.2020.3042484.	5	7,5

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

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

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Текущий контроль	Тест 1: базовые понятия и основы обработки изображений	1	30	Тестирование содержит 20 вопросов, в том числе 15 вопросов с выбором ответа и 5 вопросов со свободной формой ответа: 1 балл – за правильный ответ на вопрос с выбором ответа; 3 балла – за правильный ответ на вопрос со	дифференцированный зачет

						свободной формой ответа.	
2	5	Текущий контроль	Лабораторная работа 1: работа с изображениями и базовые преобразования	2	10	<p>Оценивание задания производится по пяти критериям.</p> <p>1. Корректность выполнения основных этапов задания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнено с существенными ошибками или этап пропущен — 0 баллов, - этап частично реализован — 1 балл, - все требования этапа соблюдены правильно — 2 балла. <p>2. Качество оформления и организации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> - код неструктурирован, без комментариев — 0 баллов, - есть отдельные ошибки или недочеты в оформлении — 1 балл, - код хорошо организован, читаем, снабжен комментариями — 2 балла. <p>3. Корректность визуализации и сравнения результатов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - визуализация неполная или отсутствует — 0 баллов, - есть сравнения, но не все результаты отображены корректно — 1 балл, - визуализация выполнена полностью, различия объяснены — 2 балла. <p>4. Обоснованность и полнота ответов на теоретические вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ответы отсутствуют или содержат грубые ошибки — 0 баллов, - ответы частично верны или не раскрывают суть — 1 балл, - даны полные, аргументированные ответы — 2 балла. <p>5. Правильность сохранения и оформления итогового отчета:</p> <ul style="list-style-type: none"> - отчет не оформлен или выполнен не по требованиям — 0 баллов, 	дифференцированный зачет

						- отчет оформлен частично по требованиям — 1 балл, - отчет полностью отвечает предъявляемым требованиям — 2 балла.	
3	5	Текущий контроль	Тест 2: Классические извлечение и анализ признаков	1	30	Тестирование содержит 20 вопросов, в том числе 15 вопросов с выбором ответа и 5 вопросов со свободной формой ответа: 1 балл – за правильный ответ на вопрос с выбором ответа; 3 балла – за правильный ответ на вопрос со свободной формой ответа.	дифференцированный зачет
4	5	Текущий контроль	Лабораторная работа 2: Выделение контуров и углов изображений	2	10	Оценивание задания производится по пяти критериям. 1. Корректность выполнения основных этапов задания: - выполнено с существенными ошибками или этап пропущен — 0 баллов, - этап частично реализован — 1 балл, - все требования этапа соблюдены правильно — 2 балла. 2. Качество оформления и организации кода: - код неструктурирован, без комментариев — 0 баллов, - есть отдельные ошибки или недочеты в оформлении — 1 балл, - код хорошо организован, читаем, снабжен комментариями — 2 балла. 3. Корректность визуализации и сравнения результатов: - визуализация неполная или отсутствует — 0 баллов, - есть сравнения, но не все результаты отображены корректно — 1 балл, - визуализация выполнена полностью, различия объяснены — 2 балла. 4. Обоснованность и полнота ответов на теоретические вопросы:	дифференцированный зачет

						<ul style="list-style-type: none"> - ответы отсутствуют или содержат грубые ошибки — 0 баллов, - ответы частично верны или не раскрывают суть — 1 балл, - даны полные, аргументированные ответы — 2 балла. <p>5. Правильность сохранения и оформления итогового отчета:</p> <ul style="list-style-type: none"> - отчет не оформлен или выполнен не по требованиям — 0 баллов, - отчет оформлен частично по требованиям — 1 балл, - отчет полностью отвечает предъявляемым требованиям — 2 балла. 	
5	5	Текущий контроль	Тест 3: Сверточные нейронные сети и детекция объектов	1	30	<p>Тестирование содержит 20 вопросов, в том числе 15 вопросов с выбором ответа и 5 вопросов со свободной формой ответа:</p> <p>1 балл – за правильный ответ на вопрос с выбором ответа;</p> <p>3 балла – за правильный ответ на вопрос со свободной формой ответа.</p>	дифференцированный зачет
6	5	Текущий контроль	Лабораторная работа 3: Классификация и детекция объектов при помощи CNN	2	10	<p>Оценивание задания производится по пяти критериям.</p> <p>1. Корректность выполнения основных этапов задания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнено с существенными ошибками или этап пропущен — 0 баллов, - этап частично реализован — 1 балл, - все требования этапа соблюдены правильно — 2 балла. <p>2. Качество оформления и организации кода:</p> <ul style="list-style-type: none"> - код неструктурирован, без комментариев — 0 баллов, - есть отдельные ошибки или недочеты в оформлении — 1 балл, - код хорошо организован, читаем, снабжен комментариями — 2 балла. 	дифференцированный зачет

						<p>3. Корректность визуализации и сравнения результатов:</p> <ul style="list-style-type: none">- визуализация неполная или отсутствует — 0 баллов,- есть сравнения, но не все результаты отображены корректно — 1 балл,- визуализация выполнена полностью, различия объяснены — 2 балла. <p>4. Обоснованность и полнота ответов на теоретические вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none">- ответы отсутствуют или содержат грубые ошибки — 0 баллов,- ответы частично верны или не раскрывают суть — 1 балл,- даны полные, аргументированные ответы — 2 балла. <p>5. Правильность сохранения и оформления итогового отчета:</p> <ul style="list-style-type: none">- отчет не оформлен или выполнен не по требованиям — 0 баллов,- отчет оформлен частично по требованиям — 1 балл,- отчет полностью отвечает предъявляемым требованиям — 2 балла.	
7	5	Текущий контроль	Тест 4:	1	30	<p>Тестирование содержит 20 вопросов, в том числе 15 вопросов с выбором ответа и 5 вопросов со свободной формой ответа:</p> <p>1 балл – за правильный ответ на вопрос с выбором ответа;</p> <p>3 балла – за правильный ответ на вопрос со свободной формой ответа.</p>	дифференцированный зачет
8	5	Текущий контроль	Лабораторная работа 4: Генерация и оценка изображений	2	10	<p>Оценивание задания производится по пяти критериям.</p> <p>1. Корректность выполнения основных этапов задания:</p> <ul style="list-style-type: none">- выполнено с существенными ошибками или этап пропущен — 0 баллов,	дифференцированный зачет

						- этап частично реализован — 1 балл, - все требования этапа соблюдены правильно — 2 балла. 2. Качество оформления и организации кода: - код неструктурирован, без комментариев — 0 баллов, - есть отдельные ошибки или недочеты в оформлении — 1 балл, - код хорошо организован, читаем, снабжен комментариями — 2 балла. 3. Корректность визуализации и сравнения результатов: - визуализация неполная или отсутствует — 0 баллов, - есть сравнения, но не все результаты отображены корректно — 1 балл, - визуализация выполнена полностью, различия объяснены — 2 балла. 4. Обоснованность и полнота ответов на теоретические вопросы: - ответы отсутствуют или содержат грубые ошибки — 0 баллов, - ответы частично верны или не раскрывают суть — 1 балл, - даны полные, аргументированные ответы — 2 балла. 5. Правильность сохранения и оформления итогового отчета: - отчет не оформлен или выполнен не по требованиям — 0 баллов, - отчет оформлен частично по требованиям — 1 балл, - отчет полностью отвечает предъявляемым требованиям — 2 балла.	
9	5	Промежуточная аттестация	Опрос	-	5	Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время дифференциального зачета. В случае если количества баллов, полученных по	дифференцированный зачет

					результатам текущего контроля, не достаточно для выставления положительной оценки или студент улучшить свой рейтинг проводится опрос. Студенту задаются 5 вопросов из разных тем курса, позволяющих оценить сформированность компетенций. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

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

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК-19	Знает: - [И-2, ПУ] отличия и способы применения нейронных сетей для отслеживания объектов (семейство R-CNN, YOLO)	+								+
ПК-19	Умеет: - [И-2, ПУ] применять принцип построения вычислительного блока Google Inception		+							+
ПК-19	Имеет практический опыт: - [И-2, ПУ] разработки решений с применением backbone сетей		+							+
ПК-21	Знает: - [И-1, ПУ] способы оптимизации гиперпараметров для улучшения качества; способы создания сложных пайплайнов аугментации (albugmentations) [И-2, ПУ] 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, функции потерь в задаче детекции									
ПК-21	Умеет: - [И-1, ПУ] работать с видео: извлечение кадров, обработка временных последовательностей [И-2, ПУ] разрабатывать алгоритмы сегментации изображений (разделение-слияние регионов, нормализованный разрез графа, mean shift), включая семантическую сегментацию; применять преобразование Хафа и RANSAC; применять алгоритмы детекции характеристических точек (детектор Харриса, детектор Фестнера, SUSAN, блобы, DoG); применять дескрипторы изображений, например, SIFT						+	+		+
ПК-21	Имеет практический опыт: - [И-1, ПУ] сравнения разных предобученных под конкретную задачу моделей; проведения transfer learning на своих данных						+	+		+
ПК-23	Знает: - [И-1, БУ] принципы и методы переноса знаний и адаптации моделей в компьютерном зрении							+	+	+
ПК-23	Умеет: - [И-1, БУ] применять существующие инструменты для реализации процессов переноса знаний и адаптации моделей							+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Веселова, С. В. Цифровая обработка изображений : учебное пособие / С. В. Веселова, Е. В. Константинова, И. В. Александрова. — Санкт-Петербург : СПбГИКиТ, 2021. — 283 с. — ISBN 978-5-94760-493-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

			https://e.lanbook.com/book/415985
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Обработка изображений с помощью OpenCV / Б. Г. Глория, Д. С. Оскар, Л. Э. Хосе, С. Г. Исмаэль. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 210 с. — ISBN 978-5-97060-387-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/90116
3	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Клетте, Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы : учебник / Р. Клетте ; перевод с английского А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 506 с. — ISBN 978-5-97060-702-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/131691
4	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Селянкин, В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений : учебник для вузов / В. В. Селянкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 152 с. — ISBN 978-5-8114-8259-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/173806
5	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Шапиро, Л. Компьютерное зрение : учебное пособие / Л. Шапиро, Д. Стокман ; под редакцией С. М. Соколова ; перевод с английского А. А. Богуславского. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 763 с. — ISBN 978-5-00101-696-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/135496
6	Журналы	eLIBRARY.RU	Khanam, R., Hussain, M., Hill, R., & Allen, P. (2024). A Comprehensive Review of Convolutional Neural Networks for Defect Detection in Industrial Applications. IEEE Access, 12, 94250-94295. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3425166 . https://www.elibrary.ru/item.asp?id=68900685
7	Журналы	eLIBRARY.RU	Fan, S., Li, J., Zhang, Y., Tian, X., Wang, Q., He, X., Zhang, C., & Huang, W. (2020). On line detection of defective apples using computer vision system combined with deep learning methods. Journal of Food Engineering, 286, 110102. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110102 . https://www.elibrary.ru/item.asp?id=78805174
8	Журналы	eLIBRARY.RU	Amirian, Soheyla & Rasheed, Khaled & Taha, Thiab & Arabnia, Hamid. (2020). Automatic Image and Video Caption Generation With Deep Learning: A Concise Review and Algorithmic Overlap. IEEE Access. 8. 218386-218400. 10.1109/ACCESS.2020.3042484. https://www.elibrary.ru/item.asp?id=78261630
9	Журналы	eLIBRARY.RU	Wang, C., & Liao, H. (2024). YOLOv1 to YOLOv10: The fastest and most accurate real-time object detection systems. ArXiv, abs/2408.09332. https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.09332 . https://www.elibrary.ru/item.asp?id=79096627

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Python Software Foundation-Python (бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	327 (36)	Персональный компьютер, проектор, экран для проектора
Лекции	336 (36)	Персональный компьютер, проектор, экран для проектора