МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации производственных процессов

Кафедра интеллектуальных систем и информационной безопасности

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебной работе
_____Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерное зрение
(наименование дисциплины)

09.04.01 Информатика и вычислительная техника
(код, наименование специальности)

Искусственный интеллект и цифровые двойники предприятий
(наименование образовательной программы)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины «Компьютерное зрение» является изучение основных теоретических знаний, практических навыков в области методов и принципов построения и алгоритмов функционирования компьютерного зрения и ознакомление их с особенностями применения компьютерного зрения в профессиональной деятельности.

Задачи изучения дисциплины:

– освоение теоретической базы: концепции цифровых изображений, обработки цветовой информации, а также принципов извлечения и анализа данных о структуре и содержании изображений;

– изучение алгоритмов и методов компьютерного зрения, включая распознавание объектов, детекцию паттернов, сегментацию изображений и оценку движения; применение знаний и навыков в решении реальных задач.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональной компетенции (ОПК-5) компетенции выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в обязательную часть БЛОКА 1 «Дисциплины (модули)» подготовки студентов по специальности 09.04.01 Информатика и вычислительная техника («Искусственный интеллект и цифровые двойники предприятий»).

Дисциплина реализуется кафедрой интеллектуальных систем и информационной безопасности. Основывается на базе дисциплины: «Анализ больших данных», изученной обучающимися при прохождении подготовки по программе магистратуры (специалитета).

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Глубокие нейросети и машинное обучение», «Интеллектуальные технологии в промышленности».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения общепрофессиональных задач деятельности, связанных с научно-исследовательской работой.

Курс является фундаментом для ориентации студентов в сфере научных исследований.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 ч.), лабораторные (36 ч.) занятия и самостоятельная работа студента (90 ч.).

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Компьютерное зрение» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем	ОПК-5	ОПК-5.1. Разрабатывает современное программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем, в том числе используемые для реализации систем искусственного интеллекта

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		2
Аудиторная работа, в том числе:	54	54
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	90	90
Подготовка к лекциям	4	4
Подготовка к лабораторным работам	18	18
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	-	-
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	10	10
Домашнее задание	-	-
Подготовка к контрольным работам	-	-
Подготовка к коллоквиуму	-	-
Аналитический информационный поиск	18	18
Работа в библиотеке	18	18
Подготовка к экзамену	22	22
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 4 темы:

– тема 1 (Введение в компьютерное зрение);

– тема 2 (Базовые операции над изображением);

– тема 3 (Методы распознавания образов и машинное обучение);

– тема 4 (Современные алгоритмические и аппаратные средства компьютерного зрения).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной формы приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	*Введение в компьютерное зрение*	Основные понятия компьютерной обработки изображений. Методы обработки сигналов и типовые задачи. Цветовые системы и модели (HSV, RGB, CMYK); Предварительная обработка изображения. Улучшение качества изображений. Модели шумов. Локальная фильтрация изображений. Сглаживание с сохранением границ.	4	–	–	Обработка изображений классическими алгоритмами с использованием библиотек компьютерного зрения	6
				–	–	Чтение QR-кодов	6
2	*Базовые операции над изображением*	Сегментация изображения и выделение границ. Геометрические методы. Линейные решающие функции. Анализ областей после сегментации. Преобразование расстояний. Преобразование Хафа. Системы цветовых координат RGB, CMY, CMYK, HSI.	4	–	–	Установка пакета. Создание и обучение простой полносвязной нейронной сети прямого распространения	6
				–	–	Исследование полносвязной нейронной сети для классификации изображений цифр БД MNIST	6

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8
3	*Методы распознавания образов и машинное обучение*	Теория и методы распознавания образов. Общая структура системы распознавания и этапы в процессе ее разработки. Алгоритмы распознавания, ошибки 1-го и 2-го рода. Задача распознавания (обучение с учителем), задача автоматической классификации (таксономия, кластерный анализ, самообучение). Геометрические методы.	6	–	–	Исследование сверточной нейронной сети для классификации полноцветных изображений из БД CIFAR-10	6
4	*Современные алгоритмические и аппаратные средства компьютерного зрения*	Обработка глубинных изображений Обработка глубинных изображений. Модель камеры Сереорекострукция. Дальностные камеры. Определение положение человека по дальностному изображению. Глубинные нейросетевые алгоритмы Глубинные модели НС. GPU.	4	–	–	Стилизация собственного изображения с использованием сверточной нейронной сети VGG-19	6
Всего аудиторных часов			18	-		36	

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-5	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- реферат (индивидуальное задание) – 20 баллов;

– лабораторные работы – всего 80 баллов.

Экзаменационная оценка проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине «Компьютерное зрение» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время сессии студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.5), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

Домашние задания не предусмотрены.

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

1) Гистограммы: уравнивание и др. Использование гистограммных статистик для улучшения изображения. Линейная и нелинейная коррекции яркости.

2) Пространственная фильтрация. Сглаживающие пространственные фильтры. Пространственные фильтры повышения резкости. Использование производных первого порядка для (нелинейного) повышения резкости изображений: градиент

3) Фильтрация в частотной области. Частотные фильтры сглаживания изображения. Повышения резкости изображений частотными фильтрами. Фильтры Баттерворта. Гауссовы фильтры.

4) Восстановление изображений. Типы шума, Шум и гистограммы. Оценка шума. Подавление шума. Фильтрация Винера (Фильтрация методом минимизации среднего квадрата отклонения). Среднегеометрический фильтр

5) Выравнивание освещенности – алгоритм Retinex.

6) Реконструкция изображения по проекциям. Принципы компьютерной томографии. Проекции и преобразование Радона.

7) Обработка цветных изображений. Сглаживание и повышение резкости. Сегментация изображения, основанная на цвете. Сегментация изображения, основанная на цвете HSI, RGB. О краях и регионах

8) Пирамиды изображений. Субполосное кодирование. Преобразование Хаара

9) Морфологическая обработка изображений. Основные морфологические алгоритмы. Выделение границ. Заполнение дырок. Выделение связных компонент и др.

10) Сегментация изображений. Обнаружение точек, линий, перепадов и контуров. Связывание контуров и нахождение границ. Функция Canny. Обобщенное преобразование Хафа и его применение для поиска объектов.

11) Пороговая обработка. Обработка с глобальным порогом, с несколькими порогами, с переменным порогом.

12) Сегментация на отдельные области. Сегментация по морфологическим водоразделам. Использование движения при сегментации

13) Современные алгоритмы сегментации, метод QuickShift.

14) Использование МСП для сегментации изображении, алгоритмы

TextonBoost, Semantic Texton Forests.

15) Алгоритмы сегментации, основанные на разрезах графов (Intelligent scissors, Normalized cuts, Interactive segmentation by graph cuts).

16) Распознавание объектов.

17) Нейронные сети. Модели свёрточной нейронной сети для классификации изображения. Модель Inception v-3

18) Стереокамеры. Стереогеометрия.

19) Задача сопоставление изображений. Понятие точечной особенности. Детекторы углов Харриса, LOG, DOG, Harris-Laplacian.

20) Детекторы областей (IBR, MSER).

21) Детектирование оставленных предметов.

22) Движение изображения. Анализ частичного и полного оптического потока между кадрами изображения. Функция calcOpticalFlowPyrLK и применение.

23) Отслеживание.

24) Склейка видеоизображений, алгоритм Пуассона.

25) Методы цифрового представления изображений.

26) Типичные задачи обработки изображений.

27) Современные тенденции в решении задач компьютерного зрения и подходы к их решению.

28) Привести примеры проблем компьютерного зрения, когда нейронные сети имеют преимущества перед классическими методами, чтобы обосновать ответ.

29) Какие типы нейронных сетей в настоящее время популярны в системах компьютерного зрения, какие задачи они решают?

30) Классификация систем компьютерного зрения, области их применения.

31) Методы решения задач компьютерного зрения.

32) Особенности операции свертки.

33) Цель использования операции свертки.

34) Что такое машинное обучение?

35) Различия между методами машинного обучения и другими статистическими методами.

36) Различия между нейронными сетями и глубокими нейронными сетями.

37) Преимущества использования глубоких нейронных сетей в приложениях компьютерного зрения.

38) Типы нейронных сетей для решения задач компьютерного зрения.

39) Особенности сверточных нейронных сетей среди других подходов к решению задач компьютерного зрения.

40) Объясните цель использования мини-пакетов при градиентном спуске.

41) Объясните, какие проблемы возникают при обычном градиентном спуске, почему необходимы более сложные методы, такие как адаптивные и методы второго порядка.

42) Объясните, как работает обратное распространение ошибки для многослойного персептрона с одним выходом.

43) Назовите и прокомментируйте проблему переобучения/недостаточного обучения нейронных сетей, как уменьшить вероятность переобучения.

44) Объясните, как особенности подготовки данных влияют на условность сформированной выборки, зачем нужны обучающие, тестовые и проверочные выборки.

45) Как вы думаете, зачем нам нужны разные варианты инициализации весов нейронных сетей, как, по вашему мнению, предварительная подготовка нейронных сетей влияет на результат обучения, можно ли переобучить обученные нейронные сети и как.

46) Что приводит к отсутствию функции активации (линейной активации) в скрытых слоях нейронной сети.

47) Назовите основные типы функций активации.

48) Как вы думаете, почему функция ReLU часто используется на внутренних уровнях сети, зачем вам нужны остальные функции активации.

49) Как, по вашему мнению, методы отсева помогают в регуляризации обучения нейронной сети, объясняют работу отсева.

50) Как вы думаете, почему методы нормализации (включая нормализацию бутча) приобрели широкую популярность, каковы их преимущества и недостатки?

51) Назовите методы регуляризации в нейронных сетях и цель их использования.

52) Как вы думаете, каковы преимущества и недостатки сверточных сетей по сравнению с такими сетями, как полностью подключенные.

53) Преимущества использования глубоких сверточных нейронных сетей в приложениях компьютерного зрения.

54) Объясните архитектуру LeNet и цель использования каждого типа сетевого уровня.

55) Почему вы считаете необходимым заменить простую операцию свертки более совершенными аналогами, приведите примеры.

56) Назовите основные типы сверточных слоев в нейронных сетях и их приложения.

57) Как вы думаете, зачем вам нужна свертка 1x1 (точечная свертка), какие типы сверток с использованием свертки 1x1 вы можете принести.

58) Как вы думаете, зачем нужна глубокая свертка, назовите несколько типов архитектур сверточных нейронных сетей, где она используется.

59) Приведите примеры современных сверточных сетевых архитектур и расскажите о них, какова их тенденция.

60) Как вы думаете, что позволяет перейти от задачи классификации к задаче сегментации, как это реализовано на практике, приведите примеры.

61) Дать варианты сверток в декодерах сегментационных нейронных сетей.

62) Кратко объясните особенности билинейной интерполяции,

обратной свертки, свертки с повышенным разрешением, расскажите, где используются эти операции.

63) Кратко объясните особенности сетей локализации объектов на изображениях.

64) Кратко объясните особенности работы сетей многоступенчатого (регионального) подхода к обнаружению и выделению объектов на изображениях.

65) Кратко объясните особенности работы сетей одноэтапных подходов к обнаружению и выделению объектов на изображениях.

66) Кратко объясните, какие задачи можно решить с помощью сетей для обнаружения и выделения объектов на изображениях.

67) Кратко опишите задачи сегментации экземпляров и паноптической сегментации.

68) В чем заключаются различия между генеративным подходом и традиционным дискриминантным подходом, которые вы можете назвать, и какие принципы генеративных сетей используются сегодня.

69) Как вы думаете, почему именно генеративно-состязательные сети (GANS) получили широкое распространение, каковы их особенности и отличия от других типов генеративных сетей.

70) К какому виду обучения, по вашему мнению, относятся сети автоматического кодирования? Приведите примеры решения задач с использованием сетей автокодирования, чем сеть автокодирования отличается от тривиального ретранслятора.

71) Назовите основные тенденции в развитии методов глубокого обучения нейронных сетей в приложениях компьютерного зрения.

72) Назовите особенности трансформаторных сетей по сравнению со сверточными

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Введение в компьютерное зрение

1) Что можно реализовать с помощью линейной фильтрации?

2) Для чего можно использовать интегральное изображение?

3) Чему соответствуют границы объектов на изображении?

4) Для чего нужна аппроксимация контура объекта?

5) Для чего используется фильтр Собеля?

6) Какие задачи компьютерного зрения относятся к задачам видеонаблюдения?

Тема 2 Базовые операции над изображением

1) Чему соответствует В цветовом пространстве HSV H-канал?

2) Какие существуют системы цветовых координат ?

3) Какие существуют морфологические операторы?

4) Перечислите методы фильтрация изображений?

5) Что такое преобразование Хафа?

6) Приведите методы сегментация изображений.

Тема 3 Методы распознавания образов и машинное обучение

1) Назовите основное назначение операции выравнивания гистограммы.

2) Назовите назначение применение оператора дилатации.

3) Для какой задачи применяется морфологический градиент?

4) Какая функция библиотеки OpenCV позволяет вычислить эрозию исходного изображения?

5) Какая функция библиотеки OpenCV позволяет вычислить дилатацию исходного изображения?

6) Какая функция библиотеки OpenCV позволяет построить ребра на изображении?

7) В чем заключается машинное обучение?

Тема 4 Современные алгоритмические и аппаратные средства компьютерного зрения

1) В чем заключается отличие глубоких нейронных сетей от остальных?

2) Приведите модель камеры сереорекострукции.

3) Приведите глубинные модели НС.

4) Приведите характеристики современных GPU?

5) Почему современные GPU подходят для работы с ИНС?

6.5 Вопросы для подготовки к экзамену

1) Укажите задачи компьютерного зрения.
2) Дайте определение понятию пространственная реконструкция.
3) Какие факторы помогают и мешают при распознавании изображения?
4) Дайте определение цифровому и аналоговому изображению.
5) Какие типы цифровых изображений существуют?
6) Дайте определение дискретизации изображений.
7) Укажите 5 систем координат.
8) Какие существуют модификации пикселей в малых окрестностях?
9) Что такое глобальное улучшение качества изображения?
10) Что такое комбинация нескольких изображений?
11) Что такое вычисление характерных признаков изображения?
12) Что такое пиксели и окрестности пикселей и маски?
13) Приведите методы подсчёта объектов на изображении и морфология.
14) Какое назначение и отличие пакетов NumPy и SciPy?
15) Как производится преобразование уровня яркости?
16) Что такое гистограмма и выравнивание гистограммы?
17) Опишите метод главных компонент изображений.
18) Поясните назначение и принцип работы фильтров (Гаусса, Собеля, Прюита).
19) Каково цифровое представление изображений, и как связаны с этим пиксели?
20) Какие цветовые модели вы знаете, и для каких задач они могут

использоваться?

21) Что такое фильтры обработки изображений и какие основные типы фильтров существуют?

22) Какие методы используются для улучшения качества изображений и подавления шума?

23) Что такое преобразование Хафа, и как оно применяется для детекции прямых и окружностей на изображениях?

24) Какие операции могут быть выполнены с помощью морфологической обработки бинарных изображений?

25) Какие методы применяются для сегментации изображений? Приведите примеры.

26) Какие методы используются для выделения контуров и границ объектов на изображении?

27) Какие существуют преимущества и недостатки использования глубокого обучения в обработке изображений (Компьютерное зрение)?

28) Какие существуют преимущества и недостатки альтернативного подхода к использованию глубокого обучения в обработке изображений (Компьютерное зрение)?

29) Какие существуют преимущества использования сверточной нейронной сети (CNN) в обработке и анализе изображений (Компьютерное зрение)?

30) Какова структура сверточной нейронной сети (значение экстрактора признаков (магистрали) и типы головных слоев)?

31) Каково значение рецептивного поля в CNN?

32) Объясните, как работает слой 2d-свертки (Несколько каналов с несколькими ядрами)

33) Какое значение имеет расширения операции 2d-свертки (заполнение, шаг, скорость набора)?

34) Объясните типы свертки и их цели: обычная (квадратная) свертка, каскадная свертка, сгруппированная свертка, пространственно разделяемая свертка, точечная свертка, глубокая свертка (и глубокая разделяемая свертка), свертка с перемешиванием пикселей (высокое разрешение), транспонированная свертка.

35) Какое значение имеют операции локального объединения в CNN (например, максимальное объединение)?

36) Приведите типы локальных операций объединения и их цели: максимальное объединение, среднее объединение.

37) Какие преимущества глобального среднего объединения в CNN по сравнению с операцией выравнивания?

38) Какие существуют типы слоев с повышающей дискретизацией?

39) В чем значение функции активации в нейронных сетях?

40) Почему мы используем Сигмоид и Softmax в последних слоях для задач классификации (Преимущества и недостатки функции активации Сигмоиды)?

41) Какие преимущества отраженного линейного блока (ReLU) в скрытых слоях CNN?

42) Назовите типы ReLU: ReLU6, дырявый ReLU, параметрический ReLU, ELU, SELU, GELU, Swish, Mish и как вы думаете, зачем они все нужны (недостатки обычного ReLU).

43) Какое значение имеет инициализации весов?

44) Какая разница между бинарной классификацией, классификацией по нескольким классам и классификацией по нескольким меткам?

45) Какие существуют типы функции потерь для классификации: двоичная перекрестная энтропия, однократная категориальная перекрестная энтропия, разреженная категориальная перекрестная энтропия, отличия и случаи дисбаланса?

46) Какие причины использования перекрестной энтропии с логитами (двоичная перекрестная энтропия с логитами и категориальная перекрестная энтропия с логитами)?

47) Какие существуют типы регрессионных потерь: L2, L1, L1smooth (потеря Хубера)?

48) В чем специфика функции потерь при семантической сегментации?

49) В чем заключается метод регуляризации нейронной сети: L2, увеличение данных, 2d Отсев (пространственный отсев) и Пакетная нормализация?

50) В чем преимущества и недостатки пакетной нормализации и почему иногда нам нужно использовать норму слоя или групповую норму?

51) В чем состоит значение перекрестной проверки?

52) Какое имеет значение выбора и планирования скорости обучения?

53) Объясните типы стохастического градиентного спуска (SGD): SGD с импульсом (Нестеров), RMS prop, ADAM - почему их нужно использовать.

54) Какие основные тенденции в современном состоянии архитектур CNN?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Дэвис Р. Компьютерное зрение. Современные методы и перспективы развития / пер. с англ. В. С. Яценкова / Р. Дэвис, М. Терк. - Москва : ДМК Пресс, 2022. - 690 с. - ISBN 978-5-93700-148-1. - URL: https://ibooks.ru/bookshelf/392366/reading (Дата обращения 26.08.2024). - Текст: электронный.

2. Richard Szeliski, Computer Vision Algorithms and Applications Second Edition. – Springer, 2022. – 937p. - URL: https://szeliski.org/Book (Дата обращения 20.08.2024).

3. Прохоренок, Н.А. OpenCV и Java. Обработка изображений и компьютерное зрение / Н.А. Прохоренок. — СПб.: БХВ-Петербург, 2018. — 320 с.: ил. URL: https://avmim.com/wp-content/uploads/2019/05/OpenCV_i_Java_Obrabotka_izobrazheniy_i_kompyuternoe_zrenie_2018.pdf (Дата обращения 26.08.2024).

Дополнительная литература

1. Потапов А.С. Системы компьютерного зрения. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 161 с. URL: https://books.ifmo.ru/file/pdf/2110.pdf (Дата обращения 20.08.2024).

2. Шапиро Л. Компьютерное зрение [Электронный ресурс] / Л. Шапиро, Дж. Стокман ; пер. с англ. 2-е изд. (эл.). М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 752 с. : ил. (Лучший зарубежный учебник). URL: https://github.com/MaximovaIrina/picture_processing (Дата обращения 26.08.2024).

Учебно-методические материалы и пособия

1. Шустова, Е.П. Введение в анализ изображений на Python. Практикум. Электронный образовательный ресурс / Е.П.Шустова. – Казань: Казан. ун-т, 2020.–88с. URL: https://kpfu.ru/staff_files/F_733916448/EOR_Vveden_v_AI.pdf. (Дата обращения 26.08.2024).

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт.— Алчевск. — URL: library.dstu.education.— Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова: официальный сайт. — Белгород. — URL: http://ntb.bstu.ru/jirbis2/.— Текст : электронный.

3. Консультант студента: электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x.— Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система.— URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.— Текст : электронный.

5. Сайт кафедры ИСИБ http://scs.dstu.education .

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 9.

Таблица 9 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: *Мультимедийная аудитория. (60 посадочных мест)*, оборудованная специализированной (учебной) мебелью (скамья учебная –20 шт., стол– 1 шт., доска аудиторная– 1 шт.), учебное ПК (монитор + системный блок), мультимедийная стойка с оборудованием – 1 шт., широкоформатный экран. Аудитории для проведения лекций:	ауд. *207* корп. *4*
Компьютерные классы (22 посадочных места), оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС: ПК– 12 шт.; Доска – 1 шт.	ауд. *211* корп. *4*

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Разработал

старший преподаватель кафедры интеллектуальных систем и информационной безопасности — _____ А.С. Закутный
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

_____ _____ _____
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой интеллектуальных систем и информационной безопасности — _____ Е.Е. Бизянов
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол № __1__ заседания кафедры интеллектуальных систем и информационной безопасности от _____27.08.2024_ г.

И.о. декана факультета информационных технологий и автоматизации производственных процессов — _____ В.В. Дьячкова
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической комиссии по направлению 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» (искусственный интеллект и цифровые двойники предприятий) — _____ Е.Е. Бизянов
(подпись) (Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра — _____ О.А. Коваленко
(подпись) (Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	