

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 и первый  
проректор

подпись

Хайбулов Т.А.

«29» мая 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.32.04 ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ**

Специальность 01.05.01 Фундаментальная математика и механика

Направленность (профиль) Фундаментальная математика и ее приложения,  
Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

Форма обучения Очная

Квалификация Математик. Механик. Преподаватель

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Интегральные уравнения» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.05.01 Фундаментальные математика и механика.

Программу составили:

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

Рабочая программа дисциплины «Интегральные уравнения» 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:

Чубырь Н.О., доцент кафедры прикладной математики КубГТУ, кандидат физико-математических наук, доцент

Засядко О.В., доцент кафедры информационных образовательных технологий КубГУ, кандидат педагогических наук, доцент

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

### **1.1 Цель дисциплины**

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

Целями освоения дисциплины «Интегральные уравнения» являются:

1. формирование у студентов представлений о понятиях интегральных уравнений и систем интегральных 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 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 уравнений и методах их решения;
3. выработать умения и навыки исследования и решения интегральных уравнений, систем линейных интегральных уравнений;
4. приобретение практических навыков работы с понятиями и объектами курса интегральных уравнений;
5. научить применять интегральные уравнения к решению различных прикладных задач (физических, геометрических).

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

Дисциплина «Интегральные уравнения» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана и является одной из основных дисциплин в освоении математических знаний. Курс «Интегральные уравнения» читается на 4 курсе: 8 семестр.

Место курса в профессиональной подготовке специалиста определяется ролью интегральных уравнений в формировании высококвалифицированного специалиста по направлению «Фундаментальные математика и механика».

Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками по программе дисциплин «Математический анализ», «Алгебра» и «Аналитическая геометрия», «Дифференциальные уравнения». 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 объема теоретических знаний, отвечающих требованиям ФГОС ВО и необходимых для дальнейшего успешного изучения всех дисциплин высшей математики, с формированием следующих компетенций: ОПК-1, ПК-1.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	способностью находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики	возможные сферы приложений изученных в теории интегральных 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-1	способностью формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики	постановки основных задач теории интегральных уравнений; структуру доказательства утверждений, методы их доказательств	анализировать взаимосвязи и делать выводы; математически корректно ставить и исследовать задачи	навыками применения полученных знаний; навыками необходимых технических преобразований

## 2 Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		8	—		
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>79,3</b>	<b>79,3</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>68</b>	<b>68</b>			
Занятия лекционного типа	34	34	-	-	-
Лабораторные занятия	34	34	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	11	11			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>38</b>	<b>38</b>			
<i>Курсовая работа</i>	-	-	-	-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	10	10	-	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	17	17	-	-	-
<i>Реферат</i>	-	-	-	-	-

Подготовка к текущему контролю	11	11	-	-	-
<b>Контроль:</b>	<b>26,7</b>	<b>26,7</b>			
Подготовка к экзамену	26,7	26,7			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	-	-
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>79,3</b>	<b>79,3</b>		
	<b>зач. ед</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		

## 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
	Тема 1 Введение	5	2	-	1	2
	Тема 2 Существование и единственность решения	13	4	-	3	6
	Тема 3 Уравнения с вырожденным и с разностным ядром	8	2	-	2	4
	Тема 4 Интегральные неравенства	10	4	-	2	4
	Тема 5 Зависимость решения от параметров. Устойчивость	18	6	-	6	6
	Тема 6 Допустимость относительно оператора	14	6	-	4	4
	Тема 7 Допустимость относительно уравнения	16	6	-	6	4
	Тема 8 Уравнения с разностным ядром	14	2	-	6	6
	Тема 9 Приложения интегральных уравнений	8	2	-	4	2
	<b>Итого по дисциплине:</b>		<b>34</b>		<b>34</b>	<b>38</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	История. Уравнения Вольтерра – математические	Устный

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
		модели эволюционных процессов.	опрос
2	Существование и единственность решения	Резольвента уравнения. Теорема существования и единственности решения. Проблемы теории единственности.	Устный опрос
3	Уравнения с вырожденным и с разностным ядром	Формула решения уравнения с вырожденным ядром. Резольвента уравнения с разностным ядром.	Проверка домашнего задания, устный опрос
4	Интегральные неравенства	Интегральные неравенства. Методы доказательства интегральных неравенств. Основные линейные неравенства. Лемма Беллмана. Использование интегральных неравенств.	Устный опрос
5	Зависимость решения от параметров. Устойчивость	Непрерывная зависимость решений от ядра и свободного члена. Устойчивость и асимптотическая устойчивость решений линейных уравнений. Устойчивость ядра.	Устный опрос
6	Допустимость относительно оператора	(L)-свойство. Допустимость пар $(BC, BC)$ , $(C_0, BC)$ , $(A_0, BC)$ относительно линейных операторов.	Проверка домашнего задания
7	Допустимость относительно уравнения	Допустимость пар пространств $(C_0, C_0)$ , $(A_0, A_0)$ относительно линейных уравнений. Критерии устойчивости ядра.	Устный опрос
8	Уравнения с разностным ядром	Критерий устойчивости разностного ядра. Преобразование Лапласа.	Проверка домашнего задания
9	Приложения интегральных уравнений	Задача Дирихле, бигармоническое уравнение. Применение интегралов, аналогичных потенциалам. Применение интегральных уравнений к теории колебаний.	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	История. Уравнения Вольтерра – математические модели эволюционных процес-	Устный опрос

№ п/п	Наименование раздела	Тематика лабораторных занятий	Форма текущего контроля
		сов.	
2	Существование и единственность решения	Резольвента уравнения. Теорема существования и единственности решения. Проблемы теории единственности.	Проверка домашнего задания
3	Уравнения с вырожденным и с разностным ядром	Формула решения уравнения с вырожденным ядром. Резольвента уравнения с разностным ядром.	Проверка домашнего задания, контрольная работа
4	Интегральные неравенства	Интегральные неравенства. Методы доказательства интегральных неравенств. Основные линейные неравенства. Лемма Беллмана. Использование интегральных неравенств.	Проверка домашнего задания, устный опрос
5	Зависимость решения от параметров. Устойчивость	Непрерывная зависимость решений от ядра и свободного члена. Устойчивость и асимптотическая устойчивость решений линейных уравнений. Устойчивость ядра.	Проверка домашнего задания
6	Допустимость относительно оператора	(L)-свойство. Допустимость пар $(B, C)$ , $(C_0, B)$ , $(A_0, B)$ относительно линейных операторов.	Проверка домашнего задания, контрольная работа
7	Допустимость относительно уравнения	Допустимость пар пространств $(C_0, C_0)$ , $(A_0, A_0)$ относительно линейных уравнений. Критерии устойчивости ядра.	Проверка домашнего задания
8	Уравнения с разностным ядром	Критерий устойчивости разностного ядра. Преобразование Лапласа.	Проверка домашнего задания
9	Приложения интегральных уравнений	Задача Дирихле, бигармоническое уравнение. Применение интегралов, аналогичных потенциалам. Применение интегральных уравнений к теории колебаний.	Проверка домашнего задания

**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 10.04.2020 г.
2.	Выполнение домаш-	Методические указания по организации самостоятельной

	них заданий (решение задач)	работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 9 от 10.04.2020 г.
3.	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 9 от 10.04.2020 г.
4.	Промежуточная аттестация (зачет)	Методические указания по организации самостоятельной работы, утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры протокол № 9 от 10.04.2020 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 уравнения и их приложения» 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 18 часов в интерактивной форме

Се-мест р	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество ча-сов
5	Лабораторные занятия	Дискуссия на тему: «Существование и единственность решения»	2
		Дискуссия на тему: «Уравнения с вырожденным и с разностным ядром»	2
		Дискуссия на тему: «Интегральные неравенства»	2
		Дискуссия на тему: «Зависимость решения от параметров. Устойчивость»	4
		Дискуссия на тему: «Допустимость относительно оператора»	2
		Дискуссия на тему: «Допустимость относительно уравнения»	4
		Дискуссия на тему: «Приложения интегральных уравнений»	2
<i>Итого:</i>			18

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 (коллоквиумы, контрольные работы, а также на лабораторных занятиях – ответ у доски и проверка домашних заданий) и итоговая аттестация (экзамен).

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

1. Найти итерированные ядра и резольвенту ядра

$$K(t, s) = \frac{1 + t^2}{1 + s^2}.$$

2. Решить уравнение

$$x(t) = \int_0^t e^{t-s} x(s) ds + e^t.$$

3. Решить уравнение

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

4. Оценить решение неравенства

$$x(t) \leq \int_0^t tsx(s) ds + t^4.$$

5. Оценить решение уравнения

$$x(t) = \int_0^t \arctg(t + 2s + t^2) \cos^2 s x(s) ds + e^t \sin e^t.$$

6. Допустимы ли пары  $(BC, BC)$ ,  $(C_0, C_0)$ ,  $(A_0, A_0)$  относительно линейного оператора

$$\tilde{K}x(t) = \int_0^t \frac{1}{t^2 + 1} x(s) ds?$$

7. Является ли уравнение

$$x(t) = \int_0^t \left( \frac{t+1}{s+1} \right)^2 e^{s-t} x(s) ds + f(t), \quad t \geq 0,$$

устойчивым (асимптотически устойчивым)?

8. При каких значениях параметров ядро

$$k(t) = \alpha e^{\beta t}, \quad \alpha \in R, \quad \beta < 0,$$

не устойчиво? Каков вид резольвенты?

## 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Примерные вопросы к экзамену:

### 8 семестр

1. Линейное интегральное уравнение Вольтерра. Основные понятия.
2. Теорема существования и единственности решения линейного уравнения.
3. Формула решения уравнения с вырожденным ядром.
4. Оценка решений интегральных неравенств.
5. Непрерывная зависимость решений от свободного члена.
6. Устойчивость решений уравнения.
7. Допустимость пары  $(X, BC)$  относительно  $Q$ .
8. Допустимость пары  $(Co, Y)$  относительно  $Q$ .
9. Допустимость пары  $(Co, Co)$  относительно линейного уравнения.
10. Допустимость пары  $(X, X)$  относительно уравнения.
11. Критерий устойчивости разностного ядра.
12. Приложения интегральных уравнений.

## Типовые задачи, выносимые на экзамен

### 8 семестр

1. Решить уравнение

$$x(t) = \int_0^t \cos t \cos s x(s) ds + t e^t .$$

2. Допустимы ли пары  $(BC, BC)$ ,  $(C_0, C_0)$ ,  $(A_0, A_0)$  относительно линейного оператора

$$\tilde{K}x(t) = \int_0^t (t-s) e^{s-t} x(s) ds ?$$

3. Является ли уравнение

$$x(t) = \int_1^t \frac{s}{t} x(s) ds + f(t), \quad t \geq 1,$$

устойчивым (асимптотически устойчивым)?

### *Критерии оценивания по промежуточной аттестации*

Оценивание ответа на экзамене, осуществляется по следующим критериям.

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, показавшему разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в некотором объеме, необходимом для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

### **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. 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>.

3. Барсукова, В.Ю. (КубГУ). Практикум по линейным интегральным уравнениям Вольтерра [Текст] / В. Ю. Барсукова, З. Б. Цалюк, М. В. Цалюк. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2008. - 24 с. - Библиогр.: с. 24. - 50.00.

#### **4.2 Дополнительная литература:**

1. Мышкис, А.Д. Прикладная математика для инженеров. Специальные курсы [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2006. — 688 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48184>.
2. 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>.

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 выпол-

няется 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 контрольной работе, к коллоквиуму.

**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	История. Уравнения Вольтерра - математические модели эволюционных процессов. Построение матмоделей.	Поиск необходимой информации (см. список литературы).
2	Существование и единственность решения	Теорема существования и единственности решения. Проблемы теории единственности.	Поиск необходимой информации. Изучение лекционного материала.
3	Линейные уравнения Вольтерра с вырожденным и разностным ядром	Формула решения уравнения с вырожденным ядром. Резольвента уравнения с разностным ядром.	Поиск необходимой информации. Изучение лекционного материала. Конспектирование. Подготовка к контрольной работе.
4	Интегральные неравенства	Интегральные неравенства. Методы доказательства интегральных неравенств. Использование интегральных неравенств.	Поиск необходимой информации. Изучение лекционного материала.
5	Зависимость решения от параметров. Устойчивость	Непрерывная зависимость решений от ядра и свободного члена. Устойчивость и асимптотическая устойчивость решений линейных уравнений. Устойчивость ядра.	Поиск необходимой информации. Изучение лекционного материала. Конспектирование.
6	Допустимость пар пространств относительно операторов	Допустимость пар $(BC, BC)$ , $(C_0, BC)$ , $(A_0, BC)$ относительно линейных операторов.	Поиск необходимой информации. Изучение теоретического материала. Подготовка к контрольной работе.
7	Допустимость пар пространств относительно уравнений	Допустимость пар пространств $(C_0, C_0)$ , $(A_0, A_0)$ относительно линейных уравнений. Критерии устойчивости ядра.	Поиск необходимой информации. Изучение лекционного материала.
8	Уравнения с разностным	Критерий устойчивости разностного ядра. Преобразование Лапласа.	Подготовка к самостоятельной работе.

Раздел	Тема	Содержание вопросов темы	Вид работы
	ядром		
9	Приложения интегральных уравнений	Применение интегралов, аналогичных потенциалам. Применение интегральных уравнений к теории колебаний.	Поиск необходимой информации. Изучение лекционного материала.

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 (индивидуальные) консультации	Аудитория, (кабинет) 314Н.
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 уравнения»,  
предназначенную для студентов  
специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика  
(квалификация Математик. Механик. Преподаватель)

Интегральные уравнения входят в вариативную часть программы подготовки квалифицированного специалиста в области математики. Изучение интегральных 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 специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика.

Рабочая программа дисциплины «Интегральные 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 экзамена, перечень основной и дополнительной литературы, доступной для обучающихся.

В целом, рабочая программа по дисциплине «Интегральные 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 специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика по дисциплине «Интегральные уравнения».

Рецензент

доцент кафедры прикладной математики КубГТУ,  
кандидат физико-математических наук, доцент

  
Чубурь Н.О.



Подпись Чубурь Н.О. удостоверяю  
Начальник отдела  
кадров сотрудников  
Руссу Е.И.  
» 20 г.

## Рецензия

на рабочую учебную программу по курсу «Интегральные уравнения»,  
предназначенную для студентов  
специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика  
(квалификация Математик. Механик. Преподаватель)

Интегральные уравнения входят в вариативную часть программы подготовки квалифицированного специалиста в области математики. Изучение курса интегральные уравнений 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 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 специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика.

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 экзамен, перечень основной и дополнительной литературы, доступной обучающимся.

В целом, рабочая программа по дисциплине «Интегральные 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 специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика.

Рецензент

кандидат педагогических наук,  
доцент кафедры информационных  
образовательных технологий КубГУ



Засядко О.В.