



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

Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Численные методы решения некорректных задач

Кафедра прикладной математики факультета математики
и компьютерных наук

Образовательная программа
01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки
Математическое моделирование и вычислительная математика

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: **Вариативный по выбору**

Махачкала 2020

Рабочая программа дисциплины «Численные методы решения некорректных задач» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата) от «12» 03 2018 г. № 228.

Разработчик:

1. кафедра прикладной математики Абдурагимов Г.Э., к.ф.-м. н., доцент Абдурагимов;

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры прикладной математики от «06» иср 2020г., протокол № 7

Зав. кафедрой Кадиев Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от «25» иср 2020г., протокол № 4.

Председатель Бейбалаев Бейбалаев В.Д.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

«10» 03 2020г. С.И.
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Численные методы решения некорректных задач» входит в *вариативную* часть образовательной программы *бакалавриата* по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой прикладной математики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с ознакомлением с базовыми математическими моделями и освоением численных методов решения практических задач алгебры, математического анализа, дифференциальных уравнений, физики, техники и др., а также знакомством с современными направлениями развития численных методов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК - 1 и профессиональных – ПК-2.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, лабораторные занятия и самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных работ, коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 3 зачетных единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Се- местр	Учебные занятия							Форма промежу- точной аттеста- ции (зачет, диф- ференцированный зачет, экзамен
	в том числе							
	Все- го	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экза- мен	
		из них						
		Лек- ции	Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консультации		
6	108	16	32				60	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения курса «Численные методы решения некорректных задач» – иметь понятия о корректно и некорректно поставленных задачах, знать и уметь применять на практике основные методы регуляризации решения некорректных задач, возникающих при решении задач физики, техники, экономики, уравнений математической физики и др.

Задачи изучения дисциплины:

- а) изучить основные методы решения некорректных задач;
- б) научиться, применяя ЭВМ, решать методом регуляризации плохо обусловленные СЛАУ, линейные интегральные уравнения первого рода и суммировать ряды Фурье;
- в) на лабораторных занятиях получить опыт решения задач на ЭВМ, программными средствами и пакетами прикладных программ.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Численные методы решения некорректных задач» входит в вариативную часть по выбору и вводится на 3 курсе после изучения основных математических дисциплин. Он дополняет курс «Численные методы». Некорректные задачи возникают во многих разделах физики и в технике. Бакалавр направления «Математическое моделирование и вычислительная математика», оканчивающий факультет математики и компьютерных, должен иметь понятия о корректно и некорректно поставленных задачах, о методах решения некорректно поставленных задач и уметь на практике применять численные методы решения некорректных задач.

Дисциплина «Численные методы решения некорректных задач» должна содержать наиболее распространенные методы решения некорректных задач с их теоретическим обоснованием, указания как их применять на практике.

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

Компетенции	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-1	способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	Знает: основные математические дисциплины и современные информационные технологии; Умеет: применять полученные базовые знания при исследовании вопросов прикладной математики; Владеет: базовым математическим аппаратом и информационными технологиями
ПК-2	способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	Знает: современный математический аппарат; Умеет: совершенствовать и применять в приложениях соответствующие знания; Владеет: современными математическими методами

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1 Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4.2 Структура и содержание дисциплины (модуля).

№ п/п	Раздел (модуль) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудо- емкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текуще- го контроля успеваемости (по неделям се- местра) Форма проме- жуточной атте- стации (по се- местрам)
				Лек	Лаб. раб	Практ.	Контроль сам. раб		

Модуль 1. Корректно поставленные и некорректно поставленные задачи.									
Регуляризирующий оператор.									
1	Понятия корректно и некорректно поставленных задач	6		2	2			8	Опрос, самостоятельная работа
2	Примеры некорректно поставленных задач			2	2			8	Опрос, самостоятельная работа
3	Понятие регуляризирующего оператора			2	2			8	Опрос, самостоятельная работа
Всего по модулю 1				6	6			24	Письменная контрольная работа
Модуль 2. Метод регуляризации решения операторных уравнений									
1	Вариационный принцип отбора возможных решений. Существование регуляризирующих операторов			2	2			6	Опрос, самостоятельная работа
2	Метод Лагранжа построения регуляризирующих операторов			2	4			6	Опрос, лабораторная работа
3	Определение параметра регуляризации по невязке			2	4			8	Опрос, лабораторная работа
Всего по модулю 2				6	10			20	Письменная контрольная работа
Модуль 3. Численный метод регуляризации решения плохо обусловленных СЛАУ									
1	Теорема о выборе параметра регуляризации. Нормальное решение СЛАУ			2	8			8	Опрос, лабораторная работа
2	Численный метод регуляризации решения СЛАУ			2	8			8	Опрос, лабораторная работа
Всего по модулю 3				4	16			16	Письменная контрольная работа
Итого за семестр				16	32			16	Зачет
ИТОГО:		108		16	32			60	

4.3 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Курс «Численные методы решения некорректных задач» разбит на модули и темы. Ниже приводится содержание этого курса.

Модуль 1. Корректно поставленные и некорректно поставленные задачи. Регуляризирующий оператор.

Тема 1. Понятия корректно и некорректно поставленных задач.

Введение. Определения корректно и некорректно поставленных задач. Необходимость рассмотрения и изучения некорректно поставленных задач.

Тема 2. Примеры некорректно поставленных задач.

Примеры некорректно задач математики и физики.

Тема 3. Понятие регуляризирующего оператора.

Определения регуляризирующего оператора. Примеры регуляризирующих операторов. Что значит «Метод регуляризации реализуем».

Модуль 2. Метод регуляризации решения операторных уравнений.

Тема 1. Вариационный принцип отбора возможных решений. Существование регуляризирующих операторов.

Понятие стабилизирующего функционала. Сведение задачи построения регуляризованного решения к вариационной задаче минимизации стабилизирующего функционала. Существование регуляризирующих операторов.

Тема 2. Метод Лагранжа построения регуляризирующих операторов.

Сведение вариационной задачи на условный экстремум методом Лагранжа на безусловный экстремум, что позволяет построить регуляризирующий оператор.

Тема 3. Определение параметра регуляризации по невязке.

Определение параметра регуляризации из уравнения для невязки. Разрешимость уравнения для невязки.

Модуль 3. Численный метод регуляризации решения плохо обусловленных СЛАУ.

Тема 1. Теорема о выборе параметра регуляризации. Нормальное решение СЛАУ.

Выбор семейства регуляризирующих операторов с помощью теоремы о выборе параметра регуляризации. Необходимость обобщения понятия решения СЛАУ. Нормальное решение СЛАУ.

Тема 2. Численный метод регуляризации решения плохо обусловленных СЛАУ.

Понятие плохо обусловленной СЛАУ. Численный метод регуляризации решения плохо обусловленных СЛАУ, его алгоритм.

4.3.2 Содержание лабораторных занятий по дисциплине

№ п/п	Тема	Аудиторные часы
	<i>Модуль 1. Лабораторные занятия по теме: <u>Метод регуляризации операторных уравнений</u></i>	10
1.1лб	Метод регуляризации решения линейных интегральных уравнений	5
1.2лб	Устойчивые методы минимизации функционалов и решения задач оптимального управления	5
	<i>Модуль 2. Лабораторные занятия по теме: <u>Численный метод регуляризации решения плохо обусловленных СЛАУ</u></i>	16
2.1лб	Численный метод регуляризации решения плохо обусловленных СЛАУ, его алгоритм	16

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Численные методы решения некорректных задач» применяются различные активные и интерактивные формы проведения занятий. При чтении лекций – обзорная лекция, проблемная лекция, лекция визуализации с использованием компьютерной презентационной техники.

Для этого на факультете математики и компьютерных наук имеются специальные оснащенные такой техникой лекционные аудитории.

При проведении лабораторных занятий кроме указанной презентационной техники используются интернет-ресурсы, пакеты прикладных программ MathCAD, Matlab, Математика-5 и др.

Доля занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет примерно 15% всех аудиторных занятий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1 Виды и порядок выполнения самостоятельной работы

1. Работа с рекомендованной литературой.
2. Решение задач и примеров.
3. Подготовка к лабораторным работам.

№	Виды самостоятельных работ	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1	Работа с рекомендованной литературой	Опрос по соответствующим разделам дисциплины	См. разделы 6.2, 8, 9 данного документа
2	Решение задач и примеров	Контрольная работа	См. разделы 6.2, 8, 9 данного документа
3	Подготовка к лабораторным работам	Защита лабораторных работ	См. разделы 6.2, 8, 9 данного документа

6.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕРНЫХ ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Понятие некорректности по Адамару. Основные примеры линейных и нелинейных некорректно поставленных задач. Краткий исторический экскурс в теорию некорректно поставленных задач.

2. Место теории некорректно поставленных задач в современной прикладной математике и ее взаимосвязь с основными разделами математики.

3. Понятие некорректности по А. Н. Тихонову и правильная постановка условно-корректных задач.

4. Общее понятие регуляризации некорректно поставленных задач и ее свойства. Основные примеры регуляризующих семейств операторов.
5. Общее понятие равномерной регуляризации и ее свойства. Строение классов равномерной регуляризации. Оценки погрешности приближенных решений на классах равномерной регуляризации. Понятие оптимального значения параметра регуляризации и оптимального метода.
6. Основные методы решения некорректно поставленных задач и их обновления.
7. Конечномерная аппроксимация регуляризованных решений и условия ее сходимости.
8. Постановка нелинейных некорректно поставленных задач и основные трудности, возникающие при их решении.
9. Обоснование метода регуляризации при решении нелинейных некорректно поставленных задач со слабо замкнутым оператором.
10. Обоснование сходимости конечномерных аппроксимаций в случае самозамкнутых операторов и основные примеры.
11. Распространение метода регуляризации на более широкий класс нелинейных некорректно поставленных задач. Вывод необходимых и достаточных условий, обеспечивающих сходимость регуляризованных решений.
12. Приложение метода регуляризации и изложенных для него результатов к решению задач математической физики и геофизики.

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.

Код компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1	способность использовать базовые знания естествен-	Знать: основные математические дисциплины и современные информа-	Контрольные работы, коллоквиум, зачет

	ных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	ционные технологии; Уметь: применять полученные базовые знания при исследовании вопросов прикладной математики; Владеть: базовым математическим аппаратом и информационными технологиями	
ПК-2	способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	Знать: современный математический аппарат; Уметь: совершенствовать и применять в приложениях соответствующие знания; Владеть: современными математическими методами	Контрольные работы, коллоквиум, зачет

7.2 Типовые контрольные задания и тесты

По каждому модулю предусмотрена одна контрольная работа или один тест.

Примерная контрольная работа

- Привести примеры некорректно поставленных задач:
 - а) когда первое условие корректной постановки не выполняется;
 - б) когда второе условие корректной постановки не выполняется;
 - в) когда третье условие корректной постановки не выполняется.
- Объяснить на конкретном примере почему задача дифференцирования приближенно заданной функции не является устойчивой, указав в каких это пространствах F, U .
- Привести по два примера плохо обусловленных СЛАУ и объяснить почему эти СЛАУ плохо обусловлены.
- Определение стабилизирующего функционала. Привести пример стабилизирующего функционала.

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

Конечный результат складывается как средневзвешенная оценка текущего и промежуточного контролей соответственно с весами 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 15 баллов;
- самостоятельная работа – 35 баллов;
- зачет по лабораторным работам – 30 баллов;
- письменная контрольная работа – 20 баллов;

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- зачет – 100 баллов.

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

а) основная литература

1. Обратные и некорректные задачи [Электронный ресурс] : учебник / А.О. Ватульян [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011. — 232 с. — 978-5-4358-0908-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47033.html>.
2. Петров, Ю.П. Корректные, некорректные и промежуточные задачи с приложениями : учебное пособие / Ю.П. Петров, В.С. Сизиков. - 2-е изд. испр. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2012. - 264 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 5-7325-0761-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=130083> .
3. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М. Наука, 1979, 288 с.

б) дополнительная литература

1. Лаврентьев М.М., Романов В.Г., Шишатский С.П.. Некорректные задачи математической физики и анализа. М.: Наука, 1980, .
2. Бакушинский А.Б., Гончарский А.В. Некорректные задачи. Численные методы и их приложения М. Изд-во Московского университета, 1989, 200 с.
3. Вайникко Г.М., Веретенников А.Ю. Итерационные процедуры в некорректных задачах. М. Наука, 1986, 184 с.

4. Тихонов А.Н., Леонов А.С., Ягола А.Г. Нелинейные некорректные задачи. - М.: Наука, 1995, 182 с.

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

1. Федеральный портал российское образование <http://edu.ru>;
2. Электронные каталоги Научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru/?q=node/256>;
3. Образовательные ресурсы сети Интернет <http://catalog.iot.ru/index.php>;
4. Электронная библиотека <http://elib.kuzstu.ru>.
- 5.

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение научных и познавательных материалов, освещение основных понятий дисциплины и закрепление теоретического материала.

В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие у студента в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться к преподавателю за разъяснением.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций можно использовать при подготовке к зачету, контрольным тестам, при выполнении самостоятельных заданий.

Лабораторные занятия. На лабораторных занятиях студент должен научиться решать с помощью ЭВМ некорректные задачи, возникающие в математике, физике, технике, экономике и т.д. При этом главное—научиться составлять алгоритмы решения задач и по этим алгоритмам составлять программы решения задач на ЭВМ, пользуясь языками программирования и (или) пакетами прикладных программ.

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

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства: пакеты для решения задач математического программирования: Mathcad, Статистика, а также интернет-ресурсы.

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

Имеется компьютерный класс с 10-ю современными персональными компьютерами и методические указания к выполнению лабораторных работ, в библиотеке ДГУ имеется соответствующая литература.