


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Автоматики и информационных технологий в управлении»

СОГЛАСОВАНО  
Директор ИМиА

  
« 26 » 06 2020 г. О.А. Бодров

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по РОПиМД



« 26 » 06 2020 г. А.В. Корячко

Заведующий кафедрой АИТУ

  
« 26 » 06 2020 г. П.В. Бабаян

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.03 «Обработка изображений и распознавание образов»**

Направление подготовки

**27.04.04 Управление в технических системах**

Направленность (профиль) подготовки

**«Обработка сигналов и изображений  
в информационно-управляющих системах»**

Квалификация выпускника – магистр

Формы обучения – очная, очно-заочная

Рязань 2020 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.10.2014 г. № 1414.

Разработчик  
доцент кафедры АИТУ



А.Б. Фельдман

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматике и информационных технологий в управлении 4.06.2020 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой автоматике  
и информационных технологий в управлении



П.В. Бабаян

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы направления.**

Целью освоения дисциплины «Обработка изображений и распознавание образов» является уяснение будущими специалистами связи между современными методами обработки изображений и методами распознавания образов, формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков построения классификаторов для решения задач обнаружения и распознавания объектов на изображениях, знакомство обучающихся с современными подходами к обработке изображений, основанными на использовании методов распознавания образов.

Основные задачи усвоения учебной дисциплины:

– Получение системы знаний и практических навыков, используемых при решении задач обработки изображений на основе современных концепций, моделей и алгоритмов обработки данных и распознавания образов.

– Получение системы практических знаний, позволяющей оценить эффективность алгоритма классификации (расознавания образов, изображений) в конкретной прикладной задаче и на основании этих знаний принять обоснованное решение о выборе наиболее подходящего алгоритма обработки данных или выбора наиболее подходящего набора параметров наперед заданного алгоритма.

– Получение системы знаний о существующих на данный момент подходах, методах и алгоритмах обработки, анализа и распознавания изображений, использующих в качестве основы теорию и методы распознавания образов, формирование у обучающихся возможностей обосновано судить об их достоинствах и недостатках, использовать полученные знания для решения конкретных прикладных задач.

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-2	Способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом	<p>Обучающийся должен</p> <p><u>Знать:</u> основы организации исследовательских и проектных работ в области разработки методов и технологий обработки изображений и распознавания образов</p> <p><u>Уметь:</u> организовывать деятельность (собственную или коллектива), направленную на создание, испытание и внедрение методов обработки изображений и распознавания образов</p> <p><u>Владеть:</u> приемами практических испытаний методов и технологий обработки изображений и распознавания образов</p>
ОПК-2	Способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	<p>Обучающийся должен</p> <p><u>Знать:</u> о связях методов распознавания образов и обработки изображений с другими дисциплинами программы магистратуры</p> <p><u>Уметь:</u> разрабатывать системы интеллектуального анализа данных, в том числе системы распознавания образов, с привлечением умений и навыков, полученных в ходе освоения дисциплин программы магистратуры</p> <p><u>Владеть:</u> практическими навыками, полученными в ходе освоения дисциплин программы магистратуры, и применять их при решении задач, связанных с обработкой изображений и распознаванием образов</p>
ОПК-3	Способность демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность)	<p>Обучающийся должен</p> <p><u>Знать:</u> современные методы синтеза систем обработки изображений и классификаторов</p> <p><u>Уметь:</u> распределять и выполнять в составе коллектива отдельные подзадачи в процессе разработки систем обработки изображений и распознавания образов, интегрировать результаты решения отдельных задач, полученные в рамках исследовательского коллектива, в единое комплексное решение</p> <p><u>Владеть:</u> приемами организации коллективной работы над проектами в области обработки изображений и распознавания образов</p>
ПК-22	Способность использовать методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов и изображений в своей профессиональной деятельности	<p>Обучающийся должен</p> <p><u>Знать:</u> способы описания сложных изображений на основе текстурных, контурных и иных признаков, методы и алгоритмы цифровой обработки изображений, методы распознавания образов</p> <p><u>Уметь:</u> выбирать на основе условий решаемой задачи подходящие методы признакового описания объектов и машинного обучения для обеспечения устойчивого распознавания наблюдаемых изображений и сцен</p> <p><u>Владеть:</u> методами обнаружения и распознавания объектов в последовательности изображений на основе машинного обучения и способами их применения для построения интеллектуальных систем автоматизации и управления</p>

## 2. Место дисциплины в структуре ООП направления

Данная дисциплина относится к базовой части блока № 1. Дисциплина изучается по очной и очно-заочной форме обучения на 1 курсе магистратуры в 1 семестре; базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: математика, методы оптимизации, программирование в системе MATLAB, обработка изображений в системах управления, компьютерные методы обработки изображений.

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

### Знать

- основы линейной алгебры
- основы математического анализа
- основы теории вероятности и математической статистики
- численные методы линейной алгебры и решения оптимизационных задач
- методы фильтрации и восстановления изображений
- базовые методы сегментации изображений

### Уметь

- выполнять простейшие операции матричного вычисления
- составлять, выполнять и отлаживать программы на языке Matlab (или по согласованию с преподавателем на другом языке высокого уровня)
- использовать на практике общепринятые численные методы, в том числе для решения некорректных задач

### Владеть

- основами операций с сигналами во временной и частотной области
- методами теории решений и оценивания параметров сигналов
- инструментарием системы Matlab в части обработки изображений

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (ЗЕ), 180 часов.

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>
Общая трудоемкость дисциплины	<b>180</b>
Контактная работа (всего)	78,4
Лекции	32
Лабораторные работы	16
Практические занятия	16
Курсовое проектирование	11,7
Консультации	2
Контактная внеаудиторная работа (КВР)	
Иные формы работы (ИФР)	
Самостоятельная работа (СР)	66,3
Иная контактная работа (ИКР)	0,65
Контроль	35,4
Вид промежуточной аттестации	экзамен, курсовая работа

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

В структурном отношении программа представлена следующими темами:

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы</b>
<b>1</b>	Введение в обработку изображений и распознавание образов
<b>2</b>	Принципы формирования изображений
<b>3</b>	Методы улучшения и фильтрации изображений
<b>4</b>	Выделение и подчеркивание границ
<b>5</b>	Сегментация изображений
<b>6</b>	Методы математической морфологии
<b>7</b>	Геометрические преобразования изображений
<b>8</b>	Основы искусственных нейронных сетей
<b>9</b>	Принципы работы сверточных нейронных сетей
<b>10</b>	Основные архитектуры сверточных нейронных сетей для распознавания изображений
<b>11</b>	Сегментация и обнаружение объектов на изображениях с помощью сверточных нейронных сетей
<b>12</b>	Рекуррентные нейронные сети и их применение в задачах обработки изображений

## **4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам**

### **Тема 1. Введение в обработку изображений и распознавание образов**

Обработка изображений в современном мире, примеры задач анализа изображений. Обработка изображений и компьютерное зрение. Компьютерное зрение как синтез методов обработки изображений и методов распознавания образов. Распознавание изображений: особенности задачи, мешающие факторы, распознавание на основе примеров. Вычислительные аспекты компьютерного зрения, специализированные вычислительные устройства и технологии GPGPU. Основные инструменты разработки и моделирования алгоритмов компьютерного зрения.

### **Тема 2. Принципы формирования изображений**

Принципы формирования цифровых изображений. ПЗС-матрица. Пространственная дискретизация и квантование по уровню. Цветные изображения. ИК-изображения. RGBD-изображения и стереозрение. Представление цифровых изображений в ЭВМ.

### **Тема 3. Методы улучшения и фильтрации изображений**

Обработка изображений в пространственной области. Функциональное преобразование яркости. Видоизменение гистограммы изображения: растяжение, выравнивание и приведение гистограмм. Линейная пространственная фильтрация изображений. Сепарабельные и несепарабельные фильтры. Основные модели шума. Усредняющий и гауссовский фильтры. Порядковая (ранговая) фильтрация: min- и max-фильтры, медианный фильтр. Адаптивный фильтр Винера. Билатеральный фильтр.

### **Тема 4. Выделение и подчеркивание границ**

Источники перепадов яркости и основные модели границ. Связь между границами изображения и производными функции яркости. Простой детектор границ на основе градиента изображения. Операторы Робертса, Собела, Прюит. Детектор границ Кэнни. Использование производных второго порядка для подчеркивания и выделения границ. Повышение резкости изображения (image sharpening). Повышение резкости при помощи высокочастотного фильтра. Применение лапласиана для повышения резкости. LoG-фильтр. Нерезкое маскирование.

## **Тема 5. Сегментация изображений**

Постановка задачи сегментации. Признаки изображения, используемые при сегментации. Методы пороговой сегментации. Оптимальный выбор глобального порога по критерию минимума вероятности ошибки сегментации. Оптимальный выбор глобального порога с использованием дискриминантных критериев. Влияние шума на результаты сегментации. Улучшение результатов сегментации путем сглаживания изображений. Использование информации о перепадах яркости для улучшения результатов сегментации. Пороговая обработка с переменным порогом. Методы выращивания областей. Метод разделения и слияния областей. Сегментация по морфологическим водоразделам. Сегментация через кластеризацию.

## **Тема 6. Методы математической морфологии**

Основные понятия математической морфологии изображений. Структурирующий элемент. Морфологические операции эрозии и дилатации. Морфологические операции открытия и закрытия. Основы морфологии полутоновых изображений. Применение математической морфологии в обработке изображений.

## **Тема 7. Геометрические преобразования изображений**

Основные виды геометрических преобразований изображений: смещение, поворот, изменение масштаба. Группа Евклидовых преобразований. Аффинные преобразования. Проективные преобразования. Алгоритм оценки Евклидовых преобразований в частотной области.

## **Тема 8. Основы искусственных нейронных сетей**

Линейная модель искусственного нейрона МакКалока-Питса. Многослойные нейронные сети. Разделяющая способность многослойных нейронных сетей. Задача обучения многослойных нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки, его достоинства и недостатки. Способы ускорения сходимости алгоритма обратного распространения ошибки. Метод динамического наращивания сети. Метод оптимального прореживания сети. Нейронные сети глубокого обучения. Проблемы затухания и взрывного роста градиента. Функции активации ReLU, PReLU. Модификации метода градиентного спуска для обучения искусственных нейронных сетей. Метод случайного отключения нейронов (Dropout). Расширение выборки (data augmentation) на примере распознавания изображений. Глубокие сверточные нейронные сети и их применение в анализе изображений и других видов данных. Понятие о рекуррентных нейронных сетях.



## **Тема 9. Принципы работы сверточных нейронных сетей**

История развития сверточных сетей. Применение сверточных сетей в задачах компьютерного зрения. Типы слоев в сверточных сетях: сверточный, активационный, субдескрипторизирующий (pooling) и полносвязный слой. Детали реализации пространственной свертки. Реализация сверточных слоев с точки зрения нейросетевого подхода. Операции max-pooling и average-Pooling.

## **Тема 10. Основные архитектуры сверточных нейронных сетей для распознавания изображений**

Базовые архитектуры сверточных сетей LeNet и AlexNet (ZFNet) и их особенности. Увеличение числа слоев при сокращении размеров фильтров, архитектура VGGNet. Параллельное применение нескольких сверток разного размера, Inception-module, архитектура GoogLeNet. Наивная реализация модуля Inception и реализация с редукцией размерности. Особенности обучения GoogLeNet. Сверхглубокие нейронные сети и проблемы их обучения. Residual-блоки и архитектура ResNet. Обзор современных тенденций в развитии сверточных сетей: Wide Residual Network, ResNetXt, Deep Network with Stochastic Depth, Network in Network, SENet, FractalNet, DenseNet и др.

## **Тема 11. Сегментация и обнаружение объектов на изображениях с помощью сверточных нейронных сетей**

Задача семантической сегментации изображений. Наивное решение при помощи сверточной нейросети. Использование субдескрипторизации для снижения и повышения пространственного разрешения в сегментации изображений. Операция unpooling и ее разновидности. Использование операции транспонированной свертки для повышения разрешения, ее сравнение с операцией unpooling.

Представление задачи обнаружения объекта на изображении как объединения задач классификации и регрессии, качественная постановка задачи многокритериальной оптимизации. Связь между задачей обнаружения объектов на изображении и задачей оценки позы (или жестов) человека.

Обнаружение множества объектов на изображении на основе анализа областей (Region Proposal). Архитектура R-CNN, проблема вычислительных затрат. Модификация Fast R-CNN, «вытягивание» областей интереса (ROI Pooling). Модификация Faster R-CNN и Region Proposal Network. Сегментация сущностей на основе Mask-RCNN.

Однопроходные нейросетевые детекторы объектов и их сравнение с классическим подходом на основе Region Proposal. Нейросетевой детектор объектов на изображении YOLO и его модификации. Алгоритм работы YOLOv3. Нейросетевой детектор SSD и его сравнение с детектором YOLO. Нейросетевые детекторы объектов DSOD и RetinaNet. Receptive Field Block

как развитие модуля Inception, детектор объектов RFBNet. Детектор RefineDet как попытка использования в одноэтапной архитектуре преимуществ Region Proposal детекторов.

## **Тема 12. Рекуррентные нейронные сети и их применение в задачах обработки изображений**

Основные типы задач, связанных с обработкой последовательностей. Концепция и математическая модель простейшей рекуррентной нейронной сети. Граф вычислений в рекуррентной нейронной сети. Обучение и использование рекуррентной нейросети на примере задачи посимвольной генерации текста. Алгоритм обучения рекуррентных нейронных сетей Backpropagation Through Time и особенности его применения в случае обработки сверхдлинных последовательностей. Задача аннотирования изображений (Image Captioning). Наивная реализация Image Captioning на основе совмещения сверточной и рекуррентной нейронных сетей. Аннотирование изображений с переключением внимания (Image Captioning with Attention). Поиск ответов на изображениях (Visual Question Answering). Проблемы затухания и взрывного роста градиента в рекуррентных сетях. Сети с долгой кратковременной памятью (LSTM).

## 4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).

### Очная, очно-заочная формы обучения

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение в обработку изображений и распознавание образов	4	2	2			2
2	Принципы формирования изображений	4	2	2			2
3	Методы улучшения и фильтрации изображений	6	4	2		2	2
4	Выделение и подчеркивание границ	10	8	4	2	2	2
5	Сегментация изображений	12	10	4	4	2	2
6	Методы математической морфологии	4	2	2			2
7	Геометрические преобразования изображений	10	8	2	4	2	2
8	Основы искусственных нейронных сетей	9	6	4		2	3
9	Принципы работы сверточных нейронных сетей	12	10	4	4	2	2
10	Основные архитектуры сверточных нейронных сетей для распознавания изображений	10	6	4		2	4
11	Сегментация и обнаружение объектов на изображениях с помощью сверточных нейронных сетей	14	10	4	4	2	4
12	Рекуррентные нейронные сети и их применение в задачах обработки изображений	6	4	2		2	2
	<b>Всего:</b>	<b>101</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>29</b>
	Курсовое проектирование	16	-	-	-	-	-
	Консультации	9	-	-	-	-	-
	Экзамен	54	-	-	-	-	-
	<b>Итого:</b>	<b>180</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует: закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий; углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины; освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

- изучение конспекта лекции с применением учебника, методической и дополнительной литературы;
- подготовка сообщения, доклада, реферата на заданную тему;
- решение задач для закрепления теоретического материала;
- самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем курса.

### **Перечень методического обеспечения самостоятельной работы:**

Образовательные ресурсы, рекомендуемые для использования при самостоятельной работе студентов, том числе программное обеспечение, Internet- и Intranet-ресурсы (электронные учебники, компьютерные модели и др.), учебные и методические пособия:

- рабочая программа дисциплины;
- учебные и методические пособия библиотечного фонда РГРТУ;
- компьютеризированные учебные пособия по лекционному материалу;
- компьютеризированный демонстрационный материал для проведения лекционных занятий;
- программное обеспечение компьютерного класса для проведения самостоятельных и лабораторных работ.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Методы распознавания образов»).

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

### **Основная учебная литература:**

1. Обработка изображений и управление в системах автоматического сопровождения объектов: учеб. пособие / Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, О.Е. Балашов, А.И. Степашкин; Рязан. гос. радиотехн. ун-т Рязань, 2011. – 236 с.

2. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69955>. — Загл. с экрана.

3. Вьюгин, В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : МЦНМО, 2013. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56397>

4. Местецкий, Л.М. Математические методы распознавания образов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 156 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100634>. — Загл. с экрана

5. Тарков М.С. Нейрокомпьютерные системы [Электронный ресурс] / М.С. Тарков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 170 с. — 5-9556-0063-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52200.html>

6. Р. Гонсалес. Цифровая обработка изображений [Электронный ресурс] / Гонсалес Рафаэл, Вудс Ричард. – Электрон. текстовые данные. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с. – 978-5-94836-331-8.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26905.html>.

7. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений [Электронный ресурс] / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — Электрон. дан. — Москва : Техносфера, 2012. — 1104 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73514>. — Загл. с экрана.

8. Фисенко, В.Т. Компьютерная обработка и распознавание изображений. Учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Т. Фисенко, Т.Ю. Фисенко. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2008.– 192с.– Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/40795>.

9. Шапиро, Л. Компьютерное зрение [Электронный ресурс] / Л. Шапиро, Д. Стокман. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 763 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84096>. — Загл. с экрана.

10. Шапиро Л. Компьютерное зрение. – М: Издательство «Лаборатория знаний», 2015. – 763 с. Шапиро Л. Компьютерное зрение. – М: Бином, 2006. - 752 с.

11. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М.:Техносфера, 2006. – 615с.

### **Дополнительная учебная литература:**

1. Артемьев В.М. Обработка изображений в пассивных обзорно-поисковых оптико-электронных системах [Электронный ресурс] / В.М. Артемьев, А.О. Наумов, Л.Л. Кохан. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Белорусская наука, 2014. – 116 с. – 978-985-08-1657-3. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29486.html>.
2. Андреев А.Л. Автоматизированные видеоинформационные системы [Электронный ресурс] / А.Л. Андреев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2011. — 120 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65757.html>
3. Рашка, С. Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения [Электронный ресурс] : рук. / С. Рашка ; пер. с англ. Логунова А.В.. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 418 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100905>
4. Коэльо, Л.П. Построение систем машинного обучения на языке Python [Электронный ресурс] / Л.П. Коэльо, В. Ричарт. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 302 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82818>
5. Борисова И.В. Цифровые методы обработки информации [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Борисова. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. – 139 с. – 978-5-7782-2448-3. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45061.html>.
6. Барский А.Б. Введение в нейронные сети [Электронный ресурс] / А.Б. Барский. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 358 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52144.html>
7. Сотник С.Л. Проектирование систем искусственного интеллекта [Электронный ресурс] / С.Л. Сотник. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 228 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73716.html>
8. Неделько В.М. Основы статистических методов машинного обучения [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Неделько. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 72 с. — 978-5-7782-1385-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45418.html>
9. Разработка мультимедийных приложений с использованием библиотек OpenCV и IPP [Электронный ресурс] / А.В. Бовырин [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 515 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/39564.html>
10. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.В. Визильтер [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1093>. — Загл. с экрана.

11. Ежова, К.В. Моделирование и обработка изображений [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2011. — 93 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/40820>. — Загл. с экрана.
12. Фурман, Я.А. Введение в контурный анализ и его приложения к обработке изображений и сигналов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Я.А. Фурман, А.В. Кревецкий, А.К. Передреев. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2002. — 592 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/49075>. — Загл. с экрана.
13. Волкова М.А. Методы обработки и распознавания изображений. Учебно-методическое пособие по лабораторному практикуму [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / М.А. Волкова, В.Р. Луцив.— Электрон. дан.— Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2016.— 40 с.— Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91416>.
14. Волков, В.Ю. Адаптивные и инвариантные алгоритмы обнаружения объектов на изображениях и их моделирование в Matlab [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68475>. — Загл. с экрана.
15. Тропченко А.А. Методы вторичной обработки и распознавания изображений. Учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Тропченко, А.Ю. Тропченко. — Электрон. дан.— Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2015.— 215 с.— Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91585>.
16. Злобин, В.К. Обработка изображений в геоинформационных системах: монография / В.К. Злобин, В.В. Еремеев. — Рязань: РГРТУ, 2006. — 261 с.
17. Злобин, В.К. Обработка аэрокосмических изображений [Электронный ресурс] : монография / В.К. Злобин, В.В. Еремеев. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2006. — 288 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59445>. — Загл. с экрана.
18. Обработка изображений в авиационных системах технического зрения [Электронный ресурс] : монография / В.С. Гуков [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2016. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91151>. — Загл. с экрана.
19. Дьяконов В.П. MATLAB. Полный самоучитель [Электронный ресурс] / В.П. Дьяконов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 768 с. — 978-5-4488-0065-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63590.html>
20. Щетинин Ю.И. Анализ и обработка сигналов в среде MATLAB [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.И. Щетинин.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011.— 115 с.— 978-5-7782-1807-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44896.html>.

## **8. Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет, базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Для качественного освоения программы дисциплины необходим доступ к сети Интернет, а также к следующим электронно-библиотечным системам:

1. ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.
2. ЭБС «Лань» Режим доступа <http://e.lanbook.com>»

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **9.1. Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины**

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

- изучение конспекта лекции, основной и дополнительной учебной литературы – 2 часа в неделю;
- подробный разбор учебных примеров – 1 час в неделю;
- решение учебных задач – 4 часа в неделю.

### **9.2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»)**

Изучение материала по определенной теме рекомендуется начинать с просмотра конспекта лекций. Если, после просмотра конспекта, отдельные вопросы остались непонятными, а также чтобы расширить понимание изучаемой темы, можно обратиться к учебнику или к дополнительной литературе. При чтении конспекта или учебника следует особое внимание уделять разбору учебных примеров. Важно понять математическое обоснование и практический смысл материалов, изложенных в примере. Для этого полезно попробовать проделать все выкладки самостоятельно, обдумать связь между ключевыми понятиями, связь полученных результатов с теоретическим материа-



лом, изложенным в конспекте лекций (учебнике), с результатами выполнения лабораторных работ по соответствующей теме.

Для закрепления знаний и получения практических навыков описания и анализа систем рекомендуется самостоятельно решать задачи, приводимые в учебниках и специализированных задачниках.

### **9.3. Рекомендации по работе с литературой**

Как правило, чтобы освоить программу дисциплины достаточно использовать конспект лекций, вдумчиво подходить к выполнению лабораторных работ. Однако, в случае затруднений с пониманием каких-либо вопросов дисциплины, а также для получения более глубоких знаний рекомендуется пользоваться учебником и дополнительной литературой. Обычно достаточно выбрать один из учебников из списка основной литературы по дисциплине, который по мнению обучающегося является наиболее подходящим с точки зрения последовательности и глубины изложения материала. К остальным источникам из списка основной и дополнительной литературы следует обращаться по необходимости:

- для изучения вопросов, не освещенных в выбранном учебнике;
- для лучшего понимания изученных вопросов путем их исследования с разных позиций изложения материала;
- для изучения большего числа учебных примеров.

## **10. Программное обеспечение**

- операционная система Windows;
- система Matlab не ниже версии R2012.

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для освоения дисциплины необходимы:

- 1) лекционная аудитория, оборудованная средствами отображения презентаций и других лекционных материалов на экран;
- 2) классы для проведения семинарских и практических занятий.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах (квалификация выпускника – магистр, форма обучения – очная, очно-заочная).