


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.05 «Современные методы цифровой обработки сигналов»

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.

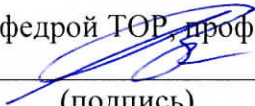
Разработчик - зав. кафедрой ТОР, профессор



В.В. Витязев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники 10.02 2020 г., протокол № 5

Зав. кафедрой ТОР, профессор



В.В. Витязев

(подпись)

(Ф.И.О.)

Оглавление

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы магистранта	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП	5
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	6
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	6
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)	6
4.2. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	8
4.3. Программа упражнений	9
4.4. Перечень лабораторных работ	10
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине.....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации студентов по дисциплине	12
7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	12
8. Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимые для изучения дисциплины.....	13
9. Программное обеспечение, необходимое для изучения дисциплины	13
10. Методические указания для студентов по освоению дисциплины ...	14
10.1. Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного для изучения дисциплины	14
10.2. Описание последовательности действий студента	14
10.3. Рекомендации по работе с литературой	15
11. Описание материально-технической базы, необходимой для 5	

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

Целью освоения дисциплины являются формирование у студентов знаний и навыков использования в практике построения современных цифровых систем управления и обработки информации методов и технологий цифровой обработки сигналов (ЦОС) на основе многоскоростной и адаптивной фильтрации, вейвлет-преобразования и спектрального оценивания. Эта цель достигается изучением методов и техники проектирования систем и устройств многоскоростной ЦОС и адаптивной фильтрации, вейвлет-преобразования и спектрального оценивания.

Основные задачи освоения учебной дисциплины:

- определить предмет и задачи адаптивной и многоскоростной ЦОС применительно к системам управления и обработки информации;
 - заложить основы теории многоскоростной обработки сигналов и изображений;
 - освоить методы оптимального синтеза многоступенчатых структур узкополосных фильтров на основе децимации и интерполяции цифровых сигналов и импульсных характеристик;
 - изложить методику моделирования и расчета систем многоскоростной обработки сигналов и принципы построения систем анализа-синтеза сигналов с прореживанием по времени и по частоте;
 - изложить теорию адаптивной многоскоростной обработки сигналов и методы проектирования структур адаптивных фильтров в классе КИХ- и БИХ-цепей;
 - освоить методы и алгоритмы спектрального оценивания и вейвлет-преобразования применительно к системам управления и обработки информации.

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и	<u>Знать</u> : теоретические основы, методы и алгоритмы многоскоростной и адаптивной обработки сигналов; методы и алгоритмы спектраль-

	<p>средства их решения</p>	<p>ного оценивания и вейвлет-преобразования.</p> <p><u>Уметь</u>: математически описывать и решать задачи анализа и оптимального синтеза многоскоростных систем обработки сигналов; синтезировать алгоритмы обучения в задачах адаптивной обработки сигналов; решать задачи спектрального оценивания и вейвлет-анализа.</p> <p><u>Владеть</u>: приемами и методами построения банков цифровых полосовых фильтров с заданными свойствами частотной избирательности; алгоритмами обучения, спектрального оценивания и вейвлет-анализа.</p>
<p>ОПК-4</p>	<p>Способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области</p>	<p><u>Знать</u>: методику оптимального проектирования систем ЦОС, адаптивной фильтрации и вейвлет-анализа.</p> <p><u>Уметь</u>: самостоятельно использовать методы многоскоростной обработки сигналов и методику оптимального проектирования многоступенчатых структур цифровых фильтров.</p> <p><u>Владеть</u>: приемами и методами компьютерного моделирования систем ЦОС, адаптивной фильтрации, спектрального оценивания и вейвлет-анализа в среде MATLAB.</p>

2. Место дисциплины в структуре ООП направления

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 1 курсе в 1 семестре; базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: математика, информатика, теория вероятностей и математическая статистика, электротехника и электроника, программирование в системе MATLAB, программирование и основы алгоритмизации, цифровая обработка сигналов.

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

знать:

- основы вычислительной и дискретной математики;
- основы теории электрических цепей;
- основы микропроцессорной техники и информационных технологий;
- основы цифровой обработки сигналов;

уметь:

- применять методы математического анализа и дискретной математики для анализа характеристик цифровых систем обработки сигналов;
- применять математический аппарат теории вероятностей и математической статистики для анализа случайных процессов и статистических характеристик цифровых систем;
- применять математический аппарат цифровых цепей для разработки и анализа систем цифровой обработки сигналов;
- проводить анализ собственных шумов и влияния ошибок квантования на точность реализации заданных характеристик цифровой системы.

владеть навыками:

- постановки и решения задачи оптимизации параметров многоступенчатых структур цифровых систем;
- решения систем алгебраических уравнений с использованием стандартных программ;
- ортогональных преобразований, постановки и решения задач аппроксимации;
- анализа временных и частотных характеристик динамических систем.

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.

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
Контактная работа (всего)	50,4
Лекции	32
Лабораторные работы	16
Практические занятия	
Курсовое проектирование	
Консультации	2
Контактная внеаудиторная работа (КВР)	
Иные формы работы (ИФР)	
Самостоятельная работа (СР)	85
Иная контактная работа (ИКР)	0,35
Контроль	44,7
Вид промежуточной аттестации	экзамен

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

В структурном отношении программа представлена следующими разделами:

Раздел 1. Цифровые системы частотной селекции на основе многоскоростной обработки сигналов.

Раздел 2. Адаптивная обработка сигналов и ее применение в системах управления и обработки информации.

Раздел 3. Спектральное оценивание и вейвлет-преобразование.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Раздел 1. Цифровые системы частотной селекции на основе многоскоростной обработки сигналов

Цифровые многоскоростные системы анализа-синтеза сигналов. Классификация методов синтеза набора цифровых фильтров-демодуляторов (ЦФДМ). Методы синтеза во временной области. Прямая параллельная и многоступенчатая пирамидальная формы построения. Полифазная форма набора (ЦФДМ) с однотипными частотными характеристиками. Методы синтеза структуры набора ЦФДМ в частотной области. Прямая параллельная форма на основе двойного БПФ с усечением дискретной АЧХ. Кратковременный анализ Фурье. Применение многоскоростной обработки сигналов.

Цифровые системы частотной селекции сигналов на основе эффекта прореживания по частоте. Двухступенчатая структура набора цифровых полосовых фильтров (ЦПФ). Пирамидальная многоступенчатая структура набора ЦПФ на основе полуполосных гребенчатых фильтров. Оценка вычислительной эффективности. Применение в системах управления и передачи данных.

Используемая литература: [1- 4 - основная; 1,2 - доп.].

Раздел 2. Адаптивная обработка сигналов и ее применение в системах управления и обработки информации

Адаптивные фильтры: назначение, классификация и применение. Прямое моделирование динамических систем. Обратное моделирование динамических систем. Адаптивные КИХ-фильтры: общее описание и методы синтеза. Альтернативный подход на основе градиентных методов поиска экстремума рабочей функции. Поиск параметров рабочей функции в задачах адаптивной фильтрации. Алгоритм МНК. Обучающая кривая и сходимости алгоритма. Алгоритм РНК. Стохастическая интерпретация и асимптотические свойства. Вычислительная сложность. Синтез адаптивных БИХ-фильтров. Метод прямого и обратного моделирования.

Применение адаптивной обработки в телекоммуникационных системах. Прямое моделирование многолучевого канала связи. Эхо-компенсация в телефонных сетях. Адаптивное выравнивание частотных характеристик телефонных каналов (эквалайзеры). Кодирование речи с линейным предсказанием.

Используемая литература: [4,5 – основная; 2,3 – доп.].

Раздел 3. Спектральное оценивание и вейвлет-преобразование

Математические основы спектрального оценивания. Периодограмма дискретного случайного процесса. Периодограмма и автокорреляционная функция. Свойства периодограммы. Разрешающая способность спектрального оценивания. Классические методы спектрального оценивания. Коррелограммные методы оценки СПМ. Периодограммные методы оценки СПМ. Параметрические модели случайных процессов. АР-, СС-, АРСС-модели случайных процессов и их связь с автокорреляционной последовательностью.

Частотно-временной анализ непрерывных сигналов. Непрерывное вейвлет-преобразование и его свойства. Быстрый алгоритм восстановления сигнала по его вейвлет-образу. Примеры вейвлетов. Дискретное вейвлет-преобразование. Преобразование Хаара. Быстрый алгоритм вычисления непрерывного вейвлет-преобразования с использованием вейвлета Хаара. Вейвлеты Добеши. Кратномасштабный анализ.

Используемая литература: [4 – основная; 2, 3 - доп.].

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

Тематический план включает лекции и практические занятия.

Очная форма обучения

п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся. Контроль
			всего	лекции	практические занятия	лаборат. работы	
	2	3	4	5	6	7	8
	Цифровые системы частотной селекции на основе многоскоростной обработки сигналов	72	28	12	6	0	44
	Адаптивная обработка сигналов и ее применение в системах управления и обработки информации	58	26	12	6	8	32
	Спектральное оценивание и вейвлет-	50	18	12	6	-	32

	преобразование						
	Всего:	180	72	36	18	18	108

4.3. Программа упражнений

На упражнения выносятся часть теоретического материала дисциплины, имеющая прикладную направленность, и решение конкретных задач.

Контроль усвоения материала студентами осуществляется по теоретическому материалу на экзамене, а по решению задач – при проверке домашних заданий и самостоятельных работ.

Темы упражнений:

1. Цифровые многоскоростные системы анализа-синтеза сигналов. Классификация методов синтеза набора цифровых фильтров-демодуляторов.
2. Прямая параллельная форма построения набора цифровых фильтров-демодуляторов. Два способа построения структуры цифрового фильтра-демодулятора.
3. Параллельная форма построения набора цифровых фильтров-демодуляторов с предварительным преобразованием.
4. Полифазная форма построения набора цифровых фильтров-демодуляторов с применением ДПФ.
5. Пирамидальная форма построения набора цифровых фильтров-демодуляторов.
6. Методы синтеза набора цифровых фильтров-демодуляторов в частотной области: прямая параллельная форма.
7. Адаптивные системы анализа-синтеза сигналов.
8. Методы синтеза структуры банка цифровых полосовых фильтров.
9. Прямая форма построения банка цифровых полосовых фильтров с предварительным преобразованием.
10. Пирамидальная форма построения банка цифровых полосовых фильтров на основе эффекта прореживания по частоте.
11. Адаптивные фильтры: назначение, классификация, применение.
12. Адаптивные КИХ-фильтры: общее описание и методы синтеза.
13. Методы поиска параметров рабочей функции. Устойчивость и скорость сходимости. Обучающая кривая.
14. Градиентные методы поиска: метод Ньютона и метод наискорейшего спуска.
15. Влияние шума на поиск оптимального вектора весовых коэффициентов.
16. Метод наименьших квадратов (МНК): вывод алгоритма МНК, анализ сходимости, обучающая кривая.

17. Метод Ньютона для многомерного пространства и его приближения. Алгоритм последовательной регрессии. Адаптивные рекурсивные фильтры.
18. Применение адаптивной обработки в телекоммуникационных системах. Прямое моделирование многолучевого канала связи.
19. Применение адаптивной обработки в телекоммуникационных системах. Эхо-компенсация в телефонных сетях.
20. Применение адаптивного моделирования при синтезе цифровых КИХ-фильтров.
21. Обратное моделирование динамических систем. Адаптивное выравнивание телефонных каналов (эквалайзеры).
22. Адаптивный синтез цифровых БИХ-фильтров. Метод прямого и обратного моделирования.
23. Кодирование с линейным предсказанием. Модель речевого сигнала на основе адаптивного фильтра линейного предсказания.
24. Адаптивное подавление помех. Подавление и фильтрация периодических сигналов с помощью адаптивного устройства предсказания.
25. Частотно-временной анализ непрерывных сигналов. Кратковременное преобразование Фурье. Вейвлет-преобразование.
26. Непрерывное вейвлет-преобразование и его свойства.
27. Быстрый алгоритм для вычисления вейвлет-образа.
28. Быстрый алгоритм восстановления сигнала по его вейвлет-образу.
29. Принцип построения вейвлетов.
30. Дискретное вейвлет-преобразование. Преобразование Хаара и его свойства.
31. Вейвлеты Добеши и их свойства.
32. Кратномасштабный анализ.
33. Периодограмма дискретного случайного процесса.
34. Разрешающая способность спектрального оценивания.
35. Периодограмма и выборочная автокорреляционная функция.
36. Коррелограммные методы оценивания СПМ.
37. Периодограммные методы оценивания СПМ.
38. Параметрический метод спектрального оценивания. АР, - СС, - АРСС-модели.
39. Связь параметров АР, - СС, - АРСС-моделей автокорреляционной функции.

4.4. Перечень лабораторных работ

Цель лабораторного практикума – освоение методики проектирования цифровых фильтров и систем частотной селекции в классе КИХ-цепей на основе многоскоростной обработки сигналов; освоение методов и алгоритмов адаптивной обработки сигналов с применением среды математиче-

ского моделирования MATLAB.

п	№ раздела дис- циплины	Наименования лабораторных работ	Трудо- ёмкость (час.)
	1	Синтез цифровых полосовых КИХ-фильтров и систем частотной селекции с использованием децимации и интерполяции преобразуемого сигнала	6
	1	Синтез цифровых полосовых КИХ-фильтров и систем частотной селекции с использованием децимации и интерполяции импульсной характеристики	4
	2	Исследование алгоритмов обучения адаптивного КИХ-фильтра	4
	2	Исследование алгоритмов многоскоростной адаптивной обработки сигналов	4

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, в 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.

1. Цифровые цепи и сигналы: учеб. пособие / В.В. Витязев; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2012. 136 с.
2. Витязев В.В., Зайцев А.А. Основы многоскоростной обработки сигналов: Учебное пособие. Ч. 1 / РГРТА, Рязань, 2005, 124 с
3. Витязев В.В., Зайцев А.А. Основы многоскоростной обработки сигналов: Учебное пособие. Ч. 2 / РГРТУ, Рязань, 2006, 104 с.
4. Гусинская Е.И., Зайцев А.А. Банки цифровых фильтров: Учебное пособие / РГРТУ, - Рязань, 2007. – 64с.
5. Цифровая обработка сигналов и MATLAB: Уч. пособие / А.И. Соломина, и др. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013, 512 с.
6. Адаптивная фильтрация сигналов [Электронный ресурс]: теория и алгоритмы/ В.И. Джиган— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2013.— 528 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26889.html>.— ЭБС «IPRbooks».

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Современные методы цифровой обработка сигналов»

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

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

Основная учебная литература:

1. Витязев В.В., Зайцев А.А. Основы многоскоростной обработки сигналов: Учебное пособие. Ч. 1 / РГРТА, Рязань, 2005, 124 с
2. Витязев В.В., Зайцев А.А. Основы многоскоростной обработки сигналов: Учебное пособие. Ч. 2 / РГРТУ, Рязань, 2006, 104 с.
3. Гусинская Е.И., Зайцев А.А. Банки цифровых фильтров: Учебное пособие / РГРТУ, - Рязань, 2007. – 64с.
4. Цифровая обработка сигналов и MATLAB: Уч. пособие / А.И. Соломина, и др. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013, 512 с.,
5. Адаптивная фильтрация сигналов [Электронный ресурс]: теория и алгоритмы/ В.И. Джиган— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2013.— 528 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26889.html>.— ЭБС «IPRbooks».

Дополнительная учебная литература:

1. Цифровые цепи и сигналы: учеб. пособие / В.В. Витязев; Рязан. гос. радиотехн. ун- т. Рязань, 2012. 136 с.
2. 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.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44896.html>.— ЭБС «IPRbooks
3. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]/ Оппенгейм Алан, Шафер Рональд— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2012.— 1048 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26906.html>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Научно-технический журнал "Цифровая обработка сигналов" - М.: 1999 - 2018 г.г.

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

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) РГРТУ (вход с сайта РГРТУ).
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) “Лань” (вход с сайта РГРТУ).
3. Электронно-библиотечная система (ЭБС) “IPRbooks”

(IPRbookshop.ru) .

9. Программное обеспечение, необходимое для изучения дисциплины (установлено в классах персональных ЭВМ РГРТУ, доступных для студентов)

Операционная система Windows 7 Professional (DreamSpark Membership ID 700565238) (ауд. 423)

Kaspersky Endpoint Security (Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595 с 25.02.2018 по 05.03.2019) (ауд. 423).

Операционная система Windows 7 Professional (DreamSpark Membership ID 700565238) (ауд.423).

Операционная система Ubuntu Linux 16.4.0 (GNU GPL v3 – бессрочно) (ауд. 422).

Kaspersky Endpoint Security (Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595 с 25.02.2018 по 05.03.2019) (ауд.422).

Adobe Reader (PlatformClients_PC_WWEULA-ru_RU-20150407_1357 – бессрочно) (ауд. 422).

LibreOffice (Mozilla Public Licence 2.0 – бессрочно)MATLAB, Simulink, Communications Blockset (Transitioned), Communications System Toolbox, DSP System Toolbox, Filter Design Toolbox (Transitioned), Fixed-Point Designer, Signal Processing Toolbox (Concurrent Perpetual Classroom №283300 с 06.10.2009 – бессрочно) (ауд.422).

Code Composer Studio (Technology Software Public Available (TSPA) – бессрочно) (ауд.422).

Quartus II 9.1sp 2 Wev Edition (Altera Program License Subscription Agreement – бессрочно) (ауд.422).

10. Методические указания для студентов по освоению дисциплины

10.1. Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного для изучения дисциплины

Рекомендуется следующим образом распределить время, отведенное для самостоятельной работы по изучению дисциплины (самостоятельное изучение и консультации):

Изучение конспекта лекций – 15-20 минут в среднем на одну лекцию.

Изучение теоретического материала по учебнику – 15-20 минут в среднем на одну лекцию и 15-20 минут в среднем для изучения одной темы, вынесенной для самостоятельного изучения.

Подготовка к упражнениям – 30 минут.

Подготовка к лабораторной работе – 30 минут.

10.2. Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»)

При изучении дисциплины очень полезно при подготовке к очередной лекции просматривать её материал в учебнике. Тогда лекции будут гораздо понятнее, а конспект получится более качественным.

Прослушав лекцию, необходимо изучить её в тот же день. Тогда знания будут прочными, и к экзамену будет готовиться легко.

Настоятельно рекомендуется посещать все консультации, проводимые преподавателями в ходе семестра и задавать как можно больше вопросов.

10.3. Рекомендации по работе с литературой

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучается и рекомендованная литература. Полезно использовать несколько учебников и учебных пособий по курсу. Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на вопросы, содержащиеся в учебниках и методической литературе по данной теме. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и ответить на них): «О чем этот параграф?», «Какие новые понятия введены, каков их смысл?», «Как ставится задача?».

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 423 ГУК: 80 мест, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, 1 компьютер, специализированная мебель, доска.

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий и лабораторных работ, № 422 ГУК: 28 мест, 11 компьютеров с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, специализированная мебель, доска, стенды для проведения лабораторных работ.