

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ:

«ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И ВАРИАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ»

Кафедра дифференциальных уравнений и функционального анализа
факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа

Направление:

03.03.02. Физика

Профили подготовки:

«Фундаментальная физика», «Медицинская физика»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Статус дисциплины: базовая

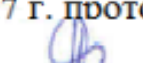
Махачкала - 2017

Рабочая программа по дисциплине:


"Интегральные уравнения и вариационные исчисления "


составлена в 2017 году в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки: 03.03.02 Физика (уровень подготовки бакалавриат). Приказ Минобрнауки России № 937 от 7.08.2014 г.

разработчик: кф.-м.н. доцент кафедры
дифференциальных уравнений и функционального анализа
Джабраилова Лейла Мусаевна

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании
кафедры: дифференциальных уравнений и функционального
анализа от "22" марта 2017 г. протокол № 6
Заведующий кафедрой  Сиражудинов М.М.

на заседании Методического совета факультета
Математики и компьютерных наук от 24 марта 2017 г.

Председатель 

Рабочая программа согласована с
учебно-методическим
управлением 30.03.2017 г. 

Содержание

Аннотация рабочей программы дисциплины

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)
4. Объем, структура и содержание дисциплины
5. Образовательные технологии
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аннотация рабочей программы дисциплины.

Дисциплина "Интегральные уравнения и вариационное исчисление" входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению (специальности) 011200.62 **Физика**

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой дифференциальных уравнений и функционального анализа.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием и развитием у студентов профессиональных и специальных компетенций, позволяющих им на базе освоенных теоретических и практических основ математического аппарата осуществлять профессиональную деятельность.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – ОК-12, ОК-16, ОК-17, ОК-20, ОК-21, ПК-2, ПК-3

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольная работа, коллоквиум и тестирование и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе в 72 академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе зачет	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					консультации		
Все	из них	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		зачет	
го	Лекции							
1	72	18	-	18	2	4	30	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Интегральные уравнения" является формирование современных теоретических знаний в области интегральных уравнений и практических навыков в решении и исследовании основных типов интегральных уравнений, решения вариационных задач.

Целями освоения дисциплины в области обучения, воспитания и развития, соответствующими целям ООП, являются:

- изучение базовых понятий теории интегральных уравнений и вариационного исчисления;
- освоение основных приемов решения практических задач по темам дисциплины;

- приобретение опыта работы с математической и связанной с математикой научной и учебной литературой;
- развитие четкого логического мышления.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина " Интегральные уравнения " входит в базовую часть математического и естественно - научного цикла.

Является одним из начальных разделов современной математики и играет важную роль в осознанном освоении других математических и прикладных дисциплин, т.к. методы теории интегральных уравнений находят самое широкое применение во многих науках, в первую очередь в физике. Эта дисциплина вместе с математическим анализом, дифференциальными уравнениями, теорией функции комплексного и действительного переменного являются фундаментом, на котором строится вся математическая наука.

Для освоения дисциплины необходимо

знать:

основы математического анализа;
дифференциальные уравнения;
векторный и тензорный анализ.

уметь:

решать системы линейных алгебраических уравнений,
решать обыкновенные дифференциальные уравнения n -го порядка,
разлагать функции в ряд Тейлора и тригонометрический ряд Фурье.

Результаты освоения дисциплины.

В результате освоения дисциплины студент должен будет:

знать:

- определение функционала и его первой вариации;
- определение сильного и слабого экстремума функционала;
- необходимое условие экстремума функционала;
- основные леммы вариационного исчисления;
- классические задачи вариационного исчисления;
- уравнение Эйлера;
- необходимые и достаточные условия экстремума второго порядка;
- классификацию линейных интегральных уравнений;
- методы построения резольвенты уравнения Фредгольма;
- теоремы Фредгольма;

уметь:

- построить вариацию функционала и получить необходимое условие экстремума функционала для вариационной задачи с закрепленными концами и ее обобщений;
- решать основные типы вариационных задач на условный экстремум;

- исследовать функционал на экстремум, используя необходимые и достаточные условия;
- классифицировать линейные интегральные уравнения;
- сводить задачу Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению;
- строить численное решение уравнение Фредгольма второго рода;
- использовать метод Тихонова регуляризации решения уравнения Фредгольма первого рода;
- использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов.

владеть (методами, приемами):

- методами решения простейшей вариационной задачи и ее обобщений;
- методами исследования функционала на экстремум;
- методами решения интегральных уравнений Вольтерра и Фредгольма;
- навыками использования математического аппарата для решения физических задач.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-6	Способность применять в научно-исследовательской и профессиональной деятельности базовые знания в области фундаментальной и прикладной математики и естественных наук	<p>Знать: основные определения и теоремы курса интегральных уравнений и классические задачи вариационного исчисления .</p> <p>Уметь: классифицировать линейные интегральные уравнения, исследовать функционал на экстремум используя необходимые и достаточные условия;</p> <p>Владеть: навыками и методами исследования функционала ,методами решения уравнений Фредгольма и Вольтерра. навыками использования математического аппарата для решения физических задач.</p>
ОК-8	Способность и постоянная готовность совершенствовать и углублять свои знания	<p>Знать: основные методы решения интегральных уравнений, постановки основных классических задач вариационного исчисления, методы построения резольвенты уравнения Фредгольма, классификацию основных типов интегральных уравнений.</p> <p>Уметь: построить вариацию функционала, сводить задачу Штурма-Лиувилля к интегральному уравнению, строить численное решение уравнения Фредгольма второго рода.</p> <p>Владеть: основными методами решения</p>

ОК-10	Способность быстро находить, анализировать и грамотно обрабатывать научно-техническую, естественно-научную и общенаучную информацию	<p>вариационной задачи и ее обобщений, навыками использования математического аппарата для решения задач физики.</p> <p>Знать: методы работы с научно-технической информацией, ориентироваться в электронных ресурсах сети интернет.</p> <p>Уметь: применять информационные технологии и современные электронные ресурсы для поиска нужной информации. Уметь составлять доклады, презентации и рефераты по теме исследования.</p> <p>Владеть: информационными технологиями по поиску и обработке научно-технической информации.</p>
ОК-12	Способность к самостоятельной научно-исследовательской работе	<p>Знать: связь теории интегральных уравнений с другими разделами математики, основные теоремы математического анализа и дифференциальных уравнений, методы интегрирования и дифференцирования.</p> <p>Уметь: применять полученные знания для решения задач в различных областях математических наук, таких как уравнения в частных производных, методы математической физики.</p> <p>Владеть: основными приемами и методами построения математических моделей физических задач и исследования их решений с помощью вариационного и интегрального исчисления.</p>
ОК-11	Обладать фундаментальной подготовкой в области фундаментальной математики и готовностью к использованию полученных знаний в профессиональной деятельности	<p>Знать: основные фундаментальные теоремы и леммы интегральных уравнений и классификацию типов уравнений и методов их решения.</p> <p>Уметь: решать классические задачи физики и прикладной математики с помощью интегральных уравнений и классических задач вариационного исчисления.</p> <p>Владеть: методами исследования и методами качественного анализа решений уравнений и задач вариационного исчисления.</p>

ПК-2	Способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	<p>Знать: базовые источники информации такие как классические учебники и пособия по интегральным уравнениям, классификацию основных типов интегральных уравнений и их приложения к физическим задачам.</p> <p>Уметь: работать с литературой по фундаментальным разделам математики, синтезировать и анализировать полученные знания.</p> <p>Владеть: методами математического анализа, методами исследования решений дифуравнений.</p>
		<p>Знать: постановку задачи Коши, ее геометрический и физический смысл, теорему существования и единственности решения дифуравнения, исследовать на устойчивость решения.</p> <p>Уметь: строить математические модели задач физики, механики и т.д.</p> <p>Владеть: методами и приемами решения задач в различных областях математики.</p>
ПК-3, ПК-4,	способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата .	<p>Знать: основные теоремы теории интегральных уравнений, вариационного исчисления а также других математических дисциплин.</p> <p>Уметь: выстраивать последовательность (алгоритм) обработки результатов исследований; применять известные методы решения задач; провести исследование задачи Коши, исследовать на устойчивость решения дифференциальных уравнений.</p> <p>Владеть: процедурой обработки результатов исследований, с учетом определения достоверности получаемой информации.</p>
ПК-18, ПК-17	способностью публично представлять собственные и известные научные результаты .	<p>Знать: каким образом извлекать полезную научно-техническую информацию из электронных библиотек, журналов и сети Интернет.</p> <p>Уметь: оформлять полученные научные результаты и представлять их в грамотной форме в виде доклада на научных конференциях.</p> <p>Владеть: методами представления научных результатов в любой форме в научных журналах в виде статей и докладов.</p>
ПК-20, ПК-21, ПК-22.	Способность к решению прикладных и инженерно-физических задач, анализа их решений и составлению математических моделей в виде дифуравнений и их	<p>Знать: методы и алгоритмы моделирования при решении инженерно-физических задач</p> <p>Уметь: видеть проблему , ставить и формулировать задачу в любой форме в представлении математических и естественно - научных знаний</p>

	систем. Способность к самостоятельному научному мышлению.	Владеть : методами решения простейшей вариационной задачи и ее обобщений. методами исследования функционала на экстремум; методами решения интегральных уравнений Вольтерра и Фредгольма; навыками использования математического аппарата для решения физических задач.
--	---	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часов.

4.2. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц **72** часов.

№	Раздел дисциплины	Всего	Виды учебной работы, включая сам.раб. студ-в и трудоемк. (в час.)			Зачет	Формы текущ.контр. успева-ти. Форма промежут. аттестации
			лек.	пр. зан.	сам. раб.		
Модуль I. Интегральные уравнения							
1	Раздел 1. Основы интегральных уравнений	36	12	12	12		Контрольная работа
Модуль II. Вариационные исчисления							
4	Раздел 2. Методы вариации	30	6	6	18		Коллоквиум
	Зачет +КСР	6				6	
	ИТОГО	72	18	18	30	6	зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Дисциплина интегральные уравнения и вариационные исчисления состоит из двух разделов: Интегральные уравнения и вариационные исчисления.

Модуль I. Интегральные уравнения

В данном разделе рассмотрены основные понятия интегральных уравнений, линейные интегральные уравнения типа Фредгольма, метод определителей Фредгольма, уравнения с вырожденным ядром и методы их решений, метрические пространства, операторы сжатия в метрических пространствах, метод итераций и его применение к интегральным уравнениям, уравнения типа Вольтера и их основные методы решений, линейные пространства и линейные операторы, основные понятия спектра и фредгольмовых операторов.

Темы	Трудовое мощность	лекции	практ./ семинар	КСР	Зачет
------	----------------------	--------	--------------------	-----	-------

Модуль 1. Интегральные уравнения					
Тема 1. Интегральные уравнения. Основные типы. Физические задачи приводящие к интегральным уравнениям.	4	1	1		
Тема 2. Теоремы типа Фредгольма для линейных алгебраических уравнений.	4	1	1	2	
Тема 3. Линейные интегральные уравнения типа Фредгольма.	6	2	2	2	
Тема 4. Теоремы Фредгольма. Первая, вторая и третья теоремы Фредгольма.	5	1	1	2	
Тема 5. Уравнения с вырожденным ядром и методы их решения.	5	1	1	2	
Тема 6. Метрические пространства. Метод итераций	5	1	1		
Тема 7. Уравнения типа Вольтерра и их решение методом итераций	6	2	2	2	
Тема 8. Линейные пространства и линейные операторы. Спектр фредгольмовых операторов.	3	1	1		
Тема 9. Интегральные уравнения с симметрическими операторами.	4	1	1	2	
Тема 10. Другие типы интегральных уравнений.	3	1	1		
Итого за модуль 1	36	12	12	12	
Модуль 2. Вариационное исчисление					
Тема 1. Понятие функционала. Простейшие задачи связанные с функционалами.	7	1	2	4	
Тема 2. Метод вариаций в задачах с неподвижными границами.	7	1	2	4	

Тема 3. Экстремум функционала. Необходимое условие экстремума функционала.	7	1	2	4	
Тема 4. Уравнение Эйлера - Лагранжа. Частные случаи.	9	1	4	4	
Тема 5. Решение некоторых задач с неподвижными границами. Задачи с подвижными границами.	6	2	2	2	
Итого за 2 модуль	36	6	6	18	
Всего	72	18	18	30	

Тема 1: Введение. Понятие интегрального уравнения. Примеры физических задач, приводящих к интегральным уравнениям.

План лекции:

1. Основные понятия интегральных уравнений
2. Примеры физических задач приводящих к интегральным уравнениям

Тема 2: Некоторые сведения из теории линейных алгебраических уравнений.

План лекции:

1. Правило Крамера;
2. Теорема Кронекера-Каппели;
3. Функциональное решение;
4. Теорема типа Фредгольма для линейных алгебраических уравнений;
5. Самосопряженный конечномерный оператор в евклидовом пространстве.

Тема 3. Линейные интегральные уравнения типа Фредгольма. Метод определителей Фредгольма.

План лекции:

1. Линейные интегральные уравнения типа Фредгольма
2. Основные идеи Фредгольма. Замена интегрирования суммированием
3. Метод определителей Фредгольма
4. Формулы для нахождения коэффициентов ряда Неймана

Тема 4. Формулировка теорем Фредгольма

План лекции:

1. Формулировка и доказательство теоремы Фредгольма

Тема 5. Уравнения с вырожденным ядром и методы их решений

План лекции:

1. Уравнения с вырожденным ядром
2. Методы решения уравнения с вырожденным ядром

Тема 6. Метрические пространства

План лекции:

1. Полнота метрического пространства
2. Операторы сжатия в метрических пространствах
3. Метод итераций и его применение к интегральным уравнениям

Тема 7. Уравнения типа Вольтерра

План лекции:

1. Уравнение Вольтерра.
2. Методы решений уравнения Вольтерра
3. Метод итерации
4. Сходимость ряда Неймана

Тема 8. Линейные пространства и линейные операторы.

План лекции:

1. Основные понятия линейных пространств
2. Основные понятия линейных операторов
3. Понятие спектра оператора.
4. Спектр фредгольмовых операторов

Тема 9. Интегральные уравнения с симметрическим операторами.

План лекции:

1. Интегральные уравнения с симметрическим операторами.
2. Теорема Гильберта-Шмидта

Тема 10. Другие типы интегральных уравнений.

План лекции :

1. Уравнения первого рода, понятие о методе регуляризации
2. Уравнения со слабой особенностью
3. Нелинейные уравнения

Модуль II. Вариационные исчисления.

Во втором разделе рассмотрено понятие функционала и простейшие задачи, связанные с функционалами, метод вариаций в задачах с неподвижными границами, уравнение Эйлера-Лагранжа и частные случаи уравнения Эйлера-Лагранжа, решение некоторых задач с неподвижными границами и применение метода вариации.

Тема 1. Понятие функционала. Простейшие задачи, связанные с функционалами.

План лекции:

1. Понятие функционала и оператора в гильбертовом пространстве.
2. Линейные функционалы и их свойства.
3. Простейшие задачи, связанные с функционалами. Задача Дидоны, задача о геодезической линии, задача о брахистохроне. Основные понятия вариационного исчисления.

Тема 2. Метод вариаций в задачах с неподвижными границами

План лекции:

1. Метод вариаций в задачах с неподвижными границами
2. Простейшая задача вариационного исчисления. Функционалы от нескольких функций.
3. Канонический вид уравнения Эйлера.

Тема 3. Экстремум функционала

План лекции:

1. Основные понятия экстремума функционала
2. Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума.
3. Основные типы задач на условный экстремум.

Тема 4. Уравнение Эйлера-Лагранжа.

План лекции:

1. Уравнение Эйлера-Лагранжа
2. Частные случаи уравнения Эйлера-Лагранжа.
3. Нахождение экстремума

Тема 5. Решение некоторых задач с неподвижными границами.

План лекции:

1. Решение некоторых задач с неподвижными границами.
2. Примеры классических задач и их решения.
3. Поиск экстремали функционала.

Тема 6. Понятие о вариационных задачах с подвижными границами.

План лекции:

1. Понятие о вариационных задачах с подвижными границами
2. Условие трансверсальности на правом и левом конце в вариационных задачах.
3. Задачи на условный экстремум. Метод множителей Лагранжа для решения изопериметрической задачи.

4.4. Темы практических занятий

Тема 1. Примеры физических задач, приводящих к интегральным уравнениям.

Задача Абеля, задача обращения интеграла, задача теории переноса.

Тема 2. Некоторые сведения из теории линейных алгебраических уравнений.

Применение правила Крамера; теорема Кронекера-Капелли; функциональное решение; теорема типа Фредгольма для линейных алгебраических уравнений; самосопряженный конечномерный оператор в евклидовом пространстве.

Тема 3. Линейные интегральные уравнения типа Фредгольма. Метод определителей Фредгольма.

Решение уравнений однородных и неоднородных 2 го порядка с вырожденным ядром. Метод определителей Фредгольма.

Тема 4. Формулировка теорем Фредгольма.

Теоремы Фредгольма. Первая, вторая и третья теоремы.

Тема 5. Уравнения с вырожденным ядром и методы их решений.

Решение сведением к алгебраическим системам.

Тема 6. Метрические пространства. Операторы сжатия в метрических пространствах. Метод итераций и его применение к интегральным уравнениям.

Примеры операторов. Иллюстрация необходимых и достаточных условий.

Тема 7. Уравнения типа Вольтерра и их решение методом итераций. Уравнения первого и второго рода. Итерационное решение и условие существования решения. Сведение уравнения первого рода к уравнению второго рода. Уравнение Абеля.

Тема 8. Линейные пространства и линейные операторы. Понятие спектра оператора. Спектр фредгольмовых операторов.

Пространства R^n , $C[a,b]$, $L_2[a,b]$, характеристики спектра Фредгольмовых операторов.

Тема 9. Интегральные уравнения с симметрическими операторами. Теорема Гильберта-Шмидта.

Решение примеров с симметричным ядром.

Тема 10. Другие типы интегральных уравнений.

Решение уравнений первого рода, понятие о методе регуляризации, уравнения со слабой особенностью, сведение к регулярным путям итераций.

Модуль II. Вариационные исчисления

Тема 1. Понятие функционала. Простейшие задачи, связанные с функционалами.

Примеры классических задач, задача Ньютона, задача о брахистохроне, задача о минимальной поверхности. Функционал, функциональные пространства.

Тема 2. Метод вариаций в задачах с неподвижными границами.

Вариация аргумента. Первая вариация функционала. Основная лемма вариационного исчисления. Примеры с конкретными видами функционалов.

Тема 3. Экстремум функционала. Необходимое условие.

Простейшая вариационная задача с фиксированными границами. Канонический вид уравнения Эйлера. Решение уравнения Эйлера.

Тема 4. Уравнение Эйлера-Лагранжа. Частные случаи уравнения Эйлера-Лагранжа.

Нахождение экстремалей.

Тема 5. Решение некоторых задач с неподвижными границами. Понятие о вариационных задачах с подвижными границами.

1. Основные типы задач на условный экстремум. Необходимые условия в задаче Лагранжа. 2. Задача Больца, условия трансверсальности. Задача Майера.

5. Образовательные технологии.

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения

1. Выполнение практических заданий с элементами исследования.
2. Отчетные занятия по разделам.
3. Выполнение студентами индивидуальной исследовательской работы по анализу заданий с поиском и выбором метода их решения.
4. Разбор конкретных заданий.
5. Круглые столы.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

1. Подготовка к практическим занятиям.
2. Решение задач.
3. Подготовка к коллоквиуму.
4. Подготовка к контрольной работе.
5. Подготовка к экзамену.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы	Литература
Тема 1. Уравнение Абеля 1 и 2 порядка.	1. Физические задачи, приводящие к интегральным уравнениям. Задача о колебаниях, задача о рассеянии лучистой энергии, задача Абеля, задача о брахистохроне.	
Тема 2. Линейные операторы в бесконечном евклидовом пространстве.	Доклады на тему: 1. Метрические пространства. Нормированные пространства, евклидовы пространства. 2. Линейные операторы.	[1], [7]
Тема 3. Применение интегральных преобразований к решению интегральных уравнений. Преобразование Лапласа.	Доклады на тему: 1. Преобразование Фурье. Преобразование Лапласа. 2. Метод Винера-Хопфа.	[3], [6]
Тема 4. Принцип сжимающих отображений.	Доклад на тему: Принцип сжимающих отображений. Теорема о неподвижной точке.	[2], [4]
Тема 5. Понятие о корректно и некорректно поставленных задачах.	Доклады на тему: 1. Метод Тихонова регуляризации решения уравнения Фредгольма 1 рода.	
Тема 6. Краевые задачи	Доклады на тему: 1. Задача Штурма - Лиувилля. 2. Функция Грина и ее построение..	[2], [7]
Тема 7. Поле экстремалей. Функция Вейерштрасса.	Доклады на тему: 1. Достаточные условия экстремума.	[2], [6]
Тема 8. Классические задачи вариационного исчисления.	Доклады на тему: 1. Изопериметрическая задача.	[5], [7]

7. Фонд оценочных средств, для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-1	Знать: основные определения и теоремы теории интегральных уравнений. Теоремы Фредгольма. Постановку классических задач вариационного исчисления.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование.
	Уметь: находить решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра.	Письменный опрос, коллоквиум.
	Владеть: всеми основными методами решения интегральных уравнений	Круглый стол.
ОПК-3	Знать: взаимосвязи предметов математического направления между собою.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование.
	Уметь: применять полученные знания для решения задач в различных областях математических наук, таких как математический анализ, дифференциальные уравнения и других.	Письменный опрос, коллоквиум.
	Владеть: методами и приемами решения задач в различных областях математики.	Круглый стол
ПК-1	Знать: основные направления развития теории интегральных уравнений, а также других математических дисциплин.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: выстраивать последовательность (алгоритм) обработки результатов исследований; применять известные методы решения задач в качественном анализе интегральных уравнений на практике; использовать приложения для решения разнообразных задач математики.	Письменный опрос, коллоквиум
	Владеть: процедурой обработки результатов исследований, с учетом определения достоверности получаемой информации; приемами решения альтернативными способами; анализом методов и приемов выбирать наиболее оптимальный способ исследования динамических систем.	Круглый стол
ПК-2	Знать: основные теоремы и постановки классических задач теории интегральных уравнений, типы уравнений и основные методы их решений. Знать основные классические задачи вариационного исчисления.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: ставить цели и задачи в виде решения интегральных уравнений, строить общее и частное решение, интегрировать основные типы уравнений, строить математическую модель физической задачи, пользоваться аналитическими и численными методами при решении задач.	Письменный опрос, коллоквиум
	Владеть: приема и методами построения вариации функционала, исследования его	Круглый стол

	на экстремум, нахождения решения интегральных уравнений; технологиями организации процесса самообразования; владеть способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.	
ПК-3	Знать: формулировки основных теорем Фредгольма, классификацию уравнений и методов решений .	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: решать уравнения Фредгольма и Вольтерра, построить вариацию функционала и получить необходимое условие экстремума функционала для вариационной задачи с закрепленными концами и ее обобщений; решать основные типы вариационных задач на условный экстремум; исследовать функционал на экстремум, используя необходимые и достаточные условия;	Письменный опрос, коллоквиум
	Владеть: процедурой обработки результатов исследований, с учетом определения достоверности получаемой информации.	Круглый стол
ПК-4	Знать: каким образом донести полученные знания по интегральным уравнениям до широкой студенческой аудитории, с использованием интернет ресурсов.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: ставить задачу исследования, правильно формулировать полученный результат исследования в виде статьи и научного доклада, делать презентации с использованием современных информационных технологий; самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности.	Письменный опрос, коллоквиум

	Владеть: основами программирования и численными методами решения классических задач математики, технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.	Круглый стол
--	---	--------------

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОПК-1-Готовность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Знать: основные определения и теоремы курса интегральных уравнений, постановку классических задач вариационного исчисления.</p> <p>Уметь: определять тип интегрального уравнения, решать уравнения и исследовать функционал на экстремум.</p> <p>Владеть: основными методами решения автономных дифуравнений и систем дифуравнений. Методами качественного анализа систем дифуравнений и оценка устойчивости решений</p>	Демонстрация частичных знаний без грубых математических ошибок	Умение анализировать алгоритм решения заданий и объяснять его коллективу	Умение обоснованно анализировать ответ, приводя собственные примеры

	систем.			
--	---------	--	--	--

ОПК-3-Способность к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Знать: постановки классических задач теории интегральных уравнений и матем. анализа, задачи вариационного исчисления.</p> <p>Уметь: исследовать на условный экстремум вариационные задачи, уметь составлять математические модели физических задач. Находить решения и использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов.</p> <p>Владеть: основными методами решений интегральных уравнений, методами исследования классических задач вариационного исчисления.. Методологией и навыками решения научных и практических задач</p>	Демонстрация частичных знаний без грубых математических ошибок	Умение анализировать алгоритм решения заданий и объяснять его коллективу	Умение обоснованно анализировать ответ, приводя собственные примеры

ПК-1 – способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области .

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Знать: основные типы интегральных уравнений, методы их решения.</p> <p>Уметь: применять полученные знания для решения задач по</p>	Демонстрация частичных знаний без грубых математических ошибок	Умение анализировать алгоритм решения заданий и объяснять его	Умение обоснованно анализировать ответ, приводя собственные примеры

	<p>физике, механике и т.д. Владеть: всеми методами построения решений уравнений Фредгольма и Вольтерра. Методы построения математических моделей физических и прикладных задач в виде интегральных уравнений.</p>		коллективу	
--	---	--	------------	--

ПК-2 – способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики .

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Знать: взаимосвязи предметов математического направления между собою.</p> <p>Уметь: построить вариацию функционала и получить необходимое условие экстремума функционала для вариационной задачи с закрепленными концами и ее обобщений; решать основные типы вариационных задач на условный экстремум</p> <p>Владеть: методами и приемами решения задач в различных областях математики, создавать математические модели и решать их, в том числе применяя современные информационные технологии.</p>	<p>Демонстрирует частичное знание содержания процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности.</p> <p>При планировании и установлении приоритетов целей профессиональной деятельности не полностью учитывает внешние и внутренние условия их достижения.</p> <p>Владеет отдельными методами и приемами отбора необходимой для усвоения информации, давая не полностью аргументированное</p>	<p>Демонстрирует знание содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствов ания профессиональ ной деятельности.</p> <p>Планируя цели деятельности с учетом условий их достижения, дает не полностью аргументирова нное обоснование соответствия выбранных способов выполнения деятельности</p>	<p>Владеет полной системой знаний о содержании, особенностях процессов самоорганизации и самообразования, аргументировано обосновывает принятые решения при выборе технологий их реализации с учетом целей профессиональног о и личного развития.</p> <p>Готов и умеет формировать приоритетные цели деятельности, давая полную аргументацию принимаемым решениям при выборе способов выполнения деятельности.</p> <p>Умеет строить</p>

		обоснование ее соответствия целям самообразования.	намеченным целям.	процесс самообразования с учетом внешних и внутренних условий реализации.
--	--	--	-------------------	---

ПК-3 – способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата .

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Знать классические задачи вариационного исчисления; уравнение Эйлера. необходимые и достаточные условия экстремума второго порядка; классификацию линейных интегральных уравнений; методы построения уравнения Фредгольма; теоремы Фредгольма</p> <p>Уметь: выстраивать последовательность (алгоритм) обработки результатов исследований; применять известные методы решения интегральных уравнений на практике; строить вариацию функционала и находить ее экстремум.</p> <p>Владеть: процедурой обработки результатов исследований, с учетом определения достоверности получаемой информации; приемами решения интегральных уравнений; анализом методов и приемов выбирать наиболее оптимальный способ построения вариации</p>	<p>Имеет представление о содержании отдельных разделов математики, знает терминологию, но допускает неточности в формулировках основных теорем и определений.</p> <p>Умеет решать типовые задачи базового уровня.</p> <p>Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала по основным дисциплинам</p>	<p>Имеет представление о содержании основных разделов математики, знает терминологию, основные теоремы и законы и понимает сущность общих закономерностей, изучаемых в рамках данной дисциплины.</p> <p>Умеет решать комбинированные задачи базового уровня.</p> <p>Владеет навыками самостоятельно изучения отдельных разделов учебной литературы по основным разделам изучаемого предмета.</p>	<p>Имеет четкое, целостное представление о содержании основных разделов математики и общих закономерностей, изучаемых в рамках предмета.</p> <p>Умеет решать задачи повышенной сложности.</p> <p>Владеет навыками критического анализа учебной информации по основным разделам математики, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам.</p>

	функционала, нахождения экстремума функционала.			
--	---	--	--	--

ПК-4 – способностью публично представлять собственные и известные научные результаты .

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>Знать: каким образом донести полученные знания по интегральным уравнениям до широкой студенческой аудитории. Как составить наглядную презентацию и доклад по проведенному исследованию.</p> <p>Уметь: извлекать нужную информацию из известных интернет ресурсов, оформлять научные результаты в виде статей и публикаций, пользоваться современными информационными технологиями для работы.</p> <p>Владеть: основами программирования и численными методами решения классических задач математики, технологиями организации процесса самообразования; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.</p>	<p>Имеет представление о содержании отдельных разделов математики, знает терминологию, но допускает неточности в формулировках основных теорем и определений.</p> <p>Умеет решать типовые задачи базового уровня.</p> <p>Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала по основным математическим дисциплинам</p>	<p>Имеет представление о содержании основных разделов математики, знает терминологию, основные теоремы и законы и понимает суть общих закономерностей, изучаемых в рамках данной дисциплины.</p> <p>Умеет решать комбинированные задачи базового уровня.</p> <p>Владеет навыками самостоятельно изучения отдельных разделов учебной литературы по основным разделам изучаемого предмета.</p>	<p>Имеет четкое, целостное представление о содержании основных разделов математики и общих закономерностей, изучаемых в рамках предмета.</p> <p>Умеет решать задачи повышенной сложности.</p> <p>Владеет навыками критического анализа учебной информации по основным разделам математики, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам.</p>

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценка по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

Какое из данных уравнений является Фредгольмовым второго порядка ?

1. $\varphi(x) + \frac{1}{3} \int_0^1 \cos(x-t)\varphi(t)dt = 0$
2. $\varphi(x) - \frac{1}{3} \int_0^1 \cos(x-t)\varphi(t)dt = 1$
3. $\varphi(x) - \frac{1}{2} \int_a^b K(x,t)\varphi(t)dt = e^x$
4. $\varphi(x) - \frac{1}{2} \int_a^b \frac{\sin t}{t-x} dt \varphi(x) - \frac{1}{2} \int_a^b \sin t dt = 1$

Какое из данных уравнений не является Фредгольмовым второго порядка ?

1. $\varphi(x) - 4 \int_1^2 \sin(x-1)\varphi(t)dt = \cos x$
2. $\varphi(x) - 2 \int_1^2 \frac{\cos(x-t)}{x-t} \varphi(t)dt = \cos x$
3. $\varphi(x) - \int_0^1 \varphi(t)dt = 1$
4. $\varphi(x) - 2 \int_1^2 K\varphi(t)dt = 2$

Какое из данных уравнений является уравнением Вольтерра второго рода

1. $\varphi(x) - \int_a^b \sin x \varphi(t)dt = 1$
2. $\varphi(x) - \int_1^x \sin t dt = 1$
3. $\varphi(x) - \frac{1}{2} \int_2^x \cos x \varphi(t)dt = \sin x$
4. $\int_a^x \varphi(x)dx = e^x$

Какое из данных уравнений является уравнением Фредгольма первого рода

1. $\int_1^2 \sin(x-t)\varphi(t)dt = \cos x$
2. $\int_1^2 \sin(x-t)dt = \varphi(t)$

$$3. \varphi(x) - \frac{1}{2} \int_2^x e^{x-t} \varphi(t) dt = e^x$$

$$4. \varphi(x) - \int_a^x t \varphi(t) dt = x^2$$

Какое из данных уравнений является уравнением Вольтерра первого рода

$$1. \varphi(x) = \int_a^b x + \varphi(t) dt + e^x$$

$$2. \int_0^1 e^{x-t} dt = e^x$$

$$3. \varphi(x) - \frac{1}{2} \int_2^x e^t \varphi(t) dt = 3$$

$$4. \int_0^1 e^{x-t} \varphi(t) dt = 1$$

Найти ненулевое решение уравнения $\varphi(x) = \int_0^1 \varphi(t) dt$

$$1. \varphi(x) = c$$

$$2. \varphi(x) = x$$

$$3. \varphi(x) = \sin x$$

$$4. \varphi(x) = x^2$$

Какая из заданных функций является решением уравнения

$$\varphi(x) = \frac{1}{2} \int_0^1 \sin x \varphi(x) dt$$

$$1. \varphi(x) = x^2$$

$$2. \varphi(x) = \cos x$$

$$3. \varphi(x) = \sin x$$

$$4. \varphi(x) = x^2 - x$$

Какая из заданных функций является решением уравнения

$$\varphi(x) = \cos x + \int_0^\pi \sin x \varphi(t) dt ?$$

$$1. \varphi(x) = \cos x$$

$$2. \varphi(x) = \sin x$$

$$3. \varphi(x) = x$$

$$4. \varphi(x) = \cos x + \sin x$$

Какое из заданных уравнений имеет вырожденное ядро?

$$1. \varphi(x) = 2 \int_0^1 e^{xt} dt$$

$$2. \varphi(x) = \int_0^1 \sin(xt)\varphi(t)dt$$

$$3. \varphi(x) = \int_0^1 e^{(x-t)^2} \varphi(t)dt$$

$$4. \varphi(x) = \int_1^2 \sin(x-t)\varphi(t)dt$$

Найти решение уравнения $\varphi(x) - \int_0^x \varphi(t)dt = 1$?

1. x
2. e^{-x}
3. $e^x + 1$
2. e^x

Найти характеристическое решение уравнения $\varphi(x) - \lambda \int_0^1 \varphi(x)dt = 0$?

1. $\lambda = 2$
2. $\lambda - 1$
3. $\lambda + 1$
4. $\lambda = 1$

Какой из операторов $A: R \rightarrow R$ является линейным

1. $Ax = 2x + 1$
2. $Ax = 3x$
3. $Ax = x + 1$
4. $Ax = x^2$

Найти третье приближенное решение уравнения $\varphi(x) - \int_0^x (t-x)\varphi(t)dt = x$, если

$$\varphi_1(x) = x$$

$$1. \varphi_3(x) = 3x$$

$$2. \varphi_3(x) = x^3$$

$$3. \varphi(x) = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!}$$

$$4. \varphi(x) = x + x + x^2$$

Какое из данных операторов?

$$1. A\varphi = \int_1^2 \cos(t-x)\varphi(t)dt$$

$$2. Ax = \int_0^1 (t-x)\varphi(t)dt$$

$$3. A\varphi = \int_0^1 e^{x-t}\varphi(t)dt$$

$$4. A\varphi = \int_0^1 \sin(t-x)\varphi(t)dt$$

является симметричным?

Решить уравнение $\varphi(x) - \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \sin x \varphi(t) dt = 0$

1. $\varphi(x) = e^x$

2. $\varphi(x) = c \sin x$

3. $\varphi(x) = \cos x$

4. $\varphi(x) = x$

Какая из данных функций является решением уравнения

$$\varphi(x) = \cos x + \frac{1}{2} \int_0^\pi \sin x \varphi(t) dt$$

1. $\cos x + c \sin x$

2. $\varphi(x) = \cos x$

3. $\varphi(x) = c \sin x$

4. $\sin x - \cos x$

Записать уравнение Эйлера-Лагранжа для функционала $f(y) = \int_0^1 y^2 dx$

1. $y = 0$

2. $F_{y'} = 0$

3. $y'(x) = 0$

4. $y - y' = 0$

Найти экстремали для функционала $f(y) = \int_{x_0}^{x_1} (y^2 + y) dx$

1. $2y = 0$

2. $y = -1$

3. $y = -\frac{1}{2}$

4. $y = cx$

Какое из данных уравнений является уравнением Вольтера второго

рода $\int_a^x e^t \varphi(t) dt = x$

1. $\int_0^x (x-t) dt = 1$

2. $\varphi(x) - \lambda \int_0^1 \sin(t-x)\varphi(t) dt = x$

$$3. \varphi(x) - \int_1^x e^{x-t} \varphi(t) dt = e^x$$

№нет

$$\varphi(x) - \int_1^2 \cos(t-x) dt = 0$$

Примеры для самопроверки

$$1. \text{ Решить уравнение } \varphi(x) - \int_0^x (t-x)\varphi(t) dt = x$$

$$2. \text{ Решить уравнение } \varphi(x) = 1 + \int_0^x \varphi(t) dt.$$

$$3. \text{ Решить уравнение } \varphi(x) = \int_0^x (t-x)\varphi(t) dt + x$$

$$4. \text{ Решить уравнение } \varphi(x) = 1 + \int_0^x \varphi(t) dt$$

$$5. \text{ Решить уравнение } \varphi(x) - \int_0^x (t-x)\varphi(t) dt = x$$

$$6. \text{ Решить уравнение } \varphi(x) - \int_0^{\frac{1}{2}} \varphi(t) dt = x$$

$$7. \text{ Решить уравнение } \varphi(x) - \int_0^x (t-x)\varphi(t) dt = x$$

$$8. \text{ Решить уравнение } \int_0^x (x-t)^{\frac{1}{2}} \varphi(t) dt = x^{\frac{5}{2}}$$

$$9. \text{ Решить уравнение } \varphi(x) - \int_0^x \varphi(t) dt = 1x$$

$$10. \text{ Решить уравнение } \varphi(x) - \int_0^x (t-x)\varphi(t) dt = 0$$

$$11. \text{ Решить уравнение } \varphi(x) = \int_0^x (t-x)\varphi(t) dt - x$$

$$12. \text{ Решить уравнение } \varphi(x) = \int_0^x (t+x)\varphi(t) dt + x$$

$$13. \text{ Решить уравнение } \varphi(x) - \int_0^1 \varphi(t) dt = 2x$$

14. Решить уравнение $\varphi(x) = 1 - \int_0^x \varphi(t)dt$

15. Решить уравнение $\varphi(x) = 3 + \int_0^x \varphi(t)dt$

Вопросы для подготовки бакалавров к зачету

1. Какое λ является характеристическим для уравнения

$$\varphi(x) = \lambda \int_0^x \cos(x+t)\varphi(t)dt = \sin x$$

2. Какая функция $\varphi(x)$ является решением уравнения $\varphi(x) - \int_0^x \varphi(t)dt = 1x$

3. Является ли данное уравнение Фредгольмовым второго порядка

$$\varphi(x) - 2 \int_1^2 \frac{\cos(x-t)}{x-t} \varphi(t)dt = \cos x$$

4. Является ли данное уравнение уравнением Вольтерра первого рода

$$\varphi(x) = \int_a^b x + \varphi(t)dt = e^x$$

5. Является ли данное уравнение уравнением Вольтерра первого рода

$$\int_0^1 \sin(x-t)dt = \cos x ?$$

6. Дайте определение банахового пространства

7. Приведите пример физических задач, приводящих к интегральному уравнению

8. Что такое функционал?

9. Частный случай уравнения Эйлера?

10. Приведите пример уравнения Фредгольма

11. Основные понятия уравнения типа Нетера.

12. Приведите пример простейших задач связанных с функционалами.

13. В чем заключается метод вариации с неподвижным концом.

14. Основные понятия метода регуляции

15. Приведите пример уравнения Вольтерра.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Оценка за модуль определяется как сумма баллов за текущую и контрольную работу.

Коэффициент весомости баллов, набранных за текущую и контрольную работу, составляет 0,5/0,5.

Текущая работа включает оценку аудиторной и самостоятельной работы.

Оценка знаний студента на практическом занятии (аудиторная работа) производится по 100-балльной шкале.

Оценка самостоятельной работы студента (написание эссе, подготовка доклада, выполнение домашней контрольной работы и др.) также осуществляется по 100-балльной шкале.

Для определения среднего балла за текущую работу суммируются баллы, полученные за аудиторную и самостоятельную работу, полученная сумма делится на количество полученных оценок.

Итоговый балл за текущую работу определяется как произведение среднего балла за текущую работу и коэффициента весомости.

Если студент пропустил занятие без уважительной причины, то это занятие оценивается в 0 баллов и учитывается при подсчете среднего балла за текущую работу.

Если студент пропустил занятие по уважительной причине, подтвержденной документально, то преподаватель может принять у него отработку и поставить определенное количество баллов за занятие. Если преподаватель по тем или иным причинам не принимает отработку, то это занятие при делении суммарного балла не учитывается.

Контрольная работа за модуль также оценивается по 100-балльной шкале. Итоговый балл за контрольную работу определяется как произведение баллов за контрольную работу и коэффициента весомости.

Критерии оценок аудиторной работы студентов по 100-балльной шкале:

«0 баллов» - студент не смог ответить ни на один из поставленных вопросов

«10-50 баллов» - обнаружено незнание большей части изучаемого материала, есть слабые знания по некоторым аспектам рассматриваемых вопросов

«51-65 баллов» - неполно раскрыто содержание материала, студент дает ответы на некоторые рассматриваемые вопросы, показывает общее понимание, но допускает ошибки

«66-85 баллов» - студент дает почти полные ответы на поставленные вопросы с небольшими проблемами в изложении. Делает самостоятельные выводы, имеет собственные суждения.

«86-90 баллов» - студент полно раскрыл содержание материала, на все поставленные вопросы готов дать абсолютно полные ответы, дополненные собственными суждениями, выводами. Студент подготовил и отвечает дополнительный материал по рассматриваемым вопросам.

Таблица перевода рейтингового балла в «5»-балльную шкалу

Итоговая сумма баллов по дисциплине по 100-балльной шкале	Оценка по 5-балльной шкале
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 30% и промежуточного контроля - 70%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 30 баллов,
- участие на практических занятиях - 40 баллов,
- выполнение домашних работ – 30 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 40 баллов,
- письменная контрольная работа - 30 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Основная литература

1. Васильева А.Н. Тихонов Н.А. Интегральные уравнения .М.Физматлит,2004.
2. Васильева А.Б. Медведев Г.Н. Тихонов Н.А. Дифференциальные и интегральные уравнения ,вариационное исчисление в примерах и задачах. Физматлит, 2003.
3. Волков В.Т., Ягола А.Г. Интегральные уравнения. Вариационное исчисление: Методы решения задач. М. КДУ,2007.
4. Краснов М.Л. Интегральные уравнения .Введение в теорию. М. Ком книга, 2006.
5. Краснов М.Л., Киселев А.И. Макаренко Г.И.Интегральные уравнения .Задачи и примеры с подробными решениями. М. УРСС.2003.
6. Ефимова А.В. Пospelova А.С. Сборник задач для втузов. Часть 3. М. Физматлит, 2003.

б) Дополнительная литература

7. Попов В.А. Сборник задач по интегральным уравнениям. Изд КГУ Казань,2006
8. Килбас А.А. Интегральные уравнения . Курс лекций.Минск.БГУ.2005.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

www.alleng.ru/d/math-stud/math-st879.htm

www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_17811

www.bookvoed.ru/book?id=413420

www.mat.net.ua/mat/Kalinkin-chislennie-metodi.htm

www.chemmsu.ru/download/1kurs/matan/demidovich_for_highschool.pdf

www.alleng.ru/d/math/math97.htm

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Для самостоятельной работы по курсу в библиотеке ДГУ и в электронных ресурсах Интернета имеется достаточно литературы, как классической, так и современной, в том числе переиздания многих качественных учебников и задачников. В этой связи информационное обеспечение курса достаточное. Рекомендуется материал каждой выслушанной лекции прорабатывать в день ее проведения. При обнаружении непонятных вопросов требуется обращаться к лектору во время консультационного дня или на практическом занятии. Неосвоенный материал будет тормозить дальнейшее восприятие тем, которые основываются на первоначальных лекциях. Курс снабжен большим количеством терминов и символов, которые необходимо заучивать и повторять, чтобы впоследствии свободно владеть ими при выполнении практических заданий. В конце курса проводится тестирование, которое позволит выявить подготовленность студентов и обратить внимание на огрехи в учении. Практические задания позволят студентам закрепить навыки и знания, полученные во время лекционного и практического курсов по математике.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине "Интегральные уравнения » рекомендуется использовать следующие информационные технологии. Во-первых, должны проводиться занятия с компьютерным тестированием, что приучит студентов хорошо ориентироваться с работой на компьютере для выполнения заданий. Во-вторых, демонстрационный материал также будет показан с помощью мультимедийных устройств и интерактивной доски.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

- Задачники для практических работ.
- Дидактические карточки с заданиями на каждое занятие.
- Доска классическая.
- Доска пластиковая с разноцветными маркерами.
- Мультимедийная установка для демонстрации электронных образовательных ресурсов