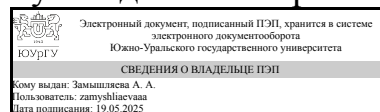


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



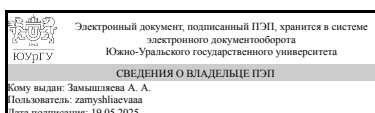
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.32 Основы компьютерного зрения
для направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Прикладная математика и программирование

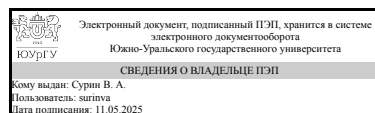
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 9

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 дисциплины: изучить фундаментальные основы компьютерного зрения, научиться применять базовые алгоритмы, машинное обучение и нейронные сети для решения задач компьютерного зрения. Задачи дисциплины: изучить математические основы представления цифровых изображений, методы обработки изображений, методы анализа и распознавания изображений, реализацию алгоритмов обработки и анализа изображений с помощью OpenCV, методы анализа изображений с помощью глубоких нейронных сетей на основе библиотек PyTorch, TensorFlow и использованием платформы Hugging Face.

Краткое содержание дисциплины

В процессе обучения изучаются математические основы представления цифровых изображений, методы обработки изображений, методы анализа и распознавания изображений. Рассматриваются цветовые пространства, гистограммы изображений, суперпиксели, детекторы углов, особые точки, 3D-карты глубины. Также рассматриваются реализация алгоритмов обработки и анализа изображений с помощью алгоритмических методов библиотеки OpenCV, методы анализа изображений с помощью глубоких нейронных сетей и построение таких сетей на основе набора модулей PyTorch.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта	Знает: принципы построения систем компьютерного зрения, методы и технологии искусственного интеллекта для анализа изображений и видео Умеет: использовать технологии искусственного интеллекта для анализа изображений и видео

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	1.О.36 Искусственный интеллект и нейронные сети, 1.О.40 Распознавание и синтез речи, 1.О.41 Интеллектуальный анализ текстов

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 4 з.е., 144 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия:	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)	71,5	71,5
Подготовка к дифференцированному зачету	7,5	7,5
Подготовка к лабораторным работам	64	64
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
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	Компьютерное зрение в технологических системах	8	4	0	4
2	Классические подходы в компьютерном зрении	40	20	0	20
3	Введение в Deep Learning. Рассмотрение инструментов PyTorch и Hugging Face.	16	8	0	8

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Математическое представление цифрового изображения. Пиксельное представление изображений. Многоканальные изображения, цветовые пространства. Гистограмма изображения.	2
2	1	Шумоподавление. Морфологические операции. Понятия контура и связной компоненты применительно к изображениям. Кодирование изображений. Видеопоток. Кодирование видео.	2
3	2	Понятие фильтрации в пространственной области, и фильтра с ограниченным носителем. Линейная фильтрация, сглаживающий фильтр, производная. Медианная фильтрация. Фильтры на основе функции Гаусса и Лапласа. Дискретное и быстрое преобразования Фурье.	2
4	2	Частотные методы улучшения изображений. Задача восстановления изображений. Оценка функции рассеивания точки. Фильтр Винера.	2
5	2	Выделение контуров с помощью алгоритма Канни. Алгоритм Хафа. Понятие, методы вычисления и применение оптического потока.	2
6	2	Поиск и распознавание объектов с помощью детекторов ключевых точек. Понятие текстуры. Структурный и статистический подходы к описанию	2

		текстуры.	
7	2	Стереозрение: эпиполярная геометрия и алгоритмы построения карты смещений.	2
8	2	Применение методов распознавания образов, алгоритм SVM.	2
9	2	Дополненная реальность. Распознавание маркеров.	2
10	2	Применение готовых алгоритмов OpenCV для решения задач анализа изображений.	2
11	2	Фильтрация изображений: выделение контуров, поиск ключевых точек, стереозрение.	2
12	2	Коррекция изображений: хроматические аберрации, геометрические искажения.	2
13	3	Deep Learning применительно к обработке и анализу изображений. Библиотеки PyTorch и TensorFlow.	2
14	3	Сверточные нейронные сети. Классификация изображений.	2
15	3	Сегментация и детекция объектов на изображении на основе нейронных сетей.	2
16	3	Платформа Hugging Face для машинного обучения.	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	Python и Jupyter как средства разработки в области компьютерного зрения.	2
2	1	Библиотека NumPy. Ускорение вычислительных операций на Python.	2
3	2	Применение библиотек компьютерного зрения OpenCV, PIL.	2
4	2	Визуализация изображений. Matplotlib.	2
5	2	Применение цветовых пространств. Вычисления гистограмм. Гистограммный анализ.	2
6	2	Преобразование изображений. Сглаживающие фильтры. Гамма-коррекция.	2
7	2	Сегментация на основе суперпикселей.	2
8	2	Поиск особых точек изображения.	2
9	2	Проективное преобразование изображений.	2
10	2	Коррекция геометрических искажений камеры.	2
11	2	Оценка положения трехмерных объектов в пространстве. Применение маркеров.	2
12	2	Решение задачи классификации объектов на изображении с помощью инструментария OpenCV.	2
13	3	Применение сверточных сетей для классификации изображений.	2
14	3	Решение задач классификации с применением переноса обучения.	2
15	3	Решение задач сегментации изображения с помощью нейронных сетей.	2
16	3	Решение задач детекции объектов на изображении с помощью нейронных сетей.	2

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение CPC

Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к дифференцированному зачету	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 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/173806	5	7,5
Подготовка к лабораторным работам	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 Документация по OpenCV: официальный сайт. — Америка. — Обновляется в течение суток. — URL: https://docs.opencv.org (дата обращения: 03.06.2023).	5	64

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	Контрольное мероприятие 1	1	10	Контрольное мероприятие содержит одно задание. По окончании выполнения работы студент предоставляет отчет. Отчет по заданию прикрепляется в системе Электронный ЮУрГУ в виде документа формата PDF вместе со всеми	дифференцированный зачет

					необходимыми файлами по работе, запакованными в zip-архив. Максимальная оценка за задание 10 баллов. Баллы могут быть выставлены следующим образом: 1) Своевременность предоставления ответа. В зачет идет время последней попытки в случае повторной отправки ответа в системе Электронный ЮУрГУ. 2 балла - ответ представлен в течении двух недель начиная с даты выдачи задания; 1 балл - ответ представлен по прошествии двух недель после даты выдачи задания не позднее указанной даты в курсе электронного ЮУрГУ; 0 баллов - в случае предоставления ответа позже указанной даты. 2) Правильность выполнения лабораторной работы. 2 балла - все пункты задания выполнены верно; 1 балл - все пункты задания выполнены верно, но имеются недочеты в реализации; 0 баллов - не все пункты задания выполнены или имеются существенные недостатки в реализации. 3) Индивидуальность выполнения задания. 2 балла - работа выполнена индивидуально; 1 балл - работа выполнена в группе из 2х человек; 0 баллов - работа выполнена в группе из 3х и более человек либо работа списана. 4) Полнота предоставления отчета по работе. 2 балл - отчет выполнен в соответствии с требованиями и представлены все необходимые файлы; 1 балл - не все разделы отчета присутствуют или недостает некоторых требуемых файлов в ZIP архиве; 0 баллов - в ответе нет отчета по работе, либо не представлены необходимые файлы.	
--	--	--	--	--	---	--

						5) Ответы на вопросы. 2 балла - ответы на вопросы правильные, развернутые и соответствуют заданию; 1 балл - имеются неточности в ответе; 0 баллов - ответы на вопросы неверные	
2	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие 2	1	10	Контрольное мероприятие содержит одно задание. По окончании выполнения работы студент предоставляет отчет. Отчет по заданию прикрепляется в системе Электронный ЮУрГУ в виде документа формата PDF вместе со всеми необходимыми файлами по работе, запакованными в zip-архив. Максимальная оценка за задание 10 баллов. Баллы могут быть выставлены следующим образом: 1) Своевременность предоставления ответа. В зачет идет время последней попытки в случае повторной отправки ответа в системе Электронный ЮУрГУ. 2 балла - ответ представлен в течении двух недель начиная с даты выдачи задания; 1 балл - ответ представлен по прошествии двух недель после даты выдачи задания не позднее указанной даты в курсе электронного ЮУрГУ; 0 баллов - в случае предоставления ответа позже указанной даты. 2) Правильность выполнения лабораторной работы. 2 балла - все пункты задания выполнены верно; 1 балл - все пункты задания выполнены верно, но имеются недочеты в реализации; 0 баллов - не все пункты задания выполнены или имеются существенные недостатки в реализации. 3) Индивидуальность выполнения задания. 2 балла - работа выполнена индивидуально; 1 балл - работа выполнена в группе из	дифференцированный зачет

					2х человек; 0 баллов - работа выполнена в группе из 3х и более человек либо работа списана. 4) Полнота предоставления отчета по работе. 2 балл - отчет выполнен в соответствии с требованиями и представлены все необходимые файлы; 1 балл - не все разделы отчета присутствуют или недостает некоторых требуемых файлов в ZIP архиве; 0 баллов - в ответе нет отчета по работе, либо не представлены необходимые файлы. 5) Ответы на вопросы. 2 балла - ответы на вопросы правильные, развернутые и соответствуют заданию; 1 балл - имеются неточности в ответе; 0 баллов - ответы на вопросы неверные		
3	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие 3	1	10	Контрольное мероприятие содержит одно задание. По окончании выполнения работы студент предоставляет отчет. Отчет по заданию прикрепляется в системе Электронный ЮУрГУ в виде документа формата PDF вместе со всеми необходимыми файлами по работе, запакованными в zip-архив. Максимальная оценка за задание 10 баллов. Баллы могут быть выставлены следующим образом: 1) Своевременность предоставления ответа. В зачет идет время последней попытки в случае повторной отправки ответа в системе Электронный ЮУрГУ. 2 балла - ответ представлен в течении двух недель начиная с даты выдачи задания; 1 балл - ответ представлен по прошествии двух недель после даты выдачи задания не позднее указанной даты в курсе электронного ЮУрГУ; 0 баллов - в случае	дифференцированный зачет

						предоставления ответа позже указанной даты. 2) Правильность выполнения лабораторной работы. 2 балла - все пункты задания выполнены верно; 1 балл - все пункты задания выполнены верно, но имеется недочеты в реализации; 0 баллов - не все пункты задания выполнены или имеются существенные недостатки в реализации. 3) Индивидуальность выполнения задания. 2 балла - работа выполнена индивидуально; 1 балл - работа выполнена в группе из 2х человек; 0 баллов - работа выполнена в группе из 3х и более человек либо работа списана. 4) Полнота предоставления отчета по работе. 2 балл - отчет выполнен в соответствии с требованиями и представлены все необходимые файлы; 1 балл - не все разделы отчета присутствуют или недостает некоторых требуемых файлов в ZIP архиве; 0 баллов - в ответе нет отчета по работе, либо не представлены необходимые файлы. 5) Ответы на вопросы. 2 балла - ответы на вопросы правильные, развернутые и соответствуют заданию; 1 балл - имеются неточности в ответе; 0 баллов - ответы на вопросы неверные	
4	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие 4	1	10	Контрольное мероприятие содержит одно задание. По окончании выполнения работы студент предоставляет отчет. Отчет по заданию прикрепляется в системе Электронный ЮУрГУ в виде документа формата PDF вместе со всеми необходимыми файлами по работе, запакованными в zip-архив. Максимальная оценка за задание 10 баллов. Баллы	дифференцированный зачет

					могут быть выставлены следующим образом: 1) Своевременность предоставления ответа. В зачет идет время последней попытки в случае повторной отправки ответа в системе Электронный ЮУрГУ. 2 балла - ответ представлен в течении двух недель начиная с даты выдачи задания; 1 балл - ответ представлен по прошествии двух недель после даты выдачи задания не позднее указанной даты в курсе электронного ЮУрГУ; 0 баллов - в случае предоставления ответа позже указанной даты. 2) Правильность выполнения лабораторной работы. 2 балла - все пункты задания выполнены верно; 1 балл - все пункты задания выполнены верно, но имеются недочеты в реализации; 0 баллов - не все пункты задания выполнены или имеются существенные недостатки в реализации. 3) Индивидуальность выполнения задания. 2 балла - работа выполнена индивидуально; 1 балл - работа выполнена в группе из 2х человек; 0 баллов - работа выполнена в группе из 3х и более человек либо работа списана. 4) Полнота предоставления отчета по работе. 2 балл - отчет выполнен в соответствии с требованиями и представлены все необходимые файлы; 1 балл - не все разделы отчета присутствуют или недостает некоторых требуемых файлов в ZIP архиве; 0 баллов - в ответе нет отчета по работе, либо не представлены необходимые файлы. 5) Ответы на вопросы. 2 балла - ответы на вопросы правильные, развернутые и соответствуют заданию; 1 балл - имеются неточности в	
--	--	--	--	--	--	--

						ответе; 0 баллов - ответы на вопросы неверные	
5	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие 5	1	10	Контрольное мероприятие содержит одно задание. По окончании выполнения работы студент предоставляет отчет. Отчет по заданию прикрепляется в системе Электронный ЮУрГУ в виде документа формата PDF вместе со всеми необходимыми файлами по работе, запакованными в zip-архив. Максимальная оценка за задание 10 баллов. Баллы могут быть выставлены следующим образом: 1) Своевременность предоставления ответа. В зачет идет время последней попытки в случае повторной отправки ответа в системе Электронный ЮУрГУ. 2 балла - ответ представлен в течении двух недель начиная с даты выдачи задания; 1 балл - ответ представлен по прошествии двух недель после даты выдачи задания не позднее указанной даты в курсе электронного ЮУрГУ; 0 баллов - в случае предоставления ответа позже указанной даты. 2) Правильность выполнения лабораторной работы. 2 балла - все пункты задания выполнены верно; 1 балл - все пункты задания выполнены верно, но имеются недочеты в реализации; 0 баллов - не все пункты задания выполнены или имеются существенные недостатки в реализации. 3) Индивидуальность выполнения задания. 2 балла - работа выполнена индивидуально; 1 балл - работа выполнена в группе из 2х человек; 0 баллов - работа выполнена в группе из 3х и более человек либо работа списана. 4) Полнота предоставления	дифференцированный зачет

					отчета по работе. 2 балл - отчет выполнен в соответствии с требованиями и представлены все необходимые файлы; 1 балл - не все разделы отчета присутствуют или недостает некоторых требуемых файлов в ZIP архиве; 0 баллов - в ответе нет отчета по работе, либо не представлены необходимые файлы. 5) Ответы на вопросы. 2 балла - ответы на вопросы правильные, развернутые и соответствуют заданию; 1 балл - имеются неточности в ответе; 0 баллов - ответы на вопросы неверные		
6	5	Текущий контроль	Контрольное мероприятие 6	1	10	Контрольное мероприятие содержит одно задание. По окончании выполнения работы студент предоставляет отчет. Отчет по заданию прикрепляется в системе Электронный ЮУрГУ в виде документа формата PDF вместе со всеми необходимыми файлами по работе, запакованными в zip-архив. Максимальная оценка за задание 10 баллов. Баллы могут быть выставлены следующим образом: 1) Своевременность предоставления ответа. В зачет идет время последней попытки в случае повторной отправки ответа в системе Электронный ЮУрГУ. 2 балла - ответ представлен в течении двух недель начиная с даты выдачи задания; 1 балл - ответ представлен по прошествии двух недель после даты выдачи задания не позднее указанной даты в курсе электронного ЮУрГУ; 0 баллов - в случае предоставления ответа позже указанной даты. 2) Правильность выполнения лабораторной работы. 2 балла - все пункты задания	дифференцированный зачет

					выполнены верно; 1 балл - все пункты задания выполнены верно, но имеется недочеты в реализации; 0 баллов - не все пункты задания выполнены или имеются существенные недостатки в реализации. 3) Индивидуальность выполнения задания. 2 балла - работа выполнена индивидуально; 1 балл - работа выполнена в группе из 2х человек; 0 баллов - работа выполнена в группе из 3х и более человек либо работа списана. 4) Полнота предоставления отчета по работе. 2 балл - отчет выполнен в соответствии с требованиями и представлены все необходимые файлы; 1 балл - не все разделы отчета присутствуют или недостает некоторых требуемых файлов в ZIP архиве; 0 баллов - в ответе нет отчета по работе, либо не представлены необходимые файлы. 5) Ответы на вопросы. 2 балла - ответы на вопросы правильные, развернутые и соответствуют заданию; 1 балл - имеются неточности в ответе; 0 баллов - ответы на вопросы неверные	
7	5	Промежуточная аттестация	Опрос	-	5 Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время дифференциального зачета. В случае если количества баллов, полученных по 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	дифференцированный зачет

					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
ПК-4	Знает: принципы построения систем компьютерного зрения, методы и технологии искусственного интеллекта для анализа изображений и видео	+	+	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: использовать технологии искусственного интеллекта для анализа изображений и видео			+		+	+	+

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. Документация по OpenCV: официальный сайт. – Америка. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://docs.opencv.org> (дата обращения: 03.06.2023).

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Документация по OpenCV: официальный сайт. – Америка. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://docs.opencv.org> (дата обращения: 03.06.2023).

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная 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
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	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
4	Дополнительная 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
5	Дополнительная литература	eLIBRARY.RU	Сурин, В. А. Об обработке зашумленных контрастных изображений / В. А. Сурин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика. — 2021. — Т. 13, № 1. — С. 14-21. https://elibrary.ru/item.asp?id=44649566
6	Дополнительная литература	eLIBRARY.RU	Маштаков, А. П. Программный комплекс обработки изображений на основе модели зрения человека / А. П. Маштаков, К. А. Путинцева // Программные системы: теория и приложения. — 2019. — Т. 10, № 4(43). — С. 111-139. https://elibrary.ru/item.asp?id=42212990
7	Дополнительная литература	eLIBRARY.RU	Сурин, В. А. Модель нелинейного фильтра для цифровой обработки контрастных изображений / В. А. Сурин, А. Н. Тырсин // Автометрия. — 2018. — Т. 54, № 2. — С. 54-62. https://elibrary.ru/item.asp?id=32794878

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Blender(бессрочно)
2. -Python(бессрочно)
3. -Deductor Academic(01.09.2023)

4. 3В Севрис-SimInTech Standart Configuration(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
Лекции	340 (3б)	Проектор, компьютерный класс
Лабораторные занятия	340 (3б)	Проектор, компьютерный класс, Платформа обработки данных на основе искусственного интеллекта " https://aiplatform.ru/ ", ML Space: российская платформа для ML-разработки полного цикла " https://sbercloud.ru/ru/aicloud/mlspace ".