

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Радиотехнические системы»

«СОГЛАСОВАНО»
Директор ИМиА
 / Бодров О.А.
«26» 06 20 20 г

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор РОПиМД
 / Корячко А.В.
«26» 06 20 20 г

Руководитель ОПОП ВО
 / Кошелев В.И.
«26» 06 20 20 г



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.04 «МЕТОДЫ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА СИГНАЛОВ»

Направление
11.04.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки
Радиотехнические системы локации, навигации и радиоэлектронной борьбы

Уровень подготовки
Академическая магистратура

Квалификация выпускника – магистр

Формы обучения – очная, очно-заочная

Рязань 2020

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.01 «РАДИОТЕХНИКА» академической магистратуры утвержденного за № 925 от 19.09.2017

Разработчик зав. кафедрой радиотехнических систем, проф. Кошелев В.И.

_____ / Кошелев В.И.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «__» _____ 2020 г.,
протокол № ____ .

Заведующий кафедрой радиотехнических систем

_____ / Кошелев В.И.

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является повышение общетеоретического уровня подготовки магистрантов в области цифрового спектрального анализа радиотехнических сигналов, развитие «математического мышления» применительно к решению задач спектральной обработки сигналов.

Задачи:

- получение знаний о методах спектрального анализа детерминированных и случайных сигналов;
- изучение прикладных задач синтеза и анализа радиотехнических систем локации, навигации и управления, основанных на идеях и методах цифровой спектральной обработки сигналов в условиях априорной неопределенности и недостаточной статистики;
- приобретение практических навыков разработки алгоритмов и программирования спектральной обработки сигналов.

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
25 Ракетно-космическая промышленность	научно - исследовательский	Определение направления научно-исследовательских работ, анализ и обобщение их результатов, выдача рекомендаций к их практическому применению	Радиотехнические системы и радиоэлектронные средства, решающие задачи радиолокации, связи, навигации и радиоэлектронной борьбы
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	проектно - технологический	Анализ научно-технической проблемы. Математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров.	Радиоэлектронные средства и радиоэлектронные системы различного назначения

2 Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Методы спектрального анализа сигналов» относится к базовой части дисциплин учебного плана подготовки магистров направления 11.04.01 - «Радиотехника».

Базовую подготовку для изучения дисциплины составляют знания, полученные в результате подготовки по программе бакалавриата. В зависимости от профиля подготовки в рамках бакалавриата базовыми дисциплинами являются такие дисциплины, как «Радиотехнические цепи и сигналы», «Статистическая теория РТС», «Радиотехнические системы», «Радиолокационные системы», «Радионавигационные системы», «Теория и техника радиолокации и радионавигации», «Теоретические основы радиоэлектронной борьбы».

Программа курса ориентирована на возможность расширения и углубления знаний, умений и навыков магистра для успешной профессиональной деятельности.

Постреквизиты дисциплины. Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин: «Средства РЭБ в радиолокации и радионавигации», «Распознавание в радиолокации», «Адаптивная пространственная обработка сигналов», «Сложные сигналы в РЛ и РН», «Постановка помех системами локации и навигации» «Преддипломная практика», «Научно-исследовательская работа».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОПОП по данному направлению подготовки.

Коды компетенций	Содержание компетенций	Наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	<u>Знать:</u> принципы спектрального анализа сигналов и на этой основе приобретать практические знания о современных тенденциях развития спектрального анализа сигналов. <u>Уметь:</u> приобретать и использовать в практических радиотехнических задачах современные методы цифрового спектрального анализа с учетом специфики условий их применения. <u>Владеть:</u> инструментальными средствами разработки программного обеспечения для реализации алгоритмов спектрального анализа сигналов.
ОПК-4	Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	<u>Знать:</u> методы и средства представления и обоснования параметрических моделей экспериментальных данных. <u>Уметь:</u> разрабатывать параметрические модели экспериментальных данных применительно к задачам локации, навигации и управления в рамках курсовой работы. <u>Владеть:</u> навыками проведения научных исследований в области цифрового спектрального анализа сигналов.

3 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕТ (180 час).

Виды учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе	180
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе	64
Лекции	24
Лабораторные работы (ЛР)	16
Практические занятия (ПЗ)	24
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36
Курсовая работа	18
Консультации в семестре	8
Иные виды работы (Контроль)	54
Вид промежуточной аттестации обучающихся	Экзамен

4 Содержание дисциплины.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Тема 1 Математические методы, лежащие в основе цифровой обработки сигналов (ЦОС). Основные вычислительные процедуры, используемые в ЦОС. Методы линейной алгебры, используемые в задачах цифрового спектрального анализа сигналов.

Векторы и матрицы общего и специального вида. Теплицевы матрицы. Разложения и обращение матриц. Методы, алгоритмы и программы решения систем линейных уравнений. Методы и алгоритмы оптимизации целевых функций, определяющих критерии качества алгоритмов СА. Метод наименьших квадратов. Быстрые алгоритмы в задачах спектрального оценивания.

Тема .2 Спектрально-временные модели цифровых радиотехнических сигналов. Принципы непараметрического и параметрического спектрального оценивания. Оценивание автокорреляции и взаимной корреляции процессов. Статистические свойства спектральных оценок и спектральное разрешение. Качество моделей случайных процессов.

Тема 3 Непараметрические методы оценки спектральной плотности мощности.

Классические непараметрические методы спектрального оценивания. Классические методы с использованием преобразования Фурье. Дискретное и быстрое преобразование Фурье. Весовые функции и их свойства. Многоканальная фильтрация. Периодограммные методы оценки. Коррелограммный метод. Методы секционирования. Взаимный спектр и функция когерентности.

Тема 4 Параметрические методы оценки спектральной плотности мощности. Авторегрессионная модель, модель скользящего среднего, комбинированная АРСС-модель, (АРИСС - модель). Связь между параметрами модели и оценкой спектральной плотности мощности. Метод максимума энтропии. Метод Прони. Метод Кейпона. Метод Писаренко. Многоканальное спектральное оценивание. Функция когерентности.

Тема 5 Проектирование устройств спектральной обработки сигналов. Локационные, навигационные задачи, решаемые с применением цифрового спектрального анализа. Задачи оценивания спектральной плотности мощности (СПМ) случайных сигналов. Типовые алгоритмы СА сигналов в РЭС локации и навигации. Критерии и целевые функции задачи синтеза. Фильтрация сигналов с помощью быстрой свертки. Доплеровская фильтрация радиолокационных сигналов с использованием БПФ. Методы спектральной обработки навигационных сигналов. Методы спектральной обработки в беспроводных радиотехнических системах и системах управления. Актуальные направления развития средств спектрального анализа сигналов.

Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических

часах)

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			Всего	лекции	Практ	Лабор	
1	Математические методы, лежащие в основе цифровой обработки сигналов	18	8	2	2	4	2
2	Спектрально-временные модели цифровых радиотехнических сигналов	24	11	6	2	3	2
3	Непараметрические методы оценки спектральной плотности мощности	35	21	6	2	4	2
4	Параметрические методы оценки спектральной плотности мощности	39	16	10	8	3	2
5	Проектирование устройств спектральной обработки сигналов	22	8	0	10	2	2
6	Курсовая работа	18	0	0	0	0	18
6	Консультации в семестре	8	0	0	0	0	8
7	Контроль	54	0	0	0	0	0
	Всего:	180	64	24	24	16	36

Содержание дисциплины

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
1	Математические методы, лежащие в основе цифровой обработки сигналов	Самостоятельная работа обучающихся	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. Подготовка к ПЗ.	10
		Лабораторная работа	Формирование случайных процессов с заданной спектральной плотностью мощности	4
		Практическая работа	Основные вычислительные процедуры, используемые в ЦОС. Методы линейной алгебры, операции над векторами и матрицами	2
3	Спектрально-временные модели цифровых радиотехнических сигналов	Лабораторная работа	Исследование свойств многоканальных доплеровских фильтров	4
		Практическая работа	Оценивание автокорреляции и взаимной корреляции процессов. Статистические свойства спектральных оценок и спектральное разрешение.	2
		Самостоятельная работа обучающихся	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчетов. Подготовка к ПЗ.	20
4	Непараметрические методы оценки спектральной плотности мощности	Лабораторная работа	Применение методов параметрического спектрального анализа сигналов	4
		Самостоятельная работа обучающихся	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета.	24
		Практическая работа	Классические методы с использованием преобразования Фурье. Весовые функции и их свойства. Многоканальная фильтрация.	2
5	Параметрические методы оценки спектральной плотности мощности	Лабораторная работа	Доплеровская фильтрация радиолокационных сигналов с использованием БПФ.	4
		Самостоятельная работа обучающихся	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. Подготовка к ПЗ.	29
		Практическая работа	Авторегрессионная модель, модель скользящего среднего, комбинированная АРСС-модель	2

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудо-емкость, часов
6	Проектирование устройств спектральной обработки сигналов	Практическая работа	Типовые алгоритмы СА сигналов в РЭС локации и навигации. Критерии и целевые функции задачи синтеза.	2
		Самостоятельная работа обучающихся	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета. Подготовка к ПЗ	36
7	Консультации в семестре	Самостоятельная работа обучающихся	Изучение конспекта лекций. Подготовка к теоретическому зачету.	8

Примерные темы курсовых работ объединяются общей темой «Спектральный анализ радиотехнических сигналов». В технических заданиях отражаются условия решаемой задачи такие как вид сигнала, число его отсчетов, количество компонент сигнала и их характеристики.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. Учебное пособие для вузов. СПб.: Питер. - (или изд. 2 2006 г.) 2005, 603 с. (55 экз.).
2. Оппенгейм А., Шафер З. Цифровая обработка сигналов. Техносфера Пер. с англ. Кулешов С.А., Махиянова Е.Б., Орлова Н.Ф. Техносфера. 2012. - 1048 с.
<http://www.iprbookshop.ru/14513?bid=26906>
3. Кошелев В.И. Методы спектрального анализа сигналов. Учебное пособие. РГРТУ, Рязань. - 2017. - 61 с. (50 экз.).
4. Кошелев В.И., Горкин В.Н. Методы спектрального анализа в технике цифровой обработки сигналов. Электронное учебное пособие (электронный раздаточный материал).– Рязань: РГРТУ, кафедра РТС, 2014.
5. Сидельников Г.М., Калачиков А.А. Цифровая обработка сигналов мультимедиа. Учебное пособие. Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики. 2017. - 11с.
<http://www.iprbookshop.ru/iprbooks-reader?publicationId=74664>
6. Signal Processing Toolbox. Обработка сигналов, анализ и разработка алгоритмов.
http://matlab.ru/products/signal-processing-toolbox/signal-processing-toolbox_rus_web.pdf
7. А.Б.Сергиенко. Signal Processing Toolbox <http://matlab.exponenta.ru/signalprocess/book2/index.php#54>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Методы спектрального анализа сигналов»).

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

Основная литература

8. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. Учебное пособие для вузов. СПб.: Питер. - (или изд. 2006 г.) 2005, 603 с. (55 экз.).
9. Кошелев В.И. Методы спектрального анализа сигналов. Учебное пособие. РГРТУ, Рязань. - 2017. - 61 с. (50 экз.).
10. Кошелев В.И., Горкин В.Н. Методы спектрального анализа в технике цифровой обработки сигналов. Электронное учебное пособие (раздаточный материал).– Рязань: РГРТУ, кафедра РТС, 2014.
11. Кошелев В.И., Горкин В.Н. Исследование цифровых фильтров систем первичной обработки радиолокационных сигналов. Метод. указ. к лаб. раб. РГРТА, Рязань, - 2006. - 20 с. (79 экз.).

Дополнительная литература

- 1 Кошелев В.И., Горкин В.Н. Методы спектрального анализа в технике цифровой обработки сигналов. Учебное пособие.– Рязань: РГРТА, 2002. - 96 с. (40 экз.).
- 2 Езерский В.В. Спектральный анализ сигналов. Метод. указ. к лаб. раб. РГРТА, Рязань. - 2012 (или изд. 2004 г.). - 12 с. (38 экз.).
- 3 Signal Processing Toolbox. Обработка сигналов, анализ и разработка алгоритмов. http://matlab.ru/products/signal-processing-toolbox/signal-processing-toolbox_rus_web.pdf
- 4 А.Б.Сергиенко. Signal Processing Toolbox <http://matlab.exponenta.ru/signalprocess/book2/index.php#54>

8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Электронные образовательные ресурсы

1. Программное обеспечение: пакет LabView, пакет «Arrow» (разработки кафедры радиотехнических систем),
2. Signal Processing Toolbox. Обработка сигналов, анализ и разработка алгоритмов. http://matlab.ru/products/signal-processing-toolbox/signal-processing-toolbox_rus_web.pdf
3. А.Б.Сергиенко. Signal Processing Toolbox <http://matlab.exponenta.ru/signalprocess/book2/index.php#54>
4. Кошелев В.И., Горкин В.Н. Методы спектрального анализа в технике цифровой обработки сигналов. Электронное учебное пособие (раздаточный материал).– Рязань: РГРТУ, кафедра РТС, 2014.
5. Лаборатория радиолокации, радионавигации и радиоэлектронной борьбы, пакеты MathLab, пакет LabView, описание сигнального процессора ADSP, Лекции по DSP (Digital Signal Processing), University of Hertfordshire. Texas Instruments. – (размещены в сети РГРТУ).

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа магистранта на лекции

Для освоения дисциплины требуется предварительная подготовка в области радиотехники, статистических методов и цифровой обработки сигналов. В процессе лекционного занятия студент должен вести конспект и отражать в нем принципиально важные определения, формулы, структурные схемы, выводы, результаты анализа основных положений.

При ведении конспекта рекомендуется использовать нумерацию разделов, глав, формул. Рекомендуется каждый раздел завершать изложением своего понимания, комментарием. Непонятные места можно сопровождать вопросами, с которыми следует обратиться к преподавателю после лекции.

Подготовка к практическим занятиям

Практические занятия связаны с решением задач и закрепляют освоение лекционного материала. В процессе решения задач студенты расширяют и углубляют знания, полученные

из лекционного курса и учебников, учатся глубже понимать физические законы, лежащие в основе радиотехнических систем и основные формулы. В процессе решения задач вырабатываются навыки вычислений, работы со справочной литературой.

В часы самостоятельной работы студенты решают задачи, которыми им предложены по основным темам дисциплины.

- 1) внимательно прочитать условие задачи;
- 2) посмотреть, все ли термины в условиях задачи известны и понятны (если что-то неясно, следует обратиться к учебнику, просмотреть решения предыдущих задач, посоветоваться с преподавателем);
- 3) записать в сокращенном виде условие задачи и формулы, связывающие соответствующие величины;
- 4) сделать чертёж, если это необходимо;
- 5) провести необходимые расчеты;
- 6) проанализировать полученный ответ, выяснить соответствие размерности полученных физических величин;
- 7) контрольные работы с решением задач сдаются по графику на проверку, при условии выполнения контрольных работ студент допускается к сдаче экзамена.

Подготовка к лабораторным работам

Главные задачи лабораторного практикума следующие:

- 1) экспериментальная проверка физических законов;
- 2) освоение методики измерений и приобретение навыков эксперимента;
- 3) освоение навыков работы с радиотехническими приборами;
- 4) приобретения умения обработки результатов эксперимента.

Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы необходимо внимательно ознакомиться с методическими указаниями к выполнению лабораторной работы.

Основная часть времени, выделенная на выполнение лабораторной работы, затрачивается на самостоятельную подготовку. Этапу выполнения работы предшествует «допуск к работе». Допускаясь к лабораторной работе, каждый студент должен представить преподавателю «заготовку» отчета, содержащую: оформленный титульный лист (по образцу, имеющемуся в лаборатории), цель работы, приборы и принадлежности, эскиз экспериментального макета, основные закономерности изучаемого явления и расчетные формулы. Чтобы сэкономить время при выполнении работы, рекомендуется заранее подготовить и таблицу для записи результатов измерений. Для этого студенту необходимо разобраться в устройстве установки или макета, порядке проведения экспериментов, а также иметь представление о том, какие расчеты необходимо будет провести.

Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается предоставлением отчета. После выполнения лабораторной работы необходимо согласовать полученные результаты с преподавателем. Заключительным этапом является защита лабораторной работы. В процессе защиты студент отвечает на вопросы преподавателя, касающиеся теории изучаемого явления, комментирует полученные в ходе работы результаты. При подготовке к защите лабораторной работы рекомендуется пользоваться дополнительной литературой, список которой приведен в методическом описании, а также конспектом лекций.

Подготовка к сдаче экзамена

Экзамен – форма промежуточной проверки знаний, умений, навыков, степени освоения дисциплины.

Главная задача экзамена состоит в том, чтобы у студента из отдельных сведений и деталей составилось представление об общем содержании соответствующей дисциплины, стала понятной методика предмета, его система. Готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, в лабораториях, на практических занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме.

Студенту на экзамене нужно не только знать сведения из тех или иных разделов дисциплины, но и владеть ими практически.

На экзамене оцениваются:

- 1) понимание и степень усвоения теории;
 - 2) методическая подготовка;
 - 3) знание фактического материала;
 - 4) знакомство с основной и дополнительно литературой, а также с современными публикациями по данному курсу;
 - 5) умение приложить теорию к практике, решать задачи, правильно проводить расчеты и т. д.;
 - 6) знакомство с историей предмета экзамена;
 - 7) логика, структура и стиль ответа, умение защищать выдвигаемые положения.
- Но значение экзаменов не ограничивается проверкой знаний.

Подготовка к экзамену не должна ограничиваться прочтением лекционных записей, даже, если они выполнены подробно и аккуратно. Следует избегать механического заучивания. Более надежный и целесообразный путь – это систематизация материала при вдумчивом изучении, понимание формулировок, установлении внутрипредметных связей.

Перед экзаменом назначается консультация. Цель ее – дать ответы на вопросы, возникшие в ходе самостоятельной подготовки. Здесь студент имеет полную возможность получить ответ на все неясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации весь курс. Лектор на консультации обращает внимание на те разделы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных разделах курса. На непосредственную подготовку к экзамену обычно дается три - пять дней. Этого времени достаточно только для углубления, расширения и систематизации знаний, на устранение пробелов в знании отдельных вопросов, для определения объема ответов на каждый из вопросов программы.

Подготовку к экзаменам следует начинать с общего планирования подготовки, с определения объема материала, подлежащего проработке. Необходимо внимательно сверить свои конспекты с программой, чтобы убедиться, все ли разделы отражены в лекциях. Отсутствующие темы законспектировать по учебнику. Более подробное планирование на ближайшие дни будет первым этапом подготовки к очередному экзамену. Второй этап предусматривает системное изучение материала по данному предмету с обязательной записью всех выкладок, выводов, формул. На третьем этапе - этапе закрепления – полезно чередовать углубленное повторение особенно сложных вопросов с беглым повторением всего материала.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Программно-алгоритмическое средство «Стрела» (ARROW), разработанное на кафедре радиотехнических систем. Пакет установлен на компьютерах в лаборатории «Радиолокация, радионавигация и радиоэлектронная борьба» (417 к.2).
2. Пакет MatCad, используемый для расчетов при решении задач. Срочно-бесплатную версию можно скачать по адресу: <https://www.syssoft.ru/PTC/Mathcad-Lokalnaya-versiya/>

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензированного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных	56 мест, 1 интерактивный комплект, 1 компьютер, специализированная мебель, доска	1. Операционная система Windows 7 Professional (DreamSpark Membership ID 700565238, бессрочно) Кроме того разработки кафедры РТС: Программное обеспечение "ARROW" Авторы Кошелев, Горкин В.Н. Свидетельство о

консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, №525		регистрации фонда ОФАП 2002.– № 50200200364. и 2002.– № 50200200365. Программное обеспечение Clutter авторы Штрунова Е.С., Холопов И.С. роспатент №2013610095 от 09.01.2013г. 2. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2019 по 05.03.2019)
Учебная лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, №417. Для проведения лабораторных и самостоятельных работ	Учебно-лабораторные макеты: генераторы, осциллографы, радиовысотомер, отладочные комплекты, 1 мультимедийный проектор, экран, доска, специализированная мебель. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.	1. Операционная система Windows 7 Professional (DreamSpark Membership ID 700565238, бессрочно) Кроме того: разработки кафедры РТС Программное обеспечение "ARROW" Авторы Кошелев, Горкин В.Н. Свидетельство о регистрации фонда ОФАП 2002.– № 50200200364. и 2002.– № 50200200365. Программное обеспечение Clutter авторы Штрунова Е.С., Холопов И.С. роспатент №2013610095 от 09.01.2013г. 2. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2019 по 05.03.2019) 3. Лицензия на ПО PKG-7517-LN Mathcad University Classroom Perpetual Sales Order Number (SON) – 2469998, Service Contract Number (SCN) – 8A1365510 – с 3.02.2008 – бессрочно

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

Для лекционных занятий используются лекционные аудитории кафедры «Радиотехнические системы» РГРТУ, оборудованные интерактивной доской для представления учебного материала.

Для практических занятий используются учебные аудитории кафедры «Радиотехнические системы» РГРТУ, также оборудованные интерактивной доской или проектором для представления учебного материала.

Для лабораторных работ используются лаборатория кафедры «Радиотехнические системы» РГРТУ, оснащенная лабораторным оборудованием по изучению данной дисциплины.

Программу составил

профессор кафедры РТС

д.т.н., профессор

В.И. Кошелев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС (протокол № ____ от «__» _____ 2020 г.).