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»

«СОГЛАСОВАНО»
Декан ФРТ
_____ / Холопов И.С.
«19» 06 2020 г

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор РОПиМД
_____ / Корячко А.В.
«19» 06 2020 г

Заведующий кафедрой ТОР
_____ / Витязев В.В.
«19» 06 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Б1.В.05 «ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ И СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ В СИСТЕМАХ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ»

Направление подготовки
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Направленность (профиль) подготовки
«Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа»

Уровень подготовки
Бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2020 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» № 930, утвержденного 19.09.2017.

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 с подвижными объектами. Эта цель достигается изучением теории, методов и алгоритмов многоскоростной и адаптивной обработки сигналов, а также вейвлет-преобразования и их реализации в реальном времени на сигнальных процессорах.

Основные задачи освоения учебной дисциплины:

- определить предмет и задачи информационных технологий реального времени (цифровой обработки сигналов) применительно к средствам связи с подвижными объектами;
- 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 обработки сигналов и ее применения в телекоммуникационных системах;
- дать представление о вейвлет-преобразование и его применении в телекоммуникационных системах;
- дать развернутое описание архитектуры и языка программирования современных встраиваемых гетерогенных процессоров.

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	Проведение экспериментов по заданной методике, анализ результатов и составление рекомендаций по улучшению технико- экономических показателей инфокоммуникационного оборудования; проведение измерений и наблюдений, составление описания проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций; математическое моделирование инфокоммуникационных	Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа

		процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ; составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок.	

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 4 курсе в 7 и 8 семестрах; 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 «Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры в СПР» является основой для дальнейшего изучения дисциплин: «Обработка сигналов на ЦСП», «Устройства преобразования и обработки информации в СПР», также проведения учебно-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;
- разработка и кросскомпиляция программ для встраиваемых гетерогенных процессоров.

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.

Рекомендуемые профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения (при наличии)

Задача ПД	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Обоснование (ПС, анализ опыта)
Тип задач профессиональной деятельности: **научно-исследовательский**				
Сбор, анализ и обработка статистической информации по работе с телекоммуникационным оборудованием	Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа.	ПК-3. Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследований с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению	ПК-3.1 Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного	Инженер технической поддержки в области связи (телекоммуникаций)

		результатов исследовани й.	оборудования ПК-3.2 Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуни-кационных систем и их со-ставляющих	

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 зачётные единицы (ЗЕ) или 180 часов.

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**7 (4.1)**		**8 (4.2)**		Итого	
Недель	16		8			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	16		8		24	
Лабораторные	16		16		32	
Практические			8		8	
Иная контактная работа	0,55		0,35		0,9	
Консультирование перед экзаменом и практикой			2		2	
Итого ауд.	32,55		34,35		66,9	
Контактная работа	32,55		34,35		66,9	
Сам. работа	15		38		53	
Часы на контроль	8,75		35,65		44,4	
Письменная работа на курсе	15,7				15,7	
Итого	72		108		180	

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

В структурном отношении программа представлена следующими разделами.

***Модуль* 1**

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

Раздел 2. Адаптивная обработка сигналов и ее применение в системах

телекоммуникаций.

Раздел 3. Введение в ЦОС с применением вейвлет-преобразования.

***Модуль* 2**

Раздел 4. Встраиваемые гетерогенные процессоры в системах подвижной связи.

№ п/п	*Тема*	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем						Письменная работа на курсе	Самостоятельная работа обучающихся	Контроль
			всего	лекции	консультации	практические занятия	лабораторн. работы	ИКР			
1	2	3	4	5	9	6	7	8	9		
Семестр 7											
1	Цифровые системы частотной селекции на основе многоскоростной обработки сигналов	**17**	12	*4*			*8*			5	
2	Адаптивная обработка сигналов и ее применение в системах телекоммуникаций	**21**	16	*8*			*8*			5	
3	Введение в ЦОС с применением вейвлет-преобразования	**9**	4	*4*						5	
4	Курсовой проект	**16**	0,3					*0,3*	15,7		
5	Зачет	**9**	0,25					*0,25*			8,75
	Итого:	**72**	**32,55**	16			16	0,55	**15,7**	**15**	**8,75**
Семестр 8											
6	Встраиваемые гетерогенные процессоры в системах подвижной связи.	**70**	32	*8*		*8*	*16*			38	
7	Экзамен	**38**	2,35		*2*			*0,35*			35,65
	Итого:	**108**	**34,35**	8	2	8	16	*0,35*		**38**	**35,65**
	Всего:	**180**	**66,9**	**24**	**2**	**8**	**32**	**0,9**	**15,7**	**53**	**44,4**

4.3 Содержание дисциплины

4.3.1 Лекционные занятия, модуль 1

№	Темы лекционных занятий	Трудоемкость	Формируемые	Форма

п/п		(час.)	компетенции	контроля
1	Основы многоскоростной обработки сигналов.	2	ПК-3	зачет
2	Методы синтеза структуры узкополосного цифрового фильтра на основе многоскоростной обработки сигналов	2	ПК-3	зачет
3	Цифровые многоскоростные системы анализа-синтеза сигналов. Методы синтеза во временной и в частотной области.	2	ПК-3	зачет
4	Адаптивные фильтры: назначение, классификация и применение. Адаптивные КИХ-фильтры: общее описание и методы синтеза.	2	ПК-3	зачет
5	Альтернативный подход на основе градиентных методов поиска экстремума. Алгоритмы МНК и РНК.	2	ПК-3	зачет
6	Применение адаптивной фильтрации в телекоммуникационных системах	2	ПК-3	зачет
7	Вейвлет-преобразование и его свойства.	2	ПК-3	зачет
8	Кратномасштабный анализ его применение	2	ПК-3	зачет

4.3.1 Лекционные занятия, модуль 2

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Обзор особенностей встраиваемого процессора ARM. Архитектура встраиваемого гетерогенного процессора Texas Instruments OMAP L-138. Архитектура подсистемы ARM. Расширения Thumb, NEON, Jazelle.	2	ПК-3	экзамен
2	Основы работы в операционной системе Linux. Стандартные инструменты разработки операционной системы Linux.	2	ПК-3	экзамен
3	Инструменты сборки для встраиваемого гетерогенного процессора OMAP-L138. Компиляция ядра операционной системы для процессора OMAP-L138.	2	ПК-3	экзамен
4	Стандартные инструменты отладки. Отладочный вывод. Отладчик gdb. Базовые возможности gdb. Работа с точками останова	2	ПК-3	экзамен

4.3.2 Лабораторные занятия, модуль 1

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Синтез цифровых полосовых КИХ-фильтров и систем частотной селекции с использованием децимации и интерполяции преобразуемого сигнала	4	ПК-3	КП, зачет
2	Синтез цифровых полосовых КИХ-фильтров и систем частотной селекции с использованием децимации и интерполяции импульсной характеристики	4	ПК-3	КП, зачет
3	Исследование алгоритмов обучения адаптивного КИХ-фильтра	4	ПК-3	КП, зачет
4	Исследование алгоритмов обучения многоскоростного адаптивного КИХ-фильтра	4	ПК-3	КП, зачет

4.3.2 Лабораторные занятия, модуль 2

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Знакомство с командной оболочкой.	4	ПК-3	зачет
2	Разработка и компиляция приложения для операционной системы Linux.	4	ПК-3	Зачет
3	Разработка и компиляция приложения под платформу ARM процессора OMAP-L138.	4	ПК-3	Зачет
4	Компиляция ядра операционной системы Linux для процессора OMAP L138	4	ПК-3	Зачет

4.3.3 Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Обзор особенностей встраиваемого процессора ARM. Архитектура встраиваемого гетерогенного процессора Texas Instruments OMAP L-138. Архитектура подсистемы ARM. Расширения Thumb, NEON, Jazelle.	2	ПК-3	зачет
2	Основы работы в операционной системе Linux. Стандартные инструменты разработки операци-	2	ПК-3	зачет

	онной системы Linux.			
3	Инструменты сборки для встраиваемого гетерогенного процессора OMAP-L138. Компиляция ядра операционной системы для процессора OMAP-L138.	2	ПК-3	зачет
4	Стандартные инструменты отладки. Отладочный вывод. Отладчик gdb и его возможности.	2	ПК-3	зачет

4.3.4 Самостоятельная работа, модуль 1

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Основы многоскоростной обработки сигналов.	3	ПК-3	зачет
2	Методы синтеза структуры узкополосного цифрового фильтра на основе многоскоростной обработки сигналов	4	ПК-3	зачет
3	Цифровые многоскоростные системы анализа-синтеза сигналов. Методы синтеза во временной и в частотной области.	4	ПК-3	зачет
4	Адаптивные фильтры: назначение, классификация и применение. Адаптивные КИХ-фильтры: общее описание и методы синтеза.	4	ПК-3	зачет
5	Альтернативный подход на основе градиентных методов поиска экстремума. Алгоритмы МНК и РНК.	4	ПК-3	зачет
6	Применение адаптивной фильтрации в телекоммуникационных системах	4	ПК-3	зачет
7	Вейвлет-преобразование и его свойства.	4	ПК-3	зачет
8	Кратномасштабный анализ его применение	4	ПК-3	зачет

4.3.4 Самостоятельная работа, модуль 2

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Обзор особенностей встраиваемого процессора ARM. Архитектура	10	ПК-3	экзамен

	встраиваемого гетерогенного процессора Texas Instruments OMAP L-138. Архитектура подсистемы ARM. Расширения Thumb, NEON, Jazelle.			
2	Основы работы в операционной системе Linux. Стандартные инструменты разработки операционной системы Linux.	10	ПК-3	экзамен
3	Инструменты сборки для встраиваемого гетерогенного процессора OMAP-L138. Компиляция ядра операционной системы для процессора OMAP-L138.	10	ПК-3	экзамен
4	Стандартные инструменты отладки. Отладочный вывод. Отладчик gdb. Базовые возможности gdb. Работа с точками останова	10	ПК-3	экзамен

4.3.5 Темы курсового проектирования

Тема 1: «Система цифровой частотной селекции сигналов»

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 «Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры в СПР»)

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 «Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры в СПР» проходит в течение 2-х семестров. 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 представление о наличии других источников, сопоставить разные способы решения задач и практического применения получаемых знаний. Лекции предоставляют возможность «интерактивного» обучения, когда есть возможность за-

давать 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 (7-й семестр) и экзамену (8-й семестр): 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.).

Подготовка к защите курсового проекта (7-й семестр): требует постоянного контроля по срокам выполнения задания в соответствии с методическими указаниями: Система цифровой частотной селекции сигналов: методические указания к курсовому проекту / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: В.В. Витязев, А.Ю. Линович; под ред. В.В. Витязева. _ Рязань, 2019 – 24 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ 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 или Windows 7 Professional (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 ра-

		бот. 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» (протокол №__ от _____).

Приложение к рабочей программе
по дисциплине “Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры в СПР”

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.В.05 «ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ И СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ В СИСТЕМАХ ПОДВИЖНОЙ РАДИОСВЯЗИ»

Направление подготовки
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Направленность (профиль) подготовки
«Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа»

Уровень подготовки
Бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2020 г.

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов, предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной профессиональной образовательной программы.

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

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в ходе выполнения индивидуальных заданий на лабораторных работах. При оценивании результатов освоения лабораторных работ применяется шкала оценки «зачтено – не зачтено». Количество лабораторных работ и их тематика определена рабочей программой дисциплины.

Результат выполнения каждого индивидуального задания должен соответствовать всем критериям оценки в соответствии с компетенциями, установленными для заданного раздела дисциплины.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением теоретического зачета.

Форма проведения зачета – устный ответ с письменным подкреплением (по необходимости).

Дополнительным средством оценки знаний и умений студентов является отчет о проведении лабораторных работ и его защита.

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	ПК-3	зачет
2	Адаптивная обработка сигналов и ее применение в системах телекоммуникаций	ПК-3	зачет
3	Введение в ЦОС с применением вейвлет-	ПК-3	

	преобразования		зачет
4	Встраиваемые гетерогенные процессоры в системах подвижной связи.	ПК-3	экзамен

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.

Уровень освоения знаний, умений и навыков по разделам 1-3 оценивается в форме «**Зачтено**»/ «**Не зачтено**»

«**Зачтено**» 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.

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

Уровень освоения знаний, умений и навыков по разделу 4 оценивается в форме бальной отметки:

«**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 основ-

ного 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.

Уровень освоения знаний, умений и навыков по разделу 4 по результатам защиты курсового проекта оценивается в форме бальной отметки:

«**Отлично**» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое глубокое знание предмета проведенных исследований, и представивший полные ответы на все поставленные при защите вопросы.

«**Хорошо**» заслуживает студент, обнаруживший хорошее знание учебно-программного материала, и представивший достаточно полные ответы на поставленные вопросы.

«**Удовлетворительно**» заслуживает студент, обнаруживший удовлетворительные знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы, выполнивший предусмотренные в программе задания, но представивший правильные ответы на большинство поставленных вопросов.

«**Неудовлетворительно**» выставляется студенту при обнаружении пробелов в знании учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении расчетов, предусмотренных техническим заданием и, как следствие, не допущенный к защите курсового проекта.

3. Типовые контрольные мероприятия

3.1. Примеры заданий для КР по разделу 1

Раздел 1. Цифровые системы частотной селекции на основе многоскоростной 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: отличи-

тельные 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 приближения. 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 беспроводного 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. Введение в ЦОС с применением вейвлет-преобразования

Цель: Изучение методов и алгоритмов 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.

3.4. Примеры заданий для КР по разделу 4

Раздел 3. Встраиваемые гетерогенные процессоры в системах подвижной связи

Вопросы для обсуждения:

1. ARM место в истории. CISC и RISC. ARMv1.
2. Архитектура OMAP L-138. Подсистема ARM. Thumb, Jazell, NEON.
3. OS Linux. Причины использования Linux для процессора OMAP-L138. Структура файловой системы. Командная оболочка. Типы пользователей. Права доступа к файлам.
4. OS Linux. Командная оболочка. Горячие клавиши. Команды. Перенаправление. Каналы. Фильтры. Sed. Подстановка команд. Сценарии оболочки.
5. Текстовый редактор Vi.Режимы. Команды. Поиск и замена. Режим редактирования vi в bash.
6. Стандартные инструменты разработки. gcc. Компиляция программы, в том числе состоящей из нескольких файлов. Частичная компиляция. Параметры компиляции.
7. Стандартные инструменты разработки. make. Назначение. Пример makefile. Псевдоцели. Переменные в makefile. Возможности make. Распространенные ошибки. Инструменты сборки для OMAP-L138. Кросс-компиляция. CodeSourcery toolchain.
8. Методики и инструменты отладки. Отладочный вывод. Условия и особенности использования. Gdb. Возможности. Базовые команды. Работа с точками останова. Манипулирование данными.
9. Сборка ядра. Нумерация ядер. Утилита patch. Необходимый инструментарий. Полезные цели make при сборке ядра. Сборка ядра для процессора OMAP-L138. OMAP L138 SDK. Основные шаги сборки.

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