

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 прикладной математики, физики и информатики



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Хорьков К.С.

« 30 » 08 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

(наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

02.04.01 «Математика и компьютерные науки»

(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

Математические методы в экономике и финансах

(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир

2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Математические методы обработки информации» – изучение математических методов цифровой обработки сигналов, применяемых при передаче цифровой информации по различным каналам связи.

Задачи:

- ознакомление с аппаратом дискретного гармонического анализа, применяемым при цифровой обработке информации;
- формирование теоретических знаний и практических навыков для решения разнообразных прикладных задач и задач математического моделирования;
- подготовка в области построения и использования различных математических моделей, ознакомление с методами и приемами самостоятельных математических исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математические методы обработки информации» относится к обязательной части учебного плана.

Пререквизиты дисциплины: математический анализ, функциональный анализ, общая алгебра, дискретная математика и математическая логика, теория кодирования, численные методы.

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	
ОПК-1. Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики	ОПК-1.1. Знает фундаментальные понятия в формулировке и решении актуальных и значимых проблем прикладной и компьютерной математики. ОПК-1.2. Умеет использовать фундаментальные понятия в формулировке и решении актуальных и значимых проблем прикладной и компьютерной математики в профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Владеет навыками решения актуальных и значимых проблем прикладной и компьютерной математики.	Знать основы теории цифровой обработки информации. Уметь применять аппарат цифровой обработки сигналов для решения прикладных задач. Владеть дискретными и непрерывными методами анализа и синтеза сигналов.	Отчеты по лабораторным работам. Контрольные вопросы к лабораторным работам. Контрольные вопросы к рейтинг-контролю и промежуточной аттестации
ПК-2. Способен проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности.	ПК-2.1. Знает методы и приемы формализации задач, методы анализа научных данных в конкретной области профессиональной деятельности. ПК-2.2. Умеет оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и применять методы анализа результатов исследований и разработок. ПК-2.3. Владеет навыками организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок.	Знать основные понятия теории цифровой обработки информации. Уметь применять их для решения прикладных задач. Владеть методами цифровой обработки сигналов.	Отчеты по лабораторным работам. Контрольные вопросы к лабораторным работам. Контрольные вопросы к рейтинг-контролю и промежуточной аттестации

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Классификация сигналов.	1	1	2			1	5	
2	Ряд Фурье: тригонометрический, системы Уолша и Хаара	1	2-5	6		4	5	20	
3	Преобразование Фурье	1	6-7	4		2	3	20	Рейтинг-контроль 1
4	Дискретные преобразования Фурье и Хаара	1	8-9	8		4	6	30	
5	Дискретное преобразование Уолша	1	10-15	12		6	9	30	Рейтинг-контроль 2
6	Быстрые алгоритмы	1	16-18	4		2	3	30	Рейтинг-контроль 3
Всего за 1 семестр:				36		18		135	Экзамен (27)
Итого по дисциплине				36		18		135	Экзамен (27)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Классификация сигналов. Классификация сигналов: аналоговые и дискретные, периодические и специального вида.

Тема 2. Ряд Фурье: тригонометрический, системы Уолша и Хаара. Аналоговый периодический сигнал. Классический ряд Фурье. Общий случай рядов Фурье. Свойства рядов Фурье. Ряды Фурье по системам Уолша в разных нумерациях и Хаара.

Тема 3. Преобразование Фурье. Аналоговый непериодический сигнал. Преобразование Фурье суммируемых функций и его свойства. Свертка функций.

Преобразование Фурье функций суммируемых в квадрате как унитарный оператор. Теорема Планшереля. Спектральное разложение унитарного оператора преобразования Фурье.

Тема 4. Дискретные преобразования Фурье и Хаара. Дискретный периодический сигнал. Дискретное преобразование Фурье конечных сигналов и его свойства. Свертка сигналов. Циркулянтная матрица и ее свойства. Дискретное преобразование Фурье, как унитарный оператор и его спектральное разложение. Дискретное преобразование Хаара.

Тема 5. Дискретное преобразование Уолша. Дискретное преобразование Уолша конечных сигналов в различных нумерациях и его свойства. Два вида тензорного произведения матриц. Двоичная свертка сигналов. Двоично-циркулянтная матрица и ее свойства. Дискретное преобразование Уолша различных нумераций, как унитарный оператор и его спектральное разложение в симметричном и несимметричном случаях. Порождающий оператор для дискретного преобразования Уолша-Адамара.

Тема 6. Быстрые алгоритмы. Быстрые алгоритмы дискретного преобразования Уолша в нумерациях Адамара и Пэли в матричном виде и в виде блок-схемы. Практическая реализация быстрых алгоритмов. Реверсная перестановка. Алгоритм Кули-Тьюкки быстрого дискретного преобразования Фурье.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Лабораторная работа по теме «Ряд Фурье: тригонометрический, системы Уолша и Хаара». Аналоговый периодический сигнал. Классический ряд Фурье. Общий случай рядов Фурье. Свойства рядов Фурье. Ряды Фурье по системам Уолша в разных нумерациях и Хаара.

Лабораторная работа по теме «Преобразование Фурье». Аналоговый непериодический сигнал. Преобразование Фурье суммируемых функций и его свойства. Свертка функций.

Преобразование Фурье функций суммируемых в квадрате как унитарный оператор. Теорема Планшереля. Спектральное разложение унитарного оператора преобразования Фурье.

Лабораторная работа по теме «Дискретные преобразования Фурье и Хаара». Дискретный периодический сигнал. Дискретное преобразование Фурье конечных сигналов и его свойства. Свертка сигналов. Циркулянтная матрица и ее свойства. Дискретное преобразование Фурье, как унитарный оператор и его спектральное разложение. Дискретное преобразование Хаара.

Лабораторная работа по теме «Дискретное преобразование Уолша». Дискретное преобразование Уолша конечных сигналов в различных нумерациях и его свойства. Два вида тензорного произведения матриц. Двоичная свертка сигналов. Двоично-циркулянтная матрица и ее свойства. Дискретное преобразование Уолша различных нумераций, как унитарный оператор и его спектральное разложение в симметричном и несимметричном случаях. Порождающий оператор для дискретного преобразования Уолша-Адамара.

Лабораторная работа по теме «Быстрые алгоритмы». Быстрые алгоритмы дискретного преобразования Уолша в нумерациях Адамара и Пэли в матричном виде и в виде блок-схемы. Практическая реализация быстрых алгоритмов. Реверсная перестановка. Алгоритм Кули-Тьюкки быстрого дискретного преобразования Фурье.

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

Рейтинг-контроль №1

Ряды Фурье

1. Разложить функцию $f(x) = x$ в тригонометрический 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 по системе Уолша.
5. Разложить функцию $f(x) = x$ в ряд Фурье по системе Хаара.

Преобразование Фурье

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

Рейтинг-контроль №2

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 Хаара

1. Применение алгоритма дискретного преобразования Хаара.

Рейтинг-контроль №3

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.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен).

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Классификация сигналов.
2. Тригонометрический ряд Фурье. Амплитуды, фазовые сдвиги и частоты. Интегральное представление частной суммы.
3. Ядро Дирихле и константы Лебега для тригонометрической системы.
4. Свойства тригонометрического ряда Фурье.
5. Комплексная форма тригонометрического ряда Фурье.
6. Система Уолша в нумерации Пэли.
7. Ряд Фурье по системе Уолша. Интегральное представление частной суммы.
8. Ядро Дирихле и константы Лебега для системы Уолша.
9. Система Хаара.
10. Система Хаара на оси как пример кратно-масштабного анализа.
11. Определение и свойства преобразования Фурье.
12. Дискретное преобразование Фурье.
13. Равенство Парсеваля для дискретного преобразования Фурье.
14. Свойства дискретного преобразования Фурье.
15. Собственные числа и собственные векторы циркулянтной матрицы.
16. Спектральное разложение оператора дискретного преобразования Фурье.
17. Дискретное преобразование Хаара.
18. Дискретное преобразование Уолша в нумерации Адамара.
19. Дискретное преобразование Уолша в нумерации Пэли.
20. Дискретные функции Уолша в различных нумерациях и без нумерации.
21. Собственные числа и собственные векторы циркулянтной матрицы.
22. Линейные перестановки дискретного преобразования Уолша.
23. Спектральное разложение оператора дискретного преобразования Уолша.
24. Тензорные произведения матриц: кронекерово произведение и \mathbf{b} -произведение.
25. Порождающий оператор для дискретных функций Уолша.
26. Быстрый алгоритм дискретного преобразования Уолша-Адамара.
27. Быстрый алгоритм дискретного преобразования Уолша-Пэли.
28. Быстрый алгоритм дискретного преобразования Фурье.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа студента состоит в выполнении заданий типового расчета, оформляемого отдельным отчетом и защищаемого студентом. Методические указания и задания подготовлены в системе ТЕХ выдаются студентам в виде pdf-файла.

Примерные темы вопросов для самостоятельной работы

1. Дискретное преобразование Фурье.
2. Собственные подпространства оператора ДПФ.
3. Дискретное преобразование Хаара.
4. Дискретное преобразование Уолша.
5. Собственные подпространства оператора ДПУ.
6. Быстрые алгоритмы.

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
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Беспалов М.С. Математические методы в информатике и вычислительной технике. В 2-х ч. Ч.2. Введение в прикладной гармонический анализ. Владимир: ВлГУ. 2007	2007	http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/2949
2. Беспалов М.С., Скляренко В.А. Функции Уолша и их приложения. Учебное пособие. Владимир: ВлГУ. 2012	2012	
3. Беспалов М.С., Скляренко В.А. Дискретные функции Уолша и их приложения. Учебное пособие. Владимир: ВлГУ. 2014	2014	http://e.lib.vlsu.ru/handle/123456789/3451
4. Малоземов В.Н., Машарский С.М. Основы дискретного гармонического анализа. СПб: Лань. 2012	2012	
5. Бернюков А.К. Избранные главы дискретной математики. Уч. пос. Владимир: ВлГУ. 2009	2009	http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1432
Дополнительная литература		
1. Беспалов М.С. Дискретные и вероятностные модели. Учебное пособие. Владимир: ВлГУ. 2017. 84с.	2017	http://e.lib.vlsu.ru/handle/123456789/6747
2. Ефимов А.В., Золотарев Ю.Г. Терпигорева В.М. Математический анализ. В 2-х. т. М: Высш. школа, 1980	1980	
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер. 2003	2003	
4. Голубов Б.И., Ефимов А.В., Скворцов В.А. Ряды и преобразования Уолша. Теория и применения. М.: ЛКИ. 2008	2008	

6.2. Периодические издания

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

6.3. Интернет-ресурсы

1. <http://window.edu.ru/>
2. <http://www.exponenta.ru/>
3. <http://allmath.com/>
4. <http://lib.mexmat.ru>
5. <http://www.mathnet.ru/>
6. <http://www.dha.spb.ru>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и практического типа. Лабораторные занятия проводятся в лаборатории численных методов (405-3).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

1. Microsoft Excel
2. Maple
3. MathCad
4. MATLAB

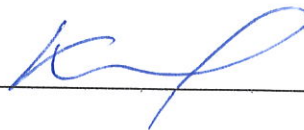
Рабочую программу составил:

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



Рецензент (представитель работодателя):

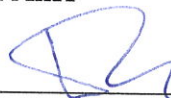
заместитель директора по развитию ООО «Баланс» Кожин А.В.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФАиП

Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой ФАиП к.ф.-м.н., доцент Бурков В.Д.



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 02.04.01 «Математика и компьютерные науки»

Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Председатель комиссии зав. кафедрой ФАиП Бурков В.Д.



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____