

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по ОД  
А.А. Панфилов

« 03 » 03 2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Машинное зрение и распознавание изображений**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Профиль/программа подготовки: \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
3	5 / 180	36	-	36	63	экз. / 45
<b>Итого</b>	<b>5 / 180</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>63</b>	<b>экз. / 45</b>

Владимир, 2018г.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение принципов построения и функционирования современных систем технического зрения, используемых в них методов обработки цифровых изображений и распознавания образов.

Формирование у студентов практических навыков применения этих методов при разработке специализированного программного обеспечения.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Машинное зрение и распознавание изображений» относится к дисциплинам по выбору вариативной части основной профессионально образовательной программы и относится к дисциплинам по выбору. Изучение дисциплины проходит в 3 семестре.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с рядом теоретических дисциплин и практик предшествующего периода обучения (в т.ч. бакалавриата), таких как «Языки и методы программирования», «Объектно-ориентированное программирование», «Системное и прикладное программное обеспечение», «Дискретные и вероятностные модели», «Численные методы параллельной обработки данных», «Современные компьютерные технологии». Для успешного освоения курса студенты должны: знать основы теории вероятности и математической логики, математического анализа, уметь применять языки программирования высокого уровня.

Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Машинное зрение и распознавание изображений», могут помочь студентам в освоении курса «Технологии мультимедиа». Они также могут быть использованы для выполнения научно-исследовательской работы в течение всего периода обучения в магистратуре и для написания выпускной квалификационной работы.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие профессиональные компетенции:

- способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики (ОПК-4);

- способность разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач (ПК-2);

- способность разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности (ПК-3);

- способность разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности (ПК-4).

Данные компетенции должны выражаться в демонстрации обучающимся следующих результаты образования:

**Знать:**

- Общий состав и классификацию систем технического зрения;
- Принципы работы элементов систем технического зрения;
- Базовые алгоритмические решения по обработке изображений;
- Способы реализации базовых логических функций обработки изображений;
- Методы распознавания образов в различных системах и задачи, для решения которых они применяются.

**Уметь:**

- Анализировать характеристики систем технического зрения по параметрам изображений;
- Адаптировать системы технического зрения под применение в конкретных технологических процессах;
- Использовать необходимые методы распознавания образов для решения прикладных задач, реализовывать выбранные или разработанные алгоритмы.

**Владеть:**

- Современным программным обеспечением для решения задач научной и проектно-технологической деятельности;
- Современными методами моделирования и обработки информации;
- Методами разработки концептуальных и теоретических моделей;

- Методами разработки концептуальных и теоретических моделей производственно-технологической деятельности.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	СРС	КП / КР		
1.	Введение в дисциплину	3	1	2	-	-	3	—	1/50	
2.	Формирование цифровых изображений. Камеры технического зрения	3	2-3	4	-	-	4	—	2/50	
3.	Основы обработки цифровых изображений	3	4-7	8	-	10	11	—	10/56	Рейтинг-контроль №1
4.	Машинное обучение	3	8-12	10	-	8	11	—	10/56	Рейтинг-контроль №2
5.	Обнаружение объектов на изображении	3	13-14	4	-	6	12	—	6/60	
6.	Распознавание объектов на изображении	3	15-16	4	-	12	15	—	12/75	
7.	Алгоритмы видеонаблюдения	3	17-18	4	-	-	7	—	2/50	Рейтинг-контроль №3
Всего:		3	18	36	-	36	63	—	43/60	Экзамен / 45

#### Лекции

1. Введение в дисциплину
2. Формирование цифровых изображений.
  - a. Цифровые изображения и их свойства
  - b. Камеры технического зрения
3. Основы обработки цифровых изображений
  - a. Пространственные фильтры

- b. Частотная фильтрация
- c. Алгоритмы сегментации
- d. Алгоритмы обнаружения краев
- 4. Машинное обучение
  - a. Линейный и нелинейный классификаторы
  - b. Классификация на основе байесовской теории решений
  - c. Методы селекции и генерации признаков
  - d. Методы распознавания образов на основе нейронных сетей
  - e. Методы распознавания образов на основе кластерного анализа
- 5. Обнаружение объектов на изображении
  - a. Статистические и эвристические подходы
  - b. Алгоритм Виола / Джонса
- 6. Распознавание объектов на изображении
  - a. Корреляционные методы
  - b. Анализ главных компонент.
- 7. Алгоритмы видеонаблюдения
  - a. Методы вычитания фона.
  - b. Методы отслеживания движущихся объектов

#### **Лабораторные работы**

1. Фильтрация цифровых изображений – 4 часа
2. Алгоритмы сегментации – 4 часа
3. Классификация рукописных символов – 8 часов
4. Детектирование объектов на изображении – 8 часов
5. Распознавание лиц с использованием метода главных компонент – 12 часов.

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

- лекционно-семинарская система обучения (традиционные лекционные и лабораторные занятия);

- обучение в малых группах (выполнение лабораторных работ в группах из двух или трёх человек);
- мастер-классы (демонстрация на лабораторных занятиях принципов расчета и проектирования оптических деталей и оптических систем);
- применение мультимедиа технологий (проведение лекционных и семинарских занятий с применением компьютерных презентаций и демонстрационных роликов с помощью проектора или ЭВМ);
- информационно-коммуникационные технологии (применение информационных технологий для мониторинга текущей успеваемости студентов и контроля знаний).

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **а) Вопросы рейтинг-контроля:**

#### *Рейтинг-контроль №1*

1. Формирование изображений. Цифровое изображение (дискретизация и квантование). Человеческое визуальное восприятие. Цветные изображения и восприятие цвета человеком. Примеры задач, рассматриваемых в области цифровой обработки изображений (изменение размера изображения, интерполяция шаблонов Байера, деформация изображения, фильтрация изображений в пространственной и частотной областях, оценка качества, сжатие изображений). Цифровая обработка изображений для решения задач среднеуровневого и высокоуровневого зрения.

2. Модель формирования изображения. Типы изображений. Камера-обскура. Апертура, линза, фокусировка, глубина резкости, трансфокация (Zoom), поле зрения. Цифровая камера (ПЗС и КМОП-матрицы). Цветные камеры (дихроидные призмы, мозаики фильтров, сменные светофильтры и ХЗ). Проблемы формирования цифровых изображений. Человеческий глаз и камера.

3. Как измерить похожесть двух изображений? Метрики близости. Субъективные критерии оценки качества. Объективные критерии оценки качества. Среднеквадратическая ошибка (СКО) и пиковое отношение сигнала к шуму (ПОСШ). Достоинства и недостатки СКО и ПОСШ. Универсальный индекс качества (УИК) и коэффициент структурного подобия (КСП).

### *Рейтинг-контроль №2*

1. Что такое техническое (компьютерное) зрение? Цель технического зрения. Информация, извлекаемая из цифровых изображений. Сложности, возникающие при построении систем технического зрения.

2. Что такое сегментация? Автоматическая и интерактивная сегментация. Примеры использования сегментации в практических задачах. Алгоритмы автоматической сегментации. Сегментация через поиск однородностей внутри областей. Сегментация, основанная на различных методах кластеризации (алгоритм К-средних, алгоритм сдвига среднего, алгоритм графового разбиения Ши). Алгоритмы сегментации, основанные на разрастании областей, слиянии и разделении областей. Сегментация через поиск неоднородностей на границах изображения. Детекторы границ (детектор Кэнни, детектор линейных сегментов, детектор, основанный на использовании обученных словарей). Преобразование Хафа. Преобразование Радона. Алгоритмы интерактивной сегментации. Алгоритмы «волшебная палочка» и «умные ножницы». Алгоритм разреза графа (GraphCuts). Матирование изображений. Алгоритм ChromaKeying.

3. Что такое машинное обучение? Примеры задач, решаемых с использованием методов машинного обучения. Обучение с учителем (регрессия и классификация) и обучение без учителя (кластеризация и понижение размерности данных). Линейная регрессия с одной и множеством переменных. Алгоритм градиентного спуска. Логистическая регрессия. Бинарная и много-классовая классификация. Линейная и нелинейная классификация. Биологические и искусственные нейронные сети. Искусственные нейронные сети прямого распространения. Архитектуры

искусственных нейронных сетей. Обучение искусственных нейронных сетей (алгоритм обратного распространения ошибки). Классификация объектов на цифровых изображениях с использованием искусственных нейронных сетей. Построение автономного наземного транспортного средства с использованием искусственной нейронной сети (проект ALVINN). Отладка алгоритмов машинного обучения. Машинное обучение в задаче оптического распознавания символов (детектирование текста, сегментация символов, классификация символов). Формирование большого количества данных для решения задачи машинного обучения. Анализ производительности конвейерной системы.

### *Рейтинг-контроль №3*

1. Признаки, используемые для детектирования и распознавания объектов на цифровых изображениях. Детектирование объектов в скользящем окне. Алгоритм Виола/Джонса для детектирования лиц на цифровых изображениях. Примеры алгоритмов детектирования дорожных и номерных знаков на цифровых изображениях.

2. Распознавание лиц на основе анализа главных компонент. Общая идея анализа главных компонент. Сокращение размерности данных. Собственные лица. Классификация по методу ближайшего соседа.

3. Построение моделей фона и выделение переднего плана. Выделение и классификация движущихся объектов. Алгоритмы слежения за объектами.

#### **б) Примерный перечень вопросов к экзамену:**

1. Формирование изображений. Цифровое изображение (дискретизация и квантование). Человеческое визуальное восприятие. Цветные изображения и восприятие цвета человеком. Примеры задач, рассматриваемых в области цифровой обработки изображений (изменение размера изображения, интерполяция шаблонов Байера, деформация изображения, фильтрация изображений в пространственной и частотной областях, оценка качества, сжатие изображений). Цифровая обработка изображений для решения задач среднеуровневого и высокоуровневого зрения.



2. Модель формирования изображения. Типы изображений. Камера-обскура. Апертура, линза, фокусировка, глубина резкости, трансфокация (Zoom), поле зрения. Цифровая камера (ПЗС и КМОП-матрицы). Цветные камеры (дихроидные призмы, мозаики фильтров, сменные светофильтры и ХЗ). Проблемы формирования цифровых изображений. Человеческий глаз и камера.

3. Как измерить похожесть двух изображений? Метрики близости. Субъективные критерии оценки качества. Объективные критерии оценки качества. Среднеквадратическая ошибка (СКО) и пиковое отношение сигнала к шуму (ПОСШ). Достоинства и недостатки СКО и ПОСШ. Универсальный индекс качества (УИК) и коэффициент структурного подобия (КСП).

4. Что такое техническое (компьютерное) зрение? Цель технического зрения. Информация, извлекаемая из цифровых изображений. Сложности, возникающие при построении систем технического зрения.

5. Что такое сегментация? Автоматическая и интерактивная сегментация. Примеры использования сегментации в практических задачах. Алгоритмы автоматической сегментации. Сегментация через поиск однородностей внутри областей. Сегментация, основанная на различных методах кластеризации (алгоритм К-средних, алгоритм сдвига среднего, алгоритм графового разбиения Ши). Алгоритмы сегментации, основанные на разрастании областей, слиянии и разделении областей. Сегментация через поиск неоднородностей на границах изображения. Детекторы границ (детектор Кэнни, детектор линейных сегментов, детектор, основанный на использовании обученных словарей). Преобразование Хафа. Преобразование Радона. Алгоритмы интерактивной сегментации. Алгоритмы «волшебная палочка» и «умные ножницы». Алгоритм разреза графа (GraphCuts). Матирование изображений. Алгоритм ChromaKeying.

6. Что такое машинное обучение? Примеры задач, решаемых с использованием методов машинного обучения. Обучение с учителем (регрессия и классификация) и обучение без учителя (кластеризация и

понижение размерности данных). Линейная регрессия с одной и множеством переменных. Алгоритм градиентного спуска. Логистическая регрессия. Бинарная и много-классовая классификация. Линейная и нелинейная классификация. Биологические и искусственные нейронные сети. Искусственные нейронные сети прямого распространения. Архитектуры искусственных нейронных сетей. Обучение искусственных нейронных сетей (алгоритм обратного распространения ошибки). Классификация объектов на цифровых изображениях с использованием искусственных нейронных сетей. Построение автономного наземного транспортного средства с использованием искусственной нейронной сети (проект ALVINN). Отладка алгоритмов машинного обучения. Машинное обучение в задаче оптического распознавания символов (детектирование текста, сегментация символов, классификация символов). Формирование большого количества данных для решения задачи машинного обучения. Анализ производительности конвейерной системы.

7. Признаки, используемые для детектирования и распознавания объектов на цифровых изображениях. Детектирование объектов в скользящем окне. Алгоритм Виола/Джонса для детектирования лиц на цифровых изображениях. Примеры алгоритмов детектирования дорожных и номерных знаков на цифровых изображениях.

8. Распознавание лиц на основе анализа главных компонент. Общая идея анализа главных компонент. Сокращение размерности данных. Собственные лица. Классификация по методу ближайшего соседа.

9. Построение моделей фона и выделение переднего плана. Выделение и классификация движущихся объектов. Алгоритмы слежения за объектами.

#### **в) Самостоятельная работа студентов:**

Самостоятельная работа включает следующие виды:

1. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.

2. Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов по результатам из выполнения. Контроль осуществляется на занятиях в виде устных ответов на вопросы преподавателя по содержанию отчета.

3. Работа с дополнительной литературой по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение. Контроль осуществляется на экзамене.

Распределение видов самостоятельной работы по разделам дисциплины:

№ п/п	Раздел дисциплины	Вид СРС		
		(1)	(2)	(3)
1.	Введение в дисциплину	1	—	2
2.	Формирование цифровых изображений. Камеры технического зрения	1	—	3
3.	Основы обработки цифровых изображений	1	8	4
4.	Машинное обучение	2	6	4
5.	Обнаружение объектов на изображении	2	6	4
6.	Распознавание объектов на изображении	2	6	4
7.	Алгоритмы видеонаблюдения	2	—	5
	Всего	11 ч.	26 ч.	26 ч

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) основная литература**

1. Состав и характеристики мобильных роботов: учеб. пособие по курсу "Управление роботами и робототехническими комплексами" [Электронный ресурс] / К.Ю. Машков, В.И. Рубцов, И.В. Рубцов. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014." - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703838662.html>

2. Борисова И.В. Цифровые методы обработки информации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Борисова И.В.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 139 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45061>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Тропченко, А. А. Методы вторичной обработки и распознавания изображений [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Тропченко, А. Ю. Тропченко. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2015. — 215 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67277.html>

**б) дополнительная литература:**

1. Капитонова Т.А. Нейросетевое моделирование в распознавании образов. Философско-методические аспекты [Электронный ресурс]: монография/ Капитонова Т.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2009.— 131 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10057>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Цильковский И.А. Методы анализа знаний и данных [Электронный ресурс]: конспект лекций/ Цильковский И.А., Волкова В.М.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 68 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45385>.— ЭБС «IPRbooks».

3. Визильтер Ю. В. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision [Электронный ресурс] / Визильтер Ю. В., Желтов С. Ю., Князь В. А., Ходарев А. Н., Моржин А. В. - М. : ДМК Пресс, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/5-94074-348-X.html>

4. Информатика. Новый систематизированный толковый словарь-справочник (Введение в современные информационные и телекоммуникационные технологии в терминах и фактах) [Электронный ресурс] / Воройский Ф.С. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922104265.html>

**в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. <http://opencv.org/>

2. <http://courses.graphicon.ru/>

3. <http://www.compvision.ru/wiki>

4. <http://www.computervisiononline.com/books>

5. <http://www.mathworks.com/products/image/>
6. <http://www.mathworks.com/products/computer-vision/>
7. <http://www.computervisionmodels.com/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные аудитории, оснащённые доской (для мела или маркера), экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком.

Аудитории для проведения занятий, оснащённые современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС  
ВО по направлению 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Рабочую программу составили: доцент кафедры ФиПМ А.С. Голубев  
доцент каф. ФиПМ, к.т.н. Горлов В.Н.

Рецензент (представитель работодателя) Ген. директор ООО «ФС Сервис» Квасов Д.С.  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ  
протокол №1 от 03.09.2018 года.

Заведующий кафедрой С.М. Аракелян

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии направления 01.04.02 Прикладная математика и информатика  
протокол №1 от 03.09.2018 года.

Председатель комиссии С.М. Аракелян

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 19-20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 02.09.19 года

Заведующий кафедрой С.М. Аракелян

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_