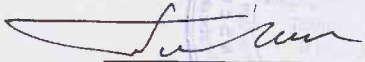



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт информационных технологий и радиоэлектроники


« 1 » 09 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИТР
А.А. Галкин



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Математический аппарат теории сигналов и систем»

направление подготовки:
11.04.01 «Радиотехника»

направленность (профиль) подготовки:
Радиотехнические и телекоммуникационные системы

г. Владимир
2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Подготовка в области радиотехники для разных сфер профессиональной научно-исследовательской и организационно-управленческой деятельности.

Задачи: Формирование теоретических и практических навыков работы с научными методами расчета и проектирования в области радиотехнических и телекоммуникационных систем

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математический аппарат теории сигналов и систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>УК-1.1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач.</p> <p>УК-1.2 Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности.</p> <p>УК-1.3 Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.</p>	<p>Знает сущность и значение информации в развитии современного информационного общества. Умеет применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики и использовать основные приемы обработки экспериментальных данных.</p> <p>Владеет навыками сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи.</p>	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание
ПК-1 Способен самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов	<p>ПК-1.1. Знает принципы подготовки и проведения научных исследований и технических разработок.</p> <p>ПК-1.2. Умеет планировать порядок проведения научных исследований.</p> <p>ПК-1.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов</p>	<p>Знает основные этапы проведения научных исследований</p> <p>Умеет планировать учет особенностей, возникающих на различных этапах научных исследований.</p> <p>Владеет способностью оценивать трудности,</p>	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание

исследования и обработку результатов.	исследования.	которые могут возникнуть на различных этапах теоретических и экспериментальных исследований.	
ПК-2 Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты и прикладные программы	ПК-2.1. знает физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем ПК-2.2. –умеет формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем ПК-2.3. владеет математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники	Знает различные аспекты теории моделирования Умеет решать задачи оптимизации сложных конструкций и систем на основе моделирования их работы. Владеет способностью критической оценки результатов научных исследований.	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание
ПК-3. Способен разрабатывать и обеспечивать программную реализацию алгоритмов сформулированных задач с использованием современных языков программирования	ПК-3.1. - знает методы разработки эффективных алгоритмов решения научно- исследовательских задач ПК-3.2.- умеет применять алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных методов программирования ПК-3.3. владеет навыками разработки стратегии и методологии исследования радиотехнических устройств и систем	Знает основы функционирования современных компьютерных сетей и сетевых технологий. Умеет в достаточной мере применять основы компьютерной грамотности, сетевые технологии различного уровня и оценивать возможность воздействия на них помеховых сигналов. Владеет основами компьютерного моделирования работы инфокоммуникационных систем и сетей	Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1.	Введение.	2	1	1			1	10	
2.	Понятие интегрального уравнения	2	2,3	2	2			10	
3.	Классификация интегральных уравнений	2	4,5	2	2		1	10	Рейтинг-контроль 1
4.	Теория Фредгольма для решения интегральных уравнений общего вида.	2	6,7	3	4			11	
5.	Принцип сжатых отображений и методы решения интегральных уравнений, основанные на нем.	2	8,9,10	2	2		1	10	Рейтинг-контроль 2
6.	Интегральные преобразования, их использование для решения интегральных уравнений.	2	11,12,13	2	4			10	
7.	Симметричные операторы.	2	14,15,16	3	2		1	10	
8.	Нефредгольмовы интегральные уравнения.	2	17,18	3	2			10	Рейтинг-контроль 3
Всего за 2 семестр								81	экзамен, 27 часов
Наличие в дисциплине КР, КП									
Итого по дисциплине								81	экзамен, 27 часов

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Введение.

Место и роль изучаемых математических методов в современной радио-электронике.
Области применения интегральных уравнений.

Раздел 2. Понятие интегрального уравнения

Интегральное уравнение и его особенности.

Основные методы решения интегральных уравнений.

Раздел 3. Классификация интегральных уравнений

Линейные и нелинейные интегральные уравнения.

Уравнения Фредгольма и Вольтерра.

Важные типы нелинейных интегральных уравнений.

Раздел 4. Теория Фредгольма для решения интегральных уравнений общего вида.

Резольвента, ее построение и использование.

Интегральные уравнения с вырожденным ядром.

Раздел 5. Принцип сжатых отображений и методы решения интегральных уравнений, основанные на нем.

Линейные операторы, основные определения и их приложения к решению интегральных приложений.

Интегральные уравнения, имеющие слабую особенность.

Раздел 6. Интегральные преобразования, их использование для решения интегральных уравнений.

Преобразование Фурье.

Преобразование Меллина.

Раздел 7. Симметричные операторы

Теорема Гильберта-Шмидта.

Решение операторных уравнений.

Интегральные уравнения с симметричным ядром. Интегральные уравнения, приводящиеся к симметричным.

Раздел 8. Нефредгольмовы интегральные уравнения

Сингулярные интегральные уравнения и преобразования Гильберта.

Нелинейные интегральные уравнения. Уравнения Гаммерштейна.

Интегральные уравнения с параметром. Разветвление решений

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1. Введение.

Тема 1. Место и роль изучаемых математических методов в современной радио-электронике.

Тема 2. Области применения интегральных уравнений.

Содержание практических занятий: Изучение классов радиотехнических задач, решаемых с использованием интегральных уравнений

Раздел 2. Понятие интегрального уравнения

Тема 1. Интегральное уравнение и его особенности.

Тема 2. Основные методы решения интегральных уравнений.

Содержание практических занятий: Матричный метод решения интегральных уравнений.

Раздел 3. Классификация интегральных уравнений

Тема 1. Линейные и нелинейные интегральные уравнения.

Тема 2. Уравнения Фредгольма и Вольтерра.

Тема 3. Важные типы нелинейных интегральных уравнений.

Содержание практических занятий: Изучение отличий в решении интегральных уравнений Фредгольма и Вольтера.

Раздел 4. Теория Фредгольма для решения интегральных уравнений общего вида.

Тема 1. Резольвента, ее построение и использование.

Тема 2. Интегральные уравнения с вырожденным ядром.

Содержание практических занятий: Построение радиотехнических задач, приводящих к вырожденным интегральным уравнениям.

Раздел 5. Принцип сжатых отображений и методы решения интегральных уравнений, основанные на нем.

Тема 1. Линейные операторы, основные определения и их приложения к решению интегральных приложений.

Тема 2. Интегральные уравнения, имеющие слабую особенность.

Содержание практических занятий: Использование рядов в линейных операторах и их использование в решении интегральных уравнений.

Раздел 6. Интегральные преобразования, их использование для решения интегральных уравнений.

Тема 1. Преобразование Фурье.

Тема 2. Преобразование Меллина.

Спектральный анализ сигналов, как применение интегрального преобразования Фурье.

Раздел 7. Симметричные операторы

Тема 1. Теорема Гильберта-Шмидта.

Тема 2. . Решение операторных уравнений.

Тема 3. Интегральные уравнения с симметричным ядром. Интегральные уравнения, приводящиеся к симметричным.

Содержание практических занятий: Изучение навыков решения симметричных интегральных уравнений.

Раздел 8. Нефредгольмовы интегральные уравнения

Тема 1. Сингулярные интегральные уравнения и преобразования Гильберта.

Тема 2. Нелинейные интегральные уравнения. Уравнения Гаммерштейна.

Тема 3. Интегральные уравнения с параметром. Разветвление решений

Содержание практических занятий: Изучение областей радиотехники, где возникают нефредгольмовы интегральные уравнения и методы их решения.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Вопросы для рейтинг-контроля

Рейтинг-контроль 1

1. На чем основана классификация интегральных уравнений?
2. Какие предположения необходимо сделать для применения классического метода решения Фредгольма?
3. В чем заключается метод Фредгольма?
4. Какую выгоду исследователю дает использование резольвенты Фредгольма при решении набора однотипных задач?
5. Насколько приближенное решение отличается от точного решения при использовании метода последовательных приближений?

Рейтинг-контроль 2

1. Сколько необходимо шагов приближений?
2. Когда возникает необходимость применять систему интегральных уравнений?

3. Как решается система интегральных уравнений?
4. Почему использование линейных операторов значительно упрощает решение интегральных уравнений и в каких ситуациях?
5. В чем заключается принцип использования линейных операторов?

Рейтинг-контроль 3

1. В чем состоит аналог использования преобразований Лапласа и Меллина со спектральными методами, используемыми в радиотехнике?
2. Какие виды типовых радиотехнических задач описываются симметричными интегральными уравнениями?
3. В чем преимущества применения производящей функции при решении радиотехнических задач и когда оно может быть реализовано?
4. Какие задачи оптимальной фильтрации сигналов решаются аппаратом интегральных уравнений?
5. Как решаются нефредгольмовы интегральные уравнения?

5.2. Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену

1. Классификация интегральных уравнений.
2. Классический метод Фредгольма и резольвента Фредгольма.
3. Интегральные уравнения с вырожденным ядром, их использование для нахождения приближенных решений.
4. Метод последовательных приближений.
5. Решение систем интегральных уравнений.
6. Применение линейных операторов для решения интегральных уравнений.
7. Интегральные уравнения с ядром, имеющим слабую особенность.
8. Уравнения типа свертки (в том числе нелинейные уравнения).
9. Использование преобразований Лапласа и Меллина.
10. Симметричные интегральные уравнения и уравнения, приводящиеся к ним.
11. Решение интегральных уравнений Вольтера и Фредгольма 1-го рода.
12. Использование производящей функции.
13. Нефредгольмовы и сингулярные интегральные уравнения.
14. Преобразование Гильберта и его использование для решения интегральных уравнений

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

Задания к СРС

1. В рамках выполнения задания к СРС магистрант подготавливает и защищает реферат по вопросам следующей тематики:
2. Существо интегральных уравнений
3. Области радиотехники, где используются интегральные уравнения.
4. Выделить сходство классического метода Фредгольма с матричным исчислением.
5. Соотнесение резольвенты Фредгольма с компонентами задачи анализа свойств линейных систем
6. Радиотехнические системы, описываемые интегральными уравнениями с вырожденным ядром.
7. Способы решения интегральных уравнений с вырожденным ядром.
8. Факторы, влияющие на количество итераций при использовании метода последовательных приближений.
9. Сходство и различие последовательности решения системы интегральных уравнений и системы дифференциальных уравнений.

10. Выигрыш при использовании линейных операторов для решения интегральных уравнений.
11. Радиотехнические аналоги, описываемые интегральными уравнениями типа свертки.
12. Особенности решения интегральных уравнений первого рода Фредгольма и Вольтера.
13. Особенности применения производящей функции для различных интегральных уравнений.
14. Радиотехнические аналоги нефредгольмовых и сингулярных интегральных уравнений.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы, автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Книгообеспеченность	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература			
1. Основы формирования, передачи и приема цифровой информации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Лузин, Н.П. Никитин, В.И. Гадзиковский. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2014. - ISBN9785321019610.html	2014		http://www.studentlibrary.ru/book/
2. Гулай, Т.А. Руководство к решению задач по математическому анализу. Ч. 2 [Электронный ресурс] : В 2 ч.: учебное пособие / Т.А. Гулай, А.Ф. Долгополова, Д.Б. Литвин. - Ставрополь: Сервисшкола, 2012. - 336 с.	2012		http://znanium.com
2. Статистические модели в теории надежности [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А.В. Антонов, М.С. Никулин. - М. : Абрис, 2012. - ISBN9785437200278.html	2012		http://www.studentlibrary.ru/book/
Дополнительная литература			
1. Лекции по теории интегральных уравнений / И.Г. Петровский; Под ред. О.А. Олейник. - 5-е изд. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 136 с.: - ISBN 978-5-9221-1081-5,	2014		http://znanium.com
2. Рябенский, В. С. Метод разностных	2013		http://znanium.com

потенциалов и его приложения [Электронный ресурс] / В. С. Рябенский. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - 432 с. - ISBN 978-5-9221-1228-4 –			
3. Кытманов, А. М. Интегральные представления и их приложения в многомерном комплексном анализе [Электронный ресурс] : монография/ А. М. Кытманов, С. Г. Мысливец. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. - 389 с. - ISBN 978-5-7638-1990-8. –	2013		http://znanium.com

6.2 Периодические издания

Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

Реферативные журналы:

- Радиотехника;
- Электроника.

Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

6.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.edu.ru/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://www.bibliorossica.com/>
4. <http://znanium.com/>
5. <http://www.iprbookshop.ru/>
6. <http://www.mathworks.com/>
7. <https://exponenta.ru/matlab>

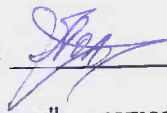
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и лабораторного типа.

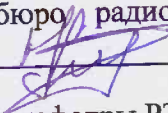
Лекционные занятия проводятся в ауд. 301-3, 335-3.

Лабораторные работы проводятся в ауд. 410-3, 228-3.

Рабочую программу составил Полушин П.А., профессор каф. РТ и РС



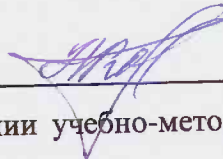
Рецензент АО "Конструкторское опытное бюро радиоаппаратуры", руководитель проектной группы к.т.н. Кучин С.И.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 1 от 29.08.22 года

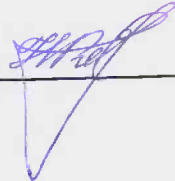
Заведующий кафедрой РТ и РС к.т.н. Корнеева Н.Н.



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.04.01 «Радиотехника»

Протокол № 1 от 29.08.22 года

Председатель комиссии зав. кафедрой РТ и РС к.т.н. Н.Н.Корнеева



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

«Математический аппарат теории сигналов и систем»

образовательной программы направления подготовки 11.04.01 «Радиотехника»

направленность: Радиотехнические и телекоммуникационные системы

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			
3			
4			

Зав. кафедрой _____ / Н.Н.Корнеева

Подпись

ФИО