

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

Кафедра «Автоматики и информационных технологий в управлении»

СОГЛАСОВАНО  
Директор ИМиА

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по РОПиМД

\_\_\_\_\_ О.А. Бодров  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

\_\_\_\_\_ А.В. Корячко  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Заведующий кафедрой АИТУ

\_\_\_\_\_ П.В. Бабаян  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«Обработка изображений в системах управления»**

Направление подготовки – 09.06.01

Информатика и вычислительная техника

ООП 8 – Системный анализ, управление и обработка информации  
(по отраслям)

Квалификация выпускника – аспирантура

Формы обучения – заочная

Рязань 2020 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по программе аспирантуры 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям), утвержденного приказом Минобрнауки России от № 875 от 30.07.2014.

Разработчик  
доцент каф. АИТУ

А.Б. Фельдман

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматике и информационных технологий в управлении \_\_\_\_\_ 2020 г., протокол № \_\_\_\_\_

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 в системах управления» 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 и анализу изображений, умений применения современных алгоритмов обработки изображений для решения практических задач.

Основные задачи освоения учебной дисциплины:

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

2. систематизация и закрепление практических навыков и умений применения методов анализа изображений 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.

| 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 | Обучающийся должен:<br><u>Знать:</u> методы теоретических и экспериментальных исследований алгоритмов обработки изображений, предназначенных для решения задач обнаружения и оценки параметров объектов в системах автоматического управления<br><u>Уметь:</u> вычислять, анализировать и сопоставлять численные показатели качества обнаружения и оценки параметров объектов с использованием тестовых наборов данных<br><u>Владеть:</u> актуальными знаниями о современных подходах к обработке изображений и перспективах их применения в системах управления мобильными объектами |

|      |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2 | способность к разработке новых методов исследования и их применению в научно-исследовательской деятельности в области системного анализа и обработки информации      | Обучающийся должен:<br><u>Знать:</u> основные направления исследований в области проектирования алгоритмов обработки изображений для систем управления<br><u>Уметь:</u> разрабатывать и исследовать алгоритмы обработки изображений с помощью современных пакетов прикладных программ и специализированных программных библиотек<br><u>Владеть:</u> методиками проведения экспериментов и сравнительного исследования алгоритмов обработки изображений |
| ПК-3 | способность к разработке эффективных вычислительных алгоритмов в области системного анализа и обработки информации с применением современных компьютерных технологий | Обучающийся должен:<br><u>Знать:</u> особенности разработки вычислительно эффективных алгоритмов обработки изображений<br><u>Уметь:</u> применять современные компьютерные технологии для создания вычислительно эффективных алгоритмов обработки изображений<br><u>Владеть:</u> компьютерными технологиями, позволяющими минимизировать скорость выполнения алгоритмов обработки изображений и общий объем требуемых вычислений                       |

## 2. Место дисциплины в структуре ООП направления

Данная 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, 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 по согласованию с преподавателем на 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 3 зачетные единицы (ЗЕ).

| Вид учебной работы                                                   | Всего часов |
|----------------------------------------------------------------------|-------------|
|                                                                      | Очная форма |
| Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:                          | 108         |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе: | 12,25       |
| Лекции                                                               | 6           |
| Практические занятия                                                 | 6           |
| ИКР                                                                  | 0,25        |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:             | 92          |
| Контроль                                                             | 3,75        |
| 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     | Модели изображений и видеопоследовательностей в задачах обнаружения и оценки параметров объектов |
| 5     | Статистический синтез алгоритмов оценки параметров объектов                                      |
| 6     | Оценка параметров геометрических преобразований изображений                                      |
| 7     | Методы выделения движущихся объектов                                                             |
| 8     | Нейросетевые методы распознавания изображений                                                    |

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

### **Тема 1. Математические основы описания 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, билатеральный 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. Модели изображений и видеопоследовательностей в задачах**

## **обнаружения и оценки параметров объектов**

Аппликативная модель формирования наблюдаемого изображения. Модели изображений фона и объекта интереса. Модели движения объекта интереса.

### **Тема 5. Статистический синтез алгоритмов оценки параметров объектов**

Синтез алгоритма измерения координат объекта для случая известных изображений объекта и фона. Синтез алгоритма измерения координат объекта для случая неизвестных изображений объекта и фона.

### **Тема 6. Геометрические преобразования и методы их оценивания**

Математические модели геометрических преобразований изображений и их классификация. Методы оценивания и компенсации геометрических искажений изображений: корреляционно-экстремальные методы в пространственной и частотной области. Методы на основе выделения и сопоставления структурных элементов.

### **Тема 7. Выделение 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.

### **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

| №<br>п/п | Тема                                                                                             | Общая<br>трудоем-<br>кость,<br>всего<br>часов | Контактная работа обучающихся с преподавателем |        |                                  |                                   | Само-<br>стоя-<br>тель-<br>ная ра-<br>бота обу-<br>чаю-<br>щихся |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|--------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                  |                                               | Всего                                          | Лекции | Лабо-<br>ра-<br>торные<br>работы | Прак-<br>ти-<br>ческие<br>занятия |                                                                  |
| 1        | 2                                                                                                | 3                                             | 4                                              | 5      | 6                                | 7                                 | 8                                                                |
| 1        | Основы цифровой обработки изображений                                                            | 9                                             | 4                                              | 2      |                                  | 2                                 | 5                                                                |
| 2        | Улучшение и восстановление изображений                                                           | 18                                            | 8                                              | 4      |                                  | 4                                 | 10                                                               |
| 3        | Сегментация изображений                                                                          | 18                                            | 8                                              | 4      |                                  | 4                                 | 10                                                               |
| 4        | Модели изображений и видеопоследовательностей в задачах обнаружения и оценки параметров объектов | 9                                             | 4                                              | 2      |                                  | 2                                 | 5                                                                |
| 5        | Статистический синтез алгоритмов оценки параметров объектов                                      | 18                                            | 8                                              | 4      |                                  | 4                                 | 10                                                               |
| 6        | Оценка параметров геометрических преобразований изображений                                      | 9                                             | 4                                              | 2      |                                  | 2                                 | 5                                                                |
| 7        | Методы выделения движущихся объектов                                                             | 9                                             | 4                                              | 2      |                                  | 2                                 | 5                                                                |
| 8        | Нейросетевые методы распознавания изображений                                                    | 18                                            | 8                                              | 4      |                                  | 4                                 | 10                                                               |
|          | Всего:                                                                                           |                                               | 48                                             | 24     | 0                                | 24                                | 60                                                               |

## 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 в системах управления»).

## **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. — 615 с.

### **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**

- операционная система Windows;
- 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.