


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

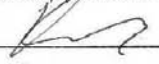
СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФРТ


Холопов И.С.
« » 2020 г.

Руководитель ОПОП


Кириллов С.Н.
« » 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01.06 «Цифровая обработка сигналов»

Направление

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы

ОПОП академического бакалавриата
«Сети, системы и устройства телекоммуникации»

Уровень подготовки

академический бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма 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»

«28» июня 2020 г., протокол № 7

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

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины являются формирование у студентов знаний основ теории и математического аппарата цифровой обработки сигналов (ЦОС), а также навыков их использования при построении современных телекоммуникационных систем. Эта цель достигается изучением теории, методов и алгоритмов преобразования и обработки сигналов в цифровых цепях с применением моделирующей среды MATLAB.

Основные задачи освоения учебной дисциплины:

- определить предмет и задачи информационных технологий реального времени;
- заложить основы теории цифровой обработки сигналов на примере проектирования цифровых фильтров частотной селекции и дискретных преобразований;
- изложить постановку и методику решения задачи аппроксимации в классе КИХ- и БИХ-цепей;
- научить методике анализа влияния собственных шумов и неточного представления весовых коэффициентов на качество работы систем ЦОС;
- дать представление о постановке и решение задачи оптимального проектирования систем ЦОС;
- ознакомить с основами теории двумерных цифровых цепей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» изучается по очной форме обучения на 3 курсе в 5 семестре; базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: иностранный язык, математика, информатика, дискретная математика, теория вероятностей и математическая статистика, теория электрических цепей, вычислительная техника и информационные технологии, общая теория связи.

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

знать:

- основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики;
- основы вычислительной математики и информатики;
- языки программирования (желательно, язык Си и MATLAB);
- основные понятия и модели электрических цепей;
- основы теории дискретизации, ортогональных преобразований и модуляции сигналов;
- иностранный язык.

уметь:

- применять методы математического анализа и дискретной математики для анализа характеристик динамических систем;

- применять математический аппарат теории вероятностей и математической статистики для анализа случайных процессов и статистических характеристик динамических систем;
- разрабатывать блок-схемы алгоритмов обработки сигналов;
- переводить технические тексты с иностранного языка;
- использовать математические модели аналоговых цепей для расчета цифровых фильтров.

владеть навыками:

- разработки программ общего назначения (желательно на языках Си и MATLAB);
- решения систем алгебраических и дифференциальных уравнений;
- ортогональных преобразований, постановки и решения задач аппроксимации;
- анализа временных и частотных характеристик цифровых динамических систем.

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 исследования с целью создания новых	ПК-3.1 Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международных и национальные	Инженер технической поддержки в области связи (телекоммуникаций)

		перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований.	стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования ПК-3.2 Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и 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 3 зачётные единицы (ЗЕ) или 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	108	108
В том числе:		
Лекции	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Семинары (С)		
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)		
<i>Другие виды аудиторной работы</i>		
Самостоятельная работа (всего)	60	60
В том числе:		
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)	24	24
Расчетно-графические работы		
Расчетные задания		
Реферат		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Контроль	36	36
Вид промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	зачет	Зачет

Общая трудоемкость час	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	3	3
Контактная работа (по учебным занятиям)	48	48

Семестр	5		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Консультирование перед экзаменом	2	2	2	2
Лабораторные работы	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Итого ауд.				
Контактная работа				
Сам. Работа	22,3	22,3	22,3	22,3
Часы на контроль	35,35	35,35	35,35	35,35
Итого	108	108	108	108

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

	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	практические занятия	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ЦОС - информатика реального времени. Предмет и задачи ЦОС в цифровых цепях	4	2	2	-	-	2
2	Математический аппарат описания линейных цифровых цепей и дискретных сигналов. Математические основы проектирования линейных цифровых фильтров в классе КИХ- и БИХ-цепей. Дискретное преобразование Фурье, алгоритм БПФ, быстрая свертка	70	36	8	12	16	34
3	Основы анализа эффектов квантования в цифровых цепях	20	8	4	4	-	12

4	Математические основы описания двумерных цифровых цепей и сигналов	14	2	2	-	-	12
	Всего:	108	48	16	16	16	60

4.3 Содержание дисциплины

4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	ЦОС – Информатика реального времени. Предмет и задачи ЦОС в цифровых цепях	2	ПК-3	экзамен
2	Общее математическое описание цифровых цепей, инвариантных к сдвигу. Математический синтез ЦФ в классе КИХ-цепей. Постановка и решение задачи аппроксимации.	2	ПК-3	экзамен
3	Z-преобразование и его свойства. БИХ-цепи: математическое описание и свойства. Постановка и решение задачи аппроксимации в классе БИХ-цепей	2	ПК-3	экзамен
4	Методы построения структур БИХ-фильтров. БИХ-фильтры 1-го и 2-го порядка: основные характеристики и свойства	2	ПК-3	экзамен
5	Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его свойства. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ). Быстрая свёртка на основе алгоритма ДПФ.	2	ПК-3	экзамен
6	Шум АЦП. Модель шума квантования. Шум округления в цифровых фильтрах при представлении чисел с фиксированной точкой	2	ПК-3	экзамен
7	Ограничение динамического диапазона в системах с фиксированной точкой. Квантование коэффициентов. Колебания предельных циклов	2	ПК-3	экзамен
8	Математические основы описания двумерных цифровых цепей и сигналов.	2	ПК-3	экзамен

4.3.2 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Синтез цифровых КИХ-фильтров и исследование их характеристик	4	ПК-3	зачет
2	Исследование прохождения сигналов через фильтр	4	ПК-3	Зачет
3	Исследование цифровых фильтров с бесконечной импульсной характеристикой	4	ПК-3	зачет
4	Методы проектирования и программная реализация КИХ-фильтров	4	ПК-3	зачет

4.3.3 Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Общее математическое описание цифровых цепей, инвариантных к сдвигу. Математический синтез ЦФ в классе КИХ-цепей. Постановка и решение задачи аппроксимации.	2	ПК-3	зачет
2	Z-преобразование и его свойства. Математическое описание линейных цифровых фильтров в классе БИХ-цепей.	2	ПК-3	зачет
3	Математический синтез ЦФ в классе БИХ-цепей. Постановка и решение задачи аппроксимации.	2	ПК-3	зачет
4	Методы построения структур БИХ-фильтров. БИХ-фильтры 1-го и 2-го порядка: основные характеристики и свойства	2	ПК-3	зачет
5	Математические основы проектирования линейных цифровых фильтров в классе КИХ-цепей. Дискретное преобразование Фурье и его свойства.	2	ПК-1	зачет
6	Алгоритм быстрого преобразования Фурье, быстрая свертка.	2	ПК-3	зачет
7	Шум АЦП. Модель шума квантования. Шум округления в цифровых фильтрах при представлении чисел с фиксированной точкой	2	ПК-3	зачет

8	Ограничение динамического диапазона в системах с фиксированной точкой. Модель Джексона.	2	ПК-3	зачет
---	---	---	------	-------

4.3.4 Самостоятельная работа

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма Контроля
1	ЦОС – Информатика реального времени. Предмет и задачи ЦОС в цифровых цепях	2	ПК-3	Экзамен
2	Общее математическое описание цифровых цепей, инвариантных к сдвигу. Математический синтез ЦФ в классе КИХ-цепей. Постановка и решение задачи аппроксимации.	6	ПК-3	Экзамен
3	Z-преобразование и его свойства. БИХ-цепи: математическое описание и свойства. Постановка и решение задачи аппроксимации в классе БИХ-цепей	10	ПК-3	Экзамен
4	Методы построения структур БИХ-фильтров. БИХ-фильтры 1-го и 2-го порядка: основные характеристики и свойства	8	ПК-3	Экзамен
5	Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его свойства. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ). Быстрая свёртка на основе алгоритма ДПФ.	10	ПК-3	Экзамен
6	Шум АЦП. Модель шума квантования. Шум округления в цифровых фильтрах при представлении чисел с фиксированной точкой	6	ПК-3	Экзамен
7	Ограничение динамического диапазона в системах с фиксированной точкой. Квантование коэффициентов. Колебания предельных циклов	6	ПК-3	Экзамен
8	Математические основы описания двумерных цифровых цепей и сигналов.	12	ПК-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 «Цифровая обработка сигналов»)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература:

1. Цифровые цепи и сигналы: учеб. пособие / В.В. Витязев; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2012. 136 с.
2. Цифровая обработка сигналов и MATLAB: уч. пособие / А.И. Соломина, и др. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013, 512 с.
3. Цифровая обработка сигналов: Метод.указ.к лаб.работам. Ч.1 / Витязев В. В., Линович А. Ю., Товпенко А. В. ; РГРТА. - Рязань, 2003. - 32с.
4. Цифровая обработка сигналов: Учебник для вузов / А.Б. Сергиенко – СПб.: БВХ-Питер, 2005, 603 с.
5. Калачиков А.А. Математические основы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям/ А.А. Калачиков— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014.— 67 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55481.html>.— ЭБС «IPRbooks».

6.2 Дополнительная литература:

1. Алан Оппенгейм 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».
2. Гадзиковский В.И. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]/ В.И. Гадзиковский— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015.— 766 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/53863.html>.— ЭБС «IPRbooks».
3. 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».
4. Яковлев А.Н. Цифровая фильтрация и синтез цифровых фильтров [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Н. Яковлев, Д.О. Соколова— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45192.html>.— ЭБС «IPRbooks».

6.3 Методические указания к практическим занятиям/лабораторным занятиям:

1. Витязев, В.В. Цифровая обработка сигналов : Метод.указ.к лаб.работам. Ч.1 / РГРТА. - Рязань, 2003. - 32с. - Библиогр.:с.31(5 назв.). - б/ц.

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

Изучение дисциплины «Цифровая обработка сигналов» 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 зачету и 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 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-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) РГРТУ.
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks.

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 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» (протокол №7 от 28.06.2019).