

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 09.07.2025 17:00:35
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:

Руководитель ООП

С.М. Дудаков С.М. Дудаков

25 августа 2021

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)
СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Направление подготовки
09.03.03 – «Прикладная информатика»

Направленность (профиль)
«Прикладная информатика в мехатронике»

Для студентов 3-го курса
Форма обучения – очная

Составитель:

к.ф.-м.н. М.Ю. Кудряшов

Тверь, 2021

I. Аннотация

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины является:

Освоить базовые принципы построения системы технического зрения.

Задачами освоения дисциплины являются:

Познакомить обучающихся с архитектурой системы технического зрения.

Освоить базовые методы обработки изображения. Научиться самостоятельно решать задачи, связанные с техническим зрением.

2. Место дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к разделу «Дисциплины профиля подготовки», является элективной дисциплиной 2.

Предварительные знания и навыки:

Основой для освоения дисциплины являются знания, получаемые в рамках дисциплины «Практикум на ЭВМ 1», «Практикум на ЭВМ 2», «Теоретические основы информатики», «Методы программирования», «Дискретная математика», «Алгоритмы и анализ сложности», «Физика», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Комплексный анализ».

Дальнейшее использование:

Полученные в ходе изучения дисциплины знания используются в научно-исследовательской работе, учебной и производственной практике, при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины: 2 зачетные единицы, **72 академических часов, в том числе**

контактная работа: лекционные занятия 20 часов, практические занятия 20 часов, **самостоятельная работа:** 32 часов.

4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов	ПК-3.2 Применяет датчики различных типов для обработки информации в

и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	мехатронных и робототехнических ПК-3.3 Разрабатывает программное обеспечение для обработки информации в мехатронных и робототехнических системах
---	---

5. Форма промежуточной аттестации: зачет, 8 семестр.

5. Язык преподавания русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

1. Для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самост. работа (час.)
		Лекции	Практические занятия	
Архитектура системы технического зрения	6	2	2	2
Формирование и хранения изображения	10	2	2	6
Математическое описание изображений	14	4	4	6
Методы обработки цифровых изображений	16	5	5	6
Алгоритмы распознавания	14	4	4	6
Промышленные системы технического зрения	12	3	3	6
ИТОГО	72	20	20	32

Учебная программа дисциплины

1. Архитектура системы технического зрения

Понятие технического зрения. Сферы применения. Понятия систем технического, машинного и компьютерного зрения. Программно–аппаратные компоненты системы. Физические принципы, на которых основана система. Принципы построения систем технического зрения.

2. Формирование и хранения изображения

Камеры технического зрения. Модель формирования изображения. Эффекты перспективы. Построение проекций. Аберрации. Цифровое изображение. Свойства цифрового изображения. Типы цифровых изображений. Внутреннее представление изображения. Маскирование изображения. Отображение изображения. Основные форматы хранения цифровых изображений. Используемые алгоритмы компрессии для уменьшения размера. Конверсия цветового пространства.

3. Математическое описание изображений

Двумерная функция яркости как основной способ описания изображений. Статистическое и спектральное описание изображений. Назначение и суть пространственной дискретизации изображений. Двумерная теорема Котельникова. Квантование изображений по уровню.

4. Методы обработки цифровых изображений

Алгоритмы предварительной обработки изображений. Алгоритмы частотной фильтрации изображений, локального сглаживания, ранговой и медианной фильтрации изображений, гистограммного выравнивания. Алгоритмы выделения границ, их разновидности и области применения. Оператор Кэнни, оператор Прюитта. Маски Собеля и Лапласа. Дескрипторы границы и области, понятие цепного кода. Алгоритмы обнаружения объектов. Назначение и обобщенное описание алгоритмов обнаружения. Основные характеристики алгоритмов обнаружения. Сети свертки. Обработка видеоизображений. Фильтрация помех. Удаление фона. Отслеживание событий. Классификация движений.

5. Алгоритмы распознавания

Назначение и разновидности алгоритмов распознавания образов. Основные задачи, решаемые при создании распознающих систем. Статистические методы распознавания изображений и образов. Структурные методы распознавания. Кластеризация в пространстве признаков. Классификаторы состояний. Выявление признаков. Детекторы характеристических точек. Параметрические модели. Преобразование Хафа. RANSAC. Выделение людей. Алгоритмы с самообучением. Использование методов машинного обучения.

6. Промышленные системы технического зрения

Структура, разновидности. Особенности сред программирования СТЗ. Библиотека OpenCV. Подходы к применению СТЗ в составе робототехнических комплексов. Разработка ПО для управления робототехническими системами с применением СТЗ.

2. Для студентов заочной формы обучения

Не предусмотрено.

III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов	Вид занятия	Образовательные технологии
--	-------------	----------------------------

и тем (в строгом соответствии с разделом II РПД)		
Архитектура системы технического зрения	Лекции, лабораторные занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Формирование и хранения изображения	Лекции, лабораторные занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Математическое описание изображений	Лекции, лабораторные занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Методы обработки цифровых изображений	Лекции, лабораторные занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Алгоритмы распознавания	Лекции, лабораторные занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Промышленные системы технического зрения	Лекции, лабораторные занятия	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании лекций, практических занятий и различных форм самостоятельной работы студентов. В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: традиционные лекции, лабораторные занятия в компьютерных классах, выполнение индивидуальных заданий в рамках самостоятельной работы.

Дисциплина предусматривает выполнение контрольных работ, письменных домашних заданий.

IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-3 Способен разрабатывать и

применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем

Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Обзор известных алгоритмов выделения границ объекта	Полностью корректно выполненное задание – 10 баллов. Задание выполнено частично – 5 баллов.
Примеры использования систем технического зрения	Корректно выполненное задание – 5 баллов. Ход решения верный, но допущены ошибки в расчетах – 2.5 балла.
1. Понятие технического зрения. 2. Сферы применения. 3. Понятия систем технического, машинного и компьютерного зрения. 4. Программно–аппаратные компоненты системы.	Правильный ответ – 2 балла.
Проектирование системы технического зрения для клинингового робота	Полностью корректно выполненное задание – 10 баллов. Выполнена лишь одна часть задания – 5 баллов.
Методы использования библиотеки компьютерного зрения OpenCV	Корректно выполненное задание – 5 баллов. Ход решения верный, но допущены ошибки в расчетах – 2.5 балла.
Подходы к применению СТЗ в составе робототехнических комплексов. Разработка ПО для управления робототехническими системами с применением СТЗ.	Правильный ответ – 2 балла.
Принцип получения растрового изображения из оптического	Полностью корректно выполненное задание – 10 баллов.

	Выполнена лишь одна часть задания – 5 баллов.
1. Устройство цифрового фотоаппарата 2. Характеристики цифровых видеокамер	Корректно выполненное задание – 5 баллов. Ход решения верный, но допущены ошибки в расчетах – 2.5 балла.
Архитектура системы технического зрения	Правильный ответ – 2 балла.
Способы распознавания образов на изображении	Полностью корректно выполненное задание – 10 баллов. Выполнена лишь одна часть задания – 5 баллов.
Конверсия изображения из цветового пространства rgb в yuv	Корректно выполненное задание – 5 баллов. Ход решения верный, но допущены ошибки в расчетах – 2.5 балла.
Форматы хранения yuv изображений	Правильный ответ – 2 балла.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Разработка мультимедийных приложений с использованием библиотек OpenCV и IPP: курс / А. Бовырин, П. Дружков, В. Ерухимов и др. - 2-е изд., исправ. - М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 516 с.: ил. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429192>.
2. Павлов, С.И. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие / С.И. Павлов. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. - Ч. 2. - 194 с. - ISBN 978-5-4332-0014-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208939>.
3. Рафаэл Гонсалес Цифровая обработка изображений [Электронный ресурс]/ Рафаэл Гонсалес, Ричард Вудс– Электрон. текстовые данные.– М.: Техносфера, 2012.– 1104 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26905>. – ЭБС «IPRbooks»

б) Дополнительная литература

1. Шапиро, Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Д. Стокман ; под редакцией С. М. Соколова ; перевод с английского А. А. Богуславского. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 763 с. — ISBN 978-5-9963-3003-4. —

Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. —
 URL: <https://e.lanbook.com/book/84096>

2) Программное обеспечение

Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 46 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	
Adobe Acrobat Reader DC - Russian	бесплатно
Apache Tomcat 8.0.27	бесплатно
Cadence SPB/OrCAD 16.6	Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1	бесплатно
Google Chrome	бесплатно
Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit)	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	бесплатно
JetBrains PyCharm Edu 3.0	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022
Lazarus 1.4.0	бесплатно
Mathcad 15 M010	Акт предоставления прав ИС000000027 от 16.09.2011
MATLAB R2012b	Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
OC Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно
MiKTeX 2.9	бесплатно
MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
NetBeans IDE 8.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
Oracle VM VirtualBox 5.0.2	бесплатно
Origin 8.1 Sr2	договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»
Python 3.1 pygame-1.9.1	бесплатно
Python 3.4 numpy-1.9.2	бесплатно
Python 3.4.3	бесплатно
Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64-bit)	бесплатно
WCF RIA Services V1.0 SP2	бесплатно

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com;
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>.

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-университет <http://www.intuit.ru>

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Важной составляющей данного раздела РПД являются требования к рейтинг-контролю с указанием баллов, распределенных между модулями и видами работы обучающихся.

Максимальная сумма баллов по учебной дисциплине, заканчивающейся зачетом, по итогам семестра составляет 100 баллов (50 баллов - 1-й модуль и 50 баллов - 2-й модуль).

Студенту, набравшему 40 баллов и выше по итогам работы в семестре, в экзаменационной ведомости и зачетной книжке выставляется оценка «зачтено». Студент, набравший до 39 баллов включительно, сдает зачет.

Распределение баллов по модулям устанавливается преподавателем и может корректироваться.

1. Типовые задания для практических занятий, домашней работы и рейтингового контроля

- Архитектура программно-аппаратной реализации системы технического зрения для определения геометрических размеров;
- Конверсия из цветового пространства RGB в YUV;
- Изучение основных этапов обработки детектором границ “Canny”;
- Подбор параметров сглаживания фильтра Гаусса и нижнего порога фильтрации;
- Определение радиуса окружностей и их положения относительно детали.

2. Правила прохождения промежуточной аттестации

Для успешной сдачи зачета студент должен:

- Успешно сдать промежуточный контроль, представляющий собой две контрольные работы по тематике упражнений, перечисленных выше.
- Ответить на устные вопросы и решить ряд письменных упражнений (в ходе зачета) по тематике учебной программы.

3. Примерный список вопросов на зачет

- Архитектура системы технического зрения;

- Устройство цифрового фотоаппарата;
- Характеристики цифровых видеокамер;
- Принцип получения растрового изображения из оптического;
- Цветовая модель .rgb;
- Виды светочувствительных матриц и их характеристики;
- Принцип действия ПЗУ;
- Виды памяти и их характеристики;
- Основные цифровые форматы хранения растрового изображения;
- Сжатие изображений без потерь;
- Сжатие изображений с потерями;
- Растровая графика. Отображение изображения на мониторе;
- Векторная графика. Алгоритм Брезенхема (прямая и окружность);
- Альфа - смешивание;
- Цветовая модель uiv;
- Форматы хранения uiv изображений;
- Конверсия изображения из цветового пространства rgb в uiv;
- Существующие методы выделения границ и их принцип;
- Принцип работы оператора Собеля;
- Основные этапы алгоритма детектора границ "Canny";
- Преобразование Хафа для поиска прямых и окружностей;
- Библиотека компьютерного зрения OpenCV;
- Калибровка масштаба для определения геометрических размеров объекта;
- Примеры использования систем технического зрения;

4. Вопросы для самостоятельного изучения

- Способы распознавания образов на изображении;
- Базовые законы оптики;
- Обзор известных алгоритмов выделения границ объекта;
- Выделение отверстий в частных случаях (зинкованные, несквозные).

5. Примерные темы для домашнего задания

- Проектирование системы технического зрения для контроля качества изготовления деталей корпусной мебели.
- Проектирование системы технического зрения для интеллектуального регулирования движения.
- Проектирование системы технического зрения для контроля качества монтажа печатных плат.
- Проектирование системы технического зрения для беспилотного автомобиля.

- Проектирование системы технического зрения для служб охраны и безопасности.
- Проектирование системы технического зрения для беспилотного летательного аппарата.
- Проектирование системы технического зрения для клинингового робота.
- Проектирование электронного поводья.

6. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Организуя свою учебную работу, студенты должны, во-первых, выявить рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Во-вторых, ознакомиться с указанным в методическом материале по дисциплине перечнем учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также с методическими материалами на бумажных и/или электронных носителях, выпущенных кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

1. Работа с учебными пособиями.

Для полноценного усвоения курса студент должен, прежде всего, овладеть основными понятиями этой дисциплины. Необходимо усвоить определения и понятия, уметь приводить их точные формулировки, приводить примеры объектов, удовлетворяющих этому определению. Кроме того, необходимо знать круг фактов, связанных с данным понятием. Требуется также знать связи между понятиями, уметь устанавливать соотношения между классами объектов, описываемых различными понятиями.

2. Самостоятельное изучение тем.

Самостоятельная работа студента является важным видом деятельности, позволяющим хорошо усвоить изучаемый предмет и одним из условий достижения необходимого качества подготовки и профессиональной переподготовки специалистов. Она предполагает самостоятельное изучение студентом рекомендованной учебно-методической литературы, различных справочных материалов, написание рефератов, выступление с докладом, подготовку к лекционным и практическим занятиям, подготовку к зачёту и экзамену.

3. Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям студентам рекомендуется следовать методическим рекомендациям по работе с учебными пособиями, приведенным выше.

4. Составление конспектов.

В конспекте отражены основные понятия темы. Для наглядности и удобства запоминания используются схемы и таблицы.

5. Подготовка к зачету / экзамену.

При подготовке к зачету / экзамену студенты должны использовать как самостоятельно подготовленные конспекты, так и материалы, полученные в ходе лекций. Для получения зачета по дисциплине необходимо набрать минимум 50 баллов в течение семестра (минимальная оценка – удовлетворительно), в противном случае зачет считается не сданным. Экзамен студенты могут сдавать в виде теста, письменной контрольной работы или устного ответа по вопросам, представленным в данной программе. Для получения положительной оценки на экзамене необходимо продемонстрировать знания, не ниже базового (минимального) уровня. Процедура оценивания знаний, умений, владений (умений применять) и (или) опыта деятельности обучающихся по дисциплине производится в рамках балльно-рейтинговой системы, включая рубежную и текущую аттестации. Согласно подходам балльно-рейтинговой системы в рамках оценки знаний, умений, владений (умений применять) и (или) опыта деятельности дисциплины установлены следующие аспекты.

Содержание учебной дисциплины в рамках одного семестра делится на два модуля (периода обучения). По окончании модуля (периода обучения) осуществляется рейтинговый контроль успеваемости знаний студентов.

Сроки проведения рейтингового контроля:

осенний семестр – I рейтинговый контроль успеваемости проводится на 8-9 учебной неделе по графику учебного процесса, II рейтинговый контроль успеваемости – две последние недели фактического завершения семестра по графику учебного процесса;

весенний семестр – I рейтинговый контроль успеваемости проводится на 31-32 учебной неделе по графику учебного процесса, II рейтинговый контроль успеваемости – две последние недели фактического завершения семестра по графику учебного процесса.

Максимальное количество баллов, которое может быть получено в результате освоения дисциплины, составляет 100 баллов. Для дисциплин, заканчивающихся экзаменом, 60 баллов отводится на текущий контроль (например, по 30 баллов на каждый модуль) и 40 баллов на промежуточную

аттестацию. Для дисциплин, заканчивающихся зачетом, общее количество баллов делится между первым и вторым модулями (например, по 50 баллов на каждый модуль).

Максимальная сумма рейтинговых баллов по учебной дисциплине, заканчивающейся экзаменом, по итогам промежуточной аттестации составляет 40 баллов.

Студент, набравший от 20 до 49 баллов включительно, сдает экзамен. Студенту, набравшему менее 20 баллов, в экзаменационной ведомости ставится оценка «неудовлетворительно». Применяется следующая шкала перевода баллов в оценки: от 50 до 69 – удовлетворительно, от 70 до 84 – хорошо, от 85 и выше – отлично.

VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, компьютерный класс № 46 (170002, Тверская область, г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Компьютер, экран, проектор, кондиционер.
--	--

Для самостоятельной работы

Помещение для самостоятельной работы Компьютерный класс № 46	Компьютер, экран, проектор, кондиционер.
---	--

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1	I. Аннотация. IV. Оценочные материалы для	Изменения в учебные планы и в рабочие программы дисциплин,	Протокол № 7 заседания ученого

	проведения текущей и промежуточной аттестации	формирующих новые/ измененные компетенции в соответствии с приказом Минобрнауки России от 26.11.2020 г. № 1456	совета от 30.12.2021 года
2	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение, необходимое для проведения практики 2) Программное обеспечение	Внесены изменения в программное обеспечение	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
3	VII. Материально-техническое обеспечение	Внесены изменения в материально-техническое обеспечение аудиторий	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
4	VII. Материально-техническое обеспечение	Внесены изменения в материально-техническое обеспечение аудиторий	От 22.08.2023 г., протокол № 1 заседания ученого совета факультета
5	I. Аннотация.	Внесены изменения в учебные планы и в рабочие программы дисциплин	От 29.12.2023 года протокол № 6 заседания ученого совета факультета
6	3. Объем дисциплины. II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Внесены изменения в учебные планы и обновление рабочих программ дисциплин в части изменения аудиторных часов.	От 16.01.2025 г., протокол № 7 заседания ученого совета факультета