

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

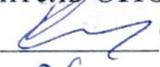
Кафедра «Радиоуправления и связи»

СОГЛАСОВАНО

Директор ИМиА

 О.А. Бодров
«25» 06 2020 г.

Руководитель ОПОП

 С.Н. Кириллов
«25» 06 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по РОП и МД

 А.В. Корячко
«06» 06 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**К.М.01.ДВ.03.02 «Методы обработки сигналов в системах, сетях и
устройствах телекоммуникаций»**

Направление подготовки

11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

ОПОП подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
«Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Квалификация (степень) выпускника – Исследователь.

Преподаватель – исследователь

Формы обучения – очная

Рязань 2020 г.

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

Рабочая программа по дисциплине «Методы обработки сигналов в системах, сетях и устройствах телекоммуникаций» является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) аспирантуры «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», разработанной в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи (уровень аспирантуры), утвержденным приказом Минобрнауки России от 30.10.2014 г. № 1403.

Цель изучения дисциплины: сформировать у студентов теоретические знания и практические навыки проектирования устройств цифровой обработки сигналов в многоканальных телекоммуникационных системах.

Для решения поставленной цели определены следующие задачи:

- формирование научно-исследовательской компетентности как составной части профессиональной подготовки;
- получение необходимых знаний по планированию этапов разработки устройств цифровой обработки сигналов (ЦОС);
- изучение методов и технологий коммуникаций в избранной сфере деятельности;
- овладение базовыми знаниями в области ЦОС;
- освоение современной элементной базы;
- знакомство с основными методами и алгоритмами ЦОС;
- реализация технических заданий на проектирование устройств ЦОС.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Коды компетенций	Содержание компетенций
ПК-4	способностью разрабатывать новые методы обработки сигналов в системах, сетях и устройствах телекоммуникаций

2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры

Дисциплина «Методы обработки сигналов в системах, сетях и устройствах телекоммуникаций» является обязательной, относится к вариативной части блока №1 дисциплин основной профессиональной образовательной программы академической аспирантуры «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» по направлению подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи ФГБОУ ВО «РГРТУ».

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетные единицы (2 ЗЕ), 72 часа.

Вид учебной работы	Формы обучения	
	Очная форма	Заочная форма
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	72	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	36	12
Лекции	24	6
Лабораторные работы		
Практические занятия	12	6
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	36	60
Курсовая работа / курсовой проект	-	-
Экзамены и консультации		-
Консультации в семестре	5	10
Иные виды самостоятельной работы	31	50
Вид промежуточной аттестации обучающихся:	Зачет	Зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам

В структурном отношении программа представлена следующими темами:

Тема 1. Цифровая обработка случайных сигналов

Оценка моментов. Оценка законов распределения.. Аппроксимация экспериментальных распределений. Оценка ковариации. Цифровые методы спектрального анализа и их классификация. Спектральные характеристики дискретных случайных сигналов. Коррелограммный метод. Периодограммный метод. Сглаживание спектральных оценок.

Тема 2. Методы цифрового параметрического спектрального анализа.

Линейные модели и расчёт СПМ. Стохастическая авторегрессионная модель скользящего среднего (АРСС-модель). Определение параметров АР модели по известной АКФ последовательности. Определение параметров АР модели по анализируемым данным. Определение порядка АР модели. Метод Прони. Метод наименьших квадратов Прони. Методы оценивания частоты, основанные на анализе собственных значений автокорреляционной матрицы.

Тема 3. Перенос и преобразование спектров дискретных сигналов.

Задачи преобразования спектров дискретных сигналов в системах ЦОС. Перенос спектров методом цифрового гетеродинамирования. Комплексные дискретные сигналы. Перенос спектра и квадратурная обработка узкополосных радиосигналов. Фильтровой способ формирования однополосных дискретных сигналов. Формирование однополосного дискретного сигнала с помощью преобразования Гильберта.

Тема 4. Многоскоростные системы цифровой обработки сигналов.

Определение, классификация, применение. Структура восходящей дискретной системы. Временное и спектральное представление сигналов. Перенос спектров сигналов в ВДС. Шумовые характеристики подсистем аналогового вывода с повышением частоты дискретизации. Структура нисходящей дискретной системы. Временное и спектральное представление сигналов. Перенос спектров в нисходящих дискретных системах. Применение нисходящих дискретных систем в радиоприёмных устройствах.

Тема 5. Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах с частотным разделением каналов.

Задачи, применения и типы сигналов. Задача, общая структура и методы формирования групповых сигналов. Задача, общая структура и методы частотного разделения групповых сигналов. Разделение групповых сигналов методом переноса спектра при децимации сигналов. Разделение групповых сигналов методом цифрового гетеродинамирования и квадратурной обработки сигналов. Особенности полосового спектрального анализа. Многоканальные анализаторы спектра с квадратурной обработкой сигналов. Проектирование гребёнок КИХ фильтров для систем многоканального полосового анализа-синтеза сигналов.

Тема 6. Методы и средства аппаратной и аппаратно-программной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов.

Особенности построения и принципы реализации ЦОС. Задачи, способы и принципы реализации ЦОС. Способы аппаратной реализации ЦОС. Типичные задачи ЦОС. Устройства на жёсткой логике. Устройства на мягкой логике. Комбинированные устройства. Устройства ЦОС на дискретных элементах. Алгоритм работы устройства поиска и обнаружения импульсных сигналов. Особенности обнаружения пачек импульсных сигналов. Обнаружители сложных импульсных сигналов. Устройства временной фиксации и дискриминирования сигналов. Построение микропрограммных дискретных устройств. Микропрограммные дискретные устройства и особенности их построения. Цифровые фильтры с распараллеливанием арифметических операций. Цифровые фильтры с временным разделением сигналов. Построение УА на основе программируемых логических матриц. Аппаратно-программная реализация ЦОС Процессоры ЦОС на основе аппаратно-программных средств.

Синхронизация и алгоритмы работы микропроцессорных систем ЦОС. Способы и задачи разработки программного обеспечения микропроцессорных систем ЦОС. Общая характеристика цифровых сигнальных процессоров.

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

Очная форма обучения

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	Семинары, практические занятия	другие виды	
1	2	3	4	5	5	7	8
1	Тема 1. Цифровая обработка случайных сигналов.	26	11	3	8		15
2	Тема 2. Методы цифрового параметрического спектрального анализа.	26	11	3	8		15
3	Тема 3. Перенос и преобразование спектров дискретных сигналов.	29	12	2	10		17
4	Тема 4. Многоскоростные системы цифровой обработки сигналов.	29	12	3	9		17
5	Тема 5. Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах с частотным разделением каналов.	32	13	3	10		19
6	Тема 6. Методы и средства аппаратной и аппаратно-программной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов.	32	13	4	9		19
7	Экзамен	6					6
8	Всего:	180	72	18	54		108

Виды практических и самостоятельных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
1	Цифровая обработка случайных сигналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию	15
		Практическое занятие	Алгоритмы цифровой обработки случайных сигналов.	8
2	Методы цифрового параметрического спектрального анализа.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию	15
		Практическое занятие	Методы линейных моделей (АРСС методы, Прони, EV, MUSIC).	8
3	Перенос и преобразование спектров дискретных сигналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию	17
		Практическое занятие	Перенос и преобразование спектров дискретных сигналов	10
4	Многоскоростные системы цифровой обработки сигналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию	17
		Практическое занятие	Многоскоростные системы цифровой обработки сигналов.	9
5	Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах с частотным разделением каналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию	19
		Практическое занятие	Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах.	10
6	Методы и средства аппаратной и аппаратно-программной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию	19
		Практическое занятие	Методы и средства аппаратной и аппаратно-программной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов.	9

Заочная форма обучения

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	Семинары, практические занятия	другие виды	
1	2	3	4	5	5	7	8
1	Тема 1. Цифровая обработка случайных сигналов.	29	4	1	3		25
2	Тема 2. Методы цифрового параметрического спектрального анализа.	29	4	1	3		25
3	Тема 3. Перенос и преобразование спектров дискретных сигналов.	29	4	1	3		25
4	Тема 4. Многоскоростные системы цифровой обработки сигналов.	29	4	1	3		25
5	Тема 5. Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах с частотным разделением каналов.	29	4	1	3		25
6	Тема 6. Методы и средства аппаратной и аппаратно-программной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов.	29	4	1	3		25
7	Экзамен	6					6
8	Всего:	180	24	6	18		156

Виды практических и самостоятельных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
1	Цифровая обработка случайных сигналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию	25
		Практическое занятие	Алгоритмы цифровой обработки случайных сигналов.	3
2	Методы цифрового параметрического спектрального анализа.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию	25
		Практическое занятие	Методы линейных моделей (APCC методы, Прони, EV, MUSIC).	3
3	Перенос и преобразование спектров дискретных сигналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию	25
		Практическое занятие	Перенос и преобразование спектров дискретных сигналов	3
4	Многоскоростные системы цифровой обработки сигналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию	25
		Практическое занятие	Многоскоростные системы цифровой обработки сигналов.	3
5	Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах с частотным разделением каналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию	25
		Практическое занятие	Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах.	3
6	Методы и средства аппаратной и аппаратно-программной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к практическому занятию	25
		Практическое занятие	Методы и средства аппаратной и аппаратно-программной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов.	3

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

Примерный тематический план включает вариативные формы учебного процесса с учетом специфики научной квалификации магистрантов: лекции, научно-практические конференции и семинары различного уровня, практикумы, научные исследования, самостоятельную работу, творческие проекты и др.

Заочная форма обучения

№ п/п	Тема	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		всего	лекции	Семинары, практические занятия	другие виды
1	2	4	5	6	7
1	Введение	0,5	0,5		
2	Тема 1. Цифровая обработка случайных сигналов.	0,5	0,5		
3	Тема 2. Методы цифрового параметрического спектрального анализа.	1,5	0,5	1	
4	Тема 3. Перенос и преобразование спектров дискретных сигналов.	1,5	0,5	1	
5	Тема 4. Многоскоростные системы цифровой обработки сигналов.	2	1	1	
6	Тема 5. Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах с частотным разделением каналов.	2	1	1	
7	Тема 6. Методы и средства аппаратной и аппаратно-программной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов.	2	1	1	
8	Заключение	2	1	1	

Очная форма обучения

№ п/п	Тема	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
-------	------	--	--	--	--

		всего	лекции	Семи-нары, практические занятия	другие виды
1	2	4	5	6	7
1	Введение	4	1	2	
2	Тема 1. Цифровая обработка случайных сигналов.	8	1	6	
3	Тема 2. Методы цифрового параметрического спектрального анализа.	8	2	6	
4	Тема 3. Перенос и преобразование спектров дискретных сигналов.	10	2	8	
5	Тема 4. Многоскоростные системы цифровой обработки сигналов.	10	2	8	
6	Тема 5. Применение методов переноса спектров и передискретизации в многоканальных системах с частотным разделением каналов.	10	2	8	
7	Тема 6. Методы и средства аппаратной и аппаратно-программной реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов.	10	2	8	
8	Заключение	10	2	8	

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

1. Кириллов С.Н., Баке А.В. Оптимизация сигналов в радиотехнических системах: Учеб. пособие/РГРТА. Рязань. 1997.- 80с.
2. Кириллов С.Н., Бодров О.А., Макаров Д.А. Стандарты и сигналы средств подвижной радиосвязи: Учеб. пособие/РГРТА. Рязань. 1999.- 80с.
3. Кириллов С.Н., Поспелов А.В. Дискретные сигналы в радиотехнических системах: Учеб. пособие/ РГРТА. Рязань. 2003 -80 с.
4. Езерский В.В., Паршин В.С. Теоретические основы цифровой обработки сигналов. Учебное пособие. / Рязань РГРТА 1996.
5. Перов.А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. Учебн. пособие для вузов. – М.: Радиотехника. 2003, 400 с.

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

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Многокритериальный синтез сигналов и устройств обработки в системах, сетях и устройствах телекоммуникаций»).

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

. Основная учебная литература:

1. Проектирование импульсных и цифровых устройств радиотехнических систем. Под. Ред. Ю.М Казаринова. М.:Высшая школа. 1985. 319 с.
2. Гольденберг Л.М. и др. Цифровая обработка сигналов. 1990.
3. Езерский В.В., Паршин В.С. Теоретические основы цифровой обработки сигналов. Учебное пособие. / Рязань РГРТА 1996.
4. Перов.А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. Учебн. пособие для вузов. – М.: Радиотехника. 2003, 400 с.

Дополнительная учебная литература:

1. Основы цифровой обработки сигналов: Курс лекций / А.И. Солонина, Д.А. Улахович, С.М. Арбузов, Е.Б. Соловьёва - СПб.: БХВ-Петербург. 2005. – 768 с.
2. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер, 2003. - 608 с.
3. Федосов, В.П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW : [учеб. пособие] / А.К. Нестеренко, В.П. Федосов .— М. : ДМК-Пресс, 2009.
4. Марпл.-мл. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М.: Мир. 1990. 584 с.

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

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. –

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Перед началом проведения лабораторных работ необходимо ознакомиться с методическими указаниями к лабораторным работам. Обязательное условие успешного усвоения курса – большой объём самостоятельно проделанной работы.

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю в ходе подготовки к практическому занятию и теоретическому зачету.

Изучение методических указаний к лабораторной работе – 2 часа перед выполнением лабораторной работы и в ходе разработки проекта и 2 часа для оформления отчета, отладки проекта и подготовки к сдаче работы.

Перед выполнением практического занятия и лабораторной работы необходимо внимательно ознакомиться с заданием. Желательно заранее выполнить подготовку проекта в инструментальной среде, чтобы на практическом или лабораторном занятии осталось время для сдачи работы.

Перед сдачей работы рекомендуется ознакомиться со списком вопросов изучаемой темы и попытаться самостоятельно на них ответить, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу. Таким образом, вы сможете сэкономить свое время и время преподавателя.

Кроме чтения учебной литературы из обязательного списка рекомендуется активно использовать информационные ресурсы сети Интернет по изучаемой теме. Ответы на многие вопросы, связанные с разработкой программ на объектно-ориентированном языке, использованием языковых конструкций, принципов ООП, освоением инструментальной среды, вы можете получить в сети Интернет, посещая соответствующие информационные ресурсы.

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует:

- закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий;

- углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины;

- освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний в области объектно-ориентированного программирования;

- получению навыков проектирования и разработки программ в инструментальной среде объектно-ориентированного программирования.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях, практических и лабораторных занятиях, а также иметь

самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, практическим занятиям, а также к теоретическому зачету.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

- самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем данной дисциплины;
- выполнение практического или лабораторного задания: составление проекта программы для очередного практического или лабораторного занятия;
- выполнение домашнего задания: тестирование и отладка программы;
- подготовка к защите практического или лабораторного задания, оформление отчета.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень лицензионного программного обеспечения:

1. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно)
2. Kaspersky Endpoint Security

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

Для освоения дисциплины кафедра РУС имеет специализированную лабораторию, оснащенную компьютерами со специальным программным обеспечением, необходимым для проведения лабораторных работ, в частности:

- типовыми цифровыми системами передачи отечественного производства;
- полным комплектом контрольно-измерительной аппаратуры.

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования для подготовки аспирантов по направлению подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, ООП 2 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Программу составил
к.т.н., доцент кафедры РУС

С.Н. Кириллов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РУС

Зав. кафедрой РУС
д.т.н., профессор

_____ С.Н.Кириллов