

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»  
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Технологии компьютерного зрения

Направление подготовки: *09.03.02 «Информационные системы и технологии»*

Направленность: *«Разработка программного обеспечения информационных систем»*

Квалификация выпускника: *бакалавр*

**Кострома  
2023**

Рабочая программа дисциплины «Технологии компьютерного зрения» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 926 от 19 сентября 2017 г.

Разработал: Орлов А.В., доцент каф. информационных систем и технологий, к.т.н.

Рецензент: Панин И.Г., профессор каф. информационных систем и технологий, д.т.н., доцент

**ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:**

На заседании кафедры информационных систем и технологий:  
Протокол заседания кафедры № «6» от 27.04.2023 г.

Заведующий кафедрой информационных систем и технологий:

Киприна Л.Ю., к.т.н., доцент

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: Изучение основных алгоритмов и технологий, применяемых в компьютерном зрении, и формирование способности использовать их для решения практических задач.

Задачи дисциплины:

1. изучение основных понятий области компьютерного зрения;
2. изучение основных алгоритмических приёмов машинной обработки изображений;
3. изучение алгоритмов и реализаций систем распознавания образов;
4. профессионально-трудовое воспитание обучающихся посредством содержания дисциплины и актуальных воспитательных технологий.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

освоить компетенции:

ПК-3. Способен выполнять работы и управлять работами по созданию и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы

Код и содержание индикаторов компетенции:

ПК-3.3. Навыки прототипирования ИС в соответствии с требованиями

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:

**знать:**

- основные алгоритмы и технологии компьютерного зрения.

**уметь:**

- проектировать и создавать системы, основанные на использовании технологий компьютерного зрения с учётом предметной области.

**владеть:**

- инструментальными средствами разработки систем компьютерного зрения.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Изучается в 4 семестре.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах/практиках:

- информационные технологии
- основы вычислительной техники
- алгоритмы и структуры данных
- алгоритмизация и программирование

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик:

- подготовка и защита ВКР

#### 4. Объем дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	4
Общая трудоемкость в часах	144
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	68
Лекции	34
Практические занятия	0
Лабораторные занятия	34
Практическая подготовка	22
Самостоятельная работа в часах	75,75
Форма промежуточной аттестации	зачёт

##### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	34
Практические занятия	0
Лабораторные занятия	34
Консультации	0,25
Зачет/зачеты	0
Экзамен/экзамены	0
Курсовые работы	0
Курсовые проекты	0
Практическая подготовка	22
<b>Всего</b>	<b>68,25</b>

#### 5 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

##### 5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекции	Практика	Лаб.	
<b>1</b>	<b>Введение</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
1.	Области, связанные с машинным зрением. Типичные задачи.	8	2	0	2	4
1	Основные этапы обработки изображения. Способы формирования и кодирования изображений.					
<b>2</b>	<b>Предварительная обработка изображений</b>	<b>28</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>14</b>
2.	Фильтрация. Пороговые фильтры.	8	2	0	2	4
1	Конволюция, фильтры на её основе. Морфологические операции.					
2.	Аффинные преобразования.	8	2	0	2	4
2.	Преобразование Фурье для изображений.	8	2	0	4	6
3	Выделение деталей изображения	26	6	0	6	14

3.1	Основные виды деталей: границы, углы, регионы, хребты. Понятие пространства масштаба. Алгоритм waterfill. Поиск связанных компонентов.	8	2	0	2	4
3.2	Локальные особенности. Понятие точечной особенности. Детектор углов Харриса, LOG, DOG, Harris-Laplacian. Детекторы областей (IBR, MSER). Deskрипторы особенностей, SIFT.	8	2	0	2	6
3.3	Оценка параметров моделей. Поиск линий на изображении, М-оценки. Стохастические алгоритмы. Построение панорамы. Методы голосования.	8	2	0	2	4
<b>4</b>	<b>Трехмерные сцены</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
4.1	Проективная геометрия. Pinhole camera. Искажения линз. Стереоскопическое зрение.	8	2	0	2	4
<b>5</b>	<b>Использование нейронных сетей</b>	<b>34</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>18</b>
5.1	Классификация изображений. Функция потерь и оптимизация.	8	2	0	2	4
5.2	Сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети.	8	2	0	2	4
5.3	Методы обучения нейронных сетей.	8	2	0	2	4
5.4	Метод опорных векторов. Поиск и локализация объектов. Методы на основе «мешка слов». Гистограммы ориентированных градиентов. Поиск лиц – метод Viola-Jones. Бустинг. Каскады классификаторов.	8	2	0	2	6
<b>6</b>	<b>Видеонаблюдение</b>	<b>38</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>20</b>
6.1	Основные понятия и задачи видеонаблюдения. Методы вычитания фона. Методы отслеживания объектов. Комбинации методов.	8	2	0	2	4
6.2	Задача отслеживания движения. Методы отслеживания движения.	8	2	0	2	4
6.3	Понятие оптического потока. Плотные и разреженные методы вычисления оптического потока. Алгоритм Люкаса-Канадэ. Алгоритм Хорна-Шунка.	8	2	0	2	4
6.4	Компьютерное зрение в реальном времени. Рандомизированный решающий лес. Отслеживание объектов, системы расширенной реальности.	6	2	0	0	4

6. 5	Распознавание событий в видео. Постановка задачи. Локальные особенности, дескрипторы, распознавание событий.	8	2	0	2	4
	<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>76</b>

## 5.2. Содержание:

### Раздел 1. Введение

#### 1.1 Введение в машинное зрение

Области, связанные с машинным зрением. Типичные задачи. Основные этапы обработки изображения. Способы формирования и кодирования изображений.

### Раздел 2. Предварительная обработка изображений

#### 2.1 Простые фильтры

Фильтрация. Пороговые фильтры. Конволюция, фильтры на её основе.

Морфологические операции.

#### 2.2 Аффинные преобразования

Координатное пространство. Матричные преобразования. Аффинные операции: перемещение, поворот, масштабирование, сдвиг.

#### 2.3 Преобразование Фурье для изображений

Сущность преобразования Фурье для 1D-сигналов. Преобразование Фурье для 2D-изображений. Свойства преобразования Фурье. Фильтры на основе преобразования Фурье.

### Раздел 3. Выделение деталей изображения

#### 3.1 Виды деталей изображения.

Основные виды деталей: границы, углы, регионы, хребты. Понятие пространства масштаба. Алгоритм waterfill. Поиск связанных компонентов.

#### 3.2 Локальные особенности и дескрипторы.

Локальные особенности. Понятие точечной особенности. Детектор углов Харриса, LOG, DOG, Harris-Laplacian. Детекторы областей (IBR, MSER). Дескрипторы особенностей, SIFT.

#### 3.3 Поиск примитивов.

Оценка параметров моделей. Поиск линий на изображении, M-оценки. Стохастические алгоритмы. Построение панорамы. Методы голосования.

### Раздел 4. Трёхмерные сцены

#### 4.1. Проективная геометрия

Проективная геометрия. Pinhole camera. Искажения линз. Стереоскопическое зрение.

### Раздел 5. Использование нейронных сетей

#### 5.1. Задача классификации объектов

Классификация изображений. Функция потерь и оптимизация.

#### 5.2. Виды нейронных сетей, применяемых в задачах классификации.

Сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети.

#### 5.3. Методы обучения нейронных сетей.

Основные этапы. Подготовка и дополнение данных. Инициализация весов. Выбор гиперпараметров. Оптимизация.

#### 5.4. Классификация изображений.

Метод опорных векторов. Поиск и локализация объектов. Методы на основе «мешка слов». Гистограммы ориентированных градиентов. Поиск лиц – метод Viola-Jones. Бустинг. Каскады классификаторов.

### Раздел 6. Видеонаблюдение

#### 6.1. Основные понятия и задачи

Основные понятия и задачи видеонаблюдения. Методы вычитания фона. Методы отслеживания объектов. Комбинации методов.

#### 6.2 Задача отслеживания движения.

Задача отслеживания движения. Методы отслеживания движения.

#### 6.3. Оптический поток.

Понятие оптического потока. Плотные и разреженные методы вычисления оптического потока. Алгоритм Люкаса-Канадэ. Алгоритм Хорна-Шунка.

#### 6.4. Работа в реальном времени

Компьютерное зрение в реальном времени. Рандомизированный решающий лес. Отслеживание объектов, системы расширенной реальности.

#### 6.5. Распознавание событий

Распознавание событий в видео. Постановка задачи. Локальные особенности, дескрипторы, распознавание событий.

### 5.3. Практическая подготовка

Код, направление, направленность	Наименование дисциплины	Количество часов дисциплины, реализуемые в форме практической подготовки			
		Всего	Семестр 3		
			Лекции	Пр.зан.	Лаб.р.
09.03.02	Технологии компьютерного зрения	22	0	0	22

Код компетенции	Индикатор компетенции	Содержание задания на практическую подготовку по выбранному виду деятельности	Число часов практической подготовки			
			Всего	Лекции	Практ. занятия	Лаб. раб
ПК-3	ПК-3.3	Растровое представление изображений и его структура. Загрузка и сохранение изображений.	1	-	-	1
ПК-3	ПК-3.3	Основные операции с изображениями. Извлечение фрагментов. Нормализация контраста. Модификация изображений.	1	-	-	1
ПК-3	ПК-3.3	Операции порогового преобразования, их параметры и их свойства.	1	-	-	1
ПК-3	ПК-3.3	Частотное представление изображений. Фильтры на основе преобразования Фурье.	3	-	-	2
ПК-3	ПК-3.3	Проективные преобразования изображений.	5	-	-	3
ПК-3	ПК-3.3	Методы поиска локальных особенностей изображения и их применения.	4	-	-	4
ПК-3	ПК-3.3	Основы машинного обучения. Использование заранее обученных моделей.	1	-	-	2

ПК-3	ПК-3.3	Основы машинного обучения. Создание и обучение моделей.	1	-	-	4
ПК-3	ПК-3.3	Поиск и локализация объектов методами машинного обучения	3	-	-	3
ПК-3	ПК-3.3	Синтез коллажей и панорам.	2	-	-	1

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

#### Очная форма

№п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Ча сы	Методически е рекомендации	Форма контроля
<b>1</b>	<b>Введение</b>		<b>4</b>		
1.1	Области, связанные с машинным зрением. Типичные задачи. Основные этапы обработки изображения. Способы формирования и кодирования изображений.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
<b>2</b>	<b>Предварительная обработка изображений</b>		<b>14</b>		
2.1	Фильтрация. Пороговые фильтры. Конволюция, фильтры на её основе. Морфологические операции.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
2.2	Аффинные преобразования.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
2.3	Преобразование Фурье для изображений.		6	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
<b>3</b>	<b>Выделение деталей изображения</b>		<b>14</b>		
3.1	Основные виды деталей: границы, углы, регионы, хребты. Понятие пространства масштаба. Алгоритм waterfill. Поиск связанных компонентов.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
3.2	Локальные особенности. Понятие точечной особенности. Детектор углов Харриса, LOG, DOG, Harris-Laplacian. Детекторы областей (IBR, MSER). Deskрипторы особенностей, SIFT.		6	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
3.3	Оценка параметров моделей. Поиск линий на изображении, M-оценки. Стохастические алгоритмы. Построение панорамы. Методы голосования.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
<b>4</b>	<b>Трехмерные сцены</b>		<b>4</b>		

4.1	Проективная геометрия. Pinhole camera. Искажения линз. Стереоскопическое зрение.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
<b>5</b>	<b>Использование нейронных сетей</b>		<b>18</b>		
5.1	Классификация изображений. Функция потерь и оптимизация.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
5.2	Сверточные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
5.3	Методы обучения нейронных сетей.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
5.4	Метод опорных векторов. Поиск и локализация объектов. Методы на основе «мешка слов». Гистограммы ориентированных градиентов. Поиск лиц – метод Viola-Jones. Бустинг. Каскады классификаторов.		6	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
<b>6</b>	<b>Видеонаблюдение</b>		<b>22</b>		
6.1	Основные понятия и задачи видеонаблюдения. Методы вычитания фона. Методы отслеживания объектов. Комбинации методов.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
6.2	Задача отслеживания движения. Методы отслеживания движения.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
6.3	Понятие оптического потока. Плотные и разреженные методы вычисления оптического потока. Алгоритм Люкаса-Канадэ. Алгоритм Хорна-Шунка.		6	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции

6.4	Компьютерное зрение в реальном времени. Рандомизированный решающий лес. Отслеживание объектов, системы расширенной реальности.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции
6.5	Распознавание событий в видео. Постановка задачи. Локальные особенности, дескрипторы, распознавание событий.		4	Конспект лекции учебные пособия	Контрольные вопросы по лекции

## 6.2. Тематика и задания для практических занятий

Не предусмотрены.

## 6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

### Лабораторная работа №1. Основы работы с языком Python и библиотекой OpenCV.

Загрузить и вывести на экран изображение из указанного файла. Нарисовать вокруг изображения рамку черного цвета и сохранить изображение в другой файл.

### Лабораторная работа №2. Применение фильтров к изображению.

Дано сканированное изображение печатной страницы. Требуется написать программу, применяющую различные алгоритмы порогового преобразования к этому изображению, и сохраняющую их в отдельные файлы. Используя операцию морфологического открытия, устраните шум с бинарного изображения.

### Лабораторная работа №3. Аффинные преобразования.

Дано исходное изображение. Применить к нему задаваемую пользователем последовательность аффинных преобразований и сохранить результат в файл.

### Лабораторная работа №4. Преобразование Фурье.

Дано изображение текста на клетчатом листе. Загрузить исходное изображение, произвести преобразование Фурье и сохранить его в файл. Произвести обратное преобразование и сравнить полученные файлы путем попиксельного вычитания.

### Лабораторная работа №5. Преобразование Фурье, часть 2.

Дано изображение текста на клетчатом листе.

Используя полученные результаты прямого преобразования, определить угол, на который нужно повернуть изображение, чтобы линии сетки были расположены прямо. Произвести поворот и сохранить результат в файл.

Применив фильтр к результатам преобразования, удалить с исходного изображения линии сетки и сохранить результат в файл.

### Лабораторная работа №6. Поиск связных компонентов.

Дано исходное изображение, содержащее ряд объектов на однородном фоне. Требуется выделить отдельные объекты, изображенные на нём, и сохранить изображения объектов с размером более заданного в отдельные файлы. Для этого следует применить пороговый фильтр, операцию морфологического закрытия и алгоритм поиска связных компонентов для создания битовых масок расположения объектов.

### Лабораторная работа №7. Поиск особенностей.

Даны два изображения: эталон и целевое. С помощью выбранного алгоритма найти списки особенностей на этих изображениях, и сопоставить их. Найти матрицу

гомографического преобразования с помощью алгоритма RANSAC, и использовать её для обводки эталона на целевом изображении.

#### **Лабораторная работа №8. Поиск примитивов алгоритмом Хафа.**

На данном изображении найти и обвести круглые объекты с помощью алгоритма Хафа.

#### **Лабораторная работа №9. Трёхмерные сцены.**

Дан кадр, содержащий калибровочное изображение. Откалибровать камеру с его помощью, а затем преобразовать кадр для устранения искажений камеры.

#### **Лабораторная работа №10. Использование нейронных сетей.**

Используя предоставленную заранее обученную сеть, отметить на предоставленных изображениях лица.

#### **Лабораторная работа №11. Каскады Хаара.**

Используя предоставленный набор изображений, подготовить исходные данные для обучения каскада Хаара. По итогам обучения использовать каскад для поиска объекта в предоставленном видеопотоке.

#### **Лабораторная работа №12. Оптический поток**

Дан короткий отрезок видео, и координаты углов прямоугольника на нём. Используя алгоритм Лукаса-Канадэ, для каждой пары последовательных кадров вычислить оптический поток, построить гомографическое преобразование и преобразовать координаты углов прямоугольника.

#### **Лабораторная работа №13. Удаление фона в видеопотоке**

Используя предоставленный видеопоток, вычислить медианный фон и сохранить его в файл. Сконструировать новый видеопоток, на котором отражены только объекты, не совпадающие с вычисленным фоном.

### **6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ (проектов)**

Не предусмотрены учебным планом.

### **7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

*а) основная:*

№	Наименование	Кол.
1	Шапиро, Л. <b>Компьютерное зрение</b> / Шапиро Л., Стокман Д., - 3-е изд., (эл.) - Москва :БИНОМ. ЛЗ, 2015. - 763 с.: ISBN 978-5-9963-3003-4. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/477782">https://znanium.com/catalog/product/477782</a>	
2	Шакирьянов, Э. <b>Компьютерное зрение на Python. Первые шаги.</b> Учебное пособие. - Издательство: Лаборатория знаний, 2020, с.163	
3	Солем, Ян Эрик <b>Программирование компьютерного зрения на языке Python</b> / Ян Эрик Солем ; пер. с англ. А.А. Слинкина. - Москва : ДМК Пресс, 2016. - 312 с. - ISBN 978-5-97060-200-3. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1027847">https://znanium.com/catalog/product/1027847</a>	

*б) дополнительная:*

№	Наименование	Кол.
1	Решение задач компьютерного зрения. Учебное пособие. / Селянкин В. - Издательство: Южный федеральный университет , 2016. с.92	

2	Программирование компьютерного зрения на языке Python. Практическое пособие. - Издательство: ДМК Пресс, 2016, с. 312	
3	Компьютерное зрение: алгоритмы и приложения / Шелиский Р. - Springer-Verlag, 2010. – ISBN 978-1848829343	
4	Цифровая обработка изображений / Яне Б. – 2007. – ISBN 3-540-24035-7	
5	Алгоритмы обработки изображений и компьютерного зрения (2 - е изд.) / Паркер Дж. – Wiley, 2011. – ISBN 978-0470643853.	

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **8.1 Информация о курсе дисциплины в СДО:**

Элемент «Ссылка»: по одному на каждую лекцию, содержит видеозапись данной лекции.

Элемент «Файл»: по одному на каждую лекцию, содержит презентацию к данной лекции.

Элемент «Тест»: по одному на каждую лекцию, содержит проверочные вопросы по теме данной лекции.

Элемент «Лабораторные занятия»: по одному на каждую тематику лабораторных занятий, содержит описание задания, рекомендации по выполнению и контрольные вопросы.

Элемент «Зачёт»: содержит вопросы к зачёту по дисциплине.

Элемент «Обратная связь с обучающимися»: присутствует.

### **8.2 Информационно-образовательные ресурсы:**

1. Нейронные сети и компьютерное зрение. Курсы на платформе stepik.org.
2. Федеральный портал «Российское образование». [www.edu.ru](http://www.edu.ru)
3. Официальный сайт министерства образования и науки Российской Федерации <https://минобрнауки.рф>

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Университетская библиотека online»
3. ЭБС «Znanium»

## **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Лекционные занятия проводятся в лекционных аудиториях с требуемым числом посадочных мест и оборудованных мультимедиа-системами.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, предпочтительно оборудованных мультимедиа-системами. Необходимое программное обеспечение:

Необходимое программное обеспечение:

- офисный пакет,
- среда разработки с поддержкой языка Python (например, PyCharm Community Edition)
- интерпретатор языка Python и следующие пакеты расширений pip
  - opencv-python
  - opencv-contrib-python
  - tensorflow

- tensorflow-datasets