

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В. Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры

И. В. Ярмоленко
« 20 » 05 20 21 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института ЭИТУС

А. В. Белоусов
« 20 » 05 20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Системы технического зрения и обработка изображений в робототенике

Направление подготовки (специальность):

15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы (профиль, специализация):

Интеллектуальные робототехнические системы и комплексы

Квалификация:

магистр

Форма обучения

очная


Институт Магистратуры

Кафедра Технической кибернетики

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.04.06 Мехатроника и робототехника (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1023 от 14 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители):

_____ (ученая степень и звание)  (подпись) А. А. Степовой (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
« 14 » _____ 05 _____ 20 21 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, проф. (ученая степень и звание)  (подпись) В. Г. Рубанов (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей(ими) кафедрой(ами)

Технической кибернетики

(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой:


д-р техн. наук, проф. (ученая степень и звание)  (подпись) В. Г. Рубанов (инициалы, фамилия)

« 14 » _____ 05 _____ 20 21 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » _____ 05 _____ 20 21 г., протокол № 9

Председатель:

канд. техн. наук, доц. (ученая степень и звание)  (подпись) А. Н. Семернин (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	<p>ПК-1. Способен разрабатывать модули мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики и методов искусственного интеллекта</p>	<p>ПК-1.2. Разрабатывает мехатронные модули и робототехнические комплексы с применением систем технического зрения</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: принципы построения, структуру, общий состав (основные элементы и модули), классификацию, основные характеристики и методики их расчета, особенности технической реализации робототехнических систем технического зрения; основные виды пакетов программ и инструментальных средств, применяемых при разработке программного обеспечения систем технического зрения; принципы наладки, настройки образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей; принципы построения, особенности технической реализации составных частей мехатронных и робототехнических систем технического зрения;</p> <p>Уметь: разрабатывать системы технического зрения робототехнических комплексов, включая их аппаратную часть и программное обеспечение, выполнять их настройку; реализовывать разрабатываемые алгоритмы компьютерного зрения с использованием языков программирования; применять на практике теоретические знания при решении практических задач разработки мехатронных модулей и робототехнические комплексы с применением систем технического зрения</p> <p>Владеть:</p>

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
			проектирования и реализации законченной программно-аппаратной системы с использованием готовых модулей и компонент; разработки мехатронных модулей и робототехнических комплексов с применением систем технического зрения; навыками программирования на языках высокого уровня.
		ПК-1.3. Использует методы обработки изображений при разработке модулей и подсистем мехатронных комплексов, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: Способы получения, хранения и представления цифровых изображений; основные современные методы обработки и анализа цифровых изображений. применительно к решению робототехнических задач; базовые алгоритмические решения по обработке изображений; типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения по обработке изображений; методы и средства проектирования программного обеспечения при реализации методов обработки изображений; принципы наладки, настройки образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей;</p> <p>Уметь: производить выбор методов обработки изображений и распознавания образов, наиболее эффективных в текущих условиях применения робототехнической системы; применять математический и алгоритмический аппарат решения задач анализа и обработки</p>

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
			<p>изображений, распознавания образов; использовать методы обработки изображений при разработке модулей и подсистем мехатронных комплексов, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули; реализовывать разрабатываемые алгоритмы обработки, анализа изображений, распознавания образов с использованием языков программирования</p> <p>Владеть: современными методами распознавания образов, обработки и анализа изображений в системах технического зрения; основами автоматизации процесса распознавания изображений; навыками разработки и реализации алгоритмов для решения задач обработки и анализа изображений; современными технологиями в области проектирования систем обработки изображений в робототехнике</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1. Способен разрабатывать модули мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики и методов искусственного интеллекта.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Методы машинного обучения
2	Системы технического зрения и обработка изображений в робототехнике
3	Интеллектуальные робототехнические комплексы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.
Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации _____ экзамен _____.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	73	73
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	143	143
курсовой проект	-	-
курсовая работа	36	36
расчетно-графическое задание	-	-
индивидуальное домашнее задание	-	-
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	71	71
экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	работа на подготовку к аудиторным
1	2	3	4	5	6
1.	Введение в системы технического зрения				
1.1.	Назначение систем технического зрения (СТЗ). Основные области применения технического зрения в робототехнике. Задачи, решаемые посредством СТЗ. Понятия систем технического, машинного и компьютерного зрения.	1	-	-	2
1.2.	Архитектура системы технического зрения(СТЗ). Классификация СТЗ. Требования, предъявляемые СТЗ. Виды алгоритмов обработки зрительной информации в СТЗ. Обзор алгоритмов обработки изображений. Обобщенный алгоритм обработки зрительной информации. Практические примеры решения задачи машинного зрения в робототехнике.	1	-	-	2
2.	Цифровое изображение				
2.1.	Методы и аппаратные средства регистрации и ввода изображений в память компьютера. Камеры технического зрения. Стереокамеры. Основная модель формирования изображения. Понятие о видеосигнале. Методы получения потоковых данных изображений и видеосигналов с цифровых систем.	1	-	2	4
2.2.	Основы цифрового представления изображений. Методы и форматы для хранения изображений. Типы изображений: растровое, векторное. Виды изображения: бинарные, полутоновые, палитровые, полноцветные. Форматы данных: double и uint8. Форматы файлов изображений. Форматы хранения видеопотоков. Принципы сжатия изображений без потерь и с потерями. Кодирование цветных изображений. Теория цвета. Квантование цвета. Цветовые пространства и стандарты цветового кодирования.	1	-	1	2
2.3.	Основы расчета систем технического зрения. Энергетические (светотехнические расчеты). Выбор структуры системы технического зрения. Определение объема видеoinформации, перерабатываемой СТЗ. Расчет емкости памяти вычислительных устройств СТЗ. Расчет требуемого быстродействия вычисли-	1	-	-	2

	тельной системы. Выбор структуры вычислительных средств СТЗ.				
3.	Базовые алгоритмы обработки цифровых изображений				
3.1.	Предварительная обработка изображений: яркостная и цветовая коррекция, обработка гистограмм. Сглаживание и повышение резкости цветных изображений. Двумерное дискретное преобразование Фурье и его обращение, спектр сигнала, фазовый спектр. Основы фильтрации в частотной области, передаточная функция фильтра, алгоритм частотной фильтрации, соответствие между пространственными и частотными фильтрами.	2	-	3	4
3.2.	Алгоритмы анализа бинарных изображений. Получение бинарных изображений. Геометрические характеристики бинарного изображения. Кодирование бинарных изображений. Кодирования с переменной длиной кодовой последовательности. Коды Фримана. Понятие дискретного пути, границы, области, кодирование границ. Маркировка областей. Применение масок к бинарным изображениям. Логические операции. Морфологические операции.	2	-	2	4
3.3.	Пространственный анализ изображений. Пространственная фильтрация: пространственная корреляция и свертка. Использование масок. Пространственные методы улучшения изображений. Формирование масок пространственных фильтров, сглаживающие пространственные фильтры, линейные сглаживающие фильтры. Методы повышения резкости с помощью пространственных фильтров: использование вторых производных, фильтрация с подъемом высоких частот, использование производных первого порядка для повышения резкости изображений. Гауссовская и ЛОГ-фильтрация для обнаружения краев.	2	-	4	6
3.4.	Алгоритмы автоматической сегментации изображений. Постановка задачи сегментации. Выращивание областей, разделение и слияние областей. Сегментация по морфологическим водоразделам, построение перегородок, алгоритм сегментации по водоразделам, использование маркеров. Преобразование Хафа и Радона. Интегральное изображение. Нахождение контуров и операции с ними. Края и их обнаружение. Извлечение геометрических признаков из изображения. Методы выделения краев, анализа контуров (цепные коды, полигональная аппроксимация). Методы выделения параметрических кривых на изображении.	2	-	2	4
3.5.	Алгоритмы обнаружения особых точек на изображении. Применение особых точек. Теория особых точек. Детекторы особенностей. Описание особенностей. Поиск соответствий.	2	-	2	4
3.6.	Геометрические преобразования. Гомографии. Модель фотографической камеры. Камера-обскура.	4	-	3	7

	<p>Параметры камеры. Аберрации объектива. Однородные координаты. Модель перспективной проекции. Внутренние и внешние параметры камеры. Геометрическая калибровка камеры. Алгоритмы реконструкции геометрии по одному изображению. Перспективное преобразование плоскости. Интерактивные алгоритмы моделирования городских сцен. Согласование нескольких изображений. Геометрические свойства двух изображений. Фундаментальная матрица. Сопоставление точечных особенностей. Сегментация ложных соответствий. Реконструкция геометрии по двум и более изображениям. Триангуляция. Пассивное стерео. Трёхмерный лазерный сканер. Текстурирование. Трёхмерная реконструкция по изображениям</p>				
3.7.	<p>Методы обнаружения объектов на изображении: образы и классы образов, основные методы классификации. Признаки, используемые для описания объектов. Классификация по ближайшему среднему значению. Использование дерева решений для распознавания. Детектор Viola-Jones. Boosting Детектор Dalal-Triggs. Линейная SVM.</p>	3	-	3	6
3.8.	<p>Анализ серии последовательных изображений. Построение модели фона. Трассировка множества объектов. Алгоритм Mean-Shift. Обнаружение сопровождение. Оптический поток. Основы распознавания видео – Выделение и отслеживание объектов, распознавание событий.</p>	4	-	4	8
3.9.	<p>Нейросетевые методы обработки изображений. Искусственные нейронные сети, искусственный нейрон. Многослойные нейронные сети, нейронные сети с обратными связями. Обучение нейронной сети с учителем и без учителя. Персептрон, проблемы с линейной разделимостью. Использование персептрона для распознавания в случае двух классов. Линейно разделимые классы. Сверточные НС. Глубинные модели НС</p>	4	-	4	8
4.	Применение СТЗ в робототехнике				
4.1.	<p>Применение систем технического зрения Навигация. Определение структуры по движению.</p>	2	-	2	4
4.2.	<p>Промышленные системы технического зрения, их структура, разновидности. Подходы к применению СТЗ в составе робототехнических комплексов. Проектирование ПО для управления робототехническими системами с применением СТЗ.</p>	2	-	2	4
	ВСЕГО	34	-	34	71

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины (в соответствии с п.4.1)	Тема лабораторного занятия	Колич. часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<i>семестр №3</i>				
1.	2	Захват видеопотока с камер	3	3
2.	3	Предварительная обработка изображений: яркостная и цветовая коррекция	3	3
3.	3	Алгоритмы анализа бинарных изображений. Применение морфологических фильтров	2	2
4.	3	Пространственный анализ изображений. Корреляция и свертка	4	4
5.	3	Алгоритмы автоматической сегментации изображений. Выделение краев на изображении. Обнаружение прямых. Обнаружение окружностей	2	2
6.	3	Алгоритмы обнаружения особых точек на изображении	2	2
7.	3	Геометрические преобразования	3	3
8.	3	Методы обнаружения объектов на изображении. Детектор пешеходов	3	3
9.	3	Анализ серии последовательных изображений. Обработка видеопоследовательностей Вычисление оптического потока. Трассировка методом Mean-Shift. Трекинг объектов	4	4
10.	3	Нейросетевые методы обработки изображений для решения задач технического зрения	4	4
11.	4	Практическое применение систем технического зрения.	4	4
ИТОГО:			34	34

4.4. Содержание курсовой работы

В процессе выполнения курсового проекта / работы осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Целью курсовой работы является выработка у студентов практических навыков по проектированию систем технического зрения.

Выполнение курсовой работы начинается с разработки технического задания и завершается составлением отчета, в котором должно содержаться описание всей проделанной работы.

Данные цели проявляются через следующие конкретные задачи курсовой работы:

- систематизация, закрепление, углубление и расширение теоретических знаний, полученных при изучении данной дисциплины, а также приобретение практических навыков решения комплексных задач;
- привитие навыков самостоятельной работы по подбору литературы, работы с научной литературой и иными информационными источниками;
- умение самостоятельно систематизировать и излагать знания, полученные в процессе самостоятельного изучения литературы;
- привитие навыков научно-исследовательской работы, использование анализа и самостоятельных выводов.

В результате выполнения курсовой работы студент должен научиться:

- проектировать и реализовывать систему технического зрения в соответствии с основными этапами ее разработки;
- строить схему алгоритма работы программной части системы в соответствии с требованиями ГОСТ 19.701 90;
- уметь тестировать программную часть системы;
- анализировать результаты работы программы и делать соответствующие выводы.

Процесс выполнения работы состоит из следующих этапов:

- выбор темы и беседа с руководителем;
- сбор материала, поиск литературы по теме, подготовка библиографии, составление личного рабочего плана;
- подготовка первого варианта;
- сдача первого варианта курсовой работы руководителю;
- доработка текста по замечаниям, окончательное оформление;
- представление работы на кафедре.

Тематика курсовых работ разрабатывается преподавателем, ежегодно дополняется и уточняется. Темы курсовых работ рассматриваются и утверждаются на заседании комиссии. Студенты выбирают тему курсовой работы самостоятельно, из предложенного списка. Незначительное изменение темы разрешается только по согласованию с преподавателем.

На выполнение курсовой работы предусмотрено 36 часов самостоятельной работы студента.

Перечень тем курсовых работ:

1. Проектирование системы технического зрения для контроля качества изготовления деталей корпусной мебели.
2. Проектирование системы технического зрения для интеллектуального регулирования движения.
3. Проектирование системы технического зрения для контроля качества монтажа печатных плат.
4. Проектирование системы технического зрения для беспилотного автомобиля.
5. Проектирование системы технического зрения для служб охраны и безопасности.
6. Проектирование системы технического зрения для беспилотного летательного аппарата.
7. Проектирование системы технического зрения для клинингового робота.

8. Проектирование электронного поводыря
9. Проектирование системы технического зрения для контроля качества рулонных материалов

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-1. Способен разрабатывать модули мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики и методов искусственного интеллекта

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.2. Разрабатывает мехатронные модули и робототехнические комплексы с применением систем технического зрения	защита лабораторных работ; курсовая работа; экзамен
ПК-1.3. Использует методы обработки изображений при разработке модулей и подсистем мехатронных комплексов, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули	защита лабораторных работ; курсовая работа; экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме экзамена.

Экзамен включает 2 теоретических вопроса. Для подготовки к ответу на вопросы и задания билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время в пределах 120 минут. После ответа на теоретические вопросы билета, преподаватель задает дополнительные вопросы.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение в системы технического зрения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назначение систем технического зрения (СТЗ). Основные области применения технического зрения в робототехнике. Задачи, решаемые посредством СТЗ. Понятия систем технического, машинного и компьютерного зрения. 2. Архитектура системы технического зрения(СТЗ). Классификация СТЗ. Требования, предъявляемые СТЗ. 3. Виды алгоритмов обработки зрительной информации в СТЗ. Обзор алгоритмов обработки изображений. Обобщенный алгоритм обработки зрительной информации. Практические примеры решения задачи машинного зрения в робототехнике.
2	Цифровое изображение	<ol style="list-style-type: none"> 4. Методы и аппаратные средства регистрации и ввода изображений в память компьютера. Основная модель формирования изображения. 5. Понятие о видеосигнале. Методы получения потоковых данных изображений и видеосигналов с цифровых систем. 6. Основы цифрового представления изображений. Методы и форматы для хранения изображений. Типы изображений. 7. Принципы сжатия изображений без потерь и с потерями. Кодирование цветных изображений. Теория цвета. Квантование цвета. Цветовые пространства и стандарты цветового кодирования. 8. Основы расчета систем технического зрения. Энергетические (светотехнические расчеты). Выбор структуры системы технического зрения. Определение объема видеoinформации, перерабатываемой СТЗ.
3	Базовые алгоритмы обработки цифровых изображений	<ol style="list-style-type: none"> 9. Предварительная обработка изображений: яркостная и цветовая коррекция, обработка гистограмм. Сглаживание и повышение резкости цветных изображений. 10. Двумерное дискретное преобразование Фурье и его обращение, спектр сигнала, фазовый спектр. 11. Основы фильтрации в частотной области, передаточная функция фильтра, алгоритм частотной фильтрации, соответствие между пространственными и частотными фильтрами. 12. Алгоритмы анализа бинарных изображений. Получение бинарных изображений. Геометрические характеристики бинарного изображения. Кодирование бинарных изображений. Морфологические операции. 13. Пространственный анализ изображений. Пространственная фильтрация: пространственная корреляция и свертка. Использование масок. 14. Пространственные методы улучшения изображений. Формирование масок пространственных фильтров, сглаживающие пространственные фильтры, линейные сглаживающие фильтры. 15. Алгоритмы автоматической сегментации изображений. Постановка задачи сегментации. Выращивание обла-

		<p>стей, разделение и слияние областей. Сегментация по морфологическим водоразделам, построение перегородок, алгоритм сегментации по водоразделам, использование маркеров.</p> <p>16. Преобразование Хафа и Радона. Интегральное изображение. Нахождение контуров и операции с ними. Края и их обнаружение. Извлечение геометрических признаков из изображения. Методы выделения краев, анализа контуров (цепные коды, полигональная аппроксимация).</p> <p>17. Алгоритмы обнаружения особых точек на изображении. Применение особых точек. Теория особых точек. Детекторы особенностей. Описание особенностей. Поиск соответствий.</p> <p>18. Геометрические преобразования. Гомографии.</p> <p>19. Модель фотографической камеры. Камера-обскура. Параметры камеры. Аберрации объектива. Однородные координаты. Модель перспективной проекции. Внутренние и внешние параметры камеры. Геометрическая калибровка камеры.</p> <p>20. Алгоритмы реконструкции геометрии по одному изображению. Перспективное преобразование плоскости. Интерактивные алгоритмы моделирования городских сцен.</p> <p>21. Согласование нескольких изображений. Геометрические свойства двух изображений. Фундаментальная матрица. Сопоставление точечных особенностей. Сегментация ложных соответствий.</p> <p>22. Реконструкция геометрии по двум и более изображениям. Триангуляция. Пассивное стерео. Трехмерный лазерный сканер.</p> <p>23. Трёхмерная реконструкция по изображениям</p> <p>24. Методы обнаружения объектов на изображении: образы и классы образов, основные методы классификации. Признаки, используемые для описания объектов. Классификация по ближайшему среднему значению.</p> <p>25. Использование дерева решений для распознавания.</p> <p>26. Детектор Viola-Jones. Boosting</p> <p>27. Детектор Dalal-Triggs. Линейная SVM.</p> <p>28. Анализ серии последовательных изображений. Построение модели фона. Трассировка множества объектов.</p> <p>29. Алгоритм Mean-Shift. Обнаружение сопровождение. Оптический поток. Основы распознавания видео – Выделение и отслеживание объектов, распознавание событий.</p> <p>30. Нейросетевые методы обработки изображений. Искусственные нейронные сети, искусственный нейрон.</p> <p>31. Многослойные нейронные сети, нейронные сети с обратными связями. Обучение нейронной сети с учителем и без учителя.</p> <p>32. Персептрон, проблемы с линейной разделимостью.</p> <p>33. Использование персептрона для распознавания в случае двух классов. Линейно разделимые классы.</p>
--	--	---

		34. Сверточные НС. Глубинные модели НС
4	Применение СТЗ в робототехнике	35. Применение систем технического зрения Навигация. Определение структуры по движению. 36. Промышленные системы технического зрения, их структура, разновидности. Подходы к применению СТЗ в составе робототехнических комплексов. Проектирование ПО для управления робототехническими системами с применением СТЗ.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсовой работы

1. По какому принципу проводился расчет системы технического зрения и подбор элементов.
2. Какие методы использовались для предварительной обработки изображений. Каковы их основные принципы работы?
3. Пространственный анализ изображений. Пространственная фильтрация: пространственная корреляция и свертка. Использование масок.
4. Какие методы использовались для пространственной обработки изображений. Каковы их основные принципы работы?
5. Какой принцип работы детектора Viola-Jones. Boosting
6. Применялись ли методы автоматической сегментации изображений. Какие? Принцип их работы?
7. Какие геометрические преобразования могут применяться в системах технического зрения и для чего?
8. Какой принцип работы детектора Dalal-Triggs.
9. Какими методами решается задача согласования нескольких изображений?
10. Для решения каких задач может понадобиться реконструкция геометрии по двум и более изображениям?
11. Какие бывают методы обнаружения объектов на изображении?
12. Какой принцип работы алгоритма Mean-Shift?

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1	Захват видеопотока с камер	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие основные области применения технического зрения есть в робототехнике? 2. Опишите методы и аппаратные средства регистрации и ввода изображений в память компьютера. 3. Приведите типы камеры технического зрения. 4. Опишите основную модель формирования изображения. 5. Какие методы получения потоковых данных изображений и видеосигналов с цифровых систем вы знаете? 6. Изложите основные методы и форматы для хранения изображений. 7. Как рассчитываются систем технического зрения. 8. Как подобрать структуру системы технического зрения?
2	Предварительная обработка изображений: яркостная и цветовая коррекция	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные методы яркостной и цветовой коррекции изображений. 2. Опишите метод выравнивания гистограммы 3. Запишите формулы гамма коррекции и линейного преобразования.
3	Алгоритмы анализа бинарных изображений. Применение морфологических фильтров	<ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите и опишите алгоритмы анализа бинарных изображений. 2. Назовите способы получения бинарных изображений. 3. Логические операции с бинарными изображениями 4. Приведите примеры морфологических операций с бинарными изображениями. Каково назначение таких операций.
4	Пространственный анализ изображений. Корреляция и свертка	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите теоретические аспекты пространственного анализа изображений. 2. Как проводится операция свертки? 3. В чем отличие операций корреляции и свертки. 4. Как формируются маски пространственных фильтров 5. Приведите примеры масок пространственных фильтров вы и их назначение.
5	Алгоритмы автоматической сегментации изображений. Выделение краев на изображении. Обнаружение прямых. Обнаружение окружностей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Опишите общую постановку задачи сегментации. 2. Приведите основные алгоритмы автоматической сегментации изображений? 3. Опишите принцип работы одного из алгоритмов сегментации: алгоритм сегментации по водоразделам, MeanShif, FloodFill, GrabCut, Lazy Snapping, Random Walker, GrowCut.
6	Алгоритмы обнаружения особых точек на изображении	<ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите описание одного из алгоритмов обнаружения особых точек на изображении. 2. Для решения каких задач применяется поиск особых точек?

7	Геометрические преобразования	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие геометрические преобразования используются в СТЗ? 2. Запишите основные матрицы аффинных преобразований 3. Отличие аффинных преобразований от перспективных? 4. Приведите описание модели фотографической камеры. 5. Запишите алгоритм калибровки камеры с помощью библиотеки OpenCV на Python. 6. Каковы основные идеи алгоритмов реконструкции геометрии по одному изображению.
8	Методы обнаружения объектов на изображении. Детектор пешеходов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные методы обнаружения объектов на изображении. 2. Какие Признаки, используются для описания объектов. 3. Детектор Viola-Jones. 4. Детектор Dalal-Triggs.
9	Анализ серии последовательных изображений. Обработка видеопоследовательностей. Вычисление оптического потока. Трассировка методом Mean-Shift. Трекинг объектов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для решения каких задач производится анализ серии последовательных изображений? 2. Назовите основные алгоритмы построения модели фона. 3. Для чего строятся модели фона? 4. Трассировка методом Mean-Shift
10	Нейросетевые методы обработки изображений для решения задач технического зрения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изобразите модель формального нейрона. 2. Опишите основные шаги метод обратного распространения ошибки. 3. Какие основные архитектуры нейронных сетей вы знаете? 4. Опишите основной принцип работы одной из архитектур нейронных сетей (свёрточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети, нейронные сети Кохонена, сеть радиально-базисных функций.) <p>Запишите на языке Python основные методы библиотеки TensorFlow для построения нейронной сети. Какие параметры они принимают?</p>
11	Практическое применение систем технического зрения.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для чего применяются системы технического зрения в робототехнике 2. Основные методы и идеи использования СТЗ для навигации роботов 3. Назовите современные промышленные системы технического зрения, их структуру, разновидности. 4. Опишите подходы к применению СТЗ в составе робототехнических комплексов.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, классификаций, современных методов обработки изображений, основных принципов в области систем технического зрения
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение производить выбор методов обработки изображений и распознавания образов и применять их для решения задач робототехники
	Умение разрабатывать системы технического зрения робототехнических комплексов, включая их аппаратную часть и программное обеспечение, выполнять их настройку
	Умение реализовывать разрабатываемые алгоритмы компьютерного зрения с использованием языков программирования
	Умение использовать методы обработки изображений при разработке модулей и подсистем мехатронных комплексов, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули
Навыки	Владеть навыками проектирования и реализации законченной программно-аппаратной СТЗ с использованием готовых модулей и компонент;
	Владеть навыками разработки мехатронных модулей и робототехнических комплексов с применением алгоритмов обработки изображений;

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, классификаций, современных методов обработки изображений, основных принципов в области систем технического зрения	Не знает терминов, классификаций, современных методов обработки изображений, основных принципов в области систем технического зрения	Знает термины, классификации, современные методы обработки изображений, основные принципы в области систем технического зрения, но допускает неточности формулировок	Знает термины, классификации, современные методы обработки изображений, основные принципы в области систем технического зрения	Знает термины, классификации, современные методы обработки изображений, основные принципы в области систем технического зрения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота	Не дает ответы на	Дает неполные	Дает ответы на	Дает полные,

ответов на вопросы	большинство вопросов	ответы на все вопросы	вопросы, но не все – полные	развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение производить выбор методов обработки изображений и распознавания образов и применять их для решения задач робототехники	Не умеет производить выбор методов обработки изображений и распознавания образов и применять их для решения задач робототехники	Умеет производить выбор методов обработки изображений и распознавания образов	Умеет производить выбор методов обработки изображений и распознавания образов и применять их большинство для решения задач робототехники	Умеет производить выбор методов обработки изображений и распознавания образов и применять их для решения задач робототехники
Умение разрабатывать системы технического зрения робототехнических комплексов, включая их аппаратную часть и программное обеспечение, выполнять их настройку	Не умеет разрабатывать системы технического зрения робототехнических комплексов, включая их аппаратную часть и программное обеспечение, выполнять их настройку	Умеет разрабатывать отдельные подсистемы системы технического зрения робототехнических комплексов	Умеет разрабатывать системы технического зрения робототехнических комплексов, включая их аппаратную часть и программное обеспечение	Умеет разрабатывать системы технического зрения робототехнических комплексов, включая их аппаратную часть и программное обеспечение, выполнять их настройку
Умение реализовывать	Не умеет реализовывать	Умеет реализовывать	Умеет реализовывать	Умеет реализовывать

разрабатываемые алгоритмы компьютерного зрения с использованием языков программирования	разрабатываемые алгоритмы компьютерного зрения с использованием языков программирования	отдельные алгоритмы компьютерного зрения с использованием языков программирования	большинство алгоритмов компьютерного зрения с использованием языков программирования	разрабатываемые алгоритмы компьютерного зрения с использованием языков программирования
Умение использовать методы обработки изображений при разработке модулей и подсистем мехатронных комплексов, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули	Не умеет использовать методы обработки изображений при разработке модулей и подсистем мехатронных комплексов, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули	Умеет использовать методы обработки изображений при разработке простейших модулей и подсистем мехатронных комплексов	Умеет использовать большинство методов обработки изображений при разработке модулей и подсистем мехатронных комплексов	Умеет использовать все современные методы обработки изображений при разработке модулей и подсистем мехатронных комплексов, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками проектирования и реализации законченной программно-аппаратной СТЗ с использованием готовых модулей и компонент	Не владеет навыками проектирования и реализации законченной программно-аппаратной СТЗ с использованием готовых модулей и компонент;	Имеет слабые навыки проектирования и реализации законченной программно-аппаратной СТЗ с использованием готовых модулей и компонент;	Владеет базовыми навыками проектирования и реализации законченной программно-аппаратной СТЗ с использованием готовых модулей и компонент;	Владеет охватываемыми учебной программой навыками проектирования и реализации законченной программно-аппаратной СТЗ с использованием готовых модулей и компонент;
Владеть навыками разработки мехатронных модулей и робототехнических комплексов с применением алгоритмов обработки изображений	В принципе не понимает как разрабатывать мехатронные модули и робототехнические комплексы с применением алгоритмов обработки изображений	Имеет поверхностное представление о том как разрабатывать мехатронные модули и робототехнические комплексы с применением алгоритмов обработки изображений	Владеет базовыми навыками разработки мехатронных модулей и робототехнических комплексов с применением алгоритмов обработки изображений	Владеет навыками разработки мехатронных модулей и робототехнических комплексов с применением алгоритмов обработки изображений

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лаборатория теории автоматического управления и моделирования средств управления УК 4, № 231	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, экран, ноутбук; проектор с переносным экраном; 6 персональных компьютеров с доступом в сеть Интернет; стенд для исследования мобильных роботов, шкаф автоматизации лабораторной установки для изучения САР уровня, камеры технического зрения,
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
3	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	MathWorks	Лицензия №1145851 бессрочная
5	MSC Easy5, Patran, Nastran, Adams	Соглашение RE008959BST-1 от 26.11.2018 бессрочная
6	Интерпретатор языка python с установленными библиотеками matplotlib, mglearn, Jupyter Notebook, pandas, SciPy, NumPy, scikit-learn, TensorFlow	свободно распространяемое программное обеспечение
7	Google Collab	свободно распространяемое программное обеспечение

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Борисова, И.В. Цифровые методы обработки информации [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Борисова. - Новосибир.: НГТУ, 2014. - 139 с.: ISBN 978-5-7782-2448-3 // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/546207>, ограниченный. – Заглавие с экрана.
2. Селянкин, В.В. Решение задач компьютерного зрения [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Селянкин. - Таганрог: Южный федеральный университет, 2016. - 92 с.: ISBN 978-5-9275-2090-9 // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/991922>, ограниченный. – Заглавие с экрана.
3. Гонсалес, Р Цифровая обработка изображений [Электронный ресурс] / Гонсалес Рафаэл, Вудс Ричард ; пер. Л. И. Рубанов, П. А. Чочиа; под ред. П.А. Чочиа — М. : Техносфера, 2012.— 1104 с. // IPRbooks: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26905.html>, ограниченный. – Загл. с экрана.
4. Компьютерное зрение : Учебное пособие для вузов : Пер. с англ. / Л. Шапиро, Дж. Стокман ; пер. : А. А. Богуславский ; ред. пер. : С. М. Соколов. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 752 с. (30 экз. в библиотеке ТУСУРа)
5. Гадзиковский В. И. Цифровая обработка сигналов / Гадзиковский В.И. - Москва: СОЛОН-Пресс, 2013. [Электронный ресурс Лань: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64979]
6. Гетманов В. Г. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие для вузов / Гетманов В.Г. - Москва: НИЯУ МИФИ (Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт»), 2010. [Электронный ресурс Лань: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75740]
7. Основы робототехники: Учебное пособие / А.А. Иванов. - М.: Форум, 2014. - 224 с. - (Высшее образование). ISBN 978-5-91134-575-4- Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469746>
8. Каляев, И.А. Интеллектуальные роботы: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / И.А. Каляев, В.М.
9. Лохин, И.М. Макаров, С.В. Манько. Электрон. дан. М.: Машиностроение, 2007. ? 360 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/769>
- 10.Шарапов В.М., Датчики [Электронный ресурс]: Справочное пособие / Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С.
- 11.Полищука. - М. : Техносфера, 2012. - 624 с. - ISBN 978-5-94836-316-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363165.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. Бовырин, А. Введение в разработку мультимедийных приложений с использованием библиотек OpenCV и IPP [Электронный ресурс] / А. Бовырин. – Электрон. текстовые данные. – М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/10621/1105/info>.
2. Гренандер, У. Лекции по теории образов в 3 т / У. Гренандер Пер. с англ. И.Гуревича; под ред. Ю.Журавлева // М: Мир, 1981. – 446 с.
3. Шахтарин Б.И., Обнаружение сигналов [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. - 3-е изд., испр. / Б.И. Шахтарин - М. : Горячая линия - Телеком, 2015. - 464 с. - ISBN 978-5-9912-0395-1 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203951.html>
4. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов: Пособие / Солонина А.И., Улахович Д.А., Яковлев Л.А. - СПб: БХВ-Петербург, 2015. - 461 с. ISBN 978-5-9775-1449-1- Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/939957>
5. Подураев, Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение: учеб. пособие для студентов вузов. [Электронный ресурс] / Электрон. дан. М. : Машиностроение, 2007. - 256 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/806>

6.4. Перечень интернет ресурсов

1. <http://www.elibrary.ru>- Научная электронная библиотека
2. <http://www.gpntb.ru/>- Государственная публичная научно-техническая библиотека России
3. <http://elibrary.bmstu.ru> – Библиотека МГТУ им. Н.Баумана
4. <http://www.viniti.ru> – Всероссийский институт научной информации по техническим наукам(ВИНИТИ)
5. <http://www.unilib.neva.ru/rus/>- Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета
6. <http://elibrary.eltech.ru> – Библиотека Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета
7. <http://www.ntb.bstu.ru> и переход к системе NormaCS - Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г.Шухова
8. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.
9. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
10. Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>
11. Информатика и системы управления <http://ics.khstu.ru/>
12. Портал «Техническое зрение»: www.technicalvision.ru

13.Электронная библиотека международного общества по оптической технике: www.spiedl.org

14.Портал сообщества пользователей Matlab:
<https://www.mathworks.com/matlabcentral/>

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ / 20____ учебный год
без изменений.

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ В. Г. Рубанов
подпись ФИО

Директор института _____ Выберите элемент.
подпись ФИО