

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Рязанский государственный радиотехнический университет»**

**КАФЕДРА АВТОМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ**

«СОГЛАСОВАНО»

Директор ИМиА

\_\_\_\_\_ О.А. Бодров

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор РОПиМД

\_\_\_\_\_ А.В. Корячко

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019г.

Заведующий кафедрой АИТУ

\_\_\_\_\_ П.В.Бабаян

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.1.В.05а «Обработка изображений и распознавание образов»**

Направление подготовки

**09.06.01 Информатика и вычислительная техника**

Направленность: «Системный анализ, управление и обработка информации  
(по отраслям)»

Уровень образования: Высшее образование – подготовка кадров высшей  
квалификации

Квалификация выпускника – Исследователь. Преподаватель-исследователь

Формы обучения – очная

Нормативный срок обучения – 4 года

Рязань, 2019 г.

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

Целью освоения дисциплины «Обработка изображений и распознавание образов» является формирование у будущих специалистов теоретических знаний и практических навыков в части решения типовых задач, возникающих при разработке систем обнаружения и прослеживания объектов с помощью современных подходов к обработке изображений и распознаванию образов, умений применения современных алгоритмов обработки изображений и распознавания образов для решения практических задач.

Основные задачи освоения учебной дисциплины:

1. Получение системы знаний о методах проектирования алгоритмов обработки изображений и распознавания образов для систем автоматического обнаружения и сопровождения объектов.

2. Систематизация и закрепление практических навыков и умений применения методов обработки изображений и распознавания образов для решения типовых задач, возникающих в системах автоматического обнаружения и сопровождения объектов.

3. Выработка умений реализации алгоритмов на высокоуровневых языках программирования.

4. Выработка умений работы с научными публикациями для поиска и систематизации новых знаний в области обработки изображений и распознавания образов.

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области информатики и вычислительной техники, включая системный анализ, управление и обработку информации, культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-телекоммуникационных технологий	<p>Обучающийся должен:</p> <p><u>Знать:</u> методы теоретических и экспериментальных исследований алгоритмов обработки изображений, предназначенных для решения задач обнаружения и оценки параметров объектов в системах автоматического управления</p> <p><u>Уметь:</u> вычислять, анализировать и сопоставлять численные показатели качества обнаружения и оценки параметров объектов с использованием тестовых наборов данных</p> <p><u>Владеть:</u> актуальными знаниями о современных подходах к обработке изображений и перспективах их применения в системах управления мобильными объектами</p>
ПК-2	способность к разработке новых методов исследования и их применению в научно-исследовательской деятельности в области системного анализа и обработки информации	<p>Обучающийся должен:</p> <p><u>Знать:</u> основные направления исследований в области проектирования алгоритмов обработки изображений для систем управления</p> <p><u>Уметь:</u> разрабатывать и исследовать алгоритмы обработки изображений с помощью современных пакетов прикладных программ и специализированных программных библиотек</p> <p><u>Владеть:</u> методиками проведения экспериментов и сравнительного исследования алгоритмов обработки изображений</p>
ПК-3	способность к разработке эффективных вычислительных алгоритмов в области системного анализа и обработки информации с применением современных компьютерных технологий	<p>Обучающийся должен:</p> <p><u>Знать:</u> особенности разработки вычислительно эффективных алгоритмов обработки изображений</p> <p><u>Уметь:</u> применять современные компьютерные технологии для создания вычислительно эффективных алгоритмов обработки изображений</p> <p><u>Владеть:</u> компьютерными технологиями, позволяющими минимизировать скорость выполнения алгоритмов обработки изображений и общий объем требуемых вычислений</p>

## 2. Место дисциплины в структуре ООП направления

Дисциплина относится к вариативной части блока № 1. Дисциплина изучается по очной форме обучения на 2 курсе аспирантуры в 4 семестре; базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: математика, методы представления и преобразования сигналов, методы оптимизации, основы обработки изображений, программирование в системе MATLAB.

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

### Знать:

- основы линейной алгебры;
- основы математического анализа;
- основы теории вероятности и математической статистики.

### Уметь:

- выполнять вычисления с векторами и матрицами;
- составлять, выполнять и отлаживать программы на языке Matlab или другом языке высокого уровня.

### Владеть:

- основами операций с сигналами во временной и частотной области;
- методами теории принятия решений и оценивания параметров сигналов;
- операциями с числовыми характеристиками случайных величин.

**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 (объем) дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕ)

Вид учебной работы	Всего часов
	Очная форма
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	48
Лекции	24
Лабораторные работы	0
Практические занятия	24
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	60
Вид промежуточной аттестации обучающихся	Зачет

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

В структурном отношении программа представлена следующими темам:

№ п/п	Наименование темы
1	Основы цифровой обработки изображений
2	Улучшение и восстановление изображений
3	Сегментация изображений
4	Основные понятия теории распознавания образов
5	Методы теории распознавания образов
6	Методы распознавания лиц
7	Методы обнаружения и отслеживания движущихся объектов
8	Нейросетевые методы распознавания изображений

## 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам

### **Тема 1. Основы цифровой обработки изображений**

Роль обработки изображений в современной технике и основные области её применения. Основные задачи обработки изображений. Представление изображений в ЭВМ. Цветные и полутоновые изображения. Дискретизация и квантование изображений. Другие виды изображений: тепловые изображения, RGBD изображения. Принципы построения стереосистем.

### **Тема 2. Улучшение и восстановление изображений**

Простейшие методы улучшения изображений. Понятие о пространственных частотах. Различие между пространственной и частотной обработкой изображений.

Простейшие методы улучшения изображений на основе функционального преобразования яркости: контрастирование, логарифмическое и степенное преобразование яркости, линейно-кусочное преобразование.

Основы гистограммной обработки изображений: понятие о гистограмме яркости. Выравнивание гистограмм, приведение гистограммы к заданному виду. Локальная гистограммная обработка. Вычисление числовых характеристик с использованием гистограммы.

Понятие о линейном фильтре в форме коррелятора и в форме свертки. Сепарабельные и несепарабельные фильтры.

Понятие о шуме на изображениях, принципы возникновения и стохастические модели шумовых процессов. Усредняющий фильтр его достоинства и недостатки. Гауссовский фильтр. Нелинейная (ранговая фильтрация). Медианный фильтр. Адаптивные фильтры: адаптивный фильтр Винера, билаateralный фильтр. Дискретные двумерные аппроксимации производных.

Высокочастотные фильтры, основанные на двумерном дискретном дифференцировании. Фильтры подчеркивания границы. Понятие о градиенте изображения и его свойствах.

Модели искажения изображений. Функция рассеивания точки. Восстановление изображений методом инверсной фильтрации. Восстановление изображений на основе МНК. Адаптивные методы восстановления изображений.

### **Тема 3. Сегментация изображений**

Постановка задачи сегментации изображений. Пороговые методы сегментации. Адаптивная сегментация и метод Отсу. Краткие сведения о методе наращивания областей и методе водоразделов. Методы математической морфологии и их применения для улучшения результатов сегментации объектов. Постановка задачи разметки и параметризации изображений. Двухпроходный алгоритм разметки и параметризации. Использование параметров бинарного изображения для отсева объектов интереса.

#### **Тема 4. Основные понятия теории распознавания образов**

Понятие объекта, образа, класса. Особенности распознавания изображений: мешающие факторы. Задача обучения по прецедентам. Понятие обучения, обучающей выборки, контрольной выборки. Понятие машинного обучения и алгоритма распознавания. Признаки и их классификация. Метод обучения. Функционал качества обучения – минимизация эмпирического (среднего) риска. Переобучение. Обобщающая способность. Эмпирические оценки обобщающей способности. Переобучение. Варианты скользящего контроля. Наглядные критерии качества: матрица ошибок, доля правильных ответов. Точность и полнота. Операционная характеристика бинарного классификатора.

#### **Тема 5. Методы теории распознавания образов**

Метрические, логические, статистические и линейные методы распознавания образов. Метод опорных векторов. Композиция алгоритмов распознавания. Бустинг.

#### **Тема 6. Методы распознавания лиц**

Задача снижения размерности данных и метод главных компонент. Метод Eigenfaces. Метод распознавания изображений Виолы-Джонса. Дескрипторы HOG и LBP.

#### **Тема 7. Методы обнаружения и отслеживания движущихся объектов**

Постановка задачи выделения движущихся объектов. Методы на основе запоминания фона. Оптимальный по критерию Неймана-Пирсона алгоритм выделения движущихся объектов. Эвристики для работы со случаем подвижного фона. Алгоритм выделения движущихся объектов на основе модели смеси гауссовских распределений.

Алгоритмы слежения за объектами на основе методов онлайн-обучения: MOOSE, KCF, TLD.

#### **Тема 8. Нейросетевые методы распознавания изображений**

Основные теоретические сведения об искусственных нейронных сетях. Модель искусственного нейрона. Функции активации. Алгоритм обратного распространения ошибки. Сверточные нейронные сети. Эвристики для улучшения качества и скорости сходимости обучения искусственных нейронных сетей. Методы rCNN и Faster-rCNN. Метод YOLO.

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

### Очная форма 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	Основы цифровой обработки изображений	<b>9</b>	4	2		2	5
2	Улучшение и восстановление изображений	<b>18</b>	8	4		4	10
3	Сегментация изображений	<b>9</b>	4	2		2	5
4	Основные понятия теории распознавания образов	<b>9</b>	4	2		2	5
5	Методы теории распознавания образов	<b>18</b>	8	4		4	10
6	Методы распознавания лиц	<b>9</b>	4	2		2	5
7	Методы обнаружения и отслеживания движущихся объектов	<b>18</b>	8	4		4	10
8	Нейросетевые методы распознавания изображений	<b>18</b>	8	4		4	10
	Всего:		<b>48</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>60</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 «Обработка изображений и распознавание 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. Ко-хан. — 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. Гуров [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 материалом, 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**

1. Операционная система Windows;
2. Система Matlab с пакетом Simulink.

## **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 практических занятий.

Программу составил  
доцент кафедры  
«Автоматика и информационные  
технологии в управлении», к.т.н

А.Б. Фельдман

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Автоматика и информационные технологии в управлении»  
(протокол №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.).

Заведующий кафедрой  
«Автоматика и информационные  
технологии в управлении»,  
к.т.н., доцент

П.В. Бабаян