

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
функционального анализа
и операторных уравнений

_____ Каменский М.И.
подпись, расшифровка подписи
26.06.2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.10 Элементы теории полугрупп линейных ограниченных операторов

- 1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:** 02.04.01
Математика и компьютерные науки
- 2. Профиль подготовки / специализации:** программа «Математические основы компьютерных наук»
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** Магистр
- 4. Форма образования:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** функционального анализа и операторных уравнений
- 6. Исполнители программы:** Леженина Ирина Федоровна к.ф.-м.н.
- 7. Рекомендована:** НМС математического факультета протокол № 05.00-07 от 03.07.18
- 8. Учебный год:** 2018-2019 **Семестр(ы):** 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью курса является знакомство студентов с основами теории полугрупп линейных ограниченных операторов в банаховом пространстве. Задачами курса являются: изучение равномерно непрерывных полугрупп, сильно непрерывных полугрупп, аналитических полугрупп и их использование для решения задач математической физики.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: дисциплина относится к вариативной части блока Б1. Дисциплины (модули).

Для усвоения дисциплины необходимы знания по курсам «Вариационные методы в естествознании», «Дифференциальные уравнения неразрешенные относительно производной».

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	<p>знать: основные тенденции развития теории полугрупп линейных ограниченных операторов.</p> <p>уметь: разбивать общую постановку задачи на отдельные разделы и этапы исследования. Делать обобщающие выводы на основании полученных отдельных результатов исследования.</p> <p>владеть (иметь навык(и)): научными методами анализа и синтеза проблемы, обладать навыками абстрактного мышления.</p>
ОК-3	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	<p>знать: способы саморазвития и самореализации, использования творческого потенциала.</p> <p>уметь: использовать творческий потенциал для саморазвития и самореализации.</p> <p>владеть (иметь навык(и)): способами саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала.</p>
ОПК-2	способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках	<p>знать: новые математические модели в естественных науках.</p> <p>уметь: создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках.</p> <p>владеть (иметь навык(и)): методами исследования новых математических моделей в естественных науках.</p>
ПК-1	способность к интенсивной научно-исследовательской работе	<p>знать: основные принципы планирования и проведения научно-исследовательской работы.</p> <p>уметь: проводить научно-исследовательскую работу.</p> <p>владеть (иметь навык(и)): методами научно-исследовательской работы.</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом)
— 2/72.

Форма промежуточной аттестации зачет.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		сем. 3
Аудиторные занятия	30	30
в том числе: лекции	12	12
практические		
лабораторные	18	18
Самостоятельная работа	42	42
Итого:	72	72
Форма промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Функции со значением в банаховом пространстве	Непрерывность. Дифференцируемость. Интегрируемость.
1.2	Равномерно непрерывные полугруппы	Определение. Примеры. Свойства равномерно непрерывных полугрупп. Теорема о существовании производящего оператора. Свойства производящего оператора. Задача Коши для уравнения $\frac{dx}{dt} = Ax$ с ограниченным оператором A .
1.3	Сильно непрерывные полугруппы	Определение. Оценка роста полугруппы. Примеры. Определение производящего оператора. Свойства производящего оператора (замкнутость, плотность области определения). Резольвента производящего оператора. Теорема Хилле – Филлипса. Представление сильно непрерывной полугруппы через резольвенту. Дифференцируемость сильно непрерывной полугруппы. Использование теории сильно непрерывных полугрупп для решения задач математической физики.
1.4	Аналитические полугруппы	Определение. Примеры. Теорема Соломыка – Иосиды о производящем операторе полугруппы. Использование теории аналитических полугрупп для решения задач математической физики.
2. Лабораторные работы		
2.1	Функции со значением в банаховом пространстве	Проверка непрерывности, дифференцируемости, интегрируемости функций со значениями в различных банаховых

		пространствах.
2.2	Равномерно непрерывные полугруппы	Примеры равномерных полугрупп. Применение теории полугрупп к исследованию задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
2.3	Сильно непрерывные полугруппы	Проверка выполнения условий теоремы Хилле-Филлипса для некоторых линейных операторов. Применение теории сильно непрерывных полугрупп к исследованию задач математической физики.
2.4	Аналитические полугруппы	Примеры аналитических полугрупп. Проверка выполнения условий теоремы Соломяка – Иосиды о производящем операторе аналитической полугруппы. Использование теории аналитических полугрупп для решения задач математической физики.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Функции со значением в банаховом пространстве	2		2	4	8
2	Равномерно непрерывные полугруппы	2		4	6	12
3	Сильно непрерывные полугруппы	4		6	16	26
4	Аналитические полугруппы	4		6	16	26
	Всего	12		18	42	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Аудиторные занятия по дисциплине проводятся в виде лекций и лабораторных занятий. На лекциях излагается теоретический материал, на лабораторных занятиях разбираются примеры и решаются задачи по темам дисциплины.

Перед каждой лекцией студентам рекомендуется подробно изучить конспект предыдущей лекции, разобрать примеры.

Перед каждым лабораторным занятием рекомендуется проанализировать необходимый для занятия теоретический материал, разобрать решенные задачи, решить, заданные задачи, подготовить вопросы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	<i>М.А. Красносельский, П.П. Забрейко, Е.И. Пустынник, П.Е. Соболевский Инте-</i>

	<i>эральные операторы в пространствах суммируемых функций. – М.: Наука. – 1966. – 500 с.</i>
2.	Люстерник, Л.А. Краткий курс функционального анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 272 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/245 .
3.	A. Pazy <i>Semigroups of Linear operators and applications to partial differential equations/ – Springer – Verlag, New York, Inc. 1983 (Applied mathematical sciences, v. 44). – 280 p.</i> <i>Robert H., Martin Jr. Nonlinear operators and differential equations in banach space. Malabar, Florida. – 1987. – 440 p.</i>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Neuberger, John W. A sequence of problems on semigroups / J.W. Neuberger .— New York, NY : Springer, 2011 .— VI, 141 p.
5.	Иванов, В.К. Избранные научные труды. Математика [Электронный ресурс] : сб. науч. тр. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2008. — 276 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/48198 . — Загл. с экрана.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
6.	https://lib.vsu.ru/ - электронный каталог ЗНБ ВГУ

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	Смагин В.В. Линейные операторы и функционалы : учебное пособие для вузов : [для студ. 3 курса мат. фак. для направления 010100 - Математика; специальности 010101 - Математика] / В.В. Смагин ; В.В. Смагин ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2011 .— 74 с. — Библиогр.: с. 73-74. Издание на др. носителе: Линейные операторы и функционалы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : [для студ. 3 курса мат. фак. для направления 010100 - Математика; специальности 010101 - Математика] / В.В. Смагин ; В.В. Смагин ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2011.
2.	Смагин В.В. Сжимающие отображения и их обобщения [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : [для направления: 010100 - Математика; для специальности: 010101 - Математика] / В.В. Смагин ; Воронеж. гос. ун-т .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2011 .— Загл. с титул. экрана .— Электрон. версия печ. публикации .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Математические пакеты Maxima, Microsoft Word.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

1. Типовое оборудование учебной аудитории
2. Зональная научная библиотека, электронный каталог Научной библиотеки ВГУ (<http://www.lib.vsu.ru>)

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОК-1 способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	<p>знать: основные тенденции развития теории полугрупп линейных ограниченных операторов.</p> <p>уметь: разбивать общую постановку задачи на отдельные разделы и этапы исследования. Делать обобщающие выводы на основании полученных отдельных результатов исследования.</p> <p>владеть (иметь навык(и)): научными методами анализа и синтеза проблемы, обладать навыками абстрактного мышления.</p>	<p>Функции со значением в банаховом пространстве.</p> <p>Сильно непрерывные полугруппы Аналитические полугруппы</p>	опрос
ОК-3 готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	<p>знать: способы саморазвития и самореализации, использования творческого потенциала.</p> <p>уметь: использовать творческий потенциал для саморазвития и самореализации.</p> <p>владеть (иметь навык(и)): способами саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала</p>	<p>Аналитические полугруппы. Примеры. Теорема Соломыка – Иосиды о производящем операторе полугруппы. Использование теории аналитических полугрупп для решения задач математической физики.</p>	собеседование

ОПК-2 способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках	<p>знать: новые математические модели в естественных науках.</p> <p>уметь: создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках.</p> <p>владеть (иметь навык(и)): методами исследования новых математических моделей в естественных науках.</p>	<p>Сильно непрерывные полугруппы. Определение производящего оператора. Свойства производящего оператора (замкнутость, плотность области определения). Теорема Хилле – Филлипса. Представление сильно непрерывной полугруппы через резольвенту. Дифференцируемость сильно непрерывной полугруппы. Использование теории сильно непрерывных полугрупп для решения задач математической физики</p>	собеседование
ПК-1 способность к интенсивной научно-исследовательской работе	<p>знать: основные принципы планирования и проведения научно-исследовательской работы.</p> <p>уметь: проводить научно-исследовательскую работу.</p> <p>владеть (иметь навык(и)): методами научно-исследовательской работы.</p>	<p>Примеры аналитических полугрупп. Проверка выполнения условий теоремы Соломакка – Иосиды о производящем операторе аналитической полугруппы. Использование теории аналитических полугрупп для решения задач математической физики.</p>	Собеседование. Контрольно-измерительный материал
Промежуточная аттестация			собеседование

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который прочно усвоил предусмотренный программой материал: правильно и аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания; владеет приемами рассуждения и сопоставления материала из разных источников; без ошибок выполняет практические задания.

Обязательным условием выставления оценки является правильное решение предложенных примеров.

Дополнительным условием получения оценки могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельных и контрольных работ, систематическая и активная работа на лекционных и лабораторных занятиях.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не справился с предложенными заданиями и в ответах на дополнительные вопросы допустил существенные ошибки.

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы для собеседования

1. Непрерывность.
2. Дифференцируемость.
3. Интегрируемость.
4. Определение равномерно непрерывной полугруппы .Примеры.
5. Свойства равномерно непрерывных полугрупп.
6. Теорема о существовании производящего оператора равномерно непрерывной полугруппы.
7. Свойства производящего оператора.
8. Задача Коши для уравнения с ограниченным оператором .
9. Определение сильно непрерывной полугруппы.
10. Оценка роста полугруппы. Примеры.
11. Определение производящего оператора сильно непрерывной полугруппы.
12. Свойства производящего оператора (замкнутость, плотность области определения).
13. Резольвента производящего оператора сильно непрерывной полугруппы.
14. Теорема Хилле – Филлипса.
15. Представление сильно непрерывной полугруппы через резольвенту.
16. Дифференцируемость сильно непрерывной полугруппы.
17. Определение аналитической полугруппы. Примеры.
18. Теорема Соломяка – Иосиды о производящем операторе аналитической полугруппы.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Дисциплина Б1.В.10 Полугруппы линейных ограниченных операторов

Профиль подготовки -- программы «Математические основы компьютерных наук», «Математическое и компьютерное моделирование»

.

Форма обучения очная

Учебный год 2019-2020

Ответственный исполнитель

зав. каф. функционального

анализа и операторных урав-ний

подпись

Каменский М.И.

расшифровка подписи

___.__.20__

Исполнитель

доцент каф. функционального

анализа и операторных урав-ний

подпись

И.Ф.Леженина

расшифровка подписи

___.__.20__

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП ВПО

по направлению/специальности

подпись

___.__.20__

расшифровка подписи

Зав.отделом обслуживания ЗНБ

подпись

расшифровка подписи

___.__.20__

протокол № _____ от __.__.20__ г.