Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 12.10.2026 16:33:08
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
«Информационных технологий»
_____ / Д.Г. Демидов /
« 26 » февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы технического зрения в автоматизированных системах»

Направление подготовки
09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль подготовки
«Интеллектуальные беспилотные системы»

Год начала обучения:
2026

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва – 2026

Программа дисциплины «**Системы технического зрения в автоматизированных системах**» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению **09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»** профилю подготовки **«Интеллектуальные беспилотные системы».**

Составитель рабочей программы:

к. ф.-м. н., доцент кафедры / Т.Т. Идиатуллов /

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «СМАРТ-технологии»

Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент / Е.В. Петрунина /

Согласовано:

Заведующий кафедрой «СМАРТ-технологии»,
к.т.н., доцент / Е.В. Петрунина /

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Структура и содержание дисциплины
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость (по формам обучения)
3.1.1 Очная форма обучения
3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)
3.2.1 Очная форма обучения
3.3 Содержание дисциплины
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение
4.1 Основная литература
4.2 Дополнительная литература
4.3 Электронные образовательные ресурсы
4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение
4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы
5 Материально-техническое обеспечение
6 Методические рекомендации
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
6.3 Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
7 Фонд оценочных средств
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения
7.3 Оценочные средства
7.3.1 Текущий контроль на лабораторных занятиях
7.3.2 Промежуточная аттестация (экзамен)
7.3.3 Примеры индивидуальных заданий курсовых проектов

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-5: Способен инсталлировать программное и аппаратное обеспечения для информационных и автоматизированных систем	Знать: - Аппаратные требования и специфику оборудования (технические характеристики и интерфейсы подключения различных типов цифровых камер (веб-камеры, IP-камеры, камеры технического зрения), требования к вычислительным ресурсам (GPU/CPU) для обработки изображений в реальном времени). - Состав и назначение ПО (номенклатуру и функционал программных пакетов и библиотек, необходимых для разработки систем технического зрения, в первую очередь библиотеки OpenCV, включая ее модули). - Средства разработки и компиляции (инструментарий Visual Studio для сборки и запуска проектов). - Методы организации данных (способы хранения и представления визуальной информации в памяти компьютера, структуры данных OpenCV для работы с изображениями и цветовыми пространствами). - Протоколы и драйверы (принципы работы драйверов захвата видео, протоколы передачи видеоданных). - Конфигурационные параметры (набор настраиваемых параметров для калибровки камеры, параметры детекторов, параметры алгоритмов фильтрации и сегментации. Уметь: - Подбирать и подключать оборудование (выбирать тип камеры в зависимости от задачи и подключать ее к вычислительной системе. - Разворачивать среду разработки (устанавливать и настраивать дистрибутивы, интегрировать библиотеку OpenCV с поддержкой необходимых модулей). - Инсталлировать и конфигурировать драйверы (обеспечивать захват видео с камеры в системе, настраивать параметры захвата через программный интерфейс. - Управлять данными (преобразования цветовых пространств с использованием функций OpenCV. - Осуществлять отладку инсталляции (проверять работоспособность программы путем захвата

	видеопотока и вывода его в окно, обрабатывать ошибки подключения и инициализации устройств). Владеть: - Инсталляции библиотек компьютерного зрения (навыками установки OpenCV). - Настройки системы захвата изображений (написание программ для инициализации камеры, захвата кадра, его предварительной обработки (изменение размера, нормализация) и отображения). - Интеграции специализированных модулей (подключение и использование модулей для работы с Aruco-маркерами). - Создания шаблонов и фильтров (программная реализация ядер свертки для линейной фильтрации, создания шаблонов для пиксельного сопоставления и их применения к видеопотоку). - Развертывания готовых решений (инсталляция и первичная настройка демонстрационных приложений из состава OpenCV (примеры работы детекторов, трекеров, алгоритмов сегментации) для изучения их работы и адаптации под свои задачи.
ОПК-8: Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	Знать: - Принципы цифрового представления изображений и цветовые модели (RGB, HSV). - Алгоритмы фильтрации, выделения контуров, детектирования особых точек и анализа оптического потока. - Математические методы определения позиции объектов (POSIT, PnP) и калибровки камер. - Программный интерфейс библиотек компьютерного зрения (OpenCV) и их основные модули. - Требования к разработке алгоритмов для систем реального времени. Уметь: - Писать программы для захвата, обработки и анализа изображений и видеопотока. - Реализовывать алгоритмы цветовой коррекции, фильтрации, поиска контуров и сопоставления шаблонов. - Применять детекторы особых точек и алгоритмы трекинга объектов. - Разрабатывать код для распознавания маркеров (Aruco) и оценки их пространственного положения. - Адаптировать алгоритмы под задачи автоматизированных и робототехнических систем. - Владеть: - Навыками разработки законченных приложений технического зрения на OpenCV.

	- Опытом реализации алгоритмов сегментации, детектирования и распознавания объектов на изображениях. - Навыками отладки и оптимизации программ для работы с видеопотоком в реальном времени. - Опытом интеграции модулей компьютерного зрения в прототипы автоматизированных систем. - Навыками калибровки оптических систем и коррекции искажений изображений.
ПК-3: Способен разрабатывать требования и техническую документацию к программному обеспечению и интеллектуальным беспилотным системам	Знать: - Методы сбора и анализа требований к системам технического зрения (функциональные и нефункциональные требования). - Нотации и стандарты проектирования ПО (UML, ГОСТ, IDEF0) для документирования архитектуры систем компьютерного зрения. - Принципы декомпозиции задач технического зрения на модули (захват, предобработка, детекция, трекинг, постобработка). - Критерии качества и метрики эффективности алгоритмов (точность, быстродействие, потребление ресурсов). - Способы формализации постановки задачи под конкретный тип оборудования (камеры, освещение, вычислители). - Современные архитектурные паттерны (конвейерная обработка, клиент-сервер, микросервисы) для систем реального времени. Уметь: - Формулировать требования к системе технического зрения на основе анализа предметной области (задачи детекции, распознавания, навигации). - Разрабатывать техническое задание (ТЗ) на создание модуля или системы компьютерного зрения. - Проектировать структуру программного комплекса (диаграммы классов, компонентов, последовательностей). - Выбирать оптимальную архитектуру для задач обработки видеопотока (однопоточная/многопоточная, с использованием GPU). - Декомпозировать алгоритмы (детекция лиц, поиск маркеров, стереозрение) на отдельные программные компоненты. - Согласовывать требования с аппаратными ограничениями (частота кадров, разрешение, задержки обработки). Владеть: - Навыками составления технической документации (ТЗ, спецификации требований) на систему технического зрения.

	- Опытом проектирования модульной архитектуры приложений компьютерного зрения с четким разделением функциональных блоков. - Навыками использования инструментов моделирования для создания схем взаимодействия компонентов. - Опытом обоснования выбора алгоритмов и библиотек OpenCV на этапе проектирования. - Навыками оценки трудоемкости разработки отдельных модулей системы технического зрения. - Опытом формирования требований к тестированию и валидации (наборы данных, методики проверки точности распознавания).
ПК-5: Способен разрабатывать и применять системы на базе технологий искусственного интеллекта и беспилотной робототехники	Знать: - Физические принципы формирования изображения и устройство цифровых камер для робототехнических систем. - Цветовые модели и методы их преобразования для задач детекции и сегментации. - Алгоритмы структурной обработки, фильтрации и пиксельного сопоставления изображений. - Программные средства и библиотеки OpenCV для реализации алгоритмов компьютерного зрения. - Методы анализа контуров, сегментации и каскадные классификаторы для распознавания объектов. - Алгоритмы определения пространственного положения объектов POSIT и навигации по маркерам ArUco. - Методы анализа особых точек, оптического потока и стереореконструкции для визуальной одометрии. - Технологии распознавания структурированных объектов (штрих-коды) для взаимодействия со средой. - Принципы интеграции технического зрения в бортовые системы беспилотных аппаратов. - Активные методы технического зрения и работу в различных спектральных диапазонах. Уметь: - Подбирать и настраивать оптические системы для конкретных задач беспилотной робототехники. - Выполнять программные преобразования цветовых пространств для повышения качества детекции. - Реализовывать алгоритмы шаблонного поиска и структурной фильтрации. - Разрабатывать модули захвата и предобработки видеопотока с использованием OpenCV. - Программировать детекторы границ, контуров и каскадные классификаторы для выделения объектов.

	- Создавать программы для детекции ArUco-маркеров и определения их положения в пространстве. - Реализовывать алгоритмы сопоставления особых точек и визуальной одометрии. - Применять библиотеки распознавания штрих-кодов в системах автоматизации. - Адаптировать алгоритмы компьютерного зрения для работы в реальном времени на бортовых вычислителях. - Использовать методы калибровки и коррекции искажений для различных типов сенсоров. Владеть: - Навыками настройки и интеграции цифровых камер в состав беспилотных систем. - Опытом реализации цветовой сегментации для выделения навигационных ориентиров. - Навыками применения шаблонов и фильтров для поиска объектов в видеопотоке. - Опытом создания программ обработки изображений на базе OpenCV. - Навыками разработки модулей детектирования препятствий и распознавания объектов. - Опытом создания навигационных систем на основе ArUco-маркеров. - Навыками реализации визуальной одометрии и построения карт глубины. - Опытом интеграции распознавания структурированных объектов в системы управления. - Навыками разработки прототипов систем технического зрения для беспилотных аппаратов. - Опытом калибровки и обработки данных от активных и мультиспектральных сенсоров.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы технического зрения в автоматизированных системах» относится к дисциплинам базовой части (Блока 1) основной образовательной программы бакалавриата; изучается во 4 семестре. Дисциплина базируется на следующих знаниях и навыках, приобретенных при освоении дисциплин:

- Программное обеспечение рабочего места оператора;
- Программирование и основы алгоритмизации;
- Программирование и алгоритмизация на языках высокого уровня;
- Проектирование алгоритмов систем управления
- Математический анализ;
- Линейная алгебра;
- Теория вероятностей и математическая статистика.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетные единицы (216 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость (по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			4
1	Аудиторные занятия	108	108
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	72	72
2	Самостоятельная работа	108	108
	В том числе:		
2.1	Подготовка к практическим занятиям	72	72
2.2	Тестирование	18	18
2.3	Выполнение курсового проекта	36	36
3	Промежуточная аттестация		
	Защита курсового проекта		
	Экзамен		
	Итого:	216/6	216/6

3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)

3.2.1 Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Введение. Физические принципы технического зрения		4		6		12
2	Тема 2. Цветовые пространства		4		6		12
3	Тема 3. Структурная обработка изображений		4		6		12
4	Тема 4. Применение библиотеки OpenCV		4		6		12
5	Тема 5. Анализ контуров и сегментация. Определение позиции и положения объектов. Применение оптического потока и каскадов		4		6		12

6	Тема 6. Метод POSIT. ArUco – структурные маркеры для навигации. Технология дополненной реальности		4		6		12
7	Тема 7. Особые точки на изображении. Анализ структур в задачах позиционирования и сопоставления		4		6		12
8	Тема 8. Детекция элементов структурных объектов		4		6		12
9	Тема 9. Применение технического зрения в робототехнике		2		6		12
10	Тема 10. Обзор средств и технологий, применяемых в системах технического зрения		2				
Итого			36		54		108

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Физические принципы технического зрения
Понятие «зрение» в широком смысле, как инструмент получения различной информации об окружающем мире. Основы оптических систем. Камера Обскура. Устройство современных цифровых камер.
Тема 2. Цветовые пространства
Цветовые пространства. Преобразования цветов.
Тема 3. Структурная обработка изображений
Структурная обработка изображений. Применение шаблонов при поиске объектов. Пиксельное сопоставление изображений. Преобразование изображений с использованием структурной фильтрации.
Тема 4. Применение библиотеки OpenCV
Реализация систем технического зрения на основе OpenCV. Работа с памятью и преобразование цветовых пространств. Логические операторы о обработке изображений
Тема 5. Анализ контуров и сегментация. Определение позиции и положения объектов. Применение оптического потока и каскадов
Анализ контуров. Структурированные изображения. Детекция разметки. Определение положения, локализация в пространстве. Линейные фильтры на основе дискретной двумерной свертки. Ядро фильтра и нормировка фильтрации. Реализация программы распознавания лица человека с использованием классификаторов.
Тема 6. Метод POSIT. ArUco – структурные маркеры для навигации. Технология дополненной реальности
Структурированные маркеры. Определение позы. Алгоритм POSIT. ARKit и ArUco в задачах ориентации и дополненной реальности. Анализ траектории движения. Геометрические особенности. Калибровка изображения.
Тема 7. Особые точки на изображении. Анализ структур в задачах позиционирования и сопоставления
Анализ особых точек. Детектирование линий и базовых фигур методов. Анализ оптического потока. Стереореконструкция.
Тема 8. Детекция элементов структурных объектов
Возможность по кодированию (представлению) данных в виде элементов структурированных объектов на изображении. Обработка штрих-кодов.

Тема 9. Применение технического зрения в робототехнике
Особенности применения систем технического зрения в робототехнических приложениях.
Тема 10. Обзор средств и технологий, применяемых в системах технического зрения
Техническое зрение с использованием иных спектральных диапазонов. Активные технологии технического зрения. Методы структурной подсветки и математическая обработка данных.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

Лабораторные работы (практикумы)
Лабораторная работа № 1. Освоение базовых инструментов обработки и визуализации массивов данных
Лабораторная работа № 2. Базовые принципы обработки изображений и поиска зон интереса
Лабораторная работа № 3. Базовые принципы поиска шаблонов на изображении.
Лабораторная работа № 4. Техническое зрение в задачах управления

Лабораторные работы (с индивидуальными заданиями)
Лабораторная работа № 5. Техническое зрение в задачах контроля технологических процессов
Лабораторная работа № 6. Техническое зрение в задачах позиционирования и навигации

Для проведения лабораторных работ требуется компьютерный класс. объеденный в локальную сеть с выходом в Интернет. Компьютеры должны быть объединены локальной сетью. Необходим выход в глобальную сеть Интернет. Требуемое программное обеспечением: компилятор Visual Studio, платформа .NET или Mono, текстовый редактор, офисный пакет LibreOffice, .

Компьютерный класс должен иметь возможность обновления и установки дополнительного свободно распространяемого программного обеспечения.

3.5 Тематика вопросов для самостоятельного изучения

• Изучение тенденции применения различных языков программирования при решении разных практических задач.
• Изучение сред разработки, систем управления версиями.
• Изучение методов коллективной разработки.
• Изучение средств автоматизированного тестирования приложений.

3.6 Тематика заданий на курсовое проектирование

Проектирование и разработка программного обеспечения с использованием диаграмм состояний

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1. Обработка изображений в авиационных системах технического зрения [Электронный ресурс] Издательство Физматлит 2016 г. http://www.knigafund.ru/books/208934
2. Теория и расчет оптико-электронных приборов: учебник [Электронный ресурс] Якушенков Ю. Г. Логос 2011 г. http://www.knigafund.ru/books/178652
3. Таненбаум Э., Остин Т. Архитектура компьютера. – СПб.:Питер, 2013.
4. Усачев, Ю.Е. Вычислительные машины, сети и системы телекоммуникаций. [Электронный ресурс] / Ю.Е. Усачев, И.В. Чигирёва. — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ, 2014. — 307 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/62577 — Загл. с экрана.

4.2 Дополнительная литература

1. Оптико-электронные следящие и прицельные системы: учебное пособие [Электронный ресурс] Барский А. Г. Логос 2013 г. http://www.knigafund.ru/books/187006
2. Троелсен. Э., C# и платформа .NET. Библиотека программиста. — СПб.: Питер, 2004. —796 с.: ил.
3. Бречка, Д.М. Алгоритмы машинных вычислений: учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Омск : ОмГУ, 2014. — 64 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/75387 — Загл. с экрана.
4. Окулов, С.М. Алгоритмы компьютерной арифметики. [Электронный ресурс] / С.М. Окулов, С.М. Лялин, О.А. Пестов, Е.В. Разова. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 288 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/66112 — Загл. с экрана.

4.3 Электронные образовательные ресурсы

1. Платформа цифрового образования Мосполитеха (ЭОР): – Системы технического зрения в автоматизированных системах управления – https://online.mospolytech.ru/local/crw/course.php?id=12945
2. https://habrahabr.ru/
3. https://tproger.ru/tag/c-language/
4. https://prog-cpp.ru/c/

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft Windows 10, Microsoft Visual Studio Professional 2017 - Microsoft DreamSpark, subscriber id: 1204033694.
2. Среда разработки Microsoft VisualStudio с установленным языком C#
3. Офисный пакет Libre Office или Microsoft Office
4. Библиотека OpenCV и пакет OpenCVSharp
5. СУБД MSSQL 2008 (http://www.microsoft.com/sqlserver/ru/ru/default.aspx)

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Справочно-правовая системы «КонсультантПлюс: Некоммерческая интернетверсия» https://www.consultant.ru/online/
2. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru
3. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
5. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
6. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
7. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерные классы с оснащением: столы, стулья, аудиторная доска, использование переносного мультимедийного комплекса (переносной проектор, персональный ноутбук).
2. Персональные компьютеры, мониторы, мышки, клавиатуры. Рабочее место преподавателя: стол, стул.
3. Аудитория для самостоятельной работы.
4. Библиотека, читальный зал.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

1. При подготовке к занятиям следует предварительно проработать материал занятия, предусмотрев его подачу точно в отведенное для этого время занятия. Следует подготовить необходимые материалы – теоретические сведения, задачи и др. При проведении занятия следует контролировать подачу материала и решение заданий с учетом учебного времени, отведенного для занятия.
2. При проверке работ и отчетов следует учитывать не только правильность выполнения заданий, но и оптимальность выбранных методов решения, правильность выполнения всех его шагов.
3. При организации и проведения экзаменов в практико-ориентированной форме следует использовать утвержденные кафедрой Методические рекомендации.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Получение углубленных знаний по дисциплине достигается за счет активной самостоятельной работы обучающихся. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с учебной и научной литературой по проблемам дисциплины, анализа научных концепций.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачѐта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Системы технического зрения в автоматизированных системах».

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
ОПК-5: Способен инсталлировать программное и аппаратное обеспечения для информационных и автоматизированных систем				
знать: - Аппаратные требования и специфику оборудования. - Состав и назначение ПО. - Средства разработки и компиляции (инструментарий Visual Studio). - Методы организации данных.	Не может назвать основные типы камер или интерфейсы их подключения. Не слышал о библиотеке OpenCV или не знает её назначения. Не имеет представления о том, как данные об изображении	Имеет поверхностное представление о тематике. Знает, что существуют цифровые камеры и библиотека OpenCV. Путается в модулях библиотеки, не может точно сказать, какой модуль отвечает	Знает основной перечень аппаратных и программных компонентов, но может допускать незначительные неточности. Ориентируется в структуре библиотеки OpenCV, но путается в назначении	Демонстрирует глубокое, структурированн ое понимание всех перечисленных аспектов. Свободно перечисляет модули OpenCV, необходимые для решения конкретных задач.

- Протоколы и драйверы. - Конфигурационные параметры камеры.	хранятся в памяти компьютера. Отсутствуют базовые знания о драйверах и необходимости инсталляции программного обеспечения.	за конкретную функцию. С трудом перечисляет конфигурационные параметры. Понимает необходимость драйверов, но не знает их названий или принципов работы.	второстепенных модулей. Понимает общие принципы организации данных (матрицы), но может затрудняться в объяснении особенностей работы с памятью в контексте конкретной задачи. В целом владеет информацией о драйверах, но без глубокого понимания их внутреннего устройства.	Понимает взаимосвязь между аппаратными характеристикам и камеры и алгоритмами обработки. Знает не только названия, но и принципы работы драйверов и протоколов захвата видео.
уметь: - Подбирать и подключать оборудование. - Разворачивать среду разработки OpenCV с поддержкой необходимых модулей. - Инсталлировать и конфигурировать драйверы. - Управлять данными. - Осуществлять отладку инсталляции.	Не может физически подключить камеру к системе или определить ее в системе. Не способен установить среду разработки или библиотеку OpenCV. Не умеет инсталлировать драйверы и настроить захват видео. Не владеет синтаксисом функций для управления данными изображений. Не может запустить программу или интерпретировать сообщения об	Подключает камеру по шаблону, но не может аргументировать выбор типа камеры для конкретной задачи. Способен установить OpenCV только по готовой инструкции, без понимания зависимостей модулей. Обеспечивает захват видео, но не умеет менять параметры захвата программно. Допускает ошибки в преобразованиях. При отладке ограничивается	Правильно подбирает оборудование, но может ошибиться в нюансах подключения. Умеет установить базовый пакет OpenCV, но может испытывать затруднения при подключении дополнительных модулей. Настраивает захват видео, но использует стандартные параметры, не углубляясь в оптимизацию. Выполняет преобразования цветов, но может путать порядок каналов.	Самостоятельно и безошибочно подбирает тип камеры под задачу. Быстро разворачивает среду, корректно интегрируя специфические модули. Уверенно настраивает параметры захвата и драйверы под разные ОС. Пишет код для преобразования цветовых пространств без ошибок, используя оптимальные функции OpenCV. Грамотно обрабатывает

	ошибках компиляции/выполнения.	запуском кода, игнорируя проверку возникновения исключительных ситуаций.	Проверяет работоспособность, но обрабатывает только основные ошибки.	все типы ошибок при отладке.
владеть: - Инсталляции библиотек компьютерного зрения OpenCV. - Настройки системы захвата изображений. - Интеграции специализированных модулей. - Создания шаблонов и фильтров. - Развертывания готовых решений для изучения их работы и адаптации под свои задачи.	Не может установить OpenCV. Неспособен написать программу для захвата видео с камеры. Не имеет опыта работы со специализированными модулями (Aruco и др.). Отсутствуют навыки реализации фильтрации и шаблонов. Не умеет запускать и настраивать готовые примеры из состава OpenCV.	Устанавливает OpenCV только по инструкции, не понимая процесса. Программа захвата работает нестабильно или не включает этап предварительной обработки. Не может самостоятельно подключить специализированный модуль, требует постоянной подсказки. Использует только встроенные фильтры, не умея создать даже простое ядро. Готовые примеры запускает, но не может объяснить их работу или изменить параметры.	Владеет основным способом установки, но может ошибаться при сборке с нестандартными модулями. Пишет программу захвата, но предобработка ограничена 1-2 операциями. Может подключить модуль Aruco и сгенерировать маркер, но испытывает трудности с настройкой детектора. Способен применить готовые фильтры из библиотеки, но реализация собственного ядра свертки вызывает затруднения. Запускает готовые примеры, но адаптирует их слабо.	Уверенно владеет разными способами установки OpenCV. Самостоятельно пишет законченную программу (инициализация камеры, захват, предобработка, вывод в реальном времени). Корректно интегрирует специализированные модули и настраивает их параметры. Создает и применяет пользовательские ядра свертки и шаблоны, понимая влияние нормировки и размера ядра. Быстро находит, запускает и адаптирует примеры из OpenCV под свою задачу.
ОПК-8: Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения				

знать: - Принципы цифрового представления изображений и цветовые модели. - Алгоритмы фильтрации, выделения контуров, детектирования особых точек и анализа оптического потока. - Математические методы определения позиции объектов и калибровки камер. - Программный интерфейс библиотек компьютерного зрения OpenCV и их основные модули. - Требования к разработке алгоритмов для систем реального времени.	Не знает базовых алгоритмов обработки изображений, не ориентируется в цветовых моделях и методах компьютерного зрения.	Имеет поверхностные знания, путается в классификации алгоритмов, с трудом объясняет математические основы методов.	Знает основные алгоритмы и методы, но допускает незначительные неточности в описании принципов их работы. Ориентируется в структуре OpenCV.	Глубоко понимает теоретические основы алгоритмов обработки изображений, цветовых пространств, методов детекции и калибровки. Свободно ориентируется в API OpenCV.
уметь: - Писать программы для захвата, обработки и анализа изображений и видеопотока. - Реализовывать алгоритмы цветовой коррекции,	Не может написать программу для базовой обработки изображения или захвата видео.	Способен писать простые программы только по образцу, испытывает затруднения при реализации сложных алгоритмов.	Пишет рабочий код, но допускает незначительные ошибки или неоптимальные решения. Требуется минимальная помощь при отладке.	Самостоятельно пишет корректный код для решения задач технического зрения, грамотно выбирает и реализует необходимые алгоритмы.

фильтрации, поиска контуров и сопоставления шаблонов. - Применять детекторы особых точек и алгоритмы трекинга объектов. - Разрабатывать код для распознавания маркеров (Aruco) и оценки их пространственного положения. - Адаптировать алгоритмы под задачи автоматизированных и робототехнических систем.				
владеть: - Навыками разработки законченных приложений технического зрения на OpenCV. - Опытом реализации алгоритмов сегментации, детектирования и распознавания объектов на изображениях. - Навыками отладки и оптимизации программ для работы с видеопотоком в	Не имеет практического опыта разработки программ технического зрения.	Владеет базовыми навыками (запуск примеров, простые скрипты), но не имеет опыта создания самостоятельных практических решений.	Имеет опыт разработки отдельных модулей и программ, но требует консультаций при интеграции их в сложные системы.	Имеет устойчивый опыт создания законченных приложений технического зрения. Самостоятельно разрабатывает прототипы, пригодные для практического применения.

реальном времени. - Опытом интеграции модулей компьютерного зрения в прототипы автоматизированных систем. - Навыками калибровки оптических систем и коррекции искажений изображений.				
ПК-3 Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение				
знать: - Методы сбора и анализа требований к системам технического зрения (функциональные и нефункциональные требования). - Нотации и стандарты проектирования ПО (UML, ГОСТ, IDEF0) для документирования архитектуры систем компьютерного зрения. - Принципы декомпозиции задач технического зрения на модули (захват, предобработка, детекция,	Не знает методологий сбора требований, нотаций проектирования и принципов декомпозиции систем технического зрения.	Имеет поверхностное представление о процессе проектирования ПО, путается в стадиях разработки требований, с трудом перечисляет архитектурные паттерны.	Знает основные методы проектирования и разработки требований, но допускает незначительные неточности в классификации или применении нотаций.	Глубоко понимает методологии сбора требований, нотации проектирования (UML) и архитектурные паттерны для систем технического зрения. Свободно ориентируется в стандартах оформления документации.

трекинг, постобработка). - Критерии качества и метрики эффективности алгоритмов (точность, быстродействие, потребление ресурсов). - Способы формализации постановки задачи под конкретный тип оборудования (камеры, освещение, вычислители). - Современные архитектурные паттерны (конвейерная обработка, клиент-сервер, микросервисы) для систем реального времени.				
уметь: - Формулировать требования к системе технического зрения на основе анализа предметной области (задачи детекции, распознавания, навигации). - Разрабатывать техническое задание (ТЗ) на создание модуля или системы компьютерного зрения.	Не может сформулировать требования к системе технического зрения или построить архитектуру даже на концептуальном уровне.	Формулирует требования только с помощью наводящих вопросов, разрабатывает простейшие схемы, не учитывая нефункциональные характеристики (быстродействие, нагрузку).	Способен сформулировать основные требования и построить структуру системы, но допускает незначительные ошибки в декомпозиции или выборе архитектуры.	Самостоятельно и грамотно формулирует полный перечень требований к системе, разрабатывает ТЗ, строит корректные диаграммы, учитывая аппаратные ограничения.

- Проектировать структуру программного комплекса (диаграммы классов, компонентов, последовательностей). - Выбирать оптимальную архитектуру для задач обработки видеопотока (однопоточная/многопоточная, с использованием GPU). - Декомпозировать алгоритмы (детекция лиц, поиск маркеров, стереозрение) на отдельные программные компоненты. - Согласовывать требования с аппаратными ограничениями (частота кадров, разрешение, задержки обработки).				
владеть: - Навыками составления технической документации (ТЗ, спецификации требований) на систему технического зрения. - Опытом проектирования модульной	Не имеет практического опыта в разработке требований и проектировании ПО для систем технического зрения.	Имеет фрагментарный опыт: может составить простое ТЗ или нарисовать диаграмму, но не способен спроектировать систему целиком.	Владеет навыками документирования и проектирования, но требует консультаций при сложных архитектурных решениях или оценке ресурсов.	Имеет устойчивый опыт составления полноценной технической документации и проектирования модульных архитектур. Обоснованно выбирает инструменты и оценивает

архитектуры приложений компьютерного зрения с четким разделением функциональных блоков. - Навыками использования инструментов моделирования для создания схем взаимодействия компонентов. - Опытом обоснования выбора алгоритмов и библиотек OpenCV на этапе проектирования. - Навыками оценки трудоемкости разработки отдельных модулей системы технического зрения. - Опытом формирования требований к тестированию и валидации (наборы данных, методики проверки точности распознавания).				трудоемкость разработки.
ПК-5. Способен разрабатывать и применять системы на базе технологий искусственного интеллекта и беспилотной робототехники				
Знать: - Физические принципы формирования изображения и устройство	Не знает базовых принципов технического зрения, цветовых	Имеет поверхностные знания, путается в классификации методов обработки	Знает основной теоретический материал, но допускает незначительные неточности в	Глубоко понимает физические принципы работы систем технического

цифровых камер для робототехнических систем. - Цветовые модели и методы их преобразования для задач детекции и сегментации. - Алгоритмы структурной обработки, фильтрации и пиксельного сопоставления изображений. - Программные средства и библиотеки OpenCV для реализации алгоритмов компьютерного зрения. - Методы анализа контуров, сегментации и каскадные классификаторы для распознавания объектов. - Алгоритмы определения пространственного положения объектов POSIT и навигации по маркерам ArUco. - Методы анализа особых точек, оптического потока и стереореконструкции для визуальной одометрии.	моделей, алгоритмов детекции и навигации, необходимых для разработки систем ИИ и робототехники.	изображений, слабо представляет принципы работы беспилотных систем.	описании алгоритмов или методов. Ориентируется в большинстве тем курса.	зрения, цветовые модели, алгоритмы обработки, методы навигации и интеграции ИИ в беспилотную робототехнику. Свободно ориентируется в современной терминологии и подходах.

- Технологии распознавания структурированн ых объектов (штрих-коды) для взаимодействия со средой. - Принципы интеграции технического зрения в бортовые системы беспилотных аппаратов. - Активные методы технического зрения и работу в различных спектральных диапазонах.				
Уметь: - Подбирать и настраивать оптические системы для конкретных задач беспилотной робототехники. - Выполнять программные преобразования цветовых пространств для повышения качества детекции. - Реализовывать алгоритмы шаблонного поиска и структурной фильтрации. - Разрабатывать модули захвата и предобработки	Не может написать программу для базовой обработки изображения, детекции объекта или определения его положения.	Реализует простейшие алгоритмы только по образцу, испытывает серьезные затруднения при программирован ии задач навигации или интеграции модулей.	Способен реализовать типовые алгоритмы, но требует незначительной помощи при выборе методов или оптимизации под реальное время. Допускает мелкие ошибки в коде.	Самостоятельно выбирает и программно реализует оптимальные алгоритмы для конкретных задач (детекция, трекинг, навигация). Грамотно адаптирует решения под аппаратные ограничения беспилотных систем.

видеопотока с использованием OpenCV. - Программировать детекторы границ, контуров и каскадные классификаторы для выделения объектов. - Создавать программы для детекции ArUco-маркеров и определения их положения в пространстве. - Реализовывать алгоритмы сопоставления особых точек и визуальной одометрии. - Применять библиотеки распознавания штрих-кодов в системах автоматизации. - Адаптировать алгоритмы компьютерного зрения для работы в реальном времени на бортовых вычислителях. - Использовать методы калибровки и коррекции искажений для различных типов сенсоров.				

Владеть: - Навыками настройки и интеграции цифровых камер в состав беспилотных систем. - Опытом реализации цветовой сегментации для выделения навигационных ориентиров. - Навыками применения шаблонов и фильтров для поиска объектов в видеопотоке. - Опытом создания программ обработки изображений на базе OpenCV. - Навыками разработки модулей детектирования препятствий и распознавания объектов. - Опытом создания навигационных систем на основе ArUco-маркеров. - Навыками реализации визуальной одометрии и построения карт глубины. - Опытом интеграции распознавания структурированн ых объектов в	Не имеет практического опыта разработки систем технического зрения с применением технологий ИИ и беспилотной робототехники.	Имеет фрагментарный опыт: умеет запускать готовые примеры, выполнять простую обработку, но не способен самостоятельно разработать работающий прототип для беспилотной системы.	Владеет основными навыками разработки, имеет опыт создания отдельных модулей, но требует консультаций при комплексной интеграции системы или настройке сложных алгоритмов (SLAM, визуальная одометрия).	Имеет устойчивый опыт разработки законченных прототипов систем технического зрения для беспилотных аппаратов. Самостоятельно интегрирует алгоритмы ИИ, калибрует сенсоры и обеспечивает работу в реальном времени.

системы управления. - Навыками разработки прототипов систем технического зрения для беспилотных аппаратов. - Опытом калибровки и обработки данных от активных и мультиспектральных сенсоров.	

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценки ответа на экзамене

Шкала оценивания	Описание
Отлично	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
Хорошо	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.*
Удовлетворительно	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.*

Неудовлетворительно	*Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

Критерии оценки работы обучающегося при защите курсового проекта

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	*Выполнены все задачи, предусмотренные индивидуальным заданием на курсовое проектирование. В тексте работы и во время защиты студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
Хорошо	*Выполнены все задачи, предусмотренные индивидуальным заданием на курсовое проектирование. В тексте работы и во время защиты студент Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.*
Удовлетворительно	*Выполнены все задачи, предусмотренные индивидуальным заданием на курсовое проектирование. В тексте работы и во время защиты студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.*
Неудовлетворительно	*Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных задачами курсового проектирования. В тексте работы и во время защиты студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

Критерии оценки работы обучающегося на лабораторных занятиях

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	*Выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся четко и без ошибок*

	ответил на все контрольные вопросы, активно работал на практических занятиях.
Хорошо	*Выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы, достаточно активно работал на практических занятиях.*
Удовлетворительно	*Выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями с замечаниями преподавателя; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.*
Неудовлетворительно	*Обучающийся не выполнил или выполнил неправильно практические задания, предусмотренные практическими занятиями; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.*

Критерии оценки тестирования

Тестирование оценивается в соответствии с процентом правильных ответов, данных студентом на вопросы теста. Стандартная шкала соответствия результатов тестирования выставляемой балльной оценке:

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	*Свыше 85% правильных ответов (включительно);*
Хорошо	*От 70 % до 84,9 % правильных ответов;*
Удовлетворительно	*От 55 % до 69,9 % правильных ответов;*
Неудовлетворительно	*Менее 54,9 % правильных ответов.*

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль на лабораторных занятиях

Пример задания текущего контроля:

1. Алгоритм детекции дорожного знака с многоцветной цветовой схемой.
2. Применение OpenCV при работе с изображениями. Типы данных. Получение и показ изображений. Загрузка и сохранение изображений. Формирование видеофайла. Рисование на изображениях
3. Применение OpenCV при обработке изображений. Преобразования. Цветовые пространства. Выделение контуров. Вычисление параметров контуров
4. Работа с шаблонами изображений в OpenCV. Детектирование дорожных знаков и реконструкция окружения при известных параметрах камеры и детектируемых объектов.
5. Извлечение информации о структурированных изображениях в OpenCV. Детектирование многоугольников. Перспективная деформация.
6. Извлечение информации о структурных маркерах в OpenCV. Вычисление положения и ориентации маркера. Извлечение кодировки. Методы кодирования и хранения кодовой информации. Спиральная развертка в сеточных шаблонах.
7. Применение каскадов в OpenCV Детектирование лиц и применение при детектировании других объектов.

8. Реализация стереореконструкции в OpenCV. Работа с картами глубины и реконструкция окружения.
9. Методы кластерного анализа при обработке изображений. Метод k-means и упрощенные методы кластеризации. Ограничения применения кластеризации в задачах технического зрения в робототехнике.
10. Детектирование дорожной разметки. Осевые и стоп-линии. Структурные объекты (пешеходные переходы и стрелки)
11. Применение технического зрения в мобильной робототехнике. Поиск объектов и навигация

7.3.2 Промежуточная аттестация (экзамен)

Пример экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

▪

Факультет информационных технологий, Кафедра СМАРТ-технологии
Дисциплина: Системы технического зрения в автоматизированных системах
Образовательная программа: Интеллектуальные беспилотные системы (Информатика и вычислительная техника)

БИЛЕТ № 1

1. Применение частных структурных шаблонов и каскадов при анализе изображений. Детектирование лиц на изображениях.

2. Применение OpenCV при работе с изображениями. Типы данных. Получение и показ изображений. Загрузка и сохранение изображений. Формирование видеофайла. Рисование на изображениях.

Зав. Кафедрой _____ / _____

Пример заданий рубежного контроля (экзамена)

1. Понятие «зрение» , как инструмент получения различной информации об окружающем мире.
2. Особенности восприятия сенсорной информации.
3. Основы оптических систем.
4. Способ хранения изображения. Цветовые пространства.
5. Общие понятия цифровой обработки сигнала.
6. Линейные системы. Функция Дирака. Импульсная характеристика линейной системы.
7. Импульсное разложение сигнала.

8. Определение свертки для непрерывного и дискретного случаев. Свертка сигнала с импульсной характеристикой линейной системы.
9. Линейные фильтры на основе дискретной двумерной свертки.
10. Ядро фильтра и нормировка фильтрации.
11. Низкочастотный фильтр (размытие Гаусса).
12. Высокочастотный фильтр (фильтр Габора).
13. Выделение границ при помощи дискретной производной (фильтр Собеля).
14. Решение проблем свертки на краях изображения. Медианный фильтр.
15. Логические операции с сигналом. Операции морфологии.
16. Методы коррекции яркости и контрастности изображений.
17. Понятие «распознавание образов».
18. Алгоритмы поиска границ на изображении.
19. Преобразование Хаара, Морле, «мексиканская шляпа».
20. Понятие «классификатор» в распознавании образов.
21.Классификатор AdaBoost. Каскады Хаара.
22. Использование нейросетевых технологий в распознавании образов.
23. Проблемы реализации и распараллеливание вычислений.
24. Стереозрение. Бинокулярное совмещение изображений. Корреляция.
25. Сопровождение с использованием линейных динамических моделей.

7.3.3 Примеры индивидуальных заданий курсовых проектов

1. Система пространственной стереореконструкции окружения робота с возможностью программной коррекции расположения камер по анализу AR-метки.

2. Метод анализа структуры виртуального лабиринта с построением карты маршрута движения робота.

3. Система анализа корректности считанной графической схемы на основании известного набора схем-шаблонов

4. Система считывания дорожных знаков и построения карты их размещения