

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 01.07.2022 10:30:07
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078e1ca8c0a01b9

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»**

Факультет физико-математических и естественных наук

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Функционально-дифференциальные уравнения

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

01.04.02 "Прикладная математика и информатика"

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

Математические модели в междисциплинарных исследованиях (РУДН-КазНУ)

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2022 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Функционально-дифференциальные уравнения» является знакомство с основными свойствами и современными методами качественного исследования неклассических задач для уравнений с частными производными, включая эллиптические уравнения с нелокальными краевыми условиями и краевые задачи для функционально-дифференциальных уравнений.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Функционально-дифференциальные уравнения» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

| Шифр | Компетенция | Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины) |
|-------------|--|--|
| УК-7 | Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных | УК-7.1 Формирование способности эффективного использования полученной различными современными способами информации к решению фундаментальных научных проблем и задач |
| ПК-3 | Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности | ПК-3.1 Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными |
| | | ПК-3.2 Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов |

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Функционально-дифференциальные уравнения» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Функционально-дифференциальные уравнения».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

| Шифр | Наименование компетенции | Предшествующие дисциплины/модули, практики* | Последующие дисциплины/модули, практики* |
|------|--|---|--|
| УК-7 | Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных | Дополнительные главы вычислительных методов | Аналитико-численные методы решения задач гидродинамики |
| ПК-3 | Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно- | Нелокальные краевые задачи | Государственный экзамен |

| Шифр | Наименование компетенции | Предшествующие дисциплины/модули, практики* | Последующие дисциплины/модули, практики* |
|------|------------------------------|---|--|
| | технологической деятельности | | |
| | | | |

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Функционально-дифференциальные уравнения» составляет 3 зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

| Вид учебной работы | ВСЕГО, ак.ч. | Семестр(-ы) | | | |
|---|-----------------|-------------|------------|--|--|
| | | 2 | | | |
| Контактная работа, ак.ч. | 54 | 54 | | | |
| Лекции (ЛК) | 36 | 36 | | | |
| Лабораторные работы (ЛР) | | | | | |
| Практические/семинарские занятия (СЗ) | 18 | 18 | | | |
| Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч. | 27 | 27 | | | |
| Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч. | 27 | 27 | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | ак.ч. | 108 | 108 | | |
| | зач.ед. | 3 | 3 | | |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

| Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) | Вид учебной работы* |
|--|--|---------------------|
| Краевые задачи для функционально-дифференциальных уравнений. Вводная часть | Вариационные и краевые задачи с отклоняющимся аргументом. Разрешимость и регулярность обобщенных решений. Краевые задачи для дифференциально-разностных уравнений в одномерном случае. Сведение краевой задачи для дифференциально-разностного уравнения на отрезке к дифференциальному уравнению с нелокальными краевыми условиями. Эллиптические уравнения второго порядка в цилиндре с нелокальными краевыми условиями. | ЛК, СЗ |
| Сильно эллиптические системы дифференциальных уравнений | Исследование неравенства Гординга для уравнений и систем уравнений с частными производными. Вывод необходимых и достаточных условий. Случай переменных коэффициентов. Метод локализации. Сравнение условий эллиптичности и сильной | ЛК, СЗ |

| Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) | Вид учебной работы* |
|---|---|---------------------|
| | <p>эллиптичности. Разрешимость и спектральные свойства задачи Дирихле для сильно эллиптической системы дифференциальных уравнений.</p> | |
| <p>Краевые задачи для эллиптических дифференциально-разностных уравнений</p> | <p>Разностные операторы в ограниченных областях евклидова пространства. Разбиение области, порожденное разностным оператором. Матричное описание разностных операторов, сравнение с символом разностного оператора. Решение задачи коэрцитивности (исследование неравенства типа Гординга) для дифференциально-разностных операторов. Получение достаточных условий и необходимых условий сильной эллиптичности в алгебраической форме. Постановка первой краевой задачи для сильно эллиптического дифференциально-разностного уравнения, обобщенные решения. Исследование разрешимости и структуры спектра. Исследование гладкости обобщенных решений первой краевой задачи для сильно эллиптических дифференциально-разностных уравнений. Внутренняя гладкость в подобластях. Эффект нарушения гладкости при подходе к границе подобласти. Примеры сохранения гладкости в подобластях, а также во всей области.</p> | <p>ЛК, СЗ</p> |
| <p>Краевые задачи для эллиптических функционально-дифференциальных уравнений с растяжениями и сжатиями аргументов</p> | <p>Функциональные операторы с растяжениями и сжатиями аргументов, их свойства в пространствах Соболева. Описание при помощи преобразования Гельфанда. Модельная краевая задача для эллиптического функционально-дифференциального уравнения с растяжениями и сжатиями в звездной области. Эффект появления бесконечномерного ядра/коядра. Задача коэрцитивности для функционально-дифференциального оператора с растяжениями и сжатиями в ограниченной области, содержащей центр сжатий. Получение алгебраического критерия сильной эллиптичности в виде положительности скалярного символа оператора (комбинации преобразований Фурье и Гельфанда). Приложение к дифференциально-разностным операторам. Разрешимость и спектр первой краевой задачи для сильно эллиптического функционально-дифференциального уравнения с растяжениями и сжатиями аргументов.</p> | <p>ЛК, СЗ</p> |

| Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) | Вид учебной работы* |
|---------------------------------|--|---------------------|
| | Исследование гладкости обобщенных решений в частных случаях. Особенности обобщенных решений первой краевой задачи для сильно эллиптического уравнения вблизи начала координат (центра сжатия). | |

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Тип аудитории | Оснащение аудитории | Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости) |
|--|---|--|
| Лекционная | Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций. | |
| Семинарская | Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций. | |
| Для самостоятельной работы обучающихся | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС. | |

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Скубачевский А.Л. Краевые задачи для эллиптических функционально-дифференциальных уравнений и их приложения. Успехи математических наук 71 (2016), 3-112.

2. Россовский Л.Е. Эллиптические функционально-дифференциальные уравнения со сжатием и растяжением аргументов неизвестной функции. Современная математика. Фундаментальные направления 54 (2014), 3-138.

Дополнительная литература:

1. Т. Като. Теория возмущений линейных операторов. М.: Мир, 1972.
2. Skubachevskii A.L. Elliptic functional differential equations and applications. Basel-Boston-Berlin: Birkhauser, 1996.
3. Л.Е. Россовский. Качественная теория дифференциальных и функционально-дифференциальных уравнений. Изд-во РУДН, Москва, 2008.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

2. Базы данных и поисковые системы:

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Функционально-дифференциальные уравнения».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Функционально-дифференциальные уравнения» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - Ом и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

РАЗРАБОТЧИКИ:

**Профессор, Математический ин-т
им. С.М. Никольского**



Л.Е. Россовский

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

**Директор Математического
института**



Муравник А.Б.

Наименование БУП

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

**Научный руководитель
Математического института**



Скубачевский А.Л.

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.