

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Хагуров Т.А.

подпись  
«29» мая 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ДВ.04.02 ИНТЕГРАЛЬНЫЕ И ОПЕРАТОРНЫЕ  
УРАВНЕНИЯ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ**

Направление подготовки 01.03.01 Математика

Направленность (профиль) Математическое моделирование

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2020



Рабочая программа дисциплины «Интегральные и операторные уравнения и их приложения» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.03.01 Математика.

Программу составили:

Т.Н. Афанасьева, канд. физ.-мат. наук, доцент \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины «Интегральные и операторные уравнения и их приложения» утверждена на заседании кафедры функционального анализа и алгебры протокол № 9 «10» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Барсукова В.Ю. \_\_\_\_\_

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры функционального анализа и алгебры протокол № 9 «10» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Барсукова В.Ю. \_\_\_\_\_

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук «30» апреля 2020 г, протокол № 2.

Председатель УМК факультета Шмалько С.П. \_\_\_\_\_

Эксперты:

Кирий К.А., доцент кафедры прикладной математики КубГТУ, кандидат физико-математических наук, доцент

Павлова А.В., профессор кафедры математического моделирования КубГУ, доктор физико-математических наук, доцент

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель дисциплины**

Цели освоения дисциплины определены федеральным государственным стандартом высшего образования по направлению подготовки «Математика», в рамках которой преподается дисциплина.

Целями освоения дисциплины «Интегральные и операторные уравнения» являются:

1. формирование у студентов представлений о понятиях интегральных и операторных уравнений и методах их решения;
2. формирование математической культуры, способностей к алгоритмическому и логическому мышлению;
3. формирование и развитие личности студентов;
4. овладение современным аппаратом интегральных и операторных уравнений для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания.

### **1.2 Задачи дисциплины**

Задачами изучения дисциплины являются:

1. получение студентами основных теоретических знаний (теоремы существования и единственности, теоретические основы методов решения различных типов уравнений);
2. формирование представления об основных типах интегральных и операторных уравнений и методах их решения;
3. выработать умения и навыки исследования и решения интегральных и операторных уравнений;
4. приобретение практических навыков работы с понятиями и объектами курса интегральных и операторных уравнений,
5. научить применять интегральные и операторные уравнения к решению различных прикладных задач (физических, геометрических).

### **1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Интегральные и операторные уравнения» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана и является дисциплиной по выбору в освоении математических знаний. Курс «Интегральные и операторные уравнения» читается на 4 курсе: 7 семестр.

Место курса в профессиональной подготовке бакалавра определяется ролью интегральных и операторных уравнения уравнений в формировании высококвалифицированного специалиста по направлению «Математика».

Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками по программе дисциплин «Математический анализ», «Алгебра» и «Аналитическая геометрия», «Дифференциальные уравнения», «Функциональный анализ». Данная дисциплина является одной из основополагающих для дальнейшего изучения дисциплин высшей математики и механики.

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной дисциплины направлено на получение необходимого объёма теоретических знаний, отвечающих требованиям ФГОС ВО и необходимых для дальней-

шего успешного изучения всех дисциплин высшей математики, с формированием следующих компетенций: ПК-1, ПК-3.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	способностью решать актуальные и важные задачи фундаментальной и прикладной математики	возможные сферы приложений изученных в теории интегральных и операторных уравнений объектов и их основных свойств	математически корректно ставить и исследовать задачи, возникающие в приложениях	навыками необходимых технических преобразований; стандартными и нестандартными приемами решения исследовательских задач; навыками поиска нужной информации
2.	ПК-3	способностью публично представлять собственные и известные научные результаты	постановки основных задач теории уравнений; структуру доказательства утверждений, методы их доказательств	аргументировать свое выступление ссылками на изученный материал	навыками последовательного и логически обоснованного изложения материала перед аудиторией

## 2 Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		5	—		
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>54,2</b>	<b>54,2</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>52</b>	<b>52</b>			
Занятия лекционного типа	18	18	-	-	-
Лабораторные занятия	34	34	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>17,8</b>	<b>17,8</b>			
<i>Курсовая работа</i>	-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	8	8	-	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	8	8	-	-	-

<i>Реферат</i>		-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		1,8	1,8	-	-	-
<b>Контроль:</b>						
Подготовка к экзамену		-	-			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>54,2</b>	<b>54,2</b>			
	<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			

## 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Тема 1 Введение	6	2	-	2	2
2.	Тема 2 Интегральные операторы Фредгольма	8	2	-	4	2
3.	Тема 3 Теория Фредгольма	29,8	8	-	14	7,8
4.	Тема 4 Вполне непрерывные операторы. Симметричные интегральные уравнения	26	6	-	14	6
	<b>Итого по дисциплине:</b>		<b>18</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>17,8</b>

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

## 2.3 Содержание разделов дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение	Задачи, приводящие к интегральным уравнениям. Классификация интегральных уравнений. Интегральные операторы Фредгольма и их свойства. Композиция операторов Фредгольма.	Проверка домашнего задания, устный опрос
2	Интегральные операторы Фредгольма	Интегральные уравнения Фредгольма второго рода. Итерированные ядра, их оценка. Резольвента. Теорема существования и единственности при малых $\lambda$ . Метод последовательных приближений. Интегральные соотношения для резольventы. Теорема существования и единственности. Решение уравнений Фредгольма с помощью резольventы	устный опрос

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
3	Теория Фредгольма	Метод определителей Фредгольма. Формулы Фредгольма. Теоремы Фредгольма. Интегральные уравнения с вырожденными ядрами. Теоремы Фредгольма. Решение уравнений с вырожденными ядрами. Нахождение характеристических значений и собственных функций. Применение теорем Фредгольма.	Проверка домашнего задания, устный опрос
4	Вполне непрерывные операторы. Симметричные интегральные уравнения	Вполне непрерывные операторы и их свойства. Уравнение со вполне непрерывным самосопряженным оператором. Интегральное уравнение Фредгольма с симметричным ядром. Характеристические значения и собственные функции. Теорема Гильберта-Шмидта.	Проверка домашнего задания, устный опрос

**2.3.2 Занятия семинарского типа** не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела	Тематика лабораторных занятий	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение	Задачи, приводящие к интегральным уравнениям. Классификация интегральных уравнений. Интегральные операторы Фредгольма и их свойства. Композиция операторов Фредгольма.	Проверка домашнего задания, устный опрос
2	Интегральные операторы Фредгольма	Интегральные уравнения Фредгольма второго рода. Итерированные ядра, их оценка. Резольвента. Теорема существования и единственности при малых $\lambda$ . Метод последовательных приближений. Интегральные соотношения для резольвенты. Теорема существования и единственности. Решение уравнений Фредгольма с помощью резольвенты	Проверка домашнего задания, контрольная работа
3	Теория Фредгольма	Метод определителей Фредгольма. Формулы Фредгольма. Теоремы Фредгольма. Интегральные уравнения с вырожденными ядрами. Теоремы Фредгольма. Решение уравнений с вырожденными ядрами. Нахождение характеристических значений и собственных функций. Применение теорем Фредгольма.	Проверка домашнего задания, контрольная работа
4	Вполне непрерыв-	Вполне непрерывные операторы и их	

№ п/п	Наименование раздела	Тематика лабораторных занятий	Форма текущего контроля
	ные операторы. Симметричные интегральные уравнения	свойства. Уравнение со вполне непрерывным самосопряженным оператором. Интегральное уравнение Фредгольма с симметричным ядром. Характеристические значения и собственные функции. Теорема Гильберта-Шмидта.	

**2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)** курсовые работы не предусмотрены.

**2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Проработка учебного (теоретического) материала	Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 9 от 12.04.2019 г.
2.	Выполнение домашних заданий (решение задач)	Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 9 от 12.04.2019 г.
3.	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 9 от 12.04.2019 г.
4.	Промежуточная аттестация (зачет)	Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 9 от 12.04.2019 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.



### 3 Образовательные технологии

При изучении данного курса используются как традиционные лекции и лабораторные занятия, так и современные интерактивные образовательные технологии.

Цель лабораторных занятий – научить студента применять полученные на лекциях теоретические знания к решению и исследованию конкретных задач. В каждом семестре проводятся контрольные работы для проверки усвоения материала студентами.

К образовательным технологиям также относятся интерактивные методы обучения. Интерактивность подачи материала по дисциплине «Интегральные и операторные уравнения» предполагает не только взаимодействия вида «преподаватель - студент» и «студент - преподаватель», но и «студент - студент». Все эти виды взаимодействия хорошо достигаются при изложении материала, как на лекционных, так и на лабораторных занятиях в ходе дискуссий. Кроме того, используются занятия-визуализации.

#### Дискуссия

Возможность дискуссии предполагает умение высказать собственную идею, предложить свой путь решения, аргументировано отстаивать свою точку зрения, связно излагать мысли. Полезны следующие задания: составление плана решения задачи, поиск другого способа решения, сравнение различных способов решения, проведение выкладок для решения задачи и выкладок для проверки правильности полученного решения, рассмотрение задач с лишними и недостающими данными. Студентам предлагается проанализировать варианты решения, высказать своё мнение. Основной объем использования интерактивных методов обучения реализуется именно в ходе дискуссий, как на лекционных, так и на лабораторных занятиях.

Общие вопросы, которые выносятся на дискуссию:

1. Составления плана доказательства утверждения или решения задачи.
2. Определение возможных способов доказательства утверждения или поиск различных способов решений задачи.
3. Выбор среди рассматриваемых способов наиболее рационального.
4. Обсуждение логической составляющей в формулировке той или иной теоремы, а также обсуждение возможности построения иллюстрирующих ее примеров и контр-примеров.

#### Занятие-визуализация.

В данном типе передача преподавателем информации студентам сопровождается показом различных рисунков, структурно-логических схем, опорных конспектов, диаграмм и т. п. (например, с помощью слайдов).

Всего учебным планом предусмотрено 36 часов в интерактивной форме

Се-мест р	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество ча-сов
7	Лабораторные занятия	Дискуссия на тему: «Интегральные операторы Фредгольма»	6
		Дискуссия на тему: «Теория Фредгольма»	18
		Дискуссия на тему: «Вполне непрерывные операторы. Симметричные интегральные уравнения»	12
<i>Итого:</i>			36

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций со студентом при помощи электронной информационно-образовательной среды ВУЗа.

#### 4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций.

Оценочными средствами дисциплины являются средства текущего контроля (контрольные работы, а также на лабораторных занятиях – ответ у доски и проверка домашних заданий) и итоговая аттестация (зачет).

##### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

1. Свести к интегральному уравнению краевую задачу

$$x'' + \lambda x = 2t + 1, \\ x(0) = x'(1), \quad x'(0) = x(1).$$

2. Найти итерированные ядра и резольвенту ядра

$$K(t, s) = t - s, \quad -1 \leq t, s \leq 1.$$

3. Найти те значения параметра  $\lambda$ , при которых решение уравнения

$$x(t) - \lambda \int_0^1 t s x(s) ds = 1.$$

существует. Найти решение.

4. Решить уравнение с вырожденным ядром

$$x(t) - 4 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2 t x(s) ds = 2t - \pi.$$

5. Найти характеристические числа и собственные функции уравнения

$$x(t) - \lambda \int_0^1 (2ts - 4t^2) x(s) ds = 0.$$

6. Решить неоднородное уравнение с симметричным ядром

$$x(t) - \frac{\pi^2}{4} \int_0^1 K(t, s) x(s) ds = \frac{t}{2},$$

где

$$K(t, s) = \begin{cases} \frac{t(2-s)}{2}, & 0 \leq t \leq s, \\ \frac{s(2-t)}{2}, & s \leq t \leq 1. \end{cases}$$

7. Исследовать на разрешимость уравнение

$$x(t) - \lambda \int_{-1}^1 t e^s x(s) ds = t.$$

#### 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Примерные вопросы к зачету:

##### 7 семестр

1. Интегральные уравнения Фредгольма второго рода.
2. Интегральные операторы Фредгольма и их свойства.
3. Композиция операторов Фредгольма.
4. Итерированные ядра, их оценка. Резольвента.
5. Теорема существования и единственности при малых  $\lambda$ .
6. Метод последовательных приближений.
7. Интегральные соотношения для резольвенты.
8. Теорема существования и единственности.
9. Решение уравнений Фредгольма с помощью резольвенты.
10. Метод определителей Фредгольма. Формулы Фредгольма.
11. Теоремы Фредгольма.
12. Интегральные уравнения с вырожденными ядрами.
13. Нахождение характеристических значений и собственных функций.
14. Применение теорем Фредгольма.
15. Вполне непрерывные операторы и их свойства.
16. Уравнение со вполне непрерывным самосопряженным оператором.
17. Интегральное уравнение Фредгольма с симметричным ядром.
18. Характеристические значения и собственные функции.
19. Теорема Гильберта-Шмидта.

#### Типовые задачи, выносимые на зачет

##### 7 семестр

1. Решить уравнение с вырожденным ядром

$$x(t) + 6 \int_0^1 (t^2 - 2ts) x(s) ds = 0.$$

2. Найти характеристические числа и собственные функции уравнения

$$x(t) - \lambda \int_0^\pi \cos(t+s) x(s) ds = 0.$$

3. Решить неоднородное уравнение с симметричным ядром

$$x(t) - \lambda \int_0^1 K(t,s) x(s) ds = t^3 - t^2,$$

где

$$K(t,s) = \begin{cases} t-s, & 0 \leq t \leq s, \\ s-t, & s \leq t \leq 1. \end{cases}$$

4. Исследовать на разрешимость уравнение

$$x(t) - \lambda \int_0^1 (5t^2 - 3) s^2 x(s) ds = e^t.$$

#### *Критерии оценивания по промежуточной аттестации*

Зачет выставляется по результатам работы студента в течение семестра. Отметка «зачтено» выставляется студентам, которые регулярно посещали занятия, выполняли домашние работы, написали контрольные работы на положительные оценки. Отметка «не

зачтено» выставляется студентам, которые пропустили более 60 % занятий и написали контрольные работы на неудовлетворительные оценки.

## **5 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **5.1 Основная литература:**

1. Васильева, А.Б. Интегральные уравнения [Электронный ресурс] : учеб. / А.Б. Васильева, Н.А. Тихонов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 160 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42>.
2. Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 572 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2206>.
3. Петровский, И.Г. Лекции по теории интегральных уравнений [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 136 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59553>.
4. Филимоненкова, Н.В. Сборник задач по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65041>

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Библиоклуб».

### **5.2 Дополнительная литература:**

- 1 Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Б. Васильева [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2003. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2358>.
- 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 Треногин, В.А. Функциональный анализ [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2002. — 488 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2340>
- 4 Треногин, В.А. Задачи и упражнения по функциональному анализу [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.А. Треногин, Б.М. Писаревский, Т.С. Соболева. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2005. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2342>.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **6 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

## **7 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, лабораторных занятий, в ходе которых студентами приобретаются и закрепляются основные практические навыки решения различных задач, в том числе с применением полученных теоретических знаний.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью процесса подготовки. Под самостоятельной работой понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирования умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности. СРС помогает формировать культуру мышления студентов, расширять познавательную деятельность.

Виды самостоятельной работы по курсу:

**а) по целям:** подготовка к лекциям, к лабораторным занятиям, к контрольным работам.

**б) по характеру работы:** изучение литературы, конспекта лекций; поиск литературы в библиотеке; конспектирование рекомендуемой для самостоятельного изучения научной литературы; решение задач.

Тематическое планирование самостоятельной работы студентов

Раздел	Тема	Содержание вопросов темы	Вид работы
1	Введение	Задачи, приводящие к интегральным уравнениям. Классификация интегральных уравнений. Интегральные операторы Фредгольма и их свойства. Композиция операторов Фредгольма.	Поиск необходимой информации (см. список литературы). Решение задач.
2	Интегральные операторы Фредгольма	Интегральные уравнения Фредгольма второго рода. Итерированные ядра, их оценка. Резольвента. Теорема существования и единственности при малых $\lambda$ . Метод последовательных приближений. Интегральные соотношения для резоль-	Поиск и изучение теоретического материала. Решение задач. Конспектирование. Подготовка к контрольной работе.

Раздел	Тема	Содержание вопросов темы	Вид работы
		венты. Теорема существования и единственности. Решение уравнений Фредгольма с помощью резольвенты	
3	Теория Фредгольма	Метод определителей Фредгольма. Формулы Фредгольма. Теоремы Фредгольма. Интегральные уравнения с вырожденными ядрами. Теоремы Фредгольма. Решение уравнений с вырожденными ядрами. Нахождение характеристических значений и собственных функций. Применение теорем Фредгольма.	Изучение и повторение теоретического материала. Решение задач. Подготовка к контрольной работе.
4	Вполне непрерывные операторы. Симметричные интегральные уравнения	Вполне непрерывные операторы и их свойства. Уравнение со вполне непрерывным самосопряженным оператором. Интегральное уравнение Фредгольма с симметричным ядром. Характеристические значения и собственные функции. Теорема Гильберта-Шмидта.	

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **8.1. Перечень информационных технологий.**

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения**

– Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

### **8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем**

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность.
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук, ...) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
2.	Семинарские занятия	-
3.	Лабораторные занятия	Специальное помещение, оснащенное доской, маркерами и мелом.
4.	Групповые (индиви-	Аудитория, (кабинет) 314Н.

	дуальные) консультации	
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, (кабинет) 312Н,314Н, 307Н, 310Н.
6.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

**Рецензия**  
на рабочую учебную программу  
по курсу «Интегральные и операторные уравнения»,  
предназначенную для студентов направления подготовки  
01.03.01 Математика (квалификация «бакалавр»)

Интегральные и операторные уравнения входят в вариативную часть программы подготовки квалифицированного специалиста в области математики. Изучение интегральных и операторных уравнений необходимо для последующего изучения всех дисциплин высшей математики и механики. Поэтому создание рабочей программы по данному курсу является актуальным.

Учебная программа предусматривает формирование у обучающихся математической культуры, математического аппарата, включающего в себя математические знания, умения и навыки, необходимые для дальнейшей профессиональной деятельности.

Программа отвечает современным требованиям к обучению и отражает современные тенденции в обучении и воспитании личности. Содержание рабочей программы охватывает весь материал, необходимый для обучения студентов высших учебных заведений по направлению 01.03.01 Математика.

Рабочая программа дисциплины «Интегральные и операторные уравнения» включает в себя структурные части, необходимые для документации такого рода. Рабочая программа дает целостное представление о дисциплине. Структура и содержание курса взаимно дополняют друг друга. Также в программе приведены примеры заданий для контрольных работ, для зачета, перечень основной и дополнительной литературы, доступной для обучающихся.

В целом, рабочая программа по дисциплине «Интегральные и операторные уравнения» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и отвечает современным требованиям к качественному образовательному процессу. Данная рабочая программа может быть использована для обеспечения основной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.01 Математика по дисциплине «Интегральные и операторные уравнения».

Рецензент  
доцент кафедры прикладной математики КубГТУ,  
канд. физ.-мат. наук, доцент

Кирий К.А.

Подпись  
УДОСТОВЕРЯЮ  
Начальник управления кадров  
И.В. Русская  
«    »    20    г.



**Рецензия**  
на рабочую учебную программу  
по курсу «Интегральные и операторные уравнения»,  
предназначенную для студентов направления подготовки  
01.03.01 Математика (квалификация «бакалавр»)

Интегральные и операторные уравнения входят в вариативную часть программы подготовки квалифицированного специалиста в области математики. Изучение курса интегральных и операторных уравнений и овладение его современным аппаратом необходимо для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания. Поэтому создание рабочей программы по данному курсу является актуальным.

Рабочая программа по курсу «Интегральные и операторные уравнения» предусматривает расширение и углубление базового компонента, обеспечение интеграции необходимой информации для формирования математического мышления, формирование у обучающихся математического аппарата, включающего в себя математические знания, умения и навыки, необходимые для последующей профессиональной деятельности.

Программа отвечает современным требованиям к обучению и отражает современные тенденции в обучении и воспитании личности. Содержание рабочей программы охватывает весь материал, необходимый для обучения студентов высших учебных заведений по направлению 01.03.01 Математика.

Рабочая программа дает целостное представление о дисциплине. Структура и содержание курса взаимно дополняют друг друга. Также в программе приведены примеры заданий для промежуточной аттестации, перечень вопросов выносимых на зачет, перечень основной и дополнительной литературы, доступной обучающимся.

В целом, рабочая программа по дисциплине «Интегральные и операторные уравнения» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и отвечает современным требованиям к качественному образовательному процессу. Данная рабочая программа может быть использована для обеспечения основной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.01 Математика по дисциплине «Интегральные и операторные уравнения».

Рецензент  
профессор кафедры математического моделирования КубГУ,  
доктор физико-математических наук, доцент

  
Павлова А.В.