

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
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

О.А. Бодров

«__» _____ 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по РОПиМД

А.В. Корячко

«__» _____ 2020 г.

Заведующий кафедрой АИТУ

П.В.Бабаян

«__» _____ 2020 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 – заочная

Нормативный срок обучения – 4 г 6 м

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 _____ 20__ 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 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	Обучающийся должен: <u>Знать:</u> методы теоретических и экспериментальных исследований алгоритмов обработки изображений, предназначенных для решения задач обнаружения и оценки параметров объектов в системах автоматического управления <u>Уметь:</u> вычислять, анализировать и сопоставлять численные показатели качества обнаружения и оценки параметров объектов с использованием тестовых наборов данных <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: <u>Знать:</u> основные направления исследований в области проектирования алгоритмов обработки изображений для систем управления <u>Уметь:</u> разрабатывать и исследовать алгоритмы обработки изображений с помощью современных пакетов прикладных программ и специализированных программных библиотек <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: <u>Знать:</u> особенности разработки вычислительно эффективных алгоритмов обработки изображений <u>Уметь:</u> применять современные компьютерные технологии для создания вычислительно эффективных алгоритмов обработки изображений <u>Владеть:</u> компьютерными технологиями, позволяющими минимизировать скорость выполнения алгоритмов обработки изображений и общий объем требуемых вычислений

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 3 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:	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	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 трудоем- кость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоя- тельная работа обуча- ющих- ся
			Всего	Лекции	Лабо- рные работы	Прак- тические 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	9	4	2		2	5
4	Основные понятия теории распознавания образов	9	4	2		2	5
5	Методы теории распознавания образов	18	8	4		4	10
6	Методы распознавания лиц	9	4	2		2	5
7	Методы обнаружения и отслеживания движущихся объектов	18	8	4		4	10
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 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. Луцев. — 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 ИТ-МО, 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.