

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра дифференциальных уравнений

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета



Нестеров П.Н.

21 мая 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Всплесковый анализ**

Направление подготовки (специальности)  
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)  
«Прикладное программирование и информационные технологии»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 19 апреля 2024 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК  
математического факультета  
протокол № 9 от 3 мая 2024 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина "Всплесковый анализ" обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом. Целью спецкурса «Всплесковый анализ» являются ознакомление студентов с методами всплескового анализа, включая интегральные и дискретные всплеск-преобразования.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, и является элективной дисциплиной. Дисциплина "Всплесковый анализ" входит в цикл дисциплин, которые обеспечивают овладение аналитическими и численными методами, необходимыми для подготовки специалиста-математика. Она основывается на знаниях, полученных слушателями при изучении дисциплин "Математический анализ", "Алгебра," "Функциональный анализ". Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины "Всплесковый анализ", используются при изучении общепрофессиональных дисциплин, а также ряда специальных дисциплин. Данная дисциплина является дисциплиной по выбору.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-2</b> Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	<b>И-ПК-2.2</b> Обладает способностью применять современный математический аппарат в решении различных задач	<b>Знать:</b> основные понятия всплескового анализа. <b>Уметь:</b> - разрабатывать методы обработки сигналов на основе всплесков. - реализовывать эти методы на языке программирования высокого уровня <b>Владеть навыками:</b> использования всплесков для решения прикладных задач.

## 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)		Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной
			Контактная работа		

			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	аттестации (по семестрам)
1	Вводная лекция. Обзор литературы. Основные понятия всплескового анализа.	7	1					6	
2	Пространства $L^1(R)$ , $L^2(R)$ и их основные свойства.	7	2	4		1		6	
3	Понятие всплеска. Простейшие примеры (мексиканская шляпа, всплеск Хаара, Гаусса и др.). Условия на всплеск.	7	2	4		1		6	
4	Преобразование Фурье и обратное преобразование Фурье. Их свойства.	7	2	4		1		6	
5	Дискретное преобразование Фурье	7	2	4		1		6	
6	Линейные преобразования инвариантные относительно сдвига	7	2	4		1		6	
7	Быстрое преобразование Фурье	7	2	4		1		6	Контрольная работа
8	Локализация в непрерывном случае. Преобразование Габора. Окна, оконные функции. Оконное (кратковременное) преобразование Фурье. Принцип неопределенности.	7	2	4		1		6	
9	Интегральное всплеск-преобразование. Формулы обращения и двойственные.	7	1	4		1		6	
						2	0,5	33,5	экзамен
	<b>Итого</b>		<b>16</b>	<b>32</b>		<b>8</b>	<b>0,5</b>	<b>87,5</b>	

### Содержание разделов дисциплины:

**Тема 1. Вводная лекция. Обзор литературы. Основные понятия всплескового анализа.**

**Тема 2. Пространства  $L^1(R)$ ,  $L^2(R)$  и их основные свойства.**

Приводятся основные определения и формулировки теорем. Повторяются основные свойства пространств  $L^1(R)$ ,  $L^2(R)$ .

**Тема 3. Понятие всплеска. Простейшие примеры (мексиканская шляпа, всплеск Хаара, Гаусса и др.). Условия на всплеск.**

Приводятся общие определения и примеры всплесков. На примере вейвлета Хаара

обсуждается задача сжатия информации.

**Тема 4. Преобразование Фурье и обратное преобразование Фурье. Их свойства.**

Приводятся с доказательством основные свойства преобразования Фурье.

**Тема 5. Дискретное преобразование Фурье**

Приводятся с доказательством основные свойства дискретного преобразования Фурье. Выводятся основные формулы.

**Тема 6. Линейные преобразования инвариантные относительно сдвига**

Изучаются свойства линейных преобразований инвариантных относительно сдвига.

**Тема 7. Быстрое преобразование Фурье**

Рассматривается алгоритм быстрого преобразования Фурье. Оценивается его трудоемкость.

**Тема 8. Локализация в непрерывном случае. Преобразование Габора. Окна, оконные функции. Оконное (кратковременное) преобразование Фурье. Принцип неопределенности.**

Подробно рассматриваются свойства преобразования Габора и принцип неопределенности.

**Тема 9. Интегральное всплеск-преобразование. Формулы обращения и двойственные.**

**5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

**6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
- Электронная библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>
- Электронная библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru>
- Электронная библиотечная система «Консультант студента»  
<https://www.studentlibrary.ru>

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Новиков И. Я., Протасов В. Ю., Скопина М. А. Теория всплесков. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. <https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN5922106422.html>
2. Чуи К. Введение в вейвлеты - М.: Мир, 2001.  
[http://lib.ysu.am/disciplines\\_bk/ecc5f6106d18257f4016da1429df6be2.pdf](http://lib.ysu.am/disciplines_bk/ecc5f6106d18257f4016da1429df6be2.pdf)

### **б) дополнительная литература**

1. Блаттер К. Вейвлет анализ. Основы теории: М: Техносфера, 2004.- 280 с.
2. Фрейзер М. Введение в вейвлеты в свете линейной алгебры. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008  
<https://djvu.online/file/GXO2R25XzQn2G?ysclid=lmxlwip47y467507113>
3. В. П. Дьяконов Вейвлеты. От теории к практике - Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2008.  
<https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN5980031715.html>

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Старший преподаватель кафедры  
дифференциальных уравнений.

---

*должность, ученая степень*

И. Е. Преображенский

---

*подпись*

---

*И.О. Фамилия*

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
«Всплесковый анализ»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Прикладываются отдельным файлом**

**2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

**Список вопросов к экзамену**

- Базис Хаара и его свойства. Постановка задачи сжатия.
- Пространства  $L^1(\mathbb{R})$ ,  $L^2(\mathbb{R})$  и их основные свойства.
- Понятие всплеска. Простейшие примеры (мексиканская шляпа, всплеск Хаара, Гаусса и др.). Условия на всплеск.
- Преобразование Фурье и обратное преобразование Фурье. Их свойства.
- Непрерывно-временная свертка и ее свойства.
- Дискретное преобразование Фурье
- Линейные преобразования инвариантные относительно сдвига
- Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Трудоемкость данного алгоритма.
- Локализация в непрерывном случае. Преобразование Габора.
- Окна, оконные функции. Оконное (кратковременное) преобразование Фурье.
- Принцип неопределенности.
- Интегральное всплеск-преобразование. Формулы обращения и двойственные.

**3. Правила выставления оценки на экзамене.**

В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса и три задачи. На подготовку к ответу дается не менее 2 часа.

По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

**Оценка «Отлично»** выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала и понятийным аппаратом квантовой механики; осуществляет межпредметные связи; умеет связывать теорию с практикой. Студент дает развернутые, полные и четкие ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, соблюдает логическую последовательность при изложении материала. Грамотно использует терминологию квантовой механики

**Оценка «Хорошо»** выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствует указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.

**Оценка «Удовлетворительно»** выставляется студенту, который дает недостаточно полные и последовательные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при этом демонстрирует умение выделить существенные и несущественные признаки и установить причинно-следственные связи. Ответы излагаются в терминах квантовой механики, но при этом допускаются ошибки в определении и раскрытии некоторых основных понятий, формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

**Оценка «Неудовлетворительно»** выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, не устанавливает межпредметные связи; допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; дает неполные ответы, логика и последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.



## **Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Всплесковый анализ»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Всплесковый анализ» являются лекции. Это связано с тем, что в основе численных методов лежит серьезный математический аппарат, требующий детального разбора. По большинству тем предусмотрены практические занятия, преимущественно в форме лабораторных работ, на которых студенты реализуют на ЭВМ основные численные методы, изучаемые в курсе.

В конце семестра студенты сдают экзамен. Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических вопроса. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Всплесковый анализ» самостоятельно студенту затруднительно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.