



Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.Н.Здрок

02.11.2021 г.

Регистрационный № УД- 9929 /уч.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ В ПРАКТИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 80 09 Прикладная математика и информатика

Профилизация: Интеллектуальные системы

2021 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 80 09-2019 и учебного плана G31-128/уч. от 01.04.2020 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Е.С. Чеб – доцент кафедры компьютерных технологий и систем факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

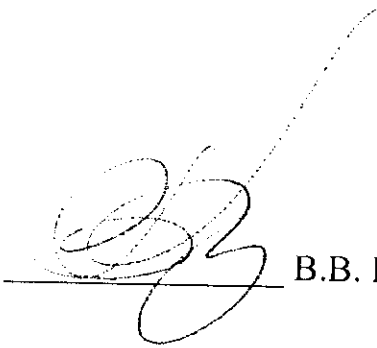
А.А. Дудкин – доктор технических наук, профессор заведующий лабораторией идентификации систем ОИПИ НАН Беларуси.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой информационных систем управления
(протокол № 13 от 31 мая 2021 года);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 7 от 30 июня 2021 года)

Заведующий кафедрой
информационных систем управления



В.В. Краснопрошин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Учебная дисциплина «Функциональный анализ в практических приложениях» знакомит студентов магистратуры с теоретическими основами и новейшими практическими методами интегральных преобразований для решения задач обработки информации.

Цель учебной дисциплины – дальнейшее развитие у студентов магистратуры навыков применения интегральных преобразований для решения актуальных прикладных задач.

Задачи учебной дисциплины:

1. Создание теоретического математического аппарата, необходимого для обоснования методов интегральных преобразований.
2. Изучение различных классов интегральных преобразований для решения актуальных прикладных задач.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием (магистра).

Учебная дисциплина относится к модулю «Интеллектуальная обработка данных» компонента учреждения высшего образования.

Программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами. Основой для изучения учебной дисциплины являются следующие учебные дисциплины первой ступени высшего образования: «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ и интегральные уравнения» и дисциплина второй ступени высшего образования «Программные средства анализа данных».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Функциональный анализ в практических приложениях» должно обеспечить формирование следующих специализированных и углубленных профессиональных компетенций:

специализированные компетенции:

СК – 5. Владеть методиками проектирования технических процессов и систем.

СК – 14. Уметь определять общие формы и закономерностей предметной области.

СК – 21. Уметь ставить естественно-научные задачи, оценивать значения постановок задач математики и информационных технологий.

углубленные профессиональные компетенции:

УПК – 5. Владеть перспективными технологиями программирования

В результате изучения дисциплины студент магистратуры должен:

знать:

- базовые понятия теории гильбертовых пространств;
- классические непрерывные и дискретные интегральные преобразования;
- алгоритмы классических интегральных преобразований;

уметь:

- применять конкретное прямое и обратное интегральное преобразование для заданного класса решаемых задач;
- реализовывать быстрые алгоритмы дискретных интегральных преобразований;

владеть:

- методами построения спектральных характеристик информационных функций;
- навыками применения интегральных преобразований для анализа решения прикладных задач.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 3-ем семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Функциональный анализ в практических приложениях» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 198 часов, в том числе 60 аудиторных часов, из них: лекции – 20 часов, практические занятия – 20 часов, семинарские занятия – 20 ч (ДО).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Тема 1.1. Введение. Непрерывное преобразование Фурье аналоговых функций

Непрерывное преобразование Фурье и его свойства. Преобразование Фурье типичных функций. Спектр и его представление. Спектр вещественной функции. Связь между функцией и ее спектром.

Тема 1.2. Свертка и корреляция функций

Формула обращения преобразования Фурье. Теорема о свертках. Теорема Планшереля. Анализ линейных систем.

Тема 1.3. Дискретное преобразование Фурье в задачах обработки изображений

Дискретизация информационной функции. Теорема отсчетов. Дискретное преобразование Фурье и его свойства. Техника быстрого преобразования Фурье и основные подходы к ее реализации. Вычисление автокорреляционной функции. Анализ линейных дискретных систем. Дискретное преобразование Фурье в ЦОС. Линейные дискретные фильтры. Сжатие данных.

Тема 1.4. Многомерное преобразование Фурье и сжатие изображений

Двумерное косинусное преобразование Фурье (ДКП). Применение ДКП для сжатия информационных функций. Оконное преобразование Фурье. Недостатки преобразования Фурье.

Раздел 2. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАДОНА, ХАРТЛИ И ХАФА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Тема 2.1. Преобразование Радона

Интегральное преобразование Радона и его связь с преобразованием Фурье. Применение преобразования Радона в компьютерной томографии.

Тема 2.2. Преобразование Хартли и Хафа

Дискретное преобразование Хартли вещественных последовательностей и его связь с дискретным преобразованием Фурье. Двумерное преобразование Хартли. Вычисление циклических сверток с помощью дискретного преобразования Хартли. Дискретное преобразование Хафа.

Тема 2.3. Применение преобразований Хартли и Хафа

Обработка изображений с использованием обобщенного преобразования Хафа. Применение преобразования Хартли в цифровой обработке сигналов.

Раздел 3. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ХААРА В ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Тема 3.1. Непрерывное вейвлет-преобразование

Вейвлеты. Масштабирующие и вейвлет-функции, их основные характеристики. Ортогональные функции Хаара.

Тема 3.2. Алгоритмы вычисления преобразования Хаара

Прямое и обратное дискретное преобразование Хаара и его свойства. Аппроксимация функциями Хаара.

Тема 3.3. Применение вейвлетов для сжатия изображений

Основные понятия предварительной обработки изображений. Упрощенная схема вейвлет-сжатия. Применение вейвлетов для хранения и обработки изображений.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	
1	2	3	4	5	6
1	ИНТЕГРАЛЬНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ	10	10	10 (ДО)	
1.1	Введение. Непрерывное преобразование Фурье аналоговых функций	4	4	4(ДО)	Дискуссия по алгоритмам применения преобразования Фурье в спектральном анализе, отчет по практическим заданиям
1.2	Свертка и корреляция функций	1	1	1(ДО)	Опрос, отчет по практическим заданиям
1.3	Дискретное преобразование Фурье в задачах обработки изображений	4	4	4(ДО)	Защита проекта по дискретным преобразованиям в обработке изображений, контрольная работа № 1
1.4	Многомерное преобразование Фурье и сжатие изображений	1	1	1(ДО)	Коллоквиум
2	ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАДОНА, ХАРТЛИ И ХАФА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ	4	4	4 (ДО)	

2.1	Преобразование Радона	1	1	1(ДО)	Опрос, отчет по практическим заданиям
2.2	Преобразования Хартли и Хафа	1	1	1(ДО)	Опрос, отчет по практическим заданиям
2.3	Применение преобразований Хартли и Хафа	2	2	2(ДО)	Выступление с докладом на семинаре
3	ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ХААРА В ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ	6	6	6 (ДО)	
3.1	Непрерывное вейвлет-преобразование	2	2	2(ДО)	Опрос, отчет по практическим заданиям
3.2	Алгоритмы вычисления преобразования Хаара	3	3	3(ДО)	Контрольная работа № 2, защита проекта на семинаре
3.3	Применение вейвлетов для сжатия изображений	1	1	1(ДО)	Коллоквиум
	Всего:	20	20	20 (ДО)	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Блаттер, К. Вейвлет-анализ. Основы теории / К. Блаттер. – М.: Техносфера, 2006. – 271 с.
2. Брейуэлл, Р. Преобразование Хартли. Пер. с англ. / Р. Брейуэлл. – М.: Мир, 1990. – 175 с.
3. Дженкинс, Г. Спектральный анализ и его приложения / Г. Дженкинс, Д. Ваттс. – М.: Мир, 1972. – 312 с.
4. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2012. – 1104 с.
5. Зорич, В.А. Математический анализ. В 2-х частях. Ч.2. / В. А. Зорич. – М.: МЦНМО, 2019. – 688 с.
6. Петухов, А.П. Введение в теорию базисов всплесков (вейвлеты) / А.П. Петухов. – СПб.: СПбГТУ, 1999. – 132 с.
7. Хелгасон, С. Преобразование Радона. Пер. с англ. / С. Хелгасон. – М.: Мир, 1983. – 152 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Астафьева, Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры приложений / Н.М. Астафьева // Успехи физических наук. – 1998. – Т.166, № 11. – С. 1145–1170.
2. Воскобойников, Ю.Е. Фильтрация сигналов: фурье и вейвлет алгоритмы / Ю.Е. Воскобойников, А.В. Горчаков, А.Б. Колкер. – М.: Наука, 2010. – 195 с.
3. Короновский, А.А. Непрерывный вейвлет-анализ и его приложения / А.А. Короновский, А.Е. Храмов. – М.: Физматлит, 2003. – 176 с.
4. Малла, С. Вейвлеты в обработке сигналов / С. Малла. – М.: Мир, 2005. – 671 с.
5. Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко. – СПб.: БХВ Петербург, 2011. – 768 с.
6. Сэлмон, Д. Сжатие данных, изображений и звука / Д. Сэлмон. – М.: Техносфера, 2012. – 368 с.
7. Фомин, Я.А. Распознавание образов: теория и приложения / Я.А. Фомин. – М.: ФАЗИС, 2014. – 429 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для диагностики результатов учебной деятельности в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы:

1. Устная форма: устный опрос, коллоквиум, выступление с докладом на семинаре.
2. Письменная форма: контрольная работа.
3. Устно-письменная форма: отчеты по домашним практическим заданиям с их устной защитой.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Функциональный анализ в практических приложениях» учебным планом предусмотрен экзамен.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний в рейтинговую оценку (формирование оценки за текущую успеваемость):

- отчёты по практическим заданиям – 20 %;
- доклады на семинарах – 30%;
- контрольные работы – 30%;
- устный опрос – 20%.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и зачетной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценки по текущей успеваемости составляет 40 %, оценки на экзамене – 60 %.

Примерная тематика практических занятий

1. Преобразование Фурье простейших информационных функций: линейно-ступенчатых, двойной экспоненты, периодической последовательности треугольных, пилообразных, прямоугольных импульсов.
2. Спектральный анализ непериодических информационных функций.
3. Расчет и построение спектров амплитуд и начальных фаз.
4. Дискретное преобразование Фурье типичных функций построение спектра.
5. Вычисление дискретной линейной и циклической сверток.
6. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье и их реализация.
7. Реализация преобразования Радона.
8. Реализация преобразования Хартли.
9. Реализация преобразования Хафа.
10. Дискретное преобразование Хаара и его реализация.

Рекомендуемая тематика контрольных работ

1. Контрольная работа №1. Реализация дискретного косинусного преобразования Фурье.
2. Контрольная работа №2. Реализация алгоритма вейвлет-преобразования Хаара.

Текущий контроль знаний проводится в соответствии с учебно- методической картой дисциплины.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса большинства практических занятий используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает освоение содержания учебного материала через решение практических задач, а также приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности.

Кроме этого, при организации образовательного процесса используется комбинация **методов группового обучения, проектного обучения и учебной дискуссии**. Комбинация методов предполагает: ориентацию на генерирование идей, приобретение навыков для решения исследовательских, творческих и коммуникационных задач, появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся, подготовка к экзамену

Для организации самостоятельной работы студентов магистратуры по учебной дисциплине следует использовать информационно коммуникационные технологии:

Образовательный портал БГУ <https://edufpmi.bsu.by/course/view.php?id=744>

разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, презентации лекций, методические указания к практическим занятиям, электронные версии домашних заданий, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в том числе вопросы для подготовки к экзамену, задания, вопросы для самоконтроля, список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Ряд Фурье и интеграл Фурье: связь между ними.
2. Непрерывное преобразование Фурье и его свойства.
3. Амплитудный и фазовый спектры типичных функций.
4. Формулы обращения.

5. Преобразование Фурье сверток и его использование.
6. Теоремы отсчетов и Планшереля.
7. Дискретное преобразование Фурье и его свойства.
8. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье по основанию 2.
9. Двумерное и оконное преобразование Фурье, его применение
10. Применение преобразования Фурье в ЦОС.
11. Преобразование Радона. Формулы обращения.
12. Двумерное преобразование Радона в томографии.
13. Непрерывное и дискретное преобразование Хартли.
14. Вычисление свертки с использованием быстрого преобразования Хартли.
15. Двумерное преобразование Хартли.
16. Преобразование Хафа. Алгоритмы обнаружения линий.
17. Вейвлеты и их свойства. Примеры вейвлетных базисов. Базис Хаара на прямой.
18. Диадное вейвлет-преобразование на основе системы Хаара.
19. Кратномасштабный анализ на прямой и его применение. Приложение вейвлет-преобразования для обработки дискретных функций.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Обработка пространственных данных	Информационных систем управления	Нет	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения (протокол № 13 от 31 мая 2021г.)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на ____ / ____ учебный год

№№ Пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры информационных систем управления (протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой

Д.т.н., профессор

(ученая степень, звание)

(подпись)

В.В. Краснопрошин

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Д.т.н., доцент

(ученая степень, звание)

(подпись)

А.М. Недзведзь

(И.О.Фамилия)