МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 42

УТВЕРЖДАЮ
Ответственный за образовательную программу

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

В.А. Миклуш
(инициалы, фамилия)

(подпись)

«11» июня 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы технического зрения на производстве»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Информационные системы и технологии
Наименование направленности	Информационные системы и технологии в бизнесе
Форма обучения	заочная
Год приема	2023

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.т.н.	11.06.2026	В.А. Миклуш
(должность, уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 42

«11» июня 2026 г, протокол № 09/2025-26

Заведующий кафедрой № 42

Д-р техн. наук, доцент	11.06.2026	С.В. Мичурин
(уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доцент, канд. техн. наук	11.06.2026	А.А. Фоменкова
(должность, уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Системы технического зрения на производстве» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.02 «Информационные системы и технологии » направленности/ специализации «Информационные системы и технологии в бизнесе». Дисциплина реализуется образовательным офисом Инженерной школы.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-11 «Способен проектировать, разрабатывать, внедрять и сопровождать информационные системы технического зрения для автоматизированного контроля, анализа и управления производственными процессами»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием, аппаратной и программной реализацией, а также интеграцией промышленных систем технического зрения (СТЗ) в автоматизированные производственные и робототехнические комплексы.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (7 семестр), экзамена (8 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Формирование у обучающихся компетенций в области проектирования, разработки, интеграции и обслуживания промышленных систем технического зрения (СТЗ), а также применения методов машинного обучения для решения задач автоматизации и робототехники.

1.2. Дисциплина входит в состав образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-11 Способен проектировать, разрабатывать, внедрять и сопровождать информационные системы технического зрения для автоматизированного контроля, анализа и управления производственными процессами	ПК-11.З.1 знать архитектуру и принципы функционирования промышленных систем технического зрения, состав аппаратных и программных компонентов ПК-11.У.1 уметь анализировать технологические операции и выявлять задачи автоматизированного визуального контроля ПК-11.У.2 уметь выбирать оборудование и программные средства обработки изображений ПК-11.У.3 уметь разрабатывать и настраивать алгоритмы распознавания объектов и контроля качества продукции ПК-11.В.1 владеть навыками интеграции систем технического зрения с программируемыми логическими контроллерами (ПЛК), промышленными роботами и автоматизированными линиями ПК-11.В.2 владеть навыками эксплуатации, диагностики и оценки эффективности систем технического зрения

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Аналитическая геометрия и линейная алгебра»,
- «Математический анализ»,
- «Теория вероятностей и математическая статистика»,
- «Алгоритмизация и программирование»,
- «Прикладное программирование».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Основы создания цифровых двойников»,
- «Системы с искусственным интеллектом»,
- «Системное программное обеспечение.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№10
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	12	12
в том числе:		
лекции (Л), (час)	4	4
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	8	8
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	123	123
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 10					
Раздел 1 Основы систем технического зрения в производстве Тема 1.1 Понятие, назначение и основные задачи систем технического зрения для решения производственных задач. Тема 1.2 Архитектура и принципы функционирования систем технического зрения. Тема 1.3 Классификация систем технического зрения. Тема 1.4 Применение систем технического зрения в производстве.	1				
Раздел 2 Анализ компонентов системы технического зрения в производстве. Тема 2.1 Средства сбора информации. Тема 2.2 Интерфейсы передачи данных и подключения камер. Тема 2.3 Аппаратно-вычислительные системы технического зрения.				2	
Раздел 3 Методы и алгоритмы обработки изображений и видеокадров в производственных системах. Тема 3.1 Основные методы обработки и анализа изображений и видеокадров. Тема 3.2 Методы обнаружения и распознавания объектов на изображениях и видеокадрах. Тема 3.3 Методы сегментации и выделения областей интереса на изображениях и видеокадров. Тема 3.4 Программные средства реализации алгоритмов технического зрения.	1				
Раздел 4 Системы технического зрения на базе одноплатных компьютеров Тема 4.1 Анализ производственной задачи и формирование требований к встраиваемой системе технического зрения Тема 4.2 Анализ и выбор одноплатной вычислительной платформы и аппаратных компонентов системы.				2	
Раздел 5 Практическое применение систем технического зрения в производстве. Тема 5.1 Применение систем технического зрения в различных отраслях промышленности. Тема 5.2 Решение типовых производственных задач средствами технического зрения.	1				
Раздел 6 Проектирование технического зрения для производственных задач. Тема 6.1 Проектирование: анализ требований и постановка задачи. Тема 6.2 Проектирование SCADA системы.	1				
Раздел 7 Внедрение и отладка систем технического зрения на производстве. Тема 7.1 Внедрение систем технического зрения Тема 7.2 Тестирование и отладка. Тема 7.3 Оценка надежности системы.				1	

Раздел 8 Техническое обслуживание и анализ работы систем технического зрения. Тема 8.1 Осмотр, выявление и устранение неисправностей. Тема 8.2 Техническое обслуживание. Тема 8.3 Анализ работы системы, предложения по оптимизации и улучшению работы.			1		
Раздел 9 Прикладные задачи и кейсы применения технического зрения в промышленности. Тема 9.1 Примеры кейсов. Тема 9.2 Примеры решения прикладных задач.			2		
Итого в семестре:	4		8		123
Итого	4		8		123

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1 Основы систем технического зрения в производстве. Тема 1.1 Понятие, назначение и основные задачи систем технического зрения для решения производственных задач. Основные термины и определения, назначение систем технического зрения, задачи обнаружения, распознавания, идентификации, измерения, позиционирования и контроля производственных объектов. Тема 1.2 Архитектура и принципы функционирования систем технического зрения. Состав и функциональная структура системы технического зрения, последовательность получения, передачи, обработки и анализа визуальных данных. Тема 1.3 Классификация систем технического зрения. Классификация систем по типу получаемых данных (двумерные и трехмерные данные), способу размещения, назначению, степени автоматизации и применяемым методам обработки изображений. Тема 1.4 Применение систем технического зрения в производстве. Использование систем технического зрения для контроля качества, измерения параметров, идентификации, сортировки, позиционирования объектов, управления оборудованием и мониторинга технологических процессов.
3	Раздел 3 Методы и алгоритмы обработки изображений и видеокадров в производственных системах. Тема 3.1 Основные методы обработки и анализа изображений и видеокадров. Преобразование цветовых пространств, коррекция яркости и контрастности, фильтрация шумов, морфологическая обработка, выделение границ и информативных признаков. Тема 3.2 Методы обнаружения и распознавания объектов на изображениях и видеокадрах. Обнаружение, локализация, классификация и идентификация объектов. Определение положения, ориентации и геометрических параметров производственных объектов. Тема 3.3 Методы сегментации и выделения областей интереса на изображениях и видеокадров. Пороговая, контурная, кластерная, семантическая сегментация. Выделение объектов, дефектов, технологических зон и других областей интереса. Тема 3.4 Программные средства реализации алгоритмов технического зрения. Библиотеки, специализированные SDK, среды разработки и инструменты машинного обучения. Организация программной обработки изображений и видеокадров, визуализация результатов и оценка качества работы нейросетевых моделей.
5	Раздел 5 Практическое применение систем технического зрения в производстве. Тема 5.1 Применение систем технического зрения в различных отраслях промышленности. Примеры типовых кейсов применения технического зрения в машиностроении, приборостроении, радиоэлектронной, пищевой и других отраслях промышленности. Тема 5.2 Решение типовых производственных задач средствами технического зрения. Бесконтактный контроль качества печатных плат, обнаружение и распознавание изделий, измерение геометрических их параметров, позиционирование деталей и сортировка продукции
6	Раздел 6 Проектирование технического зрения для производственных задач. Тема 6.1 Проектирование: анализ требований и постановка задачи. Анализ требований и постановка задачи; оценка возможности применения технического зрения для поставленной задачи. Этапы проектирования системы. Техническое задание на систему технического зрения. Анализ производственного процесса. Подбор необходимого оборудования; подбор программного обеспечения; проектирование крепежных элементов, защиты, кожухов и вспомогательных элементов. Тема 6.2 Проектирование SCADA системы. Требования к интерфейсу оператора СТЗ: простота, информативность, минимизация ошибок. Элементы интерфейса: отображение текущего изображения, результатов контроля, статистики, настроек. Уровни доступа: оператор, наладчик, администратор.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 10				
1	Обнаружение и выделение признаков на изображениях и видеокадрах для решения производственных задач	2		2
2	Автоматический контроль качества изготовления печатных плат.	2		4
3	Разработка HMI/SCADA интерфейса для системы зрения	1		7
4	Визуальное ведение робота	1		8
5	Стресс-тестирование и компенсация внешних факторов	2		9
Всего		8		

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	60	60
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	30	30
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	23	23
Всего:	123	123

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
https://znanium.ru/catalog/document?id=365188#bib	Сенсоры технического зрения : учебное пособие / Е. Р. Муратов, С. А. Юкин, А. И. Ефимов, М. Б. Никифоров. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2019. - 74 с. - ISBN 978-5-9912-0741-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/1195572 (дата обращения: 27.07.2026). – Режим доступа: по подписке.	
https://znanium.ru/catalog/document?id=434569#bib	Техническое и программное обеспечение вычислительных машин и систем : учебное пособие / О. В. Конюхова, Э. А. Кравцова, П. В. Лукьянов, А. О. Ужаринский. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 200 с. - ISBN 978-5-9729-1186-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2100431 (дата обращения: 27.07.2026). – Режим доступа: по подписке.	
https://znanium.ru/catalog/document?id=431723#bib	Клетте, Р. Компьютерное зрение. Теория и алгоритмы : практическое руководство / Р. Клетте ; пер. с англ. А. А. Слинкина. - Москва : ДМК Пресс, 2019. - 506 с. - ISBN 978-5- 97060-702-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2083417 (дата обращения: 27.07.2026). – Режим доступа: по подписке.	

https://znanium.ru/catalog/document?id=469335#bib	Сацюк, А. В. Компьютерное зрение и нейронные сети. Практика : учебное пособие / А. В. Сацюк. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. - 364 с. – ISBN 978-5- 9729-2706-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2225332 (дата обращения: 27.07.2026). – Режим доступа: по подписке.	
https://znanium.ru/catalog/document?id=469336#bib	Сацюк, А. В. Компьютерное зрение. Практика : учебное пособие / А. В. Сацюк. – Москва ; Вологда : Инфра- Инженерия, 2025. - 272 с. – ISBN 978-5-9729-2346-5. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2225333 (дата обращения: 27.07.2026). – Режим доступа: по подписке.	
https://znanium.ru/catalog/document?id=470884#bib	Шакирьянов, Э. Д. Компьютерное зрение на Python RO. Первые шаги / Э. Д. Шакирьянов. — Москва : Лаборатория знаний, 2025. — 163 с. — (Школа юного инженера). — ISBN 978-5-00101-944-2. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.ru/catalog/product/2228505 (дата обращения: 27.07.2026). – Режим доступа: по подписке.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://pro.guap.ru/	Элементы электронного курса по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	21-21 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; ПЭВМ - Дисплей интерактивный НТС- 1 шт. Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» – 18 шт. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi.	31-04 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средствдля проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
1	Дайте определение системе технического зрения (Machine Vision) и назовите ее основные аппаратные компоненты.	ПК-11.З.2
2	В чем принципиальное отличие систем технического зрения от систем видеонаблюдения (CCTV)?	ПК-11.У.3
3	Опишите базовый цикл работы системы машинного зрения на производственной линии.	ПК-11.У.4
4	Какие основные задачи решает техническое зрение в промышленности?	ПК-11.У.5
5	Как концепция Индустрии 4.0 влияет на требования к системам технического зрения?	ПК-11.В.3
6	Приведите примеры применения систем зрения в автомобильной промышленности.	ПК-11.В.4
7	Как системы технического зрения применяются в фармацевтике и пищевой промышленности	ПК-11.З.2
8	Что такое пиксель и как формируется цифровое изображение?	ПК-11.У.3
9	В чем разница между растровыми и векторными форматами изображений?	ПК-11.У.4
10	Какие форматы файлов используются для хранения изображений в машинном зрении (BMP, TIFF, RAW, JPEG) и каковы их плюсы/минусы?	ПК-11.У.5
11	Опишите структуру цветового пространства RGB.	ПК-11.В.3
12	Почему в машинном зрении часто используют цветовое пространство HSV вместо RGB?	ПК-11.В.4
13	Как перевести изображение в оттенки серого и зачем это нужно?	ПК-11.З.2
14	Что такое гистограмма изображения и как она используется для анализа	ПК-11.У.3
15	Какие открытые библиотеки используются для обработки и каковы их особенности?	ПК-11.У.4
16	Какие коммерческие SDK для машинного зрения существуют на рынке?	ПК-11.У.5
17	В чем преимущество коммерческих SDK перед открытыми библиотеками в промышленном применении?	ПК-11.В.3
18	Как интегрируются библиотеки машинного зрения с языками программирования (Python, C++, C#)?	ПК-11.В.4
19	Какие инструменты используются для прототипирования алгоритмов зрения?	ПК-11.З.2
20	Как осуществляется работа с видеоформатами и потоковым видео в OpenCV?	ПК-11.У.3
21	Чем матрица CMOS отличается от CCD и почему CMOS доминирует в современных системах?	ПК-11.У.4
22	Что такое глобальный затвор и скользящий затвор? В каких случаях какой применять?	ПК-11.У.5
23	Как рассчитать необходимое разрешение камеры для конкретной задачи?	ПК-11.В.3
24	Что такое поле обзора и как оно связано с фокусным расстоянием объектива?	ПК-11.В.4
25	Как рассчитать минимальное рабочее расстояние до объекта?	ПК-11.З.2
26	Что такое глубина резкости и от каких параметров она зависит?	ПК-11.У.3
27	Какие виды оптических искажений (дисторсии) существуют и как они влияют на измерения?	ПК-11.У.4
28	Почему освещение является критически важным компонентом в системе машинного зрения?	ПК-11.У.5
29	Какие типы источников света используются в машинном зрении?	ПК-11.В.3
30	Опишите метод освещения «светлое поле» и задачи, для которых он подходит.	ПК-11.В.4

31	Опишите метод освещения «темное поле» и его применение.	ПК-11.З.2
32	Что такое коаксиальное освещение и для каких объектов оно необходимо?	ПК-11.У.3
33	Как работает кольцевая подсветка и какие у нее преимущества?	ПК-11.У.4
34	Что такое стробоскопическое освещение и как оно помогает «заморозить» быстро движущийся объект?	ПК-11.У.5
35	Какие основные интерфейсы передачи данных от камер используются в машинном зрении?	ПК-11.В.3
36	Опишите особенности интерфейса GigE Vision: преимущества, недостатки, максимальная длина кабеля.	ПК-11.В.4
37	Что такое Jumbo Frames и как они влияют на пропускную способность GigE?	ПК-11.З.2
38	Опишите особенности интерфейса USB3 Vision: плюсы, минусы, ограничения по длине кабеля.	ПК-11.У.3
39	Что такое интерфейс Camera Link и в каких задачах он применяется?	ПК-11.У.4
40	Опишите интерфейс CoaXPress и его преимущества перед Camera Link.	ПК-11.У.5
41	Что такое Power over Ethernet (PoE) и как он упрощает монтаж систем?	ПК-11.В.3
42	Чем промышленный компьютер отличается от стандартного офисного ПК?	ПК-11.В.4
43	Какие стандарты защиты применяются к промышленным вычислительным платформам?	ПК-11.З.2
44	Какие требования предъявляются к температурному диапазону работы IPC на производстве?	ПК-11.У.3
45	Как обеспечивается защита IPC от вибраций и ударных нагрузок?	ПК-11.У.4
46	Что такое безвентиляторные системы и почему они предпочтительны в цехах?	ПК-11.У.5
47	Какие процессорные архитектуры используются в промышленных системах и каковы их плюсы/минусы?	ПК-11.В.3
48	Какие существуют схемы расположения камер относительно объекта?	ПК-11.В.4
49	Что такое аппаратный триггер и чем он отличается от программного триггера?	ПК-11.З.2
50	Как подключить и настроить энкодер для синхронизации захвата кадров с движением конвейера?	ПК-11.У.3
51	Как рассчитать шаг энкодера для обеспечения постоянного линейного разрешения изображения?	ПК-11.У.4
52	Что такое задержка срабатывания и как ее компенсировать?	ПК-11.У.5
53	Как настроить стробоскопическую подсветку для работы с аппаратным триггером?	ПК-11.В.3
54	Какие методы используются для механического юстирования камер и освещения при монтаже?	ПК-11.В.4
55	В чем разница между обнаружением и распознаванием объектов?	ПК-11.З.2
56	Как работает алгоритм поиска по шаблону и каковы его ограничения?	ПК-11.У.3
57	В чем преимущество 2D кодов перед 1D в промышленности?	ПК-11.У.4
58	Как алгоритмы чтения кодов справляются с повреждением, бликами или низким контрастом?	ПК-11.У.5
59	Что такое OCR (Optical Character Recognition) и OCV (Optical Character Verification)?	ПК-11.В.3
60	Какие подходы существуют для контроля качества: на основе правил, на основе эталона и на основе ML?	ПК-11.В.4
61	Как работает метод вычитания изображений и как выравнивать их перед вычитанием?	ПК-11.З.2
62	Что такое метод «Золотого эталона» и его недостатки?	ПК-11.У.3
63	Как анализировать текстуру поверхности для выявления дефектов (царапин, вмятин)?	ПК-11.У.4
64	Какие алгоритмы используются для контроля наличия/отсутствия компонентов?	ПК-11.У.5
65	Как контролировать геометрические размеры детали с помощью машинного зрения?	ПК-11.В.3
66	Что такое субпиксельная точность измерений и как она достигается?	ПК-11.В.4
67	В чем принципиальное отличие 2D-зрения от 3D-зрения?	ПК-11.З.2
68	Как работает метод стереозрения и что такое карта диспаратности?	ПК-11.У.3
69	Что такое структурированный свет и как он используется для получения 3D-профиля?	ПК-11.У.4
70	Как работает лазерный триангуляционный сканер и какие у него ограничения?	ПК-11.У.5
71	Опишите принцип работы Time-of-Flight (ToF) камер.	ПК-11.В.3
72	Что такое облако точек (point cloud) и какие форматы данных используются для его хранения?	ПК-11.В.4
73	Какие алгоритмы используются для фильтрации и прореживания облака точек?	ПК-11.З.2
74	В чем разница между классическим машинным зрением и глубоким обучением?	ПК-11.У.3
75	Как работают архитектуры для детекции объектов?	ПК-11.У.4
76	Что такое трансферное обучение и как оно ускоряет разработку моделей?	ПК-11.У.5
77	Какие фреймворки используются для обучения нейросетей?	ПК-11.В.3
78	Какие инструменты применяются для разметки изображений?	ПК-11.В.4
79	Как организовать процесс сбора и аннотирования датасета для промышленной задачи?	ПК-11.З.2
80	Что такое активное обучение и как оно помогает сократить объем разметки?	ПК-11.У.3

81	Как осуществляется экспорт обученной модели в универсальные форматы?	ПК-11.У.4
82	Что такое квантование и прореживание моделей и зачем они нужны?	ПК-11.У.5
83	Как оптимизировать модель для работы на Edge-устройствах?	ПК-11.В.3
84	Из каких этапов состоит жизненный цикл разработки системы машинного зрения?	ПК-11.В.4
85	Что такое URS (User Requirement Specification) и как его составить для системы зрения?	ПК-11.З.2
86	Как оценить влияние внешних факторов (вибрация, свет, температура) на этапе проектирования?	ПК-11.У.3
87	Как система зрения обменивается данными с ПЛК?	ПК-11.У.4
88	Опишите протоколы Modbus TCP, Profinet, EtherCAT и их применение в машинном зрении.	ПК-11.У.5
89	Как реализовать протокол рукопожатия между камерой и конвейером?	ПК-11.В.3
90	Как передать координаты объекта от системы зрения к роботу-манипулятору?	ПК-11.В.4
91	Что такое динамическое отслеживание и как оно работает?	ПК-11.З.2
92	Как осуществляется калибровка систем координат?	ПК-11.У.3

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	1 тип. *Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора* Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа	
1	Чем система технического зрения (Machine Vision) принципиально отличается от системы видеонаблюдения (CCTV)? а) система технического зрения автоматически извлекает информацию из изображения для принятия решений (измерения, контроль, идентификация), а CCTV предназначена для визуального наблюдения человеком б) Machine Vision работает только в инфракрасном диапазоне, а CCTV — только в видимом в) системы CCTV всегда используют 3D-камеры, а Machine Vision — только 2D г) Machine Vision применяется только в медицине, а CCTV — только на транспорте	ПК-11.З.2
2	Почему в задачах машинного зрения для выделения объектов по цвету чаще используют цветовое пространство HSV, а не RGB? а) HSV поддерживает больше цветов, чем RGB, включая ультрафиолетовый диапазон б) RGB не подходит для цифровых камер, так как матрицы не умеют в него снимать в) в HSV компонента цвета (Hue) отделена от яркости (Value) и насыщенности (Saturation), что делает алгоритм устойчивым к изменениям освещения г) HSV занимает меньше памяти на диске по сравнению с RGB	ПК-11.У.3
3	Какой стандарт обеспечивает унификацию интерфейса взаимодействия с промышленными камерами разных производителей? а) JPEG 2000 б) GenICam (Generic Interface to Cameras) в) USB 3.0 Vision – это только физический интерфейс, а не стандарт API г) OpenCV – это библиотека, а не стандарт взаимодействия с камерами	ПК-11.У.4
4	При съемке быстро движущегося на конвейере объекта «эффект железе» (наклон вертикальных линий). Какой тип затвора камеры был использован и какой нужно применить? а) эффект вызван дисторсией объектива, нужно заменить объектив на широкоугольный б) проблема в цветовом пространстве, нужно переключиться с RGB на монохромный режим в) использовался Rolling Shutter (скользящий затвор), необходимо заменить камеру на модель с Global Shutter (глобальный затвор) г) использовался Global Shutter, нужно переключить на Rolling Shutter для увеличения скорости	ПК-11.У.5
5	Какой метод освещения лучше всего подходит для выявления царапин и гравировки на блестящей металлической поверхности? а) коаксиальное освещение – оно даст равномерную засветку и скроет царапины	ПК-11.В.3

	б) темное поле (dark field) – свет падает под малым углом, и дефекты рассеивают свет в камеру, становясь яркими на темном фоне в) светлое поле (bright field) с фронтальной подсветкой – оно подчеркнет только общую форму г) инфракрасное освещение – оно не влияет на контраст поверхностных дефектов	
	2 тип. *Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора* Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов	
6	Какие из перечисленных задач относятся к основным функциям систем технического зрения в промышленности? а) измерение геометрических размеров деталей б) хранение видеозаписей с камер в архиве на 30 дней (это функция CCTV) в) идентификация и чтение маркировки (штрих-коды, OCR) г) генерация синтетических изображений для обучения персонала (это функция CAD/симуляторов)	ПК-11.З.2
7	Какие из перечисленных методов относятся к морфологическим операциям обработки бинарных изображений? а) эрозия (сужение объектов) б) преобразование Фурье (это частотный анализ, не морфология) в) дилатация (расширение объектов) г) топ-хат (Top-Hat) преобразование для выделения ярких деталей на темном фоне	ПК-11.У.3
8	Какие из перечисленных программных продуктов являются специализированными SDK/библиотеками для машинного зрения? а) MVTec HALCON – коммерческая библиотека для промышленного машинного зрения б) Microsoft Excel (табличный процессор, не связанный с машинным зрением) в) Adobe Photoshop (графический редактор для ручного редактирования, не для автоматизированной обработки) г) OpenCV – открытая библиотека компьютерного зрения	ПК-11.У.4
9	Какие параметры необходимо учитывать при выборе камеры и объектива для системы технического зрения? а) количество USB-портов на камере (камеры имеют специализированные интерфейсы, а не USB-хабы) б) размер сенсора и разрешение (мегапиксели) в) тип затвора (Global Shutter или Rolling Shutter) г) наличие встроенного микрофона (в машинном зрении звук не используется)	ПК-11.У.5
10	Какие из перечисленных методов освещения применяются в промышленном машинном зрении? а) темное поле (dark field) – для выявления царапин и поверхностных дефектов	ПК-11.В.3

	б) коаксиальное освещение – для работы с высокоотражающими плоскими поверхностями в) освещение люминесцентными лампами с дросселем (мерцание 100 Гц делает их непригодными для машинного зрения) г) стробоскопическая подсветка – для «замораживания» быстро движущихся объектов	
	3 тип. *Задание закрытого типа на установление соответствия* Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце	
11	Понятие и принципы работы систем технического зрения а) техническое зрение (Machine Vision) — а) минимальный неделимый элемент цифрового изображения б) пиксель — б) технология, позволяющая компьютерам «видеть» и анализировать визуальную информацию в) система технического зрения — в) комплекс аппаратных и программных средств для автоматического анализа изображений г) механическое устройство для перемещения объектов на конвейере	ПК-11.З.2
12	Основы цифровой обработки изображений а) сегментация изображения — а) разделение изображения на смысловые области (объекты) б) фильтр Гаусса — б) алгоритм размытия изображения для снижения шума в) цветовое пространство HSV — в) цветовая модель, основанная на тоне, насыщенности и яркости г) стандарт передачи изображений по Gigabit Ethernet	ПК-11.У.3
13	Программные средства а) OpenCV — а) бесплатная библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом б) HALCON — б) коммерческая среда разработки для систем промышленного машинного зрения в) MATLAB Image Processing Toolbox — в) пакет для обработки изображений в среде математических вычислений г) промышленный робот-манипулятор шестого поколения	ПК-11.У.4

14	Выбор камер и объективов а) глубина резкости (DOF) — а) диапазон расстояний, в котором объекты остаются чёткими б) дисторсия объектива — б) геометрическое искажение изображения, вызванное оптикой в) поле обзора (FOV) — в) размер области, видимой камерой в плоскости объекта г) скорость передачи данных от камеры к компьютеру	ПК-11.У.5
15	Разрешение и расчёты а) Разрешение камеры — а) количество пикселей матрицы, определяющее детализацию б) фокусное расстояние — б) расстояние от оптического центра объектива до матрицы в) рабочее расстояние — в) дистанция от фронтальной плоскости объектива до объекта г) частота кадров в секунду при видеозаписи	ПК-11.В.3
	4 тип. *Задание закрытого типа на установление последовательности* Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо	
16	Установите правильную последовательность этапов работы системы технического зрения: а) анализ изображения алгоритмами б) формирование оптического изображения на матрице в) принятие решения и выдача управляющего сигнала г) захват кадра камерой	ПК-11.З.2
17	Установите правильную последовательность операций цифровой обработки изображения: а) сегментация и выделение объектов б) захват и оцифровка изображения в) принятие решения по результатам анализа г) предварительная фильтрация и улучшение качества	ПК-11.У.3
18	Установите правильную последовательность операций при выделении границ объекта: а) применение оператора градиента (Собеля/Кэнни) б) перевод изображения в полутоновый формат в) бинаризация по порогу г) подавление шума (фильтрация)	ПК-11.У.4
19	Установите правильную последовательность расчётов при проектировании оптической системы: а) определение требуемого разрешения камеры б) задание поля обзора (FOV) и минимального размера детали в) выбор фокусного расстояния объектива	ПК-11.У.5
	г) проверка глубины резкости (DOF)	
20	Установите правильную последовательность настройки освещения: а) выбор типа освещения (тёмное/светлое поле, на просвет) б) установка и фиксация осветителей в) анализ характеристик объекта (материал, рельеф, отражение) г) подбор интенсивности и угла падения света	ПК-11.В.3
	5 тип. *Задание открытого типа с развернутым ответом* Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание	
21	Опишите архитектуру типичной системы технического зрения, применяемой на производственной линии для контроля качества продукции. Укажите все ключевые компоненты системы, объясните роль каждого из них и приведите пример их совместной работы при обнаружении дефектного изделия.	ПК-11.З.2
22	Объясните разницу между цветовыми пространствами RGB, HSV и grayscale (полутоновое). В каких задачах технического зрения целесообразно применять каждое из них? Приведите конкретные примеры.	ПК-11.У.3
23	Сравните библиотеки OpenCV и HALCON как инструменты для разработки систем технического зрения. Укажите их ключевые особенности, преимущества и недостатки, а также области предпочтительного применения.	ПК-11.У.4
24	Необходимо настроить систему технического зрения для контроля размеров микросхемы 10×10 мм с точностью 10 мкм. Опишите последовательность расчётов для выбора камеры и объектива. Укажите, какие параметры необходимо учесть.	ПК-11.У.5
25	Объясните разницу между освещением в «светлом поле» (Bright Field) и «тёмном поле» (Dark Field). Приведите примеры промышленных задач, где каждый из методов даёт наилучший результат.	ПК-11.В.3

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала .

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках

дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

– получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;

– получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;

– развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.

– появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;

– получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;

– научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);

– получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

– лекционный материал представляется преподавателям устно;

– лекция состоит из трёх основных частей: вступительной, основной и заключительной;

– вступительная часть определяет название темы, план и цель лекции;

– в основной части лекции реализуется научное содержание темы, все главные узловые вопросы, проводится вся система доказательств с использованием наиболее целесообразных методических приёмов;

– заключительная часть имеет целью обобщать в кратких формулировках основные идеи лекции, логически завершая её как целостное творение;

– отдельные виды лекций могут иметь свои особенности как по содержанию, так и по структуре.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

– приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;

– закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;

– получение новой информации по изучаемой дисциплине;

– приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Список заданий представлен в п 4.4, таблица 6. Лабораторные работы следует выполнять в ходе прохождения курса, внимательно разбирая представленный методический материал преподавателем, с загрузкой выполненных работ в личный кабинет обучающегося в установленные в «Личном кабинете ГУАП» сроки для каждой работы.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом), приведенным на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «ГУАП/Нормативная документация/Документация/Для учебного процесса». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «ГУАП/Нормативная документация/Документация/Для учебного процесса».

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения выполнение контрольных работ является элементом текущего контроля успеваемости и самостоятельной работы

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихсяявляются:

– учебно-методический материал по дисциплине;

– методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Возможные методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

– устный опрос на занятиях;
– систематическая проверка выполнения индивидуальных заданий;
– защита отчётов по лабораторным работам;
– проведение контрольных работ;
– тестирование;
– контроль самостоятельных работ (в письменной или устной формах);
– контроль выполнения индивидуального задания на практические занятия;
– контроль выполнения курсового проекта или курсовой работы;

– иные виды, определяемые преподавателем.

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по четырех бальной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Допуск к сдаче экзамена обучающийся получает при выполнении и сдаче не менее 80% лабораторных работ, выполненных в полном объеме, пройденному и сданному тестированию текущего контроля с оценкой не ниже «удовлетворительно», удовлетворительной посещаемости занятий.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой