

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.


УТВЕРЖДАЮ

Проректор по РОП и МД

 А.В. Корячко
«26» 06 2020 г.



Руководитель ОПОП

 С.Н. Кириллов
«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.01.ДВ.03.01 «Многокритериальный синтез радиосигналов и устройств обработки 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 «Многокритериальный синтез сигналов и устройств обработки 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 дисциплины «Многокритериальный синтез сигналов и устройств обработки в системах, сетях и устройствах телекоммуникаций» – являются:

- теоретическая: изучение методов многокритериального синтеза сигналов и устройств обработки в условиях априорной неопределенности. В результате изучения дисциплины должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие осуществлять вычисление коэффициентов цифровых фильтров и повышать эффективность цифровых устройств обработки сигналов по нескольким показателям качества;
- практическая: овладеть на основе многокритериального подхода методами синтеза реализуемых сигналов и устройств обработки с учетом различных мешающих факторов, в интересах повышения качества функционирования и помехоустойчивости радиотехнических систем.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Коды компетенций	Содержание компетенций
ПК-3	способностью разрабатывать новые сигналы, модемы, кодеки, обеспечивающих высокую надежность обмена информацией в условиях воздействия внешних и внутренних помех
ПК-4	способностью разрабатывать новые методы обработки сигналов в системах, сетях и устройствах телекоммуникаций

Знать: приемы и способы отбора информации в сфере профессиональной деятельности.

Уметь: систематизировать и структурировать необходимую информацию для формирования ресурсно-информационной базы для решения профессиональных задач.

Владеть: способами использования информационной базы для решения профессиональных задач образования.

Знать: приемы и способы отбора информации в сфере профессиональной деятельности.

Уметь: систематизировать и структурировать необходимую информацию для формирования ресурсно-информационной базы для решения профессиональных задач.

Владеть: способами использования информационной базы для решения профессиональных задач образования.

Знать: вариативные и инновационные концепции, модели и технологии образовательного процесса и применять их на практике.

Уметь: организовывать и проводить экспериментальные испытания

Владеть: современными методами научного исследования в предметной сфере, способами осмысления и критического анализа научной информации; навыками совершенствования и развития своего научного потенциала.

Знать: приемы и способы работы с современным оборудованием и приборами

Уметь: систематизировать и структурировать необходимую информацию для эксплуатации современного оборудования и приборов

Владеть: современными методами научного исследования в предметной сфере.

Знать: приемы и способы отбора информации в сфере профессиональной деятельности.

Уметь: систематизировать и структурировать необходимую информацию для формирования ресурсно-информационной базы для решения профессиональных задач.

Владеть: современными и перспективными компьютерными и информационными технологиями.

Знать: приемы и способы отбора информации в сфере профессиональной деятельности.

Уметь: использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества

Владеть: современными и перспективными компьютерными и информационными технологиями.

Знать: современные достижения науки

Уметь: использовать программные средства для обработки данных в соответствии с поставленной задачей

Владеть: информационными технологиями обработки данных в соответствии с поставленной задачей

2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры

Дисциплина «Многокритериальный синтез сигналов и устройств их обработки» 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».

Дисциплина «Многокритериальный синтез сигналов и устройств их обработки» относится к базовой части профессионального цикла и читается в 6 семестре. В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные методы многокритериального синтеза сигналов;

Уметь: повышать эффективность цифровых устройств обработки сигналов по нескольким показателям качества;

Владеть: методами синтеза реализуемых сигналов и устройств обработки с учетом мешающих факторов.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Вид учебной работы	Очная форма	Заочная форма
	Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	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 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ
1	Введение	*	*
2	Обоснование многокритериального подхода к синтезу сигналов и устройств обработки	*	*
3	Многокритериальный синтез спектральной плотности мощности сигналов при заданных устройствах обработки	*	*
4	Многокритериальный синтез сигналов и устройств обработки в условиях априорной неопределенности.	*	*
5	Регуляризация решений задач многокритериального синтеза сигналов	*	*
6	Синтез и обработка фазоманипулированных сигналов по многим показателям качества и критериям приближения	*	*
7	Вычисление коэффициентов цифровых фильтров по нескольким показателям качества	*	*

8	Повышение эффективности цифровых устройств обработки речевых сигналов на основе методов многокритериальной оптимизации	*	*
---	--	---	---

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Введение

- 2 *Обоснование многокритериального подхода к синтезу сигналов и устройств обработки*

2.1 Описание основных показателей качества и особенности вариационного метода синтеза сигналов и устройств обработки.

2.2 Представление задачи многокритериального синтеза сигналов и устройств обработки

2.3 Методы решения задач многокритериального синтеза сигналов и устройств обработки

3 *Многокритериальный синтез спектральной плотности мощности сигналов при заданных устройствах обработки*

3.1 Многокритериальный синтез СПМ сигналов с максимальной избирательностью на выходе согласованного фильтра

3.2 Многокритериальный синтез СПМ сигналов с максимальной избирательностью при минимизации уровня боковых лепестков отклика согласованного фильтра

3.3 Многокритериальный синтез СПМ сигналов с максимальной избирательностью на выходе согласованного фильтра при заданном коэффициенте подавления узкополосных помех

3.4 Многокритериальный синтез СПМ сигналов с максимальной избирательностью при минимизации длительности отклика согласованного фильтра

3.5 Многокритериальный синтез СПМ сигналов с максимальной избирательностью на выходе согласованного фильтра при минимизации коэффициента частотно-временной связи

3.6 Многокритериальный синтез СПМ сигналов с максимальной избирательностью при минимизации скорости изменения боковых лепестков отклика согласованного фильтра

3.7 Многокритериальный синтез сигналов с максимально неопределенной спектральной плотностью мощности и минимальной эффективной шириной спектра на выходе согласованного фильтра

3.8 Многокритериальный синтез СПМ сигналов, обеспечивающих потенциальную точность оценки времени запаздывания при наличии пассивных помех

3.9 Многокритериальный синтез СПМ сигналов, обеспечивающих максимальное отношение сигнал-шум+помеха при минимальной эффективной ширине спектра

4 *Многокритериальный синтез сигналов и устройств обработки в условиях априорной неопределенности.*

- 4.1 Теоретико-игровой метод многокритериального синтеза СПМ сигналов при неизвестном спектре помех
- 4.2 Многокритериальный синтез систем оптимальной линейной фильтрации в условиях конфликтного взаимодействия
- 4.3 Многокритериальный синтез робастного к искажениям сигнала оптимального по критерию максимум отношения сигнал-шум линейного фильтра
- 4.4 Многокритериальный синтез робастного к искажениям сигнала оптимального по критерию минимума средней квадратической ошибки линейного фильтра
- 4.5 Совместный синтез сигнала и фильтра по критериям максимума отношения сигнал-шум+помеха и минимума эффективной ширины спектра
- 4.6 Многокритериальный синтез оптимального базиса обобщенных рядов Фурье, робастного к искажениям
- 4.7 Многокритериальный синтез оптимальной весовой функции при спектрально-корреляционном анализе априорно неизвестных сигналов
- 5 *Регуляризация решений задач многокритериального синтеза сигналов***
 - 5.1 Регуляризация решений задачи многокритериального синтеза СПМ сигнала
 - 5.2 Регуляризация решений задачи многокритериального синтеза малобазовых НЧМ сигналов
 - 5.3 Регуляризация решений задачи многокритериального синтеза сверхширокополосных сигналов
 - 5.4 Регуляризация решений задачи многокритериального синтеза СПМ сигналов при обнаружении пространственно распределенных объектов
- 6 *Синтез и обработка фазоманипулированных сигналов по многим показателям качества и критериям приближения***
 - 6.1 Комбинированный критерий приближения при синтезе ФМН сигналов по автокорреляционной функции
 - 6.2 Комбинированный критерий приближения при синтезе ФМН сигналов по спектральной плотности мощности
 - 6.3 Синтез ФМН сигналов по многим показателям качества
 - 6.4 Синтез последовательностей быстрого поиска по косвенным показателям качества
 - 6.5 Многокритериальный синтез модулирующей функции ограниченных по полосе ФМН сигналов
 - 6.6 Регуляризация решений задачи многокритериального синтеза модулирующей функции ФМН сигналов
 - 6.7 Многокритериальный синтез коэффициентов весового фильтра сжатия фмн сигналов
 - 6.8 Регуляризация решений задачи многокритериального синтеза коэффициентов весового фильтра сжатия ФМН сигналов
- 7 *Вычисление коэффициентов цифровых фильтров по нескольким показателям качества***

- 7.1 Оптимальная весовая функция при синтезе нерекурсивных фильтров методом "окна"
- 7.2 Аппроксимация переходной полосы частотной характеристики нерекурсивного фильтра оптимальной весовой функцией
- 7.3 Вычисление коэффициентов регулируемых нерекурсивных фильтров по методу "окна"
- 7.4 Комбинированный критерии оптимальности нерекурсивных фильтров
- 7.5 Оценивание сигналов на фоне шумов при комбинированном критерии оптимальности нерекурсивных фильтров
- 7.6 Комбинированный критерий оптимальности рекурсивных фильтров
- 8 Повышение эффективности цифровых устройств обработки речевых сигналов на основе методов многокритериальной оптимизации**
 - 8.1 Оптимальная весовая обработка при оценке коэффициентов предсказания в кодеках АДИКМ
 - 8.2 Комбинированный критерий оптимальности коэффициентов предсказания в кодеках АДИКМ
 - 8.3 Снижение вычислительных затрат в кодеках АДИКМ
 - 8.4 Восстановление речевых сигналов на выходе ортогональных кодеков
 - 8.5 Робастный к вариабельности речи алгоритм распознавания фонем на основе ортогональных разложений

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	Обоснование многокритериального подхода к синтезу сигналов и устройств обработки	0,5	0,5		
3	Многокритериальный синтез	1,5	0,5	1	

	спектральной плотности мощности сигналов при заданных устройствах обработки				
4	Многокритериальный синтез сигналов и устройств обработки в условиях априорной неопределенности.	1,5	0,5	1	
5	Регуляризация решений задач многокритериального синтеза сигналов	2	1	1	
6	Синтез и обработка фазоманипулированных сигналов по многим показателям качества и критериям приближения	2	1	1	
7	Вычисление коэффициентов цифровых фильтров по нескольким показателям качества	2	1	1	
8	Повышение эффективности цифровых устройств обработки речевых сигналов на основе методов многокритериальной оптимизации	2	1	1	

Очная 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	4	1	2	
2	Обоснование многокритериального подхода к синтезу сигналов и устройств обработки	8	1	6	
3	Многокритериальный синтез спектральной плотности мощности сигналов при заданных устройствах обработки	8	2	6	
4	Многокритериальный синтез сигналов и устройств обработки в условиях априорной	10	2	8	

	неопределенности.				
5	Регуляризация решений задач многокритериального синтеза сигналов	10	2	8	
6	Синтез и обработка фазоманипулированных сигналов по многим показателям качества и критериям приближения	10	2	8	
7	Вычисление коэффициентов цифровых фильтров по нескольким показателям качества	10	2	8	
8	Повышение эффективности цифровых устройств обработки речевых сигналов на основе методов многокритериальной оптимизации	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.

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

А) основная литература

1. Токарев В.В. Методы оптимальных решений. Многокритериальность. Динамика. Неопределенность Том 2 [Электронный ресурс]: учебное

- пособие/ Токарев В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.— 415 с.
2. Соколов А.В. Методы оптимальных решений. Том 1. Общие положения. Математическое программирование [Электронный ресурс]/ Соколов А.В., Токарев В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.— 562 с.
 3. Золотарев А.А. Методы оптимизации распределительных процессов [Электронный ресурс]/ Золотарев А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2014.— 160 с
- Б) дополнительная литература
4. Вакман Д.Е., Седлецкий Р.М. Вопросы синтеза радиолокационных сигналов. - М.: Сов. радио, 1973.
 5. Гантмахер В. Е., Быстров Н. Е., Чеботарев Д. В. Шумоподобные сигналы. Анализ, синтез, обработка. СПб.: Наука и техника, 2005. - 400 с.
 6. Гуткин Л.С. Оптимизация радиоэлектронных устройств по совокупности показателей качества. – М.: Сов. радио, 1975. – 368 с.
 7. Гуткин Л.С. Проектирование радиосистем и радиоустройств: Учеб. пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 1986. - 288 с.
 8. Кириллов С.Н., Баке А.В. Оптимизация сигналов в радиотехнических системах: Учеб. пособие/РГРТА. Рязань. 1997.- 80с.
 9. Кириллов С.Н., Бодров О.А., Макаров Д.А. Стандарты и сигналы средств подвижной радиосвязи: Учеб. пособие/РГРТА. Рязань. 1999.- 80с.
 10. Кириллов С.Н., Поспелов А.В. Дискретные сигналы в радиотехнических системах: Учеб. пособие/ РГРТА. Рязань. 2003 -80 с.
 11. Ungerboeck G. Trellis-Coded Modulation with Redundant Signal Sets. Part I: Introduction // IEEE Com. Magazine, vol. 25, №2, P. 5-11
 12. G. D. Forney, R. G. Gallager, G. R. Lang, F. M. Longstaff and S. U. Qureshi, “Efficient Modulation for Band-Limited Channels,” IEEE J. Select. Areas Commun., vol. 2, no. 5, pp. 632–647, Sep. 1984.
 13. Седлецкий Р.М. Синтез сложных частотно-модулированных сигналов уточненным методом стационарной фазы // Радиотехника и электроника. - 1986. - Т.31, № 11. - с.2198-2200.
 14. Sung-Joon Park and Moo-Kwang Byeon. Irregularly Distributed Triangular Quadrature Amplitude Modulation // 19th IEEE Intern. Symp. Personal, Indoor Mobile Radio Commun. (PIMRC'08). – Режим доступа: <http://202.194.20.8/proc/PIMRC2008/content/papers/1569106953.pdf>.

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. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

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