

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)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 27 »

2019 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математический аппарат теории сигналов и систем»

Направление подготовки: 11.04.01 Радиотехника

Профиль/программа подготовки: Радиотехнические и телекоммуникационные системы

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед, /час.	Лекций, час.	Практ. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточно й аттестации (экзамен/зачет /зачет с оценкой)
2	4/144	18	18	-	81	Экзамен (27)
Итого	4/144	18	18	-	81	Экзамен (27)

Владимир, 2019

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Подготовка в области радиотехники для сложных математических расчетов в различных сферах 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 ВО

Дисциплина «Математический аппарат теории сигналов и систем» относится к вариативной части дисциплин.

Пререквизиты дисциплины: высшая математика, физика, информационные технологии в радиоэлектронике, история и методология науки и техники

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы освоения компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
УК-1	8	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действия. - <i>знать</i> : методы системного и критического анализа; методики обработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации. - <i>уметь</i> : применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации. - <i>владеть</i> : методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; -методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действия.
ПК-1	8	Способен самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов - <i>знать</i> : принципы подготовки и проведения научных исследований и технических разработок - <i>уметь</i> : планировать порядок проведения научных исследований - <i>владеть</i> : навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования
ПК-2	8	Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их

		<p>параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты и прикладные программы</p> <p>-<i>знать</i>: физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем</p> <p>-<i>уметь</i>: формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем</p> <p>-<i>владеть</i>: математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники</p>
ПК-3		<p>Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.</p> <p>- <i>знать</i>: способы организации и проведения экспериментальных исследований</p> <p><i>уметь</i>: самостоятельно проводить экспериментальные исследования</p> <p>-<i>владеть</i> : Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов</p>

#### 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)				Объем учебной работы применением интерактивных методов (в часах/направление%)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1.	Введение.	2	1	1			10	1/100	
2.	Понятие интегрального уравнения	2	2,3	2	2		10	1/50	



3.	Классификация интегральных уравнений	2	4,5	2	2		10	2/100	Рейтинг-контроль 1
4.	Теория Фредгольма для решения интегральных уравнений общего вида.	2	6,7	3	4		11	3/100	
5.	Принцип сжатых отображений и методы решения интегральных уравнений, основанные на нем.	2	8,9,10	2	2		10	1/50	Рейтинг-контроль 2
6.	Интегральные преобразования, их использование для решения интегральных уравнений.	2	11,12,13	2	4		10	1/50	
7.	Симметричные операторы.	2	14,15,16	3	2		10	3/100	
8.	Нефредгольмовы интегральные уравнения.	2	17,18	3	2		10	3/100	Рейтинг-контроль 3
Всего за 2 семестр				18	18		81	15/42	экзамен
Наличие в дисциплине КР, КП									
Итого по дисциплине				18	18		81	15/42	экзамен

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Введение.

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

Тема 2. Области применения интегральных уравнений.

Раздел 2. Понятие интегрального уравнения

Тема 1. Интегральное уравнение и его особенности.

Тема 2. Основные методы 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.

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

Тема 1. Резольвента, ее построение и использование.

Тема 2. Интегральные уравнения с вырожденным ядром.

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.

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

Тема 1. Преобразование Фурье.

Тема 2. Преобразование Меллина.

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.

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 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.ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Математический аппарат теории сигналов и систем» используются разнообразные образовательные технологии, как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения. Активные и интерактивные методы обучения:

- Групповая дискуссия (Раздел №1, темы №1,2; Раздел №3, темы №1,2,3; Раздел №6, темы №1,2; Раздел №8, темы №1,2,3,4 )

-Тренинг (Раздел №2, темы №1,2; Раздел №4, темы №1,2; Раздел №5, темы №1,2)

-Разбор конкретных ситуаций (Раздел №3, темы №1,2,3; Раздел №7, темы №1,2,3)

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

**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?

### 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

### Задания к СРС

В рамках выполнения задания к СРС магистрант подготавливает и защищает реферат по вопросам следующей тематики:

2. Области радиотехники, где используются интегральные уравнения.
3. Выделить сходство классического метода Фредгольма с матричным исчислением.
4. Соотнесение резольвенты Фредгольма с компонентами задачи анализа свойств линейных систем
5. Радиотехнические системы, описываемые интегральными уравнениями с вырожденным ядром.
6. Способы решения интегральных уравнений с вырожденным ядром.
7. Факторы, влияющие на количество итераций при использовании метода последовательных приближений.
8. Сходство и различие последовательности решения системы интегральных уравнений и системы дифференциальных уравнений.
9. Выигрыш при использовании линейных операторов для решения интегральных уравнений.
10. Радиотехнические аналоги, описываемые интегральными уравнениями типа свертки.
11. Особенности решения интегральных уравнений первого рода Фредгольма и Вольтера.
12. Особенности применения производящей функции для различных интегральных уравнений.
13. Радиотехнические аналоги нефредгольмовых и сингулярных интегральных уравнений.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.



## 7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1.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			
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		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/">http://www.studentlibrary.ru/book/</a>
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		<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
2 Статистические модели в теории надежности [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А.В. Антонов, М.С. Никулин. - М. : Абрис, 2012. - ISBN9785437200278.html	2012		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/">http://www.studentlibrary.ru/book/</a>
Дополнительная литература			
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		<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
Рябенский, В. С. Метод разностных 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 –	2013		<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>



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		<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
--	------	--	---

## 7.2 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.

## 8. 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 профессор каф. РТ и РС  Полушин П.А.

Рецензент,

Генеральный директор ОАО

«Владимирское КБ радиосвязи», к.т.н.  А.Е.Богданов

Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС

Протокол № 18 от 26.06.19

Заведующий кафедрой РТ и РС  Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

Протокол № 4 от 27.06.19 года

Председатель комиссии  Никитин О.Р.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2020/2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 21.08.20 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 \_\_\_\_\_