

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 20 » октября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Разработка систем распознавания образов для автономных сервисных роботов  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.04.06 Мехатроника и робототехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Автономные сервисные роботы  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель - изучение основных видов систем технического зрения, применяемых в управляющих системах реального времени.

Задачи:

- изучить особенности аппаратных и программных средств технического зрения,
- освоить способы организации и проведения экспериментальных исследований в области систем технического зрения;
- рассмотреть методы обработки и преобразования изображений, реализуемые библиотекой OpenCV,
- научиться решать простые задачи распознавания образов на изображениях с использованием библиотеки OpenCV,
- изучение основных принципов представления результатов исследований, выполняемых в ходе разработки и отладки программного обеспечения систем технического зрения

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

системы технического зрения, методы обработки и преобразования изображений, библиотека OpenCV, методы распознавания образов на изображениях.

### 1.3. Входные требования

Дискретная математика, информатика, программирование

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-1пк-1.2	Знает методы улучшения изображений с помощью цифровой обработки; алгоритмы обработки изображений;	Знает теоретические основы цифровой обработки сигналов, распознавания образов и идентификации зрительных объектов, особенности их применения в робототехнических системах.	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-2пк-1.2	Умеет применять методы улучшения изображений с помощью цифровой обработки; разрабатывать специальное программное обеспечение для обработки изображений; разрабатывать алгоритмы сбора и обработки информации о состоянии системы (объекта).	Умеет применять в проектах робототехнических устройств методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов, распознавания образов и идентификации зрительных объектов.	Отчёт по практическом у занятию
ПК-1.2	ИД-3пк-1.2	Владеет навыками применения стандартных средств автоматки, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием; применения разработанных алгоритмов обработки изображений в мехатронных и робототехнических системах; создания программ, позволяющих в автоматическом режиме распознавать образы предметов.	Владеет навыками практической реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов, распознавания образов и идентификации зрительных объектов в различных видах обеспечения робототехнических систем.	Отчёт по практическом у занятию

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	12	12	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	22	22	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
4-й семестр				
Введение в системы технического зрения	2	0	4	18
Понятие технического зрения. Задачи, решаемые посредством систем технического зрения (СТЗ). Области применения СТЗ. Способы работы с изображениями средствами OpenCV. Чтение данных из изображения, сохранение изображений, отображение изображений на экране. Способы представления изображений в памяти. Атрибуты изображений в OpenCV. Работа с кадрами видеопотока. Внесение изменений в отдельные пиксели изображений. Рисование простых геометрических фигур на изображении средствами OpenCV.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Обработка изображений	2	0	4	18
Форматы изображений. Полноцветные изображения, изображения в оттенках серого, бинарные изображения. Методы улучшения качества изображений. Морфологические преобразования. Методы сглаживания изображений. Свертка. Понятие гистограммы.				
Контурный анализ	4	0	6	18
Понятие границ на изображении. Понятие контуров. Алгоритм Кэнни для поиска границ на изображении. Выделение контуров. Анализ атрибутов контуров. Определение данных об объектах на изображении на основе анализа контуров.				
Поиск образов на изображении	4	0	8	18
Применение преобразования Хафа для поиска геометрических объектов на изображении. Идентификация линий и кругов на изображении с применением преобразования Хафа. Поиск объектов произвольной формы методом сравнения контура с контуром шаблона. Понятие поворота, переноса, масштабирования. Влияние способа представления изображения на скорость работы методов поиска.				
ИТОГО по 4-му семестру	12	0	22	72
ИТОГО по дисциплине	12	0	22	72

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Чтение, запись, отображение и изменение изображений с применением библиотеки OpenCV
2	Использование рамок для применения фильтров к изображениям
3	Изменение изображений с помощью фильтров
4	Простые операции с границами и контурами
5	Поиск линий на изображении
6	Анализ контуров при работе с изображениями

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Форсайт Д.А., Понс Жан Компьютерное зрение. Современный подход : Пер. с англ. М. : Вильямс, 2004. 926 с.	1
2	Харинов М. В. Запоминание и адаптивная обработка информации цифровых изображений. Санкт-Петербург : Изд-во СПбУ, 2006. 137 с.	1
<b>2. Дополнительная литература</b>		

<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Балабанов, П. В. Техническое зрение робототехнических комплексов : учебное пособие / П. В. Балабанов, А. Г. Дивин, А. С. Егоров. - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019.	5
2	Селянкин В. В. Компьютерное зрение. Анализ и обработка изображений : учебное пособие / В. В. Селянкин. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2019.	5
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## **6.2. Электронная учебно-методическая литература**

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Филатова Е.С. Разработка систем распознавания образов для автономных сервисных роботов. Конспект лекций	lk.at.pstu.ru	сеть Интернет; авторизованный доступ

## **6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

## **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
База данных компании EBSCO	<a href="https://www.ebsco.com/">https://www.ebsco.com/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Персональный компьютер с выходом в Интернет	1
Практическое занятие	Персональный компьютер с выходом в Интернет	10

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Разработка систем распознавания образов  
для автономных сервисных роботов»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 15.04.06 Мехатроника и робототехника

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Автономные сервисные роботы

**Квалификация выпускника:** Магистр

**Выпускающая кафедра:** Автоматика и телемеханика

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 2

**Семестр:** 4

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачёт: 4 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра учебного плана). Предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый
	С	ТО	ОПЗ	Т/КР	Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>З.1</b> знать методы улучшения изображений с помощью цифровой обработки; алгоритмы обработки изображений	С				ТВ
<b>Освоенные умения</b>					
<b>У.1</b> умеет применять методы улучшения изображений с помощью цифровой обработки; разрабатывать специальное программное обеспечение для обработки изображений; разрабатывать алгоритмы сбора и обработки информации о состоянии системы (объекта)			ОП31 - ОП35		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>					
<b>В.1</b> владеть навыками применения стандартных средств автоматизации, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием; применения разработанных алгоритмов обработки изображений в мехатронных и робототехнических системах; создания программ, позволяющих в автоматическом режиме распознавать образы предметов.			ОП36 - ОП31 1		ПЗ

*С* – собеседование по теме; *ТО* – коллоквиум (теоретический опрос); *КЗ* – кейс-задача (индивидуальное задание); *ОПЗ* – отчет по практическому занятию; *Т/КР* – рубежное

тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам.

Всего запланировано 11 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита отчета по практическому занятию проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Понятие технического зрения.
2. Задачи, решаемые посредством систем технического зрения (СТЗ).
3. Области применения СТЗ.
4. Способы работы с изображениями средствами OpenCV.
5. Чтение данных из изображения, сохранение изображений, отображение изображений на экране.
6. Способы представления изображений в памяти.
7. Атрибуты изображений в OpenCV.
8. Работа с кадрами видеопотока.
9. Внесение изменений в отдельные пиксели изображений.
10. Рисование простых геометрических фигур на изображении средствами OpenCV.
11. Форматы изображений.
12. Полноцветные изображения, изображения в оттенках серого, бинарные изображения.
13. Методы улучшения качества изображений.
14. Морфологические преобразования.

15. Методы сглаживания изображений.
16. Свертка. Понятие гистограммы.
17. Понятие границ на изображении.
18. Понятие контуров.
19. Алгоритм Кэнни для поиска границ на изображении.
20. Выделение контуров.
21. Анализ атрибутов контуров.
22. Определение данных об объектах на изображении на основе анализа контуров.
23. Применение преобразования Хафа для поиска геометрических объектов на изображении.
24. Идентификация линий и кругов на изображении с применением преобразования Хафа.
25. Поиск объектов произвольной формы методом сравнения контура с контуром шаблона.
26. Понятие поворота, переноса, масштабирования.
27. Влияние способа представления изображения на скорость работы методов поиска.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Чтение, запись, отображение и изменение изображений с применением библиотеки OpenCV.
2. Использование рамок для применения фильтров к изображениям.
3. Изменение изображений с помощью фильтров.
4. Простые операции с границами и контурами.
5. Поиск линий на изображении.
6. Простейшие операции с видеопотоком с применением библиотеки OpenCV.
7. Применение пороговых преобразований.
8. Морфологическая обработка изображений.
9. Анализ контуров при работе с изображениями.
10. Поиск окружностей на изображении.
11. Поиск фигур произвольной формы.

**2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

**3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

**3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в*

*билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.