

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



Первый проректор, проректор по научной  
и инновационной работе

В.Г. Прокошев

2015 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

#### Математическая обработка информации

**Направление подготовки** 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника

**Направленность (профиль) подготовки** - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

**Уровень высшего образования** Подготовка кадров высшей квалификации

**Квалификация выпускника** «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

**Форма обучения** очная

Год	Трудоемкость зач. ед./час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРА, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	3/108	36			72	зачет
Итого	3/108	36			72	зачет

г. Владимир 2015 г.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель дисциплины «Математическая обработка информации» — ознакомление с современными математическими методами, применяемыми при цифровой обработке информации. Эти методы применяются при математическом моделировании, используются в научно-исследовательской работе. В терминах данной дисциплины традиционно излагаются многие технические проблемы и разнообразные процессы, происходящие в природе.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

В соответствии с учебным планом дисциплина «Математическая обработка информации» относится к дисциплинам по выбору вариативной части профессиональной подготовки аспирантов по направлению 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника» по направленности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и предполагает углубление и дифференциацию профессиональных компетенций аспирантов.

Для освоения данной дисциплины обучающимся необходимо иметь теоретические знания и практические навыки по дисциплинам линейная алгебра, математический анализ, функциональный анализ, дифференциальные уравнения, теория функций комплексного переменного. Иметь навыки программирования и работы с компьютером как средством управления информацией, уметь использовать инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации.

Ее изучение позволяет аспирантам:

- применять математические методы и инструментальные средства для исследования объектов профессиональной деятельности;
- применять системный подход к анализу и синтезу сложных систем;
- уметь строить математические модели объектов профессиональной деятельности;
- уметь использовать математические инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования.

Владея этой методологией исследования, будущий кандидат физико-математических наук может: значимо повысить системность и направленность своей деятельности, в том

числе научно-исследовательской; используя построения математических моделей для решения практических проблем, понимать критерии качества математических исследований, принципы экспериментальной и эмпирической проверки научных теорий.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения данной дисциплины выпускник должен обладать следующими общепрофессиональными и профессиональными компетенциями:

- владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владением культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способностью разрабатывать и применять новые математические методы моделирования объектов и явлений (ПК-1);
- способностью разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные вычислительные методы с применением современных компьютерных технологий (ПК-2);
- готовностью разрабатывать новые математические методы и алгоритмы проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурального эксперимента (ПК-5);
- готовностью разрабатывать системы компьютерного и имитационного моделирования (ПК-6).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** - теорию рядов и интегралов Фурье и их обобщений в виде дискретных ортогональных преобразований;

- основные методы и приемы цифровой обработки информации;

- методы математического и алгоритмического моделирования и применять их при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук;

**Уметь:** - применять теоретические знания при решении математических, физических и других прикладных задач;

- проводить анализ проблематики и строить математическую модель.

**Владеть:** - основными приемами цифровой обработки информации.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Математическая обработка информации»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Год обучения	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
			лекции	практ.	СРА	
1.	Классификация сигналов	2	2		4	тестирование
2.	Ряд Фурье: тригонометрический и общий случаи	2	4		8	-
3.	Преобразование Фурье	2	4		8	-
4.	Дискретное преобразование Фурье	2	6		12	тестирование
5.	Дискретное преобразование Уолша	2	10		20	-
6.	Быстрые алгоритмы	2	8		16	-
7.	Вейвлет-анализ	2	2		4	тестирование
	<b>ИТОГО:</b>		<b>36</b>		<b>72</b>	<b>Зачет</b>

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Качество обучения достигается за счет использования следующих форм учебной работы: лекции, самостоятельная работа аспиранта (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации, активное, постоянное взаимодействие между преподавателем и аспирантом в процессе обучения.

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

Для контроля текущей успеваемости предусмотрена процедура тестирования, которая проводится по окончании освоения модуля программы.

Тема 1 «Ряды Фурье»

##### Вопросы для тестирования

1. Классификация сигналов. Аналоговые сигналы и цифровые сигналы.

2. Ряды Фурье. Основные понятия и определения.
3. Признаки сходимости рядов Фурье.
4. Вычисление разложения функций в ряд Фурье.
5. Равенство Парсеваля.
6. Ряд Фурье четных и нечетных функций.
7. Ряд Фурье в комплексном виде.
8. Ядро Дирихле. Интегральное представление частной суммы.
9. Теоремы о представлении функций рядом Фурье.

#### Задания для тестирования

1. Разложить функцию  $f(x)=x$  в ряд Фурье на интервале  $(-\pi, \pi)$ .
2. Разложить функцию  $f(x)=x$  в ряд Фурье по синусам.
3. Разложить функцию  $f(x)=\sin x$  в ряд Фурье по косинусам.
4. Разложить функцию  $f(x)=x$  в ряд Фурье в экспоненциальном виде.

### Тема 2 «Преобразование Фурье и дискретное преобразование Фурье»

#### Вопросы для тестирования

1. Преобразование Фурье. Теорема Планшереля.
2. Свойства преобразований Фурье.
3. Функции Эрмита как собственные функции преобразования Фурье.
4. Дискретное преобразование Фурье.
5. Вычисление дискретных преобразований Фурье.
6. Равенство Парсеваля для дискретного преобразования Фурье.
7. Свойства дискретного преобразования Фурье.
8. Спектральное разложение оператора дискретного преобразования Фурье.

#### Задания для тестирования

1. Вычислить преобразование Фурье функции  $f(x) = e^{-|x|}$ .
2. Вычислить преобразование Фурье функции  $f(x) = e^{-x^2}$  (преобразование колокола).
3. Вычислить дискретное преобразование Фурье стандартного четырехмерного вектора  $(0,1,2,3)$ . Восстановить сигнал вычислением обратного дискретного преобразования Фурье.
4. Вычислить дискретное преобразование Фурье единичного импульса  $(1,0,0,0)$ .

### Тема 3 «Дискретное преобразование Уолша»

#### Вопросы для тестирования

1. Дискретное преобразование Уолша в нумерации Адамара.
2. Дискретное преобразование Уолша в нумерации Пэли.
3. Дискретное преобразование Уолша в нумерации Уолша.
4. Дискретное преобразование Уолша в новой нумерации.
5. Линейные перестановки дискретного преобразования Уолша.
6. Метод генерирования линейной перестановки дискретного преобразования Уолша.
7. Спектральное разложение оператора дискретного преобразования Уолша.

#### Задания для тестирования

1. Вычислить дискретное преобразование Уолша-Адамара стандартного четырехмерного вектора  $(0,1,2,3)$ . Восстановить сигнал вычислением обратного дискретного преобразования Уолша-Адамара.
2. Вычислить дискретное преобразование Уолша единичного импульса  $(1,0,0,0)$ .
3. Проверить выполнение равенства Парсеваля на примере стандартного вектора.

4. Вычислить проекторы на собственные подпространства оператора дискретного преобразования Уолша-Адамара и Уолша-Пэли.

Для текущего контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрен зачет. Зачет по дисциплине служит для оценки работы аспиранта и призван выявить уровень полученных теоретических и практических знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их в решении практических задач. Оценивание проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено».

## 2. Вопросы для самостоятельной работы аспиранта

1. Ряд Фурье четных и нечетных функций.
2. Ряд Фурье в комплексном виде.
3. Ядро Дирихле. Интегральное представление частной суммы.
4. Система Уолша в нумерации Пэли.
5. Ядро Дирихле для системы Уолша. Константы Лебега.
6. Преобразование Фурье. Теорема Планшереля.
7. Свойства преобразований Фурье.
8. Функции Эрмита как собственные функции преобразования Фурье.
9. Дискретное преобразование Фурье.
10. Спектральное разложение оператора дискретного преобразования Фурье.
11. Дискретное преобразование Уолша в нумерации Адамара.
12. Дискретное преобразование Уолша в нумерации Пэли.
13. Спектральное разложение оператора дискретного преобразования Уолша.
14. Построение матрицы дискретного преобразования Крестенсона.
15. Быстрый алгоритм дискретного преобразования Уолша-Адамара.
16. Быстрый алгоритм дискретного преобразования Фурье.
17. Алгоритм дискретного преобразования Хаара.
18. Алгоритм двумерного дискретного преобразования Хаара.
19. Сжатие цифровой информации методом зонного кодирования в случае ДПФ.
20. Сжатие цифровой информации методом зонного кодирования в случае ДПУ.

## Шкала оценивания

(зачет)

Оценка	Критерии
зачтено	Аспирант показал творческий подход к освоению программы дисциплины, в совершенстве или в достаточной степени овладел теоретическими вопросами дисциплины, показал необходимые умения и навыки.
не зачтено	Аспирант имеет проблемы по отдельным теоретическим разделам дисциплины и не владеет как минимум основными умениями и

### Контрольные вопросы к зачету

1. Классификация сигналов. Аналоговые сигналы и цифровые сигналы.
2. Ряды Фурье. Основные понятия и определения.
3. Признаки сходимости рядов Фурье.
4. Равенство Парсеваля.
5. Ряд Фурье четных и нечетных функций.
6. Ряд Фурье в комплексном виде.
7. Ядро Дирихле. Интегральное представление частной суммы.
8. Теоремы о представлении функций рядом Фурье.
9. Ортонормированная система функций.
10. Общий случай разложения в ряд Фурье по ортонормированной системе.
11. Преобразование Фурье. Теорема Планшереля.
12. Свойства преобразований Фурье.
13. Функции Эрмита как собственные функции преобразования Фурье.
14. Дискретное преобразование Фурье.
15. Вычисление дискретных преобразований Фурье.
16. Равенство Парсеваля для дискретного преобразования Фурье.
17. Свойства дискретного преобразования Фурье.
18. Циркулянтная матрица.
19. Спектральное разложение оператора дискретного преобразования Фурье.
20. Система Уолша в нумерации Пэли.
21. Дискретное преобразование Уолша в нумерации Адамара.
22. Дискретное преобразование Уолша в нумерации Пэли.
23. Спектральное разложение оператора дискретного преобразования Уолша.
24. Метод генерирования дискретных преобразований Уолша.
25. Кодирование информации с помощью дискретных преобразований Уолша.
26. Метод генерирования дискретных функций Уолша.
27. Быстрый алгоритм дискретного преобразования Уолша-Адамара.
28. Быстрый алгоритм дискретного преобразования Фурье.
29. Оконное преобразование Фурье.
30. Система Хаара на оси как пример кратно-масштабного анализа.

### Примеры задач, используемых для зачета.

#### Ряды Фурье

5. Разложить функцию  $f(x)=x$  в ряд Фурье на интервале  $(-\pi, \pi)$ .
6. Разложить функцию  $f(x)=x$  в ряд Фурье по синусам.
7. Разложить функцию  $f(x)=\sin x$  в ряд Фурье по косинусам.
8. Разложить функцию  $f(x)=x$  в ряд Фурье в экспоненциальном виде.

#### Преобразование Фурье

3. Вычислить преобразование Фурье функции  $f(x) = e^{-|x|}$ .
4. Вычислить преобразование Фурье функции  $f(x) = e^{-x^2}$  (преобразование колокола).

#### Дискретное преобразование Фурье

1. Вычислить дискретное преобразование Фурье стандартного четырехмерного вектора  $(0,1,2,3)$ . Восстановить сигнал вычислением обратного дискретного преобразования Фурье.
2. Вычислить дискретное преобразование Фурье единичного импульса  $(1,0,0,0)$ .
3. Проверить выполнение равенства Парсеваля на примере стандартного вектора.
4. Вычислить проекторы на собственные подпространства оператора ДПФ.

### Дискретное преобразование Уолша

1. Вычислить дискретное преобразование Уолша-Адамара стандартного четырехмерного вектора  $(0,1,2,3)$ . Восстановить сигнал вычислением обратного дискретного преобразования Уолша-Адамара.
2. Вычислить дискретное преобразование Уолша единичного импульса  $(1,0,0,0)$ .
3. Проверить выполнение равенства Парсеваля на примере стандартного вектора.
4. Вычислить проекторы на собственные подпространства оператора дискретного преобразования Уолша-Адамара и Уолша-Пэли.

### Быстрые алгоритмы.

1. Построение быстрого алгоритма дискретного преобразования Уолша-Адамара.
2. Построение быстрого алгоритма дискретного преобразования Уолша-Пэли.
3. Построение быстрого алгоритма дискретного преобразования Фурье.

### Вейвлет-анализ

1. Оконное преобразование Фурье.
2. Система Хаара на оси как пример кратно-масштабного анализа.
3. Непрерывное вейвлет-преобразование.
4. Дискретное вейвлет-преобразование.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Основная литература

1. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / Оппенгейм А., Шафер Р. - М. : Техносфера, 2012. - ISBN 978-5-94836-329-5.
2. Методы проектирования цифровых фильтров [Электронный ресурс] / Гадзиковский В.И. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - ISBN 978-5-9912-7003-8.
3. Основы формирования, передачи и приема цифровой информации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Лузин, Н.П. Никитин, В.И. Гадзиковский. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2014. - ISBN 978-5-321-01961-0.

### Дополнительная

1. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников [Электронный ресурс] / Стивен Смит; пер. с англ. А.Ю.



Линовича, С.В. Витязева, И.С. Гусинского - М. : ДМК Пресс, 2011. - ISBN 978-5-94120-145-7.

2. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Умняшкин С.В. - Второе издание, - М. : Техносфера, 2012. - ISBN 978-5-94836-318-9.

3. Методы цифровой многопроцессорной обработки ансамблей радиосигналов [Электронный ресурс] / Литюк В.И., Литюк Л.В. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - ISBN 5-98003-303-3.

#### **Периодическая литература**

1. Успехи математических наук, Журнал РАН (корпус 3, ауд. 414).
2. Автоматика и телемеханика, Журнал РАН (корпус 3, ауд. 414).

#### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

математические пакеты Maple, Scilab, MATLAB и др.

1. <http://lib.mexmat.ru>
2. <http://www.mathnet.ru/>
3. <http://exponenta.ru/>
4. <http://www.edu.ru/>
5. <http://www.scilab.org>

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

- Лекционная аудитория (318-3): 75 посадочных мест, мультимедийный проектор с автоматическим экраном.
- Электронные учебные материалы на компакт-дисках.
- Лаборатории вычислительных методов 405-3, 528-3.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 09.06.01 - Информатика и вычислительная техника и направленности (профилю) подготовки «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Рабочую программу составил профессор каф. ФАиП, д. ф.-м. н. Беспалов М.С.



Рецензент(ы) А.Д. Квасов Д.С. Инженер  
ООО "ФС Сервис"

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФизМ  
протокол № 138 от 05.06.15 года.

Заведующий кафедрой С.М. Арзамас

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 09.06.01

Протокол № 135 от 05.06.15 года  
Председатель комиссии С.М. Арзамас

(ФИО, подпись)

**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 \_\_\_\_\_

---