



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.02.01 Интегральные уравнения

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Информационное обеспечение экономической деятельности

Квалификация (степень): *магистр*

Форма обучения: *очная*

Институт: математики, естествознания и техники

Кафедра: математики и методики её преподавания

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	I		
Семестр / триместр	2		

Лекции	18		
Лабораторные занятия	—		
Практические (семинарские) занятия	18		
Консультации	—		
Форма промежуточной аттестации	Зачет во втором семестре		
Контроль	—		
Иные формы работы	—		
Самостоятельная работа	72		

Всего часов: 108

Трудоемкость: 3 зачетные единицы.

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины:

обучение основам теории интегральных уравнений и формирование у обучающихся представления об интегральных уравнениях как особом методе построения математических моделей.

Задачи изучения дисциплины:

- 1) добиться ясного понимания основных понятий теории интегральных уравнений;
- 2) продемонстрировать возможности интегральных уравнений для решения задач фундаментальной и прикладной математики;
- 3) прививать точность и обстоятельность аргументации в математических рассуждениях;
- 4) готовить к ведению самостоятельной исследовательской деятельности в областях, использующих математические методы.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках обязательной части блока Б1. Дисциплины (модули).

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1	Знать: <ul style="list-style-type: none">– основы естественных наук, имеет углубленные знания в области математики и информатики;– факты, концепции, принципы теорий, связанные с прикладной математикой и информатикой.	Знает: <ul style="list-style-type: none">– основные понятия теории интегральных уравнений;– методы решения интегральных уравнений;– аналогии между теорией интегральных уравнений с теорией алгебраических и дифференциальных уравнений.
	Уметь: <ul style="list-style-type: none">– разрабатывать алгоритмы, вычислительные модели и модели данных для решения научно-исследовательских задач	Умеет: <ul style="list-style-type: none">– решать основные классы интегральных уравнений, используемых в математическом моделировании.
	Владеть: <ul style="list-style-type: none">– способностью применять математический аппарат для решения научно-исследовательских задач.	Владеет: <ul style="list-style-type: none">– приемами преобразования интегральных уравнений в дифференциальные уравнения и обратно.

ОПК-3	Знать: –основы дискретной математики, численных методов, теории вероятностей и математической статистики; –методы оптимизации и оптимального управления;	Знает: – численные методы решения интегральных уравнений различных типов, в том числе с применением пакетов прикладных программ и систем компьютерной математики;
	Уметь: –разрабатывать новые математические модели для анализа и решения конкретных научно- исследовательских задач;	Умеет: – выполнять построение математических моделей, представленных интегральной формой записи;
	Владеть: –методами математического, информационного и имитационного моделирования по тематике выполняемых научных исследований;	Владеет: – методами решения и анализа интегральных уравнений различных типов, в том числе с применением пакетов прикладных программ и систем компьютерной математики.

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	Раздел 1. Введение	36	6	6		24
1.	Тема 1. Понятие интегрального уравнения. Классификация интегральных уравнений.	12	2	2		8
2.	Тема 2. Типичные задачи, приводящие к интегральным уравнениям.	12	2	2		8
3.	Тема 3. Решение интегрального уравнения сведением к дифференциальному уравнению с постоянными коэффициентами.	12	2	2		8
	Раздел 2. Интегральные уравнения Фредгольма	36	6	6		24
4.	Тема 4. Метод последовательных приближений. Ряд Неймана и резольвента.	12	2	2		8
5.	Тема 5. Знаменатель Фредгольма. Рекуррентные формулы.	12	2	2		8
6.	Тема 6. Уравнения с вырожденным ядром. Теоремы Фредгольма. Простейшее вырожденное ядро. Симметричное ядро.	12	2	2		8
	Раздел 3. Интегральные уравнения Вольтерра	36	6	6		24
7.	Тема 7. Резольвента интегрального	12	2	2		8

	уравнения Вольтерра. Метод последовательных приближений.					
8.	Тема 8. Интегральные уравнения Вольтерра типа свёртки.	12	2	2		8
9.	Тема 9. Интегральные уравнения Вольтерра первого рода. Интегральное уравнение Абеля.	12	2	2		8
	<i>Зачет</i>	-				
	<i>Итого за 2 семестр</i>	<i>108</i>	<i>18</i>	<i>18</i>		<i>72</i>
	ИТОГО:	108	18	18		72

Очно-заочная форма обучения (не реализуется)

Заочная форма обучения (не реализуется)

II. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы и реферата.

Типовой вариант контрольной работы

1. Проверить является ли функция $\varphi(x) = xe^x$ решением интегрального уравнения
$$\varphi(x) = \sin x + 2 \int_0^x \cos(x-t)\varphi(t)dt.$$
2. Записать дифференциальное уравнение $y'' + y = \cos x$, $y(0) = 0$, $y'(0) = 1$ в виде интегрального уравнения, равносильного данному дифференциальному уравнению.
3. Найти резольвенту ядра $K(x, t) = e^{x-t}$.
4. С помощью знаменателя Фредгольма найти резольвенту ядра $K(x, t) = x - 2t$, $x, t \in [0, 1]$.

Примерная тематика рефератов

1. Теорема Гильберта-Шмидта.
2. Разложение повторного ядра по собственным функциям.
3. Теорема Мерсера.
4. Уравнение Гаммерштейна.
5. Исследование задачи Штурма-Лиувилля сведением к интегральному уравнению второго рода.
6. Теорема Стеклова.
7. Сингулярные интегральные уравнения.
8. Приближённые методы решения интегральных уравнений.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме *зачета* с использованием следующих оценочных материалов:

Вопросы к зачету (2 семестр, очная форма обучения)

- 1) Понятие интегрального уравнения.
- 2) Классификация интегральных уравнений.
- 3) Типичные задачи, приводящие к интегральным уравнениям.
- 4) Ряд Неймана. Резольвента.
- 5) Нахождение резольвенты с помощью дифференциального уравнения.
- 6) Знаменатель Фредгольма. Метод определителей.
- 7) Знаменатель Фредгольма. Рекуррентные формулы.
- 8) Нахождение решения интегрального уравнения с помощью резольвенты.
- 9) Уравнения с вырожденным ядром. Теоремы Фредгольма.
- 10) Простейшее вырожденное ядро.
- 11) Симметричное ядро.
- 12) Уравнения Вольтерра 1-го рода.
- 13) Уравнения Вольтерра 2-го рода.
- 14) Уравнения типа свёртки.
- 16) Задача Абеля. Уравнение Абеля.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Краткий курс высшей математики : учебник : [16+] / К.В. Балдин, Ф.К. Балдин, В.И. Джеффаль и др. ; под общ. ред. К.В. Балдина. – 4-е изд., стер. – Москва : Дашков и К°, 2020. – 512 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573171>
2. Хеннер В. К., Белозерова Т. С, Хеннер М. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения, вариационное исчисление, основы специальных функций и интегральных уравнений: Учебное пособие. — СПб : Издательство «Лань», 2017. - 320 с: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). <https://lanbook.com/catalog/author/belozerova-t.s./>

Дополнительная литература

1. Казанцева, Е.В. Операционное исчисление : учебное пособие : [16+] / Е.В. Казанцева, И.М. Пупышев, Г.С. Шефель ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 64 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576343>

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО- ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.	http://ilib.mccme.ru	ЭБ с книгами по математике	Неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm	EqWorld Мир математических уравнений	Свободный доступ

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компью- тер. В дальнейшем инди- видуальный неограничен- ный доступ из любой точ- ки, в которой имеется до- ступ к сети Интернет.
2.	www.elibrary.ru	Российский информаци- онный портал в области науки, технологии, медицины и об- разования	Свободный доступ после регистрации
3.	http://fgosvo.ru	Портал Федеральных госу- дарственных образователь- ных стандартов высшего об- разования	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРО- ГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБ- ХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализиро-
ванной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими сред-
ствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной
техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа
в электронную информационно-образовательную среду университета.