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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор
_____ Хагуров Т.А.
подпись
«02» июня 2026

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.17 «Технологии компьютерного зрения»

Направление подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Направленность (профиль) Искусственный интеллект и аналитика данных

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2026

Рабочая программа дисциплины «Технологии компьютерного зрения» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем.

Программу составил(и):
А.С.Жук, доцент КВТ, рук напр ООО «Атлас консалтинг» _____
И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание подпись

Рабочая программа дисциплины «Технологии компьютерного зрения» утверждена на заседании центра ИИ протокол №4 от 14.05.26
Руководитель центра ИИ Коваленко А.В.
_____
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол №3 от 15.05.2026
Председатель УМК факультета
Н. Ю. Добровольская
_____
подпись

Рецензенты:

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

e-mail: mostovoy@portal-yug.ru

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

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Обеспечить системное изучение фундаментальных основ компьютерного зрения, подкрепленное интенсивной практикой на современном инструментарии, и создает прочную базу для дальнейшего изучения области, включая машинное обучение.

1.2 Задачи дисциплины

1. Сформировать понимание изображения как математической модели и данных.
2. Научить решать базовые задачи КЗ: фильтрация, сегментация, детекция, трекинг, калибровка.
3. Развить навыки реализации алгоритмов КЗ на C++ с использованием OpenCV.
4. Дать представление о физике формирования изображения и характеристиках камер.
5. Подготовить базу для курсов по машинному обучению и глубокому обучению в КЗ.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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

Дисциплина использует знания и умения студентов, полученные в рамках изучения дисциплин: Программирование, Алгоритмы и структуры данных, Алгебра и аналитическая геометрия, Математический анализ, Алгебра и введение в тензорный анализ.

Результаты освоения дисциплины будут использоваться при прохождении следующих дисциплин/практик: Математические модели нейронных сетей, Нейросетевые технологии, Глубокое обучение.

1.4 Профессиональные роли в структуре образовательной программы

Роль 1: Data Engineer (Инженер по данным)
Задачи:

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

Роль 2: ML Engineer (Инженер МО)
Задачи:

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

Роль 3: MLOps (Специалист по эксплуатации ИИ)
Задачи:

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

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

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
DL-3 Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии компьютерного зрения	
DL-3.1 Применяет (проводя выбор и эксперименты) известные алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, предобученные глубокие нейросетевые модели для прикладных задач анализа изображений и видеопотока, при необходимости дообучая и валидируя на собственных наборах данных.	Использует готовые модели из библиотеки OpenCV и популярных фреймворков (TensorFlow Hub, TorchVision) Использует базовые функции библиотек OpenCV и PIL для обработки.
DL-3.2 Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с компьютерным зрением (системы видеоаналитики, поисковые системы по изображениям и т.д.)	Понимает принципы представления изображений и кодирования цвета; применяет фильтрацию изображений, включая частотную; владеет аппаратом математической морфологии. Понимает базовые задачи анализа изображений - классификация, детекция, сегментация. применяет преобразование Хафа и RANSAC; применяет алгоритмы детекции характеристических точек (детектор Харриса, детектор Фестнера, SUSAN, блобы, DoG); применяет дескрипторы изображений, например, SIFT.
DL-3.3 Имплементирует известные алгоритмы, архитектуры и модели компьютерного зрения на реальных данных, строит пайплайны обучения моделей и развертывания сервисов компьютерного зрения в продуктивной среде	Использует готовые реализации из библиотек Умеет оценивать качество по стандартным метрикам (точность, mAP, IoU).
PL-4 Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ	
PL-3.1 Разрабатывает и отлаживает эффективные многопоточные решения на C++, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений	Знает основы синтаксиса языка. Знает общие принципы параллельных вычислений и понимает проблемы, возникающие при распараллеливании алгоритмов.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)					
		2					
Контактная работа, в том числе:	**72,3**	**72,3**					
Аудиторные занятия (всего):	**68**	**68**					
Занятия лекционного типа	**34**	34					
Лабораторные занятия	**34**	34					
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)							
Иная контактная работа:	**4,3**	**4,3**					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	**4**	4					
Промежуточная аттестация (ИКР)	**0,3**	0,3					

Самостоятельная работа, в том числе:		**36**	**36**					
Курсовая работа								
Проработка учебного (теоретического) материала		**6**	6					
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		**30**	30					
Реферат								
Подготовка к текущему контролю								
Контроль:		**35,7**	**35,7**					
Подготовка к экзамену		**35,7**	**35,7**					
Общая трудоемкость	**час.**	**144**	**144**					
	в том числе контактная работа	**72,3**	**72,3**					
	зач. ед	**4**	**4**					

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основы OpenCV и цветовые пространства	18	6		6	6
2.	Фильтрация и морфология	18	6		6	6
3.	Поиск и анализ контуров	12	4		4	4
4.	Пространственные преобразования	12	4		4	4
5.	Детекция объектов и сопоставление	6	2		2	2
6.	Детекция движения и фон	6	2		2	2
7.	Трекинг объектов	6	2		2	2
8.	Калибровка камеры и устранение искажений	24	8		8	8
ИТОГО по разделам дисциплины		**104**	**34**		**34**	**36**
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3				
Подготовка к текущему контролю		35,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		**144**				

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

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение в КЗ. Физика света и формирования изображения.	Постановка задач КЗ. Модель формирования изображения: свет, объектив, сенсор.	Т
2.	Камеры. Цветовые модели	Типы камер (веб, промышленные, TOF, стерео), ключевые характеристики	Т, ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		(разрешение, частота кадров, шум, динамический диапазон, интерфейсы). Цветовые модели (RGB, HSV, Grayscale)	
3.	Представление изображений. Основы OpenCV	Изображение как матрица/функция I(x,y). Пиксель, канал, глубина цвета. Структура cv::Mat. Базовые операции: загрузка, сохранение, отображение, доступ к пикселям, рисование примитивов. Пространственные преобразования (сдвиг, масштаб).	Т, ЛР
4.	Линейные пространственные фильтры. Свертка	Математическая основа фильтрации: свертка, ядро. Фильтры размытия (гауссовский, усредняющий), повышения резкости (лапласиан, unsharp masking). Реализация в OpenCV (filter2D, GaussianBlur). Эффекты от размера ядра.	Т, ЛР
5.	Неравномерность освещения. Гистограммы. Морфология: базовые операции.	Коррекция освещения. Гистограмма изображения, нормализация, эквализация (equalizeHist). Бинаризация: глобальные и адаптивные методы (Оцу). Морфология: эрозия, дилатация, базовые применения (erode, dilate).	Т, ЛР
6.	Морфология: составные операции. Градиенты. Канни.	Составные операции: открытие, закрытие, топ-шат, блэк-хат, их применение для фильтрации шума, выделения объектов. Градиентные операторы (Собеля, Щарра): вычисление производных, границ. Детектор границ Канни: алгоритм и реализация (Canny).	Т, ЛР
7.	Пространственные нелинейные фильтры.	Медианный фильтр: подавление импульсного шума. Фильтры на основе порядковых статистик (min, max). Билатеральный фильтр: сохранение границ при сглаживании (medianBlur, bilateralFilter).	ЛР
8.	Геометрические преобразования. Аффинные.	Матрицы аффинных преобразований (сдвиг, масштаб, поворот, сдвиг). Гомогенные координаты. Интерполяция пикселей (ближайший сосед, билинейная). Реализация в OpenCV (warpAffine, getRotationMatrix2D).	ЛР
9	Проективные преобразования. Гомография.	Проективная геометрия. Матрица гомографии (3x3). Применение: коррекция перспективы, "выпрямление" объекта. Вычисление гомографии по точкам (findHomography, warpPerspective).	ЛР
10	Поиск контуров. Анализ контуров.	Алгоритмы поиска контуров (Suzuki-Abe). Представление контуров (цепной	ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		код Фримена, аппроксимация). Моменты контуров. Характеристики контуров: площадь, периметр, центр масс, ограничивающие прямоугольники (findContours, contourArea, boundingRect) Поиск геометрических примитивов..	
11	Детекция объектов по шаблону. Сопоставление особенностей (Feature Matching).	Детекция по цвету/форме. Метод скользящего окна. Детекторы и дескрипторы особенностей (SIFT/SURF/ORB - обзор концепции). Сопоставление дескрипторов (Brute-Force, FLANN) (matchTemplate, ORB::detectAndCompute, BFMatcher).	ЛР
12	Детекция движения. Фон.	Задачи: детекция движения, выделение переднего плана. Вычитание фона: простое, скользящее среднее. Алгоритм Гауссовой смеси (MOG2) - концепция и применение (BackgroundSubtractorMOG2). Анализ связных компонент движущихся объектов.	ЛР
13	Трекинг объектов	Задачи трекинга: ассоциация объектов между кадрами. Простые методы: по ближайшему соседу, по пересечению областей (IOU). Алгоритм Калмана - введение и применение для предсказания положения (KalmanFilter).	ЛР
14	Калибровка камеры. Внутренние параметры.	Искажения объектива (радиальные, тангенциальные). Модель камеры-обскуры с искажениями. Калибровка по шахматной доске: алгоритм Чжанга, получение матрицы камеры и коэффициентов искажений (calibrateCamera, findChessboardCorners, undistort).	Т
15	Стереозрение. Глубина	Эпиполярная геометрия: базовая линия, эпиполярные линии. Ректификация изображений. Карта смещения (disparity map). Вычисление глубины. Базовые алгоритмы блочного сопоставления (StereoBM, StereoSGBM). Применение TOF-камер (демо).	ЛР
16	Панорамная склейка.	Принципы панорамной склейки: поиск соответствий, вычисление гомографии, блендинг (Stitcher).	Т
17	Автофокус. Заключение.	Принципы автофокуса (контрастный, фазовый). Программное управление фокусом (демо на камерах с поддержкой). Обзор современных задач	

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		КЗ и связь с ML/DL.	

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

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены

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

2.3.3 Лабораторные занятия

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

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основы OpenCV и цветовые пространства	Загрузка/отображение изображения и видео с камеры. Преобразование между RGB, Grayscale, HSV. Выделение объектов по цвету в HSV. Построение гистограмм.	Т, ЛР
2.	Фильтрация и морфология	Добавление шумов (гауссов, соль-перец). Применение линейных фильтров (сглаживание, повышение резкости). Бинаризация (Оцу). Подавление шума морфологией (открытие/закрытие).	Т, ЛР
3.	Поиск и анализ контуров	Детекция границ Канни. Поиск и отрисовка контуров. Вычисление характеристик контуров (площадь, центр). Фильтрация контуров по размеру/форме. Поиск геометрических примитивов.	Т, ЛР
4.	Пространственные преобразования	Реализация аффинных преобразований (поворот, масштаб) с билинейной интерполяцией. Коррекция перспективы (используя заранее заданные точки). Вычисление и применение гомографии для "выпрямления" объекта.	Т, ЛР
5.	Детекция объектов и сопоставление	Детекция объектов по шаблону (matchTemplate). Детекция и	Т, ЛР

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		сопоставление особенностей (ORB) между двумя изображениями. Фильтрация ложных соответствий (ratio test, RANSAC).	
6.	Детекция движения и фон	Реализация простого вычитания фона. Использование BackgroundSubtractorMOG2 для выделения переднего плана. Поиск связных компонент (контуров) движущихся объектов. Оценка скорости/направления.	ЛР
7.	Трекинг объектов	Реализация трекинга по ближайшему соседу (центроиды). Реализация трекинга по пересечению областей (IOU tracker). Интеграция простого фильтра Калмана для сглаживания траектории.	ЛР
8.	Калибровка камеры и устранение искажений.	Съемка набора изображений шахматной доски. Автоматическое обнаружение углов. Калибровка камеры (получение camera matrix, distortion coefficients). Применение параметров для устранения искажений на тестовых изображениях. Оценка ошибки репроекции.	ЛР

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

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:
– в печатной форме увеличенным шрифтом,
– в форме электронного документа,
– в форме аудиофайла,
– в печатной форме на языке Брайля.
Для лиц с нарушениями слуха:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа,
– в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

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

При обучении используются следующие образовательные технологии:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

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

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

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

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

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Основы OpenCV и цветовые пространства	DL-3.1, DL-3.2, DL-3.3 PL-4.1	*Защита ИЗ1*	*Вопросы к экзамену*
2	Фильтрация и морфология	DL-3.1, DL-3.2,	*Защита ИЗ2*	*Вопросы к экзамену*

		DL-3.3 PL-4.1		
3	Поиск и анализ контуров	DL-3.1, DL-3.2, DL-3.3 PL-4.1	*Защита ИЗ3*	*Вопросы к экзамен*
4	Пространственные преобразования	DL-3.1, DL-3.2, DL-3.3 PL-4.1	*Защита ИЗ4*	*Вопросы к экзамену*
5	Детекция объектов и сопоставление	DL-3.1, DL-3.2, DL-3.3 PL-4.1	*Защита ИЗ5*	*Вопросы к экзамену*
6	Детекция движения и фон	DL-3.1, DL-3.2, DL-3.3 PL-4.1	*Защита ИЗ6*	*Вопросы к экзамену*
7	Трекинг объектов	DL-3.1, DL-3.2, DL-3.3 PL-4.1	*Защита ИЗ7*	*Вопросы к экзамену*
8	Калибровка камеры и устранение искажений	DL-3.1, DL-3.2, DL-3.3 PL-4.1	*Защита ИЗ8*	*Вопросы к экзамену*

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

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

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
DL-3 Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии компьютерного зрения	
DL-3.1 Применяет (проводя выбор и эксперименты) известные алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, предобученные глубокие нейросетевые модели для прикладных задач анализа изображений и видеопотока, при необходимости дообучая и валидируя на собственных наборах данных.	Использует готовые модели из библиотеки OpenCV и популярных фреймворков (TensorFlow Hub, TorchVision) Использует базовые функции библиотек OpenCV и PIL для обработки.
DL-3.2 Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с компьютерным зрением (системы видеоаналитики, поисковые системы по изображениям и т.д.)	Понимает принципы представления изображений и кодирования цвета; применяет фильтрацию изображений, включая частотную; владеет аппаратом математической морфологии. Понимает базовые задачи анализа изображений - классификация, детекция, сегментация.
DL-3.3 Имплементирует известные алгоритмы, архитектуры и модели компьютерного зрения на реальных данных, строит пайплайны обучения моделей и развертывания сервисов компьютерного зрения в продуктивной среде	Использует готовые реализации из библиотек Умеет оценивать качество по стандартным метрикам (точность, mAP, IoU).
PL-4 Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ	
PL-3.1 Разрабатывает и отлаживает эффективные многопоточные решения на C++, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений	Знает основы синтаксиса языка.

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

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
DL-3 Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии компьютерного зрения	
DL-3.1 Применяет (проводя выбор и эксперименты) известные алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, предобученные глубокие нейросетевые модели для прикладных задач анализа изображений и видеопотока, при необходимости дообучая и валидируя на собственных наборах данных.	Использует готовые модели из библиотеки OpenCV и популярных фреймворков (TensorFlow Hub, TorchVision) Использует базовые функции библиотек OpenCV и PIL для обработки.
DL-3.2 Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для построения продуктов с компьютерным зрением (системы видеоаналитики, поисковые системы по изображениям и т.д.)	Понимает принципы представления изображений и кодирования цвета; применяет фильтрацию изображений, включая частотную; владеет аппаратом математической морфологии. Понимает базовые задачи анализа изображений - классификация, детекция, сегментация. применяет преобразование Хафа и RANSAC; применяет алгоритмы детекции характеристических точек (детектор Харриса, детектор Фестнера, SUSAN, блобы, DoG); применяет дескрипторы изображений, например, SIFT.
DL-3.3 Имплементирует известные алгоритмы, архитектуры и модели компьютерного зрения на реальных данных, строит пайплайны обучения моделей и развертывания сервисов компьютерного зрения в продуктивной среде	Использует готовые реализации из библиотек Умеет оценивать качество по стандартным метрикам (точность, mAP, IoU).
PL-4 Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ	
PL-3.1 Разрабатывает и отлаживает эффективные многопоточные решения на C++, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений	Знает основы синтаксиса языка. Знает общие принципы параллельных вычислений и понимает проблемы, возникающие при распараллеливании алгоритмов.

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

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
DL-3 Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы, методы и технологии компьютерного зрения	
DL-3.1 Применяет (проводя выбор и эксперименты) известные алгоритмы и библиотеки компьютерного зрения, предобученные глубокие нейросетевые модели для прикладных задач анализа изображений и видеопотока, при необходимости дообучая и валидируя на собственных наборах данных.	Использует готовые модели из библиотеки OpenCV и популярных фреймворков (TensorFlow Hub, TorchVision) Использует базовые функции библиотек OpenCV и PIL для обработки.
DL-3.2 Определяет стек технологий, методов и алгоритмов для	Понимает принципы представления изображений и кодирования цвета; применяет фильтрацию

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
построения продуктов с компьютерным зрением (системы видеоаналитики, поисковые системы по изображениям и т.д.)	изображений, включая частотную; владеет аппаратом математической морфологии. Понимает базовые задачи анализа изображений - классификация, детекция, сегментация. применяет преобразование Хафа и RANSAC; применяет алгоритмы детекции характеристических точек (детектор Харриса, детектор Фестнера, SUSAN, блобы, DoG); применяет дескрипторы изображений, например, SIFT.
DL-3.3 Имплементирует известные алгоритмы, архитектуры и модели компьютерного зрения на реальных данных, строит пайплайны обучения моделей и развертывания сервисов компьютерного зрения в продуктивной среде	Использует готовые реализации из библиотек Умеет оценивать качество по стандартным метрикам (точность, mAP, IoU).
PL-4 Способен применять языки программирования C/C++ для решения задач в области ИИ	
PL-3.1 Разрабатывает и отлаживает эффективные многопоточные решения на C++, тестирует, испытывает и оценивает качество таких решений	Знает основы синтаксиса языка. Знает общие принципы параллельных вычислений и понимает проблемы, возникающие при распараллеливании алгоритмов.

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

Пример лабораторной работы

Индивидуального задания 1 (ИЗ1): «Основы OpenCV и цветовые пространства».

Цель: освоить базовые операции OpenCV, работу с изображениями/видеопотоком, цветовыми пространствами и техники сегментации по цвету.

Технологии: C++, OpenCV 4.x, веб-камера.

Длительность: 8 часов (4 часа лабораторных работ, 4 часа самостоятельной работы).

Результат: Код на GitHub + ответы на вопросы

1. Подробное техническое задание

   1. Настройка среды и базовые операции
   - Создайте C++ проект с OpenCV.
   - Реализуйте загрузку статического изображения (например, test_image.jpg).
   - Отобразите изображение в окне, добавьте сохранение в формате PNG.
   - Документация: [OpenCV: Загрузка/сохранение изображений] (https://docs.opencv.org/4.x/d4/da8/group__imgcodecs.html).

   2. Работа с видеопотоком
   - Подключите веб-камеру (ID=0).
   - Реализуйте захват видео в реальном времени:
     - Вывод исходного потока в окне.
     - Остановка по нажатию клавиши 'q'.
   - Документация: [VideoCapture Class] (https://docs.opencv.org/4.x/d8/dfe/classcv_1_1VideoCapture.html).

   3. Преобразование цветовых пространств
   - Для кадра видеопотока выполните:

- Конвертацию BGR → Grayscale (флаг COLOR_BGR2GRAY).
- Конвертацию BGR → HSV (флаг COLOR_BGR2HSV).
- Отобразите результаты в отдельных окнах.
- Теория: [Цветовые модели в OpenCV] (https://docs.opencv.org/4.x/df/d9d/tutorial_py_colorspaces.html).

4. Сегментация по цвету в HSV
- Определите диапазон HSV для выбранного цвета (например, синий: H:100-140, S:50-255, V:50-255).
- Примените функцию inRange() для создания бинарной маски.
- Используйте bitwise_and() для выделения объекта на исходном изображении.
- Совет: Используйте трекбары (createTrackbar()) для динамической настройки порогов.

5. Гистограммы изображений
- Постройте гистограмму для канала Hue (H) HSV-изображения.
- Визуализируйте гистограмму с помощью cv::line или rectangle.
- Проанализируйте пики гистограммы для определения доминирующих цветов.
- Документация: [calcHist()] (https://docs.opencv.org/4.x/d6/dc7/groupimgprochist.html).

6. Эксперимент с разными цветами
- Протестируйте сегментацию для 3 цветов (красный, зеленый, синий).
- Определите оптимальные HSV-диапазоны для каждого цвета.
- Объясните, почему красный цвет требует особой обработки (например, два диапазона из-за разрыва на 0°).

7. Визуализация результатов
- Создайте интерфейс с 4 окнами:
  1. Исходное видео.
  2. HSV-маска.
  3. Объект после bitwise_and.
  4. Гистограмма H-канала.
- Добавьте текстовые метки (например, cv::putText) с параметрами цветового диапазона

2. Проверка лабораторной работы автотестами
   - Настройка среды и базовые операции – метод получает имя файла изображения в форматах JPEG, PNG, BPM, возвращает имя файла с расширением PNG и сохраняет этот файл в корневой директории проекта, генерирует исключения в случае неверного имени файла. Проверка метода.
   - Преобразование цветовых пространств – метод получает фрейм openCV в формате BGR, возвращает Grayscale, исключения, метод получает фрейм openCV в формате BGR, возвращает HSV, исключения
   - Сегментация по цвету в HSV – метод принимает имя файла изображения в форматах JPEG, PNG, BPM, и диапазон цвета, возвращает имя файла с расширением PNG и сохраняет этот файл в корневой директории проекта, генерирует исключения в случае неверного имени файла, в файле сохранена бинарная маска для указанного диапазона
   - Гистограммы изображений метод принимает файл имя файла изображения в форматах JPEG, PNG, BPM, и диапазон цвета, возвращает имя файла с расширением PNG и сохраняет этот файл в корневой директории проекта,

генерирует исключения в случае неверного имени файла, в файле сохранена гистограмма

3. Контрольные вопросы

1. Теоретические:
   - Почему пространство HSV эффективнее RGB для сегментации по цвету? Как компоненты H, S, V связаны с человеческим восприятием цвета?
   - Объясните принцип работы inRange(). Какие проблемы могут возникнуть при выборе слишком узкого/широкого диапазона?
   - Почему красный цвет требует двух HSV-диапазонов в OpenCV? Как это связано с циклической природой тона (Hue)?
   - Как морфологические операции (erode/dilate) улучшают качество бинарной маски? Приведите примеры параметров ядра.
2. Практические:
   - Напишите код перевода изображения в оттенки серого.
   - Напишите код перевода изоббражения из RGB в HSV
3. Аналитические:
   - Какие ограничения у цветовой сегментации? Как освещение влияет на результат?
   - Как гистограмма H-канала помогает подобрать пороги? Что означают её пики?
   - Почему при работе с видео важно использовать waitKey(1) вместо waitKey(0)?
   - Как можно модифицировать задание для отслеживания объекта в движении?
   - Какие альтернативные методы сегментации объектов вы знаете (кроме цветовой)?
   - Объясните разницу между функциями imread() и VideoCapture.read().

Критерии оценки

Отлично: Полное выполнение всех шагов, объяснение всех этапов, ответы на вопросы, код на гит репозитории (если предусмотрено заданием, то прошёл все тесты).

Хорошо: Полное выполнение всех шагов, объяснение всех этапов, частичные ответы на вопросы, код на гит репозитории (если предусмотрено заданием, то прошёл все тесты).

Удовлетворительно: Полное выполнение всех шагов, объяснение всех этапов, код на гит репозитории (если предусмотрено заданием, то прошёл все тесты).

Неудовлетворительно: Невыполнение заданий по ТЗ, отсутствие личного гит-репозитория с заданиями, неспособность объяснить написанные решения, код не проходит тесты.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

Примеры вопросов для подготовки к экзамену

1. Опишите процесс формирования цифрового изображения от света до матрицы пикселей. Как характеристики камеры (разрешение сенсора, размер пикселя, шум) влияют на качество изображения и применимость алгоритмов КЗ?
2. Объясните принцип работы линейной пространственной фильтрации (свертка). Сравните эффекты от применения Гауссова фильтра и фильтра

повышения резкости (Лапласиан/Unsharp Masking). Как размер ядра влияет на результат? Приведите примеры кода OpenCV.

3. Что такое бинаризация изображения? Опишите алгоритм Оцу и адаптивную бинаризацию. Как морфологические операции (эрозия, дилатация, открытие, закрытие) используются для постобработки бинарного изображения? Приведите примеры задач.
4. Опишите алгоритм детекции границ Канни. Какие этапы он включает и почему они важны? Как связаны градиентные операторы (Собель) и пороги гистерезиса в этом алгоритме? Как результат работы Канни используется для поиска контуров (findContours)?
5. Что такое аффинные и проективные преобразования? В чем разница между матрицами 2x3 (аффинная) и 3x3 (гомография)? Как вычисляется гомография по точкам соответствия (findHomography)? Приведите примеры практического применения гомографии (панорама, коррекция перспективы).
6. Опишите процесс калибровки камеры по шахматной доске. Какие параметры камеры (внутренние, искажения) оцениваются? Что такое ошибка репроекции? Как используются полученные параметры для устранения искажений (undistort)? Зачем нужна калибровка?
7. Объясните задачу детекции движения. Опишите принцип работы алгоритма вычитания фона на основе Гауссовой смеси (MOG2). Как выделить отдельные движущиеся объекты из маски переднего плана? Как связаны детекция движения и трекинг объектов?
8. Что такое особенности (features) изображения? Опишите принцип работы детектора/дескриптора ORB. Как происходит сопоставление особенностей между двумя изображениями? Как фильтруются ложные соответствия (ratio test, RANSAC)? Приведите пример применения.
9. Опишите задачу трекинга объекта. В чем сложность ассоциации объектов между кадрами? Объясните принцип работы простого трекера на основе пересечения областей (IOU tracker). Как фильтр Калмана может улучшить трекинг?
10. Как определяется глубина в стереосистеме? Что такое эпиполярная геометрия, базовая линия и карта смещения (disparity)? Как связаны смещение и глубина? Опишите базовый алгоритм построения карты смещения (блочное сопоставление). Какие факторы влияют на точность?.

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством

DL-3 PL-3

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

1. Проект 1: Система детекции и трекинга объектов по цвету. Использование камеры. Сегментация объекта по цвету (HSV). Вычисление положения и размера (контуры/центроид). Трекинг объекта между кадрами (IOU/Капьман). Визуализация траектории. Оценка скорости.
2. Проект 2: Система подсчета проходов через линию. Детекция движения (MOG2). Анализ положения движущихся объектов относительно заданной виртуальной линии. Логика подсчета пересечений (направление). Визуализация линии, боксов объектов, счетчиков. Устойчивость к кратковременным пропаданиям.
3. Проект 3: Система измерения размеров объектов по изображению. Калибровка камеры (определение пикселей на мм). Детекция объекта на контрастном фоне (бинаризация, контуры). Определение габаритных размеров (ширина, высота) в пикселях. Пересчет размеров в реальные единицы (мм/см) с использованием калибровочного коэффициента. Вывод результата на изображение

4. Проект 4: Система распознавания простых AR-маркеров. Детекция квадратных маркеров (контуры, аппроксимация). Вычисление гомографии для "выпрямления" маркера. Разделение выпрямленной области на сетку. Сравнение бинарного паттерна сетки с набором известных маркеров. Определение ID маркера и его ориентации. Визуализация 3D оси на маркере.

Реальные варианты тем индустриальных партнёров:

4. Мультимодальный агент для анализа строительных площадок

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

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

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

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

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

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

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

Индустриальный партнёр: ООО «Группа компаний «Иннотех».
П-08. Кейс «Преобразование картинки 2D в 3D для полетного задания» представляет собой задачу по созданию веб-приложения, которое позволяет оператору БПЛА (беспилотного летательного аппарата) загрузить плоскую карту местности и увидеть её объемную модель с маршрутом полета.
Актуальность и практическая значимость:
В сфере беспилотной авиации операторам часто необходимо быстро оценить рельеф местности для планирования безопасного маршрута. Двумерные карты не всегда дают полное представление о перепадах высот. Создаваемое решение позволяет быстро превратить схематичное изображение (карту высот) в наглядную 3D-сцену прямо в браузере, что упрощает предполетную подготовку. Для студентов это отличная возможность познакомиться с основами компьютерной графики, не погружаясь в сложную математику низкого уровня.
Форма выполнения: групповая.

Кейсы лаборатории робототехники и мехатроники КубГУ и преподавателей-практиков

1. Предобработка и пост обработка в задачах OCR.

Дан готовый скрипт OCR, который пробегает по директории с картинками и распознаёт текст на картинках. Картинки – обрезанные номера деталей. Номера выдолблены или отлиты на железе, поэтому классические системы решают задачу с трудностями. Необходимо запустить скрипт на тестовом датасете, оценить и записать текущие результаты, далее на основе всего материала, изученного в семестре, попытаться поднять данные проценты за счет предобработки изображений и алгоритмической пост обработки решений. Тема выдаётся нескольким командам для соревновательного момента.

2. Подсчёт и трекинг бутылок на конвеере.

Исследование с нескольких камер, учёт вышедших на конвейер бутылок, упавших бутылок и бутылок дошедших до упаковки.

3. Предоставление промышленному манипулятору положения объекта в системе координат камеры. Выделение на изображении контрастного объекта сложной формы. Форма объекта известна заранее. Необходимо получить координату центра объекта в системе координат камеры и получить углы поворота.

Отметим, что на основе первого кейса будет сформировано КЕЙС-СОРЕВНОВАНИЕ между командами студентов. Будет выделено 5 команд, каждая команда будет представлять свои результаты. Лучшая команда получают оценку Отлично, худшая – оценку Удовлетворительно, в случае если начальные проценты удалось повысить.

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

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на экзамене:

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

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

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

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

Форма проведения экзамена: устно.

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

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

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

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

Исходя из этого был выбран следующий способ оценивания. Студенты в течение семестра защищают работы, в количестве 8 штук. Это первый курс, поэтому необходимо следить за посещаемостью. Исходя их этого применяется бально рейтинговая система. Посещаемость лекций считается в процентном соотношении и может обеспечить максимум 5 баллов, то же с посещаемостью лабораторных занятий. Защита индивидуального задания может принести от 3 до 5 баллов. Итого суммарно студенты могу набрать 50 баллов за семестр.

В середине семестра проходит аттестация студентов. Студент аттестован, если напишет письменную работу на оценку 3 и выше и наберет 15 баллов на момент аттестации.

Практикуется механизм допуска к экзамену. На момент окончания зачётной недели студент должен написать аттестационную работу на оценку 3 и выше и набрать 30 баллов за работу в семестре.

Далее баллы переводят в оценку. 35 баллов – 3, 40 баллов – 4, 45 баллов – 5.

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

На консультации студенты защищают экзаменационные проекты в командах.

На экзамене студенты отвечают на два вопроса в билете устно.

Итого студент имеет 5 оценок – работа в семестре, проект, аттестация и два ответа на билеты.

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

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

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

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

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

Пример оценивания студентов

Сумма баллов	оценка семестр	Атт / КР	Экзамен проект	Билет 1	Билет 2	Беседа	ИЗ	Оценка
50	10	5	5					**4**
45	5	5	5					**3**
40	4	4	4					**2**
40	4	4	4	3	3			**4**
35	3	3	3	3		3		**3**
35	3	4	5	3	4			**4**
30	2	3	4	5	4			**4**
30	2	3		4	4			**3**
30	2	3	4			4	5	**3**
30	2	3	5	3	3			**3**
30	2	5	5	5	5			**4**
35	3	3	3	3	3			**3**
35	3	5	5	4	5	5		**5**
40	4	3		3	3			**3**
40	4	3	3	4	4			**4**
15	ат	3						**-**
14	пересдача	4						**-**

Экзаменационный проект оцениваются по:

–Корректности кода.

–Достижению метрик.

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

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания лабораторных работ:

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

По каждой лабораторной работе проводится защита.

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

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4.3. Методические указания по организации вычислительной инфраструктуры

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 1-го года обучения.
- Наличие доступа к вычислительным ресурсам(GitLab).
- Разработаны индивидуальные задания, в них выделены части для проверки автотестами; инфраструктура для приёма задач(gitlab, CI/CD, autotests) согласована с индивидуальными заданиями, после завершения разработки автотестов индивидуальные задания переделаны и в них указаны требования к спецификации методов и коммитов.

Цели, задачи и ожидаемые результаты

Цели организации вычислительной инфраструктуры:

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

Задачи преподавателя:

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

Ожидаемые результаты студентов:

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

Порядок реализации

Задача №1: создание учетных записей студентов в gitlab вуза

Задача № 2: GitLab Runner.

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

Последовательность настройки включала следующие шаги:

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

Задача №3: Работа над шаблонным репозиторием лабораторных работ

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

Ключевые файлы и их назначение:

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

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

Dockerfile – файл для запуска докер-образа с тестами.

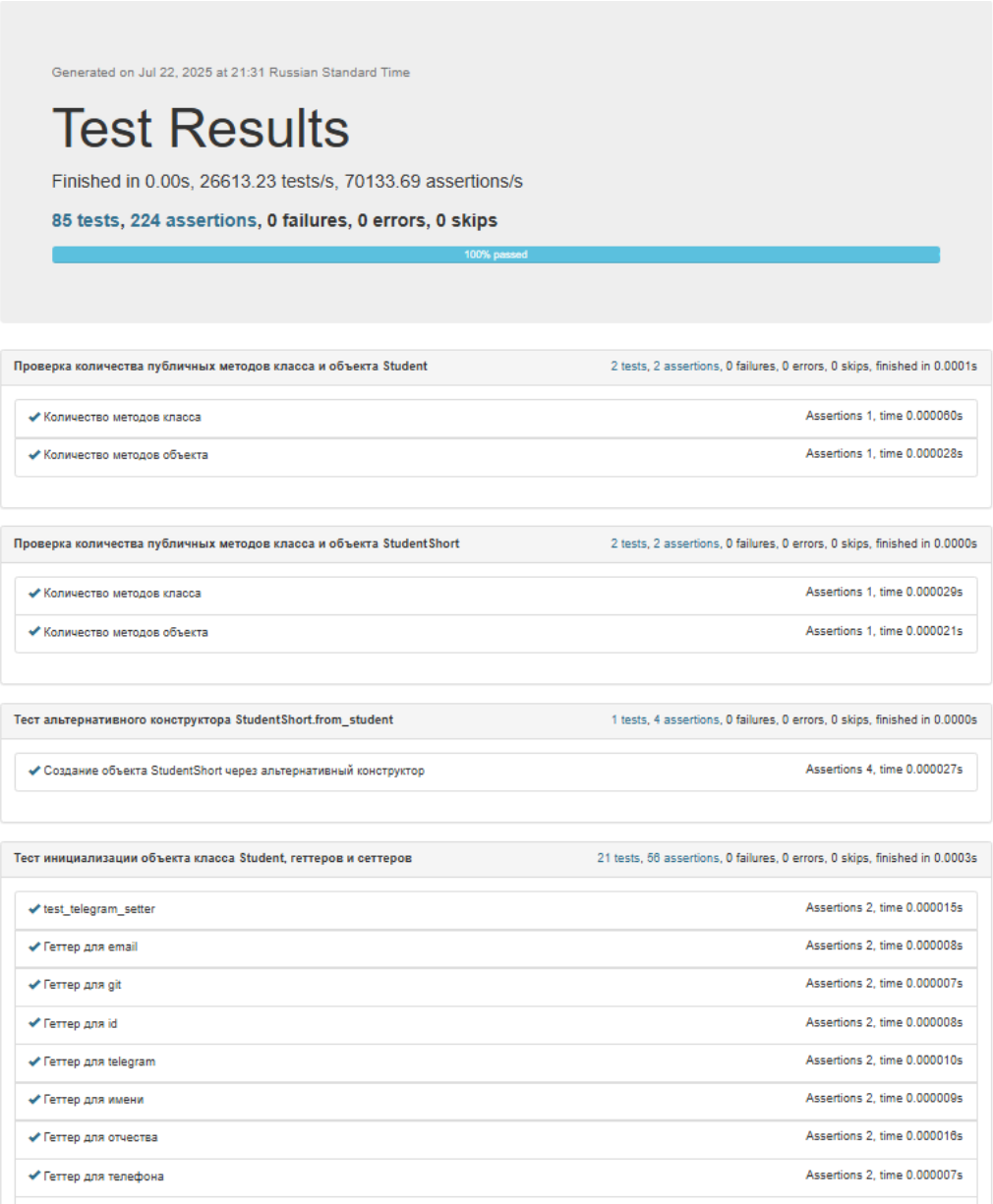
README.md – инструкции к использованию шаблонного репозитория и тестов.

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

Задача №4: Визуализация результатов тестирования

Приведен пример визуализации для дисциплины Объектно-ориентированное программирование и шаблоны проектирования, таким же образом необходимо реализовать отображения для методов из ИЗ1.

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



Если метод написан некорректно, то будет выведена ошибка.

.

Порядок проверки корректности

Чек-лист для проверки лабораторных работ:

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

4.4. Методические указания по организации лабораторных работ

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 1-го года обучения.
- Наличие доступа к вычислительным ресурсам(GitLab) и камерам (GPU/CPU).
- Разработана инфраструктура для приёма задач(gitlab, CI/CD, autotests) и согласована с лабораторными работами и настроена на всех студентов образовательной программы.

Цели, задачи и ожидаемые результаты

Цели организации лабораторных работ:

- Научить студентов решать базовые задачи КЗ: фильтрация, сегментация, детекция, трекинг, калибровка;
- дать представление о физике формирования изображения в реальности и характеристиках камер;
- дать начальное представление о работе в IT инфраструктуре (приучить пользоваться гитом, приучить к требованиям к качеству разрабатываемого ПО на уровне прохождения тестов).

Задачи преподавателя:

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

Ожидаемые результаты студентов:

- умение решать базовые задачи КЗ: фильтрация, сегментация, детекция, трекинг, калибровка;
- имеют общее представление о реальных задачах компьютерного зрения и возникающих проблемах;
- начальное представление о работе в IT инфраструктуре (гит, нейминг, автотесты).

Порядок реализации

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

1) Определение тем:

- основы OpenCV и цветовые пространства, загрузка/отображение изображения и видео с камеры, типы камер;
- преобразование между RGB, Grayscale, HSV, выделение объектов по цвету в HSV;
- построение гистограмм;
- добавление шумов (гауссов, соль-перец);
- применение линейных фильтров (сглаживание, повышение резкости);
- бинаризация (Оцу);
- подавление шума морфологией (открытие/закрытие);
- детекция границ Канни.

- поиск и отрисовка контуров;
- вычисление характеристик контуров (площадь, центр);
- фильтрация контуров по размеру/форме. Аппроксимация контуров.
- реализация аффинных преобразований (поворот, масштаб) с билинейной интерполяцией;
- коррекция перспективы (используя заранее заданные точки).
- вычисление и применение гомографии для "выпрямления" объекта;
- детекция объектов по шаблону (matchTemplate);
- детекция и сопоставление особенностей (ORB) между двумя изображениями;
- фильтрация ложных соответствий (ratio test, RANSAC);
- реализация простого вычитания фона; использование BackgroundSubtractorMOG2 для выделения переднего плана;
- поиск связных компонент (контуров) движущихся объектов; оценка скорости/направления;
- реализация трекинга по ближайшему соседу (центроиды);
- реализация трекинга по пересечению областей (IOU tracker), интеграция простого фильтра Калмана для сглаживания траектории;
- Калибровка камеры (получение camera matrix, distortion coefficients);
- применение параметров для устранения искажений на тестовых изображениях, оценка ошибки репроекции.

2) Разработка плана индивидуальных заданий.

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

Наименование Индивидуального задания	**Содержание Индивидуального задания**	**Распределение часов**
2	**3**	
Основы OpenCV и цветовые пространства	Загрузка/отображение изображения и видео с камеры. Преобразование между RGB, Grayscale, HSV. Выделение объектов по цвету в HSV. Построение гистограмм.	12 часов (6 часов ЛР, 6 часов СР)
Фильтрация и морфология	Добавление шумов (гауссов, соль-перец). Применение линейных фильтров (сглаживание, повышение резкости). Бинаризация (Оцу). Подавление шума морфологией (открытие/закрытие).	12 часов (6 часов ЛР, 6 часов СР)
Поиск и анализ контуров	Детекция границ Канни. Поиск и отрисовка контуров. Вычисление характеристик контуров (площадь, центр). Фильтрация контуров по размеру/форме. Аппроксимация контуров.	8 часов (4 часа ЛР, 4 часа СР)
Пространственные преобразования	Реализация аффинных преобразований (поворот, масштаб) с билинейной интерполяцией. Коррекция перспективы (используя заранее заданные точки). Вычисление и применение гомографии для "выпрямления" объекта.	8 часов (4 часа ЛР, 4 часа СР)
Детекция объектов и	Детекция объектов по шаблону (matchTemplate). Детекция и сопоставление особенностей (ORB)	4 часа (2 часа ЛР, 2 часа СР)

Наименование Индивидуального задания	Содержание Индивидуального задания	Распределение часов
2	3	
сопоставление	между двумя изображениями. Фильтрация ложных соответствий (ratio test, RANSAC).	
Детекция движения и фон	Реализация простого вычитания фона. Использование BackgroundSubtractorMOG2 для выделения переднего плана. Поиск связных компонент (контуров) движущихся объектов. Оценка скорости/направления.	4 часа (2 часа ЛР, 2 часа СР)
Трекинг объектов	Реализация трекинга по ближайшему соседу (центроиды). Реализация трекинга по пересечению областей (IOU tracker). Интеграция простого фильтра Калмана для сглаживания траектории.	4 часа (2 часа ЛР, 2 часа СР)
Калибровка камеры и устранение искажений.	Съемка набора изображений шахматной доски. Автоматическое обнаружение углов. Калибровка камеры (получение camera matrix, distortion coefficients). Применение параметров для устранения искажений на тестовых изображениях. Оценка ошибки репроекции.	16 часов (8 часов ЛР, 8 часов СР)

Задача № 2: Разработка примерного Индивидуального задания 1».

Цель: освоить базовые операции OpenCV, работу с изображениями/видеопотоком, цветовыми пространствами и техники сегментации по цвету.

Технологии: C++, OpenCV 4.x, веб-камера.

Длительность: 12 часов (6 часов лабораторных работ, 6 часов самостоятельной работы).

Результат: Код на GitHub + ответы на вопросы

4. Подробное техническое задание

1. Настройка среды и базовые операции
- Создайте C++ проект с OpenCV.
- Реализуйте загрузку статического изображения (например, test_image.jpg).
- Отобразите изображение в окне, добавьте сохранение в формате PNG.
- Документация: [OpenCV: Загрузка/сохранение изображений] (https://docs.opencv.org/4.x/d4/da8/group__imgcodecs.html).

2. Работа с видеопотоком
- Подключите веб-камеру (ID=0).
- Реализуйте захват видео в реальном времени:
  - Вывод исходного потока в окне.
  - Остановка по нажатию клавиши 'q'.
- Документация: [VideoCapture Class] (https://docs.opencv.org/4.x/d8/dfe/classcv_1_1VideoCapture.html).

3. Преобразование цветовых пространств
- Для кадра видеопотока выполните:
  - Конвертацию BGR → Grayscale (флаг COLOR_BGR2GRAY).
  - Конвертацию BGR → HSV (флаг COLOR_BGR2HSV).

- Отобразите результаты в отдельных окнах.
- Теория: [Цветовые модели в OpenCV] (https://docs.opencv.org/4.x/df/d9d/tutorial_py_colorspaces.html).

4. Сегментация по цвету в HSV
- Определите диапазон HSV для выбранного цвета (например, синий: H:100-140, S:50-255, V:50-255).
- Примените функцию inRange() для создания бинарной маски.
- Используйте bitwise_and() для выделения объекта на исходном изображении.
- Совет: Используйте трекбары (createTrackbar()) для динамической настройки порогов.

5. Гистограммы изображений
- Постройте гистограмму для канала Hue (H) HSV-изображения.
- Визуализируйте гистограмму с помощью cv::line или rectangle.
- Проанализируйте пики гистограммы для определения доминирующих цветов.
- Документация: [calcHist()] (https://docs.opencv.org/4.x/d6/dc7/groupimgprochist.html).

6. Эксперимент с разными цветами
- Протестируйте сегментацию для 3 цветов (красный, зеленый, синий).
- Определите оптимальные HSV-диапазоны для каждого цвета.
- Объясните, почему красный цвет требует особой обработки (например, два диапазона из-за разрыва на 0°).

7. Визуализация результатов
- Создайте интерфейс с 4 окнами:
  1. Исходное видео.
  2. HSV-маска.
  3. Объект после bitwise_and.
  4. Гистограмма H-канала.
- Добавьте текстовые метки (например, cv::putText) с параметрами цветового диапазона

5. Проверка лабораторной работы автотестами
   - Настройка среды и базовые операции – метод получает имя файла изображения в форматах JPEG, PNG, BPM, возвращает имя файла с расширением PNG и сохраняет этот файл в корневой директории проекта, генерирует исключения в случае неверного имени файла. Проверка метода.
   - Преобразование цветовых пространств – метод получает фрейм openCV в формате BGR, возвращает Grayscale, исключения, метод получает фрейм openCV в формате BGR, возвращает HSV, исключения
   - Сегментация по цвету в HSV – метод принимает имя файла изображения в форматах JPEG, PNG, BPM, и диапазон цвета, возвращает имя файла с расширением PNG и сохраняет этот файл в корневой директории проекта, генерирует исключения в случае неверного имени файла, в файле сохранена бинарная маска для указанного диапазона
   - Гистограммы изображений метод принимает файл имя файла изображения в форматах JPEG, PNG, BPM, и диапазон цвета, возвращает имя файла с расширением PNG и сохраняет этот файл в корневой директории проекта, генерирует исключения в случае неверного имени файла, в файле сохранена гистограмма
6. Контрольные вопросы

4. Теоретические:
   - Почему пространство HSV эффективнее RGB для сегментации по цвету? Как компоненты H, S, V связаны с человеческим восприятием цвета?
   - Объясните принцип работы inRange(). Какие проблемы могут возникнуть при выборе слишком узкого/широкого диапазона?
   - Почему красный цвет требует двух HSV-диапазонов в OpenCV? Как это связано с циклической природой тона (Hue)?
   - Как морфологические операции (erode/dilate) улучшают качество бинарной маски? Приведите примеры параметров ядра.
5. Практические:
   - Напишите код перевода изображения в оттенки серого.
   - Напишите код перевода изображения из RGB в HSV
6. Аналитические:
   - Какие ограничения у цветовой сегментации? Как освещение влияет на результат?
   - Как гистограмма H-канала помогает подобрать пороги? Что означают её пики?
   - Почему при работе с видео важно использовать waitKey(1) вместо waitKey(0)?
   - Как можно модифицировать задание для отслеживания объекта в движении?
   - Какие альтернативные методы сегментации объектов вы знаете (кроме цветовой)?
   - Объясните разницу между функциями imread() и VideoCapture.read().

Критерии оценки

Отлично: Полное выполнение всех шагов, объяснение всех этапов, ответы на вопросы, код на гит репозитории (если предусмотрено заданием, то прошёл все тесты).

Хорошо: Полное выполнение всех шагов, объяснение всех этапов, частичные ответы на вопросы, код на гит репозитории (если предусмотрено заданием, то прошёл все тесты).

Удовлетворительно: Полное выполнение всех шагов, объяснение всех этапов, код на гит репозитории (если предусмотрено заданием, то прошёл все тесты).

Неудовлетворительно: Невыполнение заданий по ТЗ, отсутствие личного гит-репозитория с заданиями, неспособность объяснить написанные решения, код не проходит тесты.

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

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

Порядок проверки корректности

Чек-лист для проверки лабораторных работ:

- ИЗ1;
- гит инфраструктура с учетными записями студентов;
- шаблон гит репозитория для клонирования и работы студента с подключенными автотестами;

- инструкция по работе с гитом с подробным описанием именования методов и коммитов;
- автотесты для ИЗ1;
- переделанное ИЗ1;
- автотесты для ИЗ2;
- переделанное ИЗ2.

4.5. Методические указания по организации проектной деятельности студентов

Условия применения:

- Курс рассчитан на студентов 1-го года обучения,
- Общее время на проект – не более 16 часов каждого студента.
- Имеется доступ к кейсам индустриальных партнеров; есть возможность адаптации кейсов для студентов первого курса.

Цели, задачи и ожидаемые результаты

Цели организации вычислительной инфраструктуры:

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

Задачи преподавателя:

- сбор кейсов индустриальных партнеров;
- сбор кейсов преподавателей практиков и лабораторий в вузе;
- формирование ТЗ на экзаменационный проект на основе кейсов;
- разработка системы учёта результатов проекта в итоговой оценке за экзамен

Ожидаемые результаты студентов:

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

Порядок реализации

Задача №1: сбор кейсов индустриальных партнеров

. Мультимодальный агент для анализа строительных площадок

Описание:

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

Цель:

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

Ожидаемый результат:

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

Индустриальный партнёр: ООО «Группа компаний «Иннотех».

П-08. Кейс «Преобразование картинки 2D в 3D для полетного задания» представляет собой задачу по созданию веб-приложения, которое позволяет оператору БПЛА (беспилотного летательного аппарата) загрузить плоскую карту местности и увидеть её объемную модель с маршрутом полета.

Актуальность и практическая значимость:

В сфере беспилотной авиации операторам часто необходимо быстро оценить рельеф местности для планирования безопасного маршрута. Двумерные карты не всегда дают полное представление о перепадах высот. Создаваемое решение позволяет быстро превратить схематичное изображение (карту высот) в наглядную 3D-сцену прямо в браузере, что упрощает предполетную подготовку. Для студентов это отличная возможность познакомиться с основами компьютерной графики, не погружаясь в сложную математику низкого уровня.

Форма выполнения: групповая.

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

1. Предобработка и пост обработка в задачах OCR.

Дан готовый скрипт OCR, который пробегает по директории с картинками и распознаёт текст на картинках. Картинки – обрезанные номера деталей. Номера выдолблены или отлиты на железе, поэтому классические системы решают задачу с трудностями. Необходимо запустить скрипт на тестовом датасете, оценить и записать текущие результаты, далее на основе всего материала, изученного в семестре, попытаться поднять данные проценты за счет предобработки изображений и алгоритмической пост обработки решений. Тема выдаётся нескольким командам для соревновательного момента.

2. Подсчёт и трекинг бутылок на конвеере.

Исследование с нескольких камер, учёт вышедших на конвейер бутылок, упавших бутылок и бутылок дошедших до упаковки.

Предоставление промышленному манипулятору положения объекта в системе координат камеры. Выделение на изображении контрастного объекта сложной формы. Форма объекта известна заранее. Необходимо получить координату центра объекта в системе координат камеры и получить углы поворота.

- .

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

Дан набор фото со строй площадки. Необходимо провести анализ контуров и выбрать оптимальные параметры.

Проект выполняется в командах от 1 до 3 человек. Оценивается вся команда одной оценкой.

Индивидуальное задание состоит в анализе применимости методов выявления границ объектов на изображении заданного типа. Для выполннения задания необходимо выполнить несколько задач:

- подготовить набор данных на проведения анализа;

- протестировать алгоритм Канни с 3 различными параметрами размытия Гаусса, на 3-5 изображениях, выделить оптимальный параметр,

- протестировать алгоритм Канни для каждого из параметров прошлого пункта, выбрав по 3 различных пары пороговых значений, итого 9 тестов для каждого изображения, выявить оптимальные параметры (размытие, пороги фильтрации) для выявления границ для каждого из изображений;

- протестировать алгоритм Канни, заменив оператор Собеля на любой другой оператор, провести 9 тестов на каждое изображение с новым оператором;

- заменить оператор альтернативой, провести 9 тестов для каждого изображения;

- собрать результаты в сводную таблицу, определить лучший спсоб настройки Канни для каждого изображения, выбрать лучший способ настройки Канни для всех изображений в целом, обосновать выбор.

- попробовать реализовать альтернативный способ выявления границ для изображений данного типа, возможно воспользоваться готовыми библиотеками, протестировать на тех же изображениях, подобрать оптимальные параметры – оценка «3»

- провести сравнительный анализ примененного алгоритма с алгоритмом Канни с оптимальными параметрами, учесть не только качество выявления, но и скорость работы алгоритмов;

- ОПИСАТЬ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ альтернативного метода.

В зависимости от качества теоретического ответа и количества реализованного самостоятельно кода (метод find_contours(условно), или алгоритм из 6-7 готовых методов, или собранное самостоятельно почти попиксельно решение) преподаватель выставляет оценку от 3 до 5.

Оценку можно повысить, реализовав требуемый функционал или ответив дополнительно или заново на необходимые вопросы.

Требования для повышения оценки и итоговую оценку формирует ПРЕПОДАВАТЕЛЬ.

3.4. Задача №4: разработка системы учёта результатов проекта в итоговой оценке за экзамен

Выполнено в РПД, п 4.2

.

Порядок проверки корректности

Чек-лист для проверки лабораторных работ:

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

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

5.1 Основная литература:

1. Труды ИСА РАН: Математические модели социально-экономических процессов. Динамические системы. Управление рисками и безопасностью. Оптимизация, идентификация, теория игр. Обработка и анализ изображений и сигналов. Интеллектуальный анализ данных и распознав / Под ред. С.В. Емельянова. - М.: Красанд, 2013. - 128 с.

2. Визильтер, Ю.В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения / Ю.В. Визильтер и др. - М.: ФИЗМАТКН, 2010. - 672 с.

3. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес. - М.: Техносфера, 2012. - 1101 с.

4. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. - М.: Техносфера, 2012. - 1104 с.

5. Ерош, И.Л. Обработка и распознавание изображений в системах превентивной безопасности: Учебное пособие / И.Л. Ерош, М.Б. Сергеев, Н.В. Соловьев. - СПб.: ГОУ ВПО СПбГУАП, 2012. - 154 с.

6. Костяшкин, Л.Н. Обработка изображений в авиационных системах технического зрения / Л.Н. Костяшкин, М.Б. Никифоров. - М.: Физматлит, 2016. - 240 с.

7. Кравченко, В.Ф. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях / В.Ф. Кравченко. - М.: Физматлит, 2007. - 544 с.

5.2 Дополнительная литература:

1. Кравченко, В.Ф. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях / В.Ф. Кравченко и др. - М.: Физматлит, 2007. - 544 с.

2. Красильников, Н.Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: Учебное пособие. / Н.Н. Красильников. - СПб.: BHV, 2011. - 608 с.

3. Красильников, Н.Н. Цифровая обработка изображений / Н.Н. Красильников. - М.: Вузовская книга, 2001. - 320 с.

4. Красильников, Н.Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: Учебное пособие / Н.Н. Красильников. - СПб.: BHV, 2011. - 608 с.

5. Прохоренок, Н.А. OpenCV и Java. Обработка изображений и компьютерное зрение / Н.А. Прохоренок. - СПб.: BHV, 2018. - 320 с.

6. Селянкин, В.В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений: Учебное пособие / В.В. Селянкин. - СПб.: Лань, 2019. - 152 с.

7. Яне, Б. Цифровая обработка изображений / Б. Яне. - М.: Техносфера, 2007. - 584 с.

Передовые исследования в области ИИ

1. Sun, X., Li, J., Kovalenko, A.V., Feng, W., Ou, Y. Integrating Reinforcement Learning and Learning From Demonstrations to Learn Nonprehensile Manipulation //IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2023, 20(3), 1735–1744, DOI: 10.1109/TASE.2022.3185071, Q1

2. Petukhova, A.V.; Kovalenko, A.V.; Ovsyannikova, A.V. Algorithm for Optimization of Inverse Problem Modeling in Fuzzy Cognitive Maps. Mathematics 2022, 10, 3452. DOI: 10.3390/math10193452, Q1

3. Kirillova, E.; Kovalenko, A.; Urtenov, M. Study of the Current–Voltage Characteristics of Membrane Systems Using Neural Networks. AppliedMath 2025, 5, 10. https://doi.org/10.3390/appliedmath5010010,

4. Kadurin, Artur, et al. "The cornucopia of meaningful leads: Applying deep adversarial autoencoders for new molecule development in oncology." Oncotarget 8.7 (2016): 10883.

5. Kadurin, Artur, et al. "druGAN: an advanced generative adversarial autoencoder model for de novo generation of new molecules with desired molecular properties in silico." Molecular pharmaceutics 14.9 (2017): 3098-3104.

6. Polykovskiy, Daniil, et al. "Molecular sets (MOSES): a benchmarking platform for molecular generation models." Frontiers in pharmacology 11 (2020): 565644.
7. Khrabrov, Kuzma, et al. "$\nabla^ 2$ DFT: A Universal Quantum Chemistry Dataset of Drug-Like Molecules and a Benchmark for Neural Network Potentials." Advances in Neural Information Processing Systems 37 (2024): 36869-36889.
8. Polykovskiy, Daniil, et al. "Entangled conditional adversarial autoencoder for de novo drug discovery." Molecular pharmaceutics 15.10 (2018): 4398-4405.
9. Николенко, Сергей, Кадурин, Артур и Архангельская Екатерина. Глубокое обучение. " Издательский дом"" Питер""", 2017.

Конференции А*:

1. https://openreview.net/forum?id=FMMF1a9ifL
2. https://openreview.net/forum?id=ElUrNM9U8c#discussion
3. https://openreview.net/forum?id=JoO6mtCLHD
4. https://aclanthology.org/2024.findings-emnlp.760/
5. https://aclanthology.org/2020.coling-main.588/
6. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-72113-8_30
7. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-42448-9_10
8. https://aclanthology.org/2024.findings-naacl.288/

5.3. Периодические издания:

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

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

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

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

Профессиональные базы данных

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

16. "Лекториум ТВ" http://www.lektorium.tv/
17. Университетская информационная система РОССИЯ http://uisrussia.msu.ru

Бесплатные образовательные ресурсы

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

Ресурсы свободного доступа

1. КиберЛенинка http://cyberleninka.ru/;
2. Американская патентная база данных http://www.uspto.gov/patft/
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации https://www.minobrnauki.gov.ru/;
4. Федеральный портал "Российское образование" http://www.edu.ru/;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов http://school-collection.edu.ru/ .
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" https://pushkininstitute.ru/;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" http://gramota.ru/;
9. Служба тематических толковых словарей http://www.glossary.ru/;
10. Словари и энциклопедии http://dic.academic.ru/;
11. Образовательный портал "Учеба" http://www.ucheba.com/;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6
3. Среда модульного динамического обучения http://moodle.kubsu.ru
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций http://infoneeds.kubsu.ru/
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий http://mschool.kubsu.ru;
6. Электронный архив документов КубГУ http://docspace.kubsu.ru/
7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" http://icdau.kubsu.ru/

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

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

Лабораторные занятия курса посвящены практическому освоению методов обработки естественного языка. На занятиях детально разбираются Загрузка/отображение

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

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

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

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные индивидуальные консультации, на которых преподаватель детально разъясняет сложные аспекты дисциплины, помогает адаптировать задания и обеспечивает специальные условия для освоения практических навыков работы с текстовыми данными. Индивидуальный подход позволяет таким студентам полноценно участвовать в учебном процессе и достигать требуемых результатов обучения

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Перечень информационно-коммуникационных технологий

1. Системы управления версиями и коллаборации
GitLab – контроль версий кода и совместная разработка

2. Инструменты для работы с данными
Label Studio – разметка датасетов

3. Камеры
1 web камеры usb (logitech c270)
2 - Ip сетевые камеры 1 шт (например https://www.polyvision.ru/catalog/videokameryi/ip-videokameryi/kupolnyie/pvc-ip2a-d1f2.8pf 1 штучку)
3 - промышленная камера с протоколом gigevision (hickrobot)
4 - бинокулярная камера usb - intel realsence d415 1 шт

5 - usb uvc камеры с возможностью управления фокусом по usb (3шт arducam https://www.arducam.com/arducam-usb-autofocus-imx219-b0292.html#193=120)

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1. Лицензионное ПО

2. Свободное ПО (Open Source)
VSCode – IDE для C++ (свободнораспространяемое)
Git ядро– оформление отчетов (свободнораспространяемое)
Библиотеки для CV:
openCV – обработка текста

4. Облачные платформы и сервисы
cloud.ru,YandexCloud,AWS/GCP/Azure– облачные вычисления

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

№	Продукт	Параметры продукта	Кол-во	Кол-во конфигураций	Ед. изм.
1	Виртуальная машина	Виртуальная машина 10% vCPU 2 vCPU 4 RAM	1	60	Шт
		ОС Ubuntu 22.04	1		Шт
		Системный диск SSD	1		Шт
			10		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
2	Виртуальная машина с GPU	Виртуальная машина с GPU NVIDIA® Tesla® V100 2 GPU 8 vCPU 128 ГБ RAM	1	1	Шт
		ОС Ubuntu_24.04	1		Шт
		Системный диск SSD	1		Шт
			2000		Гб
		Диск SSD	1		Шт
			4096		Гб
		Диск SSD	1		Шт
			4096		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
3	K8S	Master node 8 vCPU 16 RAM	1	1	Шт

		Worker node 10% доля 4 vCPU 32 RAM	5		Шт
		Worker node SSD-NVME	64		Гб
		Аренда публичного IP	1		Шт
4	ML Inference Instance Type GPU	Время работы в месяц	40	1	Ч
		Инстанс 8 x NVIDIA® H100 NVLink PCIe 160 vCPU 1520 GB RAM	1		Шт
		Количество запросов к ML-моделям	1		Млн. Шт
		Кэш ML-моделей	160		Гб
5	LLM	Токены GigaChat 2 Max	50		Млн. Шт
		Токены Embeddings	400		Млн. Шт

Дополнительные облачные ресурсы предоставляются технологическим партнером Yandex Cloud.

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения камеры 2-5, 1 штука, возможность подключить
2.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением, веб камерами
3.	Практические занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
6.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.