


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Телекоммуникаций и основ радиотехники»


СОГЛАСОВАНО

Директор института
магистратуры и аспирантуры


О.А. Бодров
«19» 06 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по РОП и МД


А.В. Корячко
«19» 06 2020 г.

Зав. кафедрой ТОР


В.В. Витязев
«19» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.Б.Д.06 «Современные методы и технологии ЦОС в системах связи»

Направление подготовки

11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Направленности (профили) подготовки

«Программно-конфигурируемые беспроводные инфокоммуникационные системы и сети»

Квалификация (степень) выпускника – магистр

Форма обучения – очная, очно-заочная

Рязань 2020 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» № 958, утвержденного 22.09.2017.

Разработчик

Заведующий кафедрой
«Телекоммуникаций и основ радиотехники» _____ В.В. Витязев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Телекоммуникаций и основ радиотехники»

«___» _____ 2020 г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой
«Телекоммуникаций и основ радиотехники» _____ В.В. Витязев

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины являются формирование у студентов знаний современных методов, алгоритмов и технологий цифровой обработки сигналов (ЦОС), а также навыков их использования при построении телекоммуникационных систем и средств связи. Эта цель достигается изучением методов и техники проектирования систем и устройств многоскоростной ЦОС, банков цифровых полосовых фильтров на ее основе, адаптивной фильтрации, вейвлет-преобразования и спектрального оценивания.

Основные задачи освоения учебной дисциплины:

- определить предмет и задачи информационных технологий реального времени (цифровой обработки сигналов) применительно к современным системам связи;
- заложить основы теории построения банков фильтров с использованием многоскоростной обработки сигналов;
- изложить методику решения задачи оптимизации параметров многоступенчатых структур банков фильтров;
- заложить основы теории адаптивной многоскоростной обработки сигналов и ее применения в современных телекоммуникационных системах;
- освоить методы и алгоритмы спектрального оценивания и вейвлет-преобразования применительно к системам управления и обработки информации.

Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам)

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	научно - исследовательский	разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, выбор методик и средств решения задачи, подготовка отдельных заданий для исполнителей; сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи; разработка методики и организация проведения экспе-	Программно-конфигурируемые беспроводные инфокоммуникационные системы и сети

		<p>риментов и испытаний, анализ их результатов; подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; разработка физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, создание компьютерных программ с использованием как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и разрабатываемых самостоятельно; фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности; управление результатами научно-исследовательской деятельности и коммерциализация прав на объекты интеллектуальной собственности;</p>	
<p>06 Связь, информационные и коммуникационные технологии</p>	<p>технологический</p>	<p>обеспечение функционирования инфокоммуникационного оборудования корпоративных сетей; установка, настройка и обслуживание программного обеспечения и систем управления базами данных инфокоммуникационного оборудования; протоколирование работы телекоммуникационного оборудования; конфигурирование телекоммуникационного оборудования и телефонии для вновь создаваемых узлов сети; поиск, диагностика и документирование ошибок сетевых устройств и программного обеспечения; использование инновационных решений и технологий в проектах; разработка методических и нормативных документов, технической документации, а также предложений и мероприятий по реализации разработанных проектов и программ;</p>	<p>Программно-конфигурируемые беспроводные инфокоммуникационные системы и сети</p>

		оценка инновационных рисков коммерциализации проектов;	
--	--	---	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 1-м курсе во 2-м семестре; базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: «Информатика», «Дискретная математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория электрических цепей», «Вычислительная техника и информационные технологии», «Общая теория связи», «Основы программирования на ЦСП», «Цифровая обработка сигналов».

Дисциплина «Современные методы и технологии ЦОС в системах связи» является основой для дальнейшего изучения дисциплин: «Современные методы и технологии канального кодирования», «Технологии мобильной связи нового поколения», «Проектирование систем ЦОС на ЦСП», а также проведения научно-исследовательских работ и подготовки выпускной работы.

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:
знать:

- основные понятия и методы математического анализа, теории вероятностей и математической статистики;
- основы вычислительной и дискретной математики;
- основы теории электрических цепей;
- основы микропроцессорной техники и информационных технологий;
- основы радиотехники и общей теории связи;
- основы теории цифровых цепей и сигналов;
- основы программирования сигнальных процессоров.

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;
- использовать методы и алгоритмы оптимального проектирования цифровых фильтров при разработке многоскоростных 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 фильтров, реализуемых на основе децимации и интерполяции;
- разработки и оптимизации программ на ЦСП.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки, а также компетенций (при наличии), установленных университетом.

Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория (группа) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>УК-1.1. Знать: - методы системного и критического анализа; - методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации</p> <p>УК-1.2. Уметь: - применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; - разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации.</p> <p>УК-1.3. Владеть: - методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; - методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.</p>

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Исследовательская деятельность	ОПК-2. Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	<p>ОПК-2.1. Знает принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и умеет оценивать их достоинства и недостатки</p> <p>ОПК-2.2. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований систем передачи, распределения, обработки и хранения информации</p> <p>ОПК-2.3. Владеет навыками реализации новых принципов и методов обработки и передачи информации в современных инфокоммуникационных системах и сетях</p> <p>ОПК-2.4. Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом исследования современных инфокоммуникационных систем и /или их составляющих</p>
Владение информационными технологиями	ОПК-3. Способен приобретать, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению задач своей профессиональной деятельности	<p>ОПК-3.1. Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности</p> <p>ОПК-3.2. Умет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и об-</p>

		разовательной сфер деятельности ОПК-3.3. Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом при проведении исследований, проектировании, организации технологических процессов и эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств и /или их составляющих
--	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоёмкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 5 зачётных единиц (ЗЕ) или 180 часов.

Распределение дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр	2 (1.2)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32		32	
Практические	32		32	
Иная контактная работа	0,35		0,35	
Консультирование перед экзаменом и практикой	2		2	
Итого ауд.	66,35		66,35	
Контактная работа	66,35		66,35	
Сам. работа	78		78	
Часы на контроль	35,65		35,65	
Итого	180		180	

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

№	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость, часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем						Самост. работа обучающихся	Контроль
			всего	лекции	прак. зан.	лаб. раб.	ИКР	конс		
	Всего	180	66,35	32	32	-	0,35	2	78	35,65
1	Цифровые системы частотной селекции на основе многоскоростной обработки сигналов	40	20	10	10	-	-	-	20	-
2	Адаптивная обработка сигналов и ее применение в системах Телекоммуникаций	54	20	10	10	-	-	-	34	-
3	Вейвлет-преобразование в цифровой обработке сигналов	24	12	6	6	-	-	-	12	-
4	Спектральное оценивание и корреляционный анализ	24	12	6	6	-	-	-	12	-
5	Экзамен и консультации	38	2,35	-	-	-	0,35	2	-	35,65

4.3 Содержание дисциплины

4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Основы многоскоростной обработки сигналов.	2	УК-1, ОПК-2	экзамен
2	Методы синтеза структуры узкополосного цифрового фильтра на основе многоскоростной обработки сигналов	2	УК-1, ОПК-2	экзамен
3	Цифровые многоскоростные системы анализа-синтеза сигналов. Методы синтеза во временной области.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен

4	Цифровые многоскоростные системы анализа-синтеза сигналов. Методы синтеза в частотной области	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
5	Цифровые системы частотной селекции на основе эффекта прорезывания по частоте.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
6	Адаптивные фильтры: назначение, классификация и применение.	2	УК-1, ОПК-2	Экзамен
7	Адаптивные КИХ-фильтры: общее описание и методы синтеза.	2	УК-1, ОПК-2	Экзамен
8	Альтернативный подход на основе градиентных методов поиска экстремума. Алгоритмы МНК и РНК.	2	ОПК-2	Экзамен
9	Синтез адаптивных БИХ-фильтров.	2	УК-1, ОПК-2	Экзамен
10	Применение адаптивной фильтрации в телекоммуникационных системах	2	ОПК-3	Экзамен
11	Вейвлет-преобразование и его свойства.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
12	Применение вейвлет-преобразования в телекоммуникационных системах	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
13	Кратномасштабный анализ и его применение	2	ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
14	Математические основы спектрального оценивания.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
15	Параметрические методы спектрального оценивания.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
16	Корреляционный анализ и его применение	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен

4.3.2 Практические занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Основы многоскоростной обработки сигналов.	2	УК-1, ОПК-2	Зачет
2	Методы синтеза структуры узкополосного цифрового фильтра на основе многоскоростной обработки сигналов	2	УК-1, ОПК-2	Зачет
3	Цифровые многоскоростные системы анализа-синтеза сигналов. Методы синтеза во временной области.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Зачет
4	Цифровые многоскоростные системы анализа-синтеза сигналов. Методы синтеза в частотной области	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Зачет

5	Цифровые системы частотной селекции на основе эффекта прореживания по частоте.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Зачет
6	Адаптивные фильтры: назначение, классификация и применение.	2	УК-1, ОПК-2	Зачет
7	Адаптивные КИХ-фильтры: общее описание и методы синтеза.	2	УК-1, ОПК-2	Зачет
8	Альтернативный подход на основе градиентных методов поиска экстремума. Алгоритмы МНК и РНК.	2	ОПК-2	Зачет
9	Синтез адаптивных БИХ-фильтров.	2	УК-1, ОПК-2	Зачет
10	Применение адаптивной фильтрации в телекоммуникационных системах	2	ОПК-3	Зачет
11	Вейвлет-преобразование и его свойства.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Зачет
12	Применение вейвлет-преобразования в телекоммуникационных системах	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Зачет
13	Кратномасштабный анализ и его применение	2	ОПК-2, ОПК-3	Зачет
14	Математические основы спектрального оценивания.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Зачет
15	Параметрические методы спектрального оценивания.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Зачет
16	Корреляционный анализ и его применение	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Зачет

4.3.3 Самостоятельная работа

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Основы многоскоростной обработки сигналов.	2	УК-1, ОПК-2	экзамен
2	Методы синтеза структуры узкополосного цифрового фильтра на основе многоскоростной обработки сигналов	2	УК-1, ОПК-2	экзамен
3	Цифровые многоскоростные системы анализа-синтеза сигналов. Методы синтеза во временной области.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
4	Цифровые многоскоростные системы анализа-синтеза сигналов. Методы синтеза в частотной области	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
5	Цифровые системы частотной селекции на основе эффекта прореживания по частоте.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
6	Адаптивные фильтры: назначение,	2	УК-1, ОПК-2	Экзамен

	классификация и применение.			
7	Адаптивные КИХ-фильтры: общее описание и методы синтеза.	2	УК-1, ОПК-2	Экзамен
8	Альтернативный подход на основе градиентных методов поиска экстремума. Алгоритмы МНК и РНК.	2	ОПК-2	Экзамен
9	Синтез адаптивных БИХ-фильтров.	2	УК-1, ОПК-2	Экзамен
10	Применение адаптивной фильтрации в телекоммуникационных системах	2	ОПК-3	Экзамен
11	Вейвлет-преобразование и его свойства.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
12	Применение вейвлет-преобразования в телекоммуникационных системах	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
13	Кратномасштабный анализ и его применение	2	ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
14	Математические основы спектрального оценивания.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
15	Параметрические методы спектрального оценивания.	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен
16	Корреляционный анализ и его применение	2	УК-1, ОПК-2, ОПК-3	Экзамен

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Современные методы и технологии ЦОС в системах связи»)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная 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».

6. Витязев В.В. Многоскоростная обработка сигналов / М.: Горячая линия – Телеком. 2017. – 336 с.

6.2 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 - 2019 г.г.

6.3 Методические указания к практическим занятиям/лабораторным занятиям:

1. Витязев В.В., Линович А.Ю., Никишкин П.Б. Современные методы цифровой обработки сигналов : Метод.указ.к лаб.работам. Ч.1 / РГРТУ. - Рязань, 2018. - 56с. - Библиогр.: 7 назв.
2. Витязев В.В., Линович А.Ю., Никишкин П.Б. Современные методы цифровой обработки сигналов : Метод.указ.к лаб.работам. Ч.11 / РГРТУ. - Рязань, 2018. - 56с. - Библиогр.: 8назв.

6.4 Методические указания к курсовому проектированию (курсовой работе) и другим видам самостоятельной работы

Изучение дисциплины «Современные методы и технологии ЦОС в системах связи» проходит в течение 1 семестра. Основные темы дисциплины осваиваются в ходе аудиторных занятий, однако важная роль отводится и самостоятельной работе студентов.

Самостоятельная работа включает в себя следующие этапы:

- изучение теоретического материала (работа над конспектом лекции);
- самостоятельное изучение дополнительных информационных ресурсов (доработка конспекта лекции);
- выполнение заданий текущего контроля успеваемости (подготовка к практическому занятию);
- итоговая аттестация по дисциплине (подготовка к экзамену).

Работа над конспектом лекции: лекции – основной источник информации по предмету, позволяющий не только изучить материал, но и получить пред-

ставление о наличии других источников, сопоставить разные способы решения задач и практического применения получаемых знаний. Лекции предоставляют возможность «интерактивного» обучения, когда есть возможность задавать преподавателю вопросы и получать на них ответы. Поэтому рекомендуется в день, предшествующий очередной лекции, прочитать конспекты двух предшествующих лекций, обратив особое внимание на содержимое последней лекции.

Подготовка к практическому занятию или лабораторной работе: состоит в теоретической подготовке (изучение конспекта лекций и дополнительной литературы) и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.). Во время самостоятельных занятий студенты выполняют задания, выданные им на предыдущем практическом занятии, готовятся к контрольным работам, выполняют задания типовых расчетов.

Доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы, интернет-ресурсов: этот вид самостоятельной работы студентов особенно важен в том случае, когда одну и ту же задачу можно решать различными способами, а на лекции изложен только один из них. Кроме того, рабочая программа по дисциплине предполагает рассмотрение некоторых относительно несложных тем только во время самостоятельных занятий, без чтения лектором.

Подготовка к зачету: основной вид подготовки – «свертывание» большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее «развертывании» (примеры к теории, выведение одних закономерностей из других и т.д.).

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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) .

8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

На каждом персональном компьютере (как для студентов, так и для преподавателя) в учебной лаборатории должно быть установлено следующее программное обеспечение:

- 1) Операционная система Windows XP, Windows 7 Professional или Windows 10 Pro (DreamSpark Membership ID 700565238)

- 2) Kaspersky Endpoint Security (Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2922-190228-101204-557-1191, срок действия с 28.02.2019 по 07.03.2021)
- 3) Adobe Reader (Plat-formClients_PC_WWEULA-ru_RU-20110809-1357 – бессрочно)
- 4) LibreOffice (Mozilla Public Licence 2.0 – бессрочно)
- 5) 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)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для освоения дисциплины необходимы следующие материально-технические ресурсы:

- 1) аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, оборудованная маркерной (меловой) доской;
- 2) аудитория для самостоятельной работы, оснащенная индивидуальной компьютерной техникой с подключением к локальной вычислительной сети и сети Интернет.

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень специализированного оборудования
1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 423	80 мест, 1 мультимедиа проектор, 1 экран, 1 компьютер, специализированная мебель, доска.
2	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий и лабораторных работ, №422 главного учебного корпуса	30 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. Возможность подключения к сети

	«Интернет» проводным способом и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ.
--	---

Программу составил

д.т.н., зав. кафедрой

«Телекоммуникаций и основ радиотехники»

В.В. Витязев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Телекоммуникаций и основ радиотехники» «___» _____ 2020 г., протокол № ____.

Приложение к рабочей программе
по дисциплине “Современные методы и технологии ЦОС в системах связи”

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА
Кафедра «Телекоммуникаций и основ радиотехники»

Оценочные материалы

по дисциплине

Б1.Б.Д.06 «Современные методы и технологии ЦОС в системах связи»

Направление подготовки

11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Направленности (профили) подготовки

«Программно-конфигурируемые беспроводные инфокоммуникационные системы и сети»

Квалификация (степень) выпускника – магистр

Форма обучения – очная, очно-заочная

Рязань 2020 г.

Фонд оценочных средств - это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

Цель — оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретённых компетенций, обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача — обеспечить оценку уровня сформированности обще-профессиональных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимися в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний обучающихся проводится в форме текущего опроса, проведения контрольных работ по отдельным разделам и промежуточной аттестации.

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются письменные ответы студентов на индивидуальные вопросы.

По итогам курса обучающиеся сдают зачет. Форма проведения зачета – устный ответ с письменным подкреплением.

1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
1	2	3	4
1	Цифровые системы частотной селекции на основе многоскоростной обработки сигналов	ОПК-2, УК-1	экзамен
2	Адаптивная обработка сигналов и ее применение в системах телекоммуникаций	ОПК-3, УК-1	экзамен
3	Спектральное оценивание и вейвлет-преобразование	ОПК-3	экзамен

Расписание аудиторных занятий, консультаций и зачета составляет диспетчерская служба учебного отдела, выставляет его на сайт РГРТУ и вывешивает на бумажном носителе, утвержденном проректором по учебной работе, в установленном месте.

Расписание текущих консультаций в течение семестра по лекционному материалу, темам, вынесенным для самостоятельного изучения студентами, составляется лектором дисциплины по согласованию со студентами, подписывается им и вывешивается на бумажном носителе на доске объявлений кафедры.

Если студент в ходе семестра не выполнил часть предусмотренной программой дисциплины учебной работы или не прошел часть текущих контролируемых мероприятий, знание им этого материала проверяется в ходе сдачи зачета во время промежуточной аттестации (написания и успешной сдачи контрольных работ по каждому из трех разделов).

2. Критерии оценивания компетенций (результатов)

- 1) Уровень освоения материала, предусмотренного программой.
- 2) Умение анализировать изучаемый материал, устанавливать причинно-следственные связи.
- 3) Умение излагать основной смысл изучаемых понятий и наблюдаемых процессов.
- 4) Практические навыки расчетов, анализа, разработки программ.

«**Отлично**» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, усвоивший основную программу обучения и знакомый с дополнительными источниками, рекомендованные рабочей программой.

«**Хорошо**» заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполнивший предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

«**Удовлетворительно**» заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, выполнивший предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

«**Неудовлетворительно**» выставляется студенту при обнаружении пробелов в знании учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по данной дисциплине.

3. Типовые контрольные мероприятия

3.1. Примеры заданий для КР по разделу 1

Раздел 1. Цифровые системы частотной селекции на основе много- скоростной обработки сигналов

Цель: Изучение математических методов анализа-синтеза сигналов на основе многоскоростной обработки и их применение для построения банка цифровых полосовых фильтров и фильтров-демодуляторов в системах телекоммуникаций.

Вопросы для обсуждения:

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.

БИЛЕТ № 1-1

1. Цифровые многоскоростные системы анализа-синтеза сигналов. Классификация методов синтеза набора цифровых фильтров-демодуляторов.
2. Как графически отображается система анализа-синтеза сигналов с использованием многоскоростной обработки.
3. Как выбирается коэффициент децимации-интерполяции?
4. Приведите примеры применения систем анализа-синтеза сигналов.

БИЛЕТ № 1-2

1. Прямая параллельная форма построения набора цифровых фильтров-демодуляторов. Два способа построения структуры цифрового фильтра-демодулятора.
2. Как графически отображаются структуры цифрового фильтра-демодулятора? Достоинства и недостатки двух альтернативных способов.
3. Какие требования предъявляются к частотной избирательности?
4. Как связан коэффициент децимации на выходе фильтра-демодулятора с параметрами его частотной избирательности?

БИЛЕТ № 1-3

1. Параллельная форма построения набора цифровых фильтров-демодуляторов с предварительным преобразованием.
2. Как графически отображается набор цифровых фильтров-демодуляторов с предварительным преобразованием?
3. В чем преимущество структуры с предварительным преобразованием и когда она наиболее эффективна?
4. Приведите (выведите) формулу оценки приведенных вычислительных затрат и памяти данных.

БИЛЕТ № 1-4

1. Полифазная форма построения набора цифровых фильтров-демодуляторов с применением ДПФ.
2. Как графически отображается полифазная форма построения набора цифровых фильтров-демодуляторов с применением ДПФ?
3. В чем преимущества полифазной формы и чем она ограничена?
4. Приведите (выведите) формулу оценки приведенных вычислительных затрат и памяти данных.

БИЛЕТ № 1-5

1. Пирамидальная форма построения набора цифровых фильтров-демодуляторов.

2. Как графически отображается пирамидальная форма построения набора цифровых фильтров-демодуляторов?
3. В чем преимущества пирамидальной формы и чем она ограничена?
4. Приведите (выведите) формулу оценки приведенных вычислительных затрат и памяти данных.

БИЛЕТ № 1-6

1. Методы синтеза набора цифровых фильтров-демодуляторов в частотной области: прямая параллельная форма.
2. Как графически отображается прямая параллельная форма построения набора цифровых фильтров-демодуляторов в частотной области?
3. В чем преимущества прямой параллельной формы и чем она ограничена?
4. Приведите (выведите) формулу оценки приведенных вычислительных затрат и памяти данных.

БИЛЕТ № 1-7

1. Адаптивные системы анализа-синтеза сигналов.
2. Как графически отображается система анализа-синтеза сигналов на основе набора цифровых фильтров-демодуляторов ?
3. В чем преимущества адаптивной системы анализа-синтеза сигналов и чем она ограничена?
4. Приведите примеры применения адаптивной системы анализа-синтеза сигналов.

БИЛЕТ № 1-8

1. Методы синтеза структуры банка цифровых полосовых фильтров.
2. Как формулируется постановка задачи синтеза банка цифровых полосовых фильтров и чем она отличается от задачи построения набора цифровых фильтров-демодуляторов?
3. Назовите основные методы синтеза банка цифровых полосовых фильтров.
4. Приведите примеры применения банка цифровых полосовых фильтров.

БИЛЕТ № 1-9

1. Прямая форма построения банка цифровых полосовых фильтров с предварительным преобразованием.
2. Как графически отображается банк цифровых полосовых фильтров с предварительным преобразованием?
3. В чем преимущества прямой параллельной формы с предварительным преобразованием?
4. Приведите (выведите) формулу оценки приведенных вычислительных затрат и памяти данных.

БИЛЕТ № 1-10

1. Пирамидальная форма построения банка цифровых полосовых фильтров на основе эффекта прореживания по частоте.
2. Как графически отображается пирамидальная форма построения банка цифровых полосовых фильтров?
3. В чем преимущества пирамидальной формы построения банка цифровых полосовых фильтров?
4. Приведите (выведите) формулу оценки приведенных вычислительных затрат и памяти данных.

3.2. Примеры заданий для КР по разделу 2

Раздел 2. Адаптивная обработка сигналов и ее применение в системах телекоммуникаций

Цель: Изучение методов и алгоритмов адаптивной обработки сигналов в системах телекоммуникаций.

Вопросы для обсуждения:

1. Адаптивные фильтры: назначение, классификация, применение.
2. Адаптивные КИХ-фильтры: общее описание и методы синтеза.
3. Методы поиска параметров рабочей функции. Устойчивость и скорость сходимости. Обучающая кривая.
4. Градиентные методы поиска: метод Ньютона и метод наискорейшего спуска.
5. Влияние шума на поиск оптимального вектора весовых коэффициентов.

6. Метод наименьших квадратов (МНК): вывод алгоритма МНК, анализ сходимости, обучающая кривая.
7. Градиентные методы для многомерного пространства и его приближения. Алгоритм последовательной регрессии. Адаптивные рекурсивные фильтры.
8. Применение адаптивной обработки в телекоммуникационных системах. Прямое моделирование многолучевого канала связи. Эхо-компенсация.
9. Обратное моделирование динамических систем. Адаптивное выравнивание телефонных каналов (эквалайзеры).
10. Адаптивное подавление помех. Подавление и фильтрация периодических сигналов с помощью адаптивного устройства предсказания.

БИЛЕТ № 2-1

1. Адаптивные фильтры: назначение, классификация, применение.
2. Два способа построения структуры адаптивного фильтра: отличительные особенности, область применения.
3. Как графически отображаются схемы подключения адаптивного фильтра в задачах прямого и обратного моделирования?
4. Применение адаптивной фильтрации в задачах кодирования.,

БИЛЕТ № 2-2

1. Адаптивные КИХ-фильтры: общее описание и методы синтеза.
2. Как графически отображается структура адаптивного КИХ-фильтра?
3. Приведите матрично-векторное описание КИХ-фильтра с выводом оптимального решения по критерию метода наименьших квадратов ошибки обучения.
4. Какие ограничения накладываются на статистические характеристики сигналов, гарантирующие устойчивость алгоритма обучения?

БИЛЕТ № 2-3

1. Методы поиска параметров рабочей функции. Устойчивость и скорость сходимости. Обучающая кривая.
2. Что вкладывается в понятие «рабочая функция» в задаче поиска оптимального решения на этапе обучения адаптивного фильтра?
3. Чем определяются степень устойчивости и скорость сходимости алгоритма обучения?
4. Приведите примеры поведения обучающей кривой в зависимости от

значения знаменателя геометрической прогрессии рекуррентного алгоритма обучения.

БИЛЕТ № 2-4

1. Градиентные методы поиска: метод Ньютона и метод наискорейшего спуска.
2. Почему рассматриваемые методы поиска оптимального решения называются градиентами, в чем их принципиальное отличие?
3. Приведите формулы рекуррентного алгоритма обучения по методу наискорейшего спуска и методу Ньютона.
4. Проведите сравнительную оценку эффективности градиентных методов с позиции точности, скорости и вычислительной сложности.

БИЛЕТ № 2-5

1. Влияние шума на поиск оптимального вектора весовых коэффициентов.
2. Дайте оценку влияния шума на поиск оптимального решения методом статистического оценивания корреляционной функции входного процесса и вектора взаимной корреляции.
3. Дайте оценку влияния шума на поиск оптимального решения градиентными методами.
4. Как влияет шум на скорость и сходимость алгоритма обучения?

БИЛЕТ № 2-6

1. Метод наименьших квадратов (МНК): вывод алгоритма МНК, анализ сходимости, обучающая кривая.
2. В чем отличие алгоритма МНК от других градиентных методов?
3. Приведите (выведите) формулу рекуррентного алгоритма обучения по методу наименьших квадратов (МНК).
4. Проведите сравнительную оценку эффективности МНК с позиции точности, скорости и вычислительной сложности.

БИЛЕТ № 2-7

1. Градиентные методы для многомерного пространства и его прибли-

жения. Алгоритм последовательной регрессии. Адаптивные рекурсивные фильтры.

2. Приведите (выведите) формулу рекуррентного алгоритма обучения по методу Ньютона и методу наискорейшего спуска.
3. Какие операции включает в себя алгоритм последовательной регрессии: достоинства и недостатки?
4. В чем проблема обучения адаптивного БИХ-фильтра и как она решается?

БИЛЕТ № 2-8

1. Применение адаптивной обработки в телекоммуникационных системах. Прямое моделирование многолучевого канала связи. Эхокомпенсация.
2. В чем проблема многолучевости беспроводной связи и как она решается с помощью прямого моделирования?
3. Приведите схему подключения адаптивного фильтра к каналу связи.
4. В чем проблема акустического эхо и как она решается с помощью адаптивных фильтров?

БИЛЕТ № 2-9

1. Обратное моделирование динамических систем. Адаптивное выравнивание телефонных каналов (эквалайзеры).
2. В чем проблема «эквалайзенга» и как она решается с помощью обратного моделирования?
3. Приведите схему подключения адаптивного фильтра к каналу связи.
4. Дайте оценку эффективности обратного моделирования с позиции достижимой скорости передачи данных.

БИЛЕТ № 2-10

1. Адаптивное подавление помех. Подавление и фильтрация периодических сигналов с помощью адаптивного устройства предсказания.
2. Приведите схему подключения адаптивного фильтра линейного предсказания в задаче подавления узкополосных и периодических сигналов.
3. Приведите схему подключения адаптивного фильтра линейного

предсказания в задаче выделения узкополосных и периодических сигналов на фоне широкополосного шума.

4. Дайте оценку эффективности применения линейного предсказания в задачах подавления и фильтрации периодических сигналов.

3.3. Примеры заданий для КР по разделу 3

Раздел 3. Спектральное оценивание и вейвлет-преобразование

Цель: Изучение методов и алгоритмов спектрального оценивания и вейвлет-преобразования в системах телекоммуникаций.

Вопросы для обсуждения:

1. Частотно-временной анализ непрерывных сигналов. Кратковременное преобразование Фурье. Вейвлет-преобразование.
2. Непрерывное вейвлет-преобразование и его свойства.
3. Быстрый алгоритм для вычисления вейвлет-образа.
4. Быстрый алгоритм восстановления сигнала по его вейвлет-образу.
5. Принцип построения вейвлетов.
6. Дискретное вейвлет-преобразование. Преобразование Хаара и его свойства.
7. Вейвлеты Добеши и их свойства.
8. Кратномасштабный анализ.
9. Периодограмма дискретного случайного процесса.
10. Разрешающая способность спектрального оценивания.
11. Периодограмма и выборочная автокорреляционная функция.
12. Коррелограммные методы оценивания СПМ.
13. Периодограммные методы оценивания СПМ.
14. Параметрический метод спектрального оценивания. AP, - CC, - APCC-модели.
15. Связь параметров AP, - CC, - APCC-моделей автокорреляционной функции.

БИЛЕТ № 3-1

1. Частотно-временной анализ непрерывных сигналов. Кратковременное преобразование Фурье. Вейвлет-преобразование.
2. Периодограмма дискретного случайного процесса.

БИЛЕТ № 3-2

1. Непрерывное вейвлет-преобразование и его свойства.
2. Разрешающая способность спектрального оценивания.

БИЛЕТ № 3-3

1. Быстрый алгоритм для вычисления вейвлет-образа.
2. Периодограмма и выборочная автокорреляционная функция.

БИЛЕТ № 3-4

1. Быстрый алгоритм восстановления сигнала по его вейвлет-образу.
2. Коррелограммные методы оценивания СПМ.

БИЛЕТ № 3-5

1. Принцип построения вейвлетов.
2. Периодограммные методы оценивания СПМ.

БИЛЕТ № 3-6

1. Дискретное вейвлет-преобразование. Преобразование Хаара и его свойства.
2. Параметрический метод спектрального оценивания. AP, - CC, - APCC-модели.

БИЛЕТ № 3-7

1. Вейвлеты Добеши и их свойства.

2. Связь параметров AP, - CC, - APCC-моделей автокорреляционной функции.

БИЛЕТ № 3-8

1. Частотно-временной анализ непрерывных сигналов. Кратковременное преобразование Фурье. Вейвлет-преобразование.
2. Периодограмма и выборочная автокорреляционная функция.

БИЛЕТ № 3-9

1. Быстрый алгоритм для вычисления вейвлет-образа.
2. Коррелограммные методы оценивания СПМ.

3.4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Современные методы и технологии ЦОС в системах связи»

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. Применение адаптивной обработки сигналов в системах управления и обработки информации.
26. Частотно-временной анализ непрерывных сигналов. Кратковременное преобразование Фурье. Вейвлет-преобразование.
27. Непрерывное вейвлет-преобразование. Примеры вейвлетов.
28. Быстрый алгоритм восстановления сигнала по его вейвлет-образу.
29. Дискретное вейвлет-преобразование. Преобразование Хаара и его свойства.
30. Быстрый алгоритм вычисления непрерывного вейвлет-преобразования с использованием преобразования Хаара.
31. Вейвлеты Добеши и их свойства. От фильтров к функциям.
32. Кратномасштабный анализ. Одномерные сигналы. Двумерные сигналы (изображения).
33. Примеры применения вейвлетов в система передачи данных: локализация энергии и сжатие.

34. Частотно-временной анализ непрерывных сигналов. Кратковременное преобразование Фурье. Вейвлет-преобразование.
35. Непрерывное вейвлет-преобразование и его свойства.
36. Быстрый алгоритм для вычисления вейвлет-образа.
37. Быстрый алгоритм восстановления сигнала по его вейвлет-образу.
38. Принцип построения вейвлетов.
39. Дискретное вейвлет-преобразование. Преобразование Хаара и его свойства.
40. Вейвлеты Добеши и их свойства.
41. Кратномасштабный анализ.
42. Периодограмма дискретного случайного процесса.
43. Разрешающая способность спектрального оценивания.
44. Периодограмма и выборочная автокорреляционная функция.
45. Коррелограммные методы оценивания СПМ.
46. Периодограммные методы оценивания СПМ.
47. Параметрический метод спектрального оценивания. AP, - CC, - APCC-модели.
48. Связь параметров AP, - CC, - APCC-моделей автокорреляционной функции.

Расписание аудиторных занятий, предзачетных консультаций и зачетов составляет диспетчерская служба учебного отдела, выставляет его на сайт РГРТУ и вывешивает на бумажном носителе, утвержденном проректором по учебной работе, в установленном месте.

Расписание текущих консультаций в течение семестра по лекционному материалу, темам, вынесенным для самостоятельного изучения студентами, составляется лектором дисциплины по согласованию со студентами, подписывается им и вывешивается на бумажном носителе на доске объявлений кафедры.

Если студент в ходе семестра не выполнил часть предусмотренной программой дисциплины учебной работы или не прошел часть текущих контролируемых мероприятий, знание им этого материала проверяется в ходе сдачи зачета или во время промежуточной аттестации.

Составил

д.т.н., зав. кафедрой

«Телекоммуникаций и основ радиотехники»

В.В. Витязев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Телекоммуникаций и основ радиотехники» (протокол № ___ от ___ _____ 2020 г.).

Заведующий кафедрой

«Телекоммуникаций и основ радиотехники»,

д.т.н, профессор В.В. Витязев