



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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе



 Н.А. Ашурбеков

"28"   2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Численные методы анализа
Кафедра прикладной математики

Направление подготовки
01.06.01- Математика и механика

Квалификация (степень) выпускника
Исследователь. Исследователь, преподаватель- исследователь
Статус дисциплины: базовый

Махачкала, 2021

Рабочая программа дисциплины составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки: 01.06.01–математика и механика квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

от «30» июля 2014 г. № 866.

Разработчик(и): кафедра прикладной математики, Бейбалаев В.Д., к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры прикладной математики от 24.05.2021, протокол № 9
Зав. кафедрой Р.И. Кадиев Кадиев Р.И.
(подпись)

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от 25.05.2021, протокол №6.
Председатель В.Д. Бейбалаев Бейбалаев В. Д.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с Управлением аспирантуры и докторантуры «28» мая 2021 г. А.И. Кадиев Кадиев Р.И.
(подпись) (И.О.)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина численные методы анализа входит в вариативную по выбору часть образовательной программы *аспирантуры* по направлению 01.06.01 – Математика и механика.

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами численных методов анализа и освоением методов сплайн интерполирования, преобразований Фурье и численного интегрирования.

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

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

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 01.06.01–математика и механика, изучающих дисциплину «Численные методы анализа».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом ФГОС ВО по направлению 01.06.01–Математика и механика утвержденным приказом министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. N 866
- Образовательной программой 01.06.01–Математика и механика.
- Учебным планом университета по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика, утвержденным в 2020 г.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						
		из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
2	72	4	6				62	зачет
Итого:	72	4	6				62	

1. Цели освоения дисциплины

Цель изучения курса «численные методы анализа» является:

- изучение студентами теоретических основ численных методов анализа;
- владение студентами практическими навыками применения численных методов при решении задач;
- владение методами численного решения задачи задач, оценки погрешности;
- разработка алгоритмов численного решения задач;
- умение проводить расчетно-графические работы.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

В результате освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	Знать: методы математического анализа, дифференциальных уравнений, дифференциальных уравнений в частных производных и с производными дробного порядка, численных методов решения краевых задач. Уметь; критически анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач. Владеть: навыками применения математического аппарата для анализа современных научных достижений и генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач.
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с	Знать: в совершенстве математический аппарат в соответствии с профессиональной областью и современные методы исследования и информационно-коммуникационные технологии. .

	использованием современных методов исследования и информационно-коммутационных технологий.	Уметь: самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность с использованием современных методов исследования и информационно-коммутационных технологий Владеть: навыками осуществления научно-исследовательской деятельности и использования современных методов исследования.
ПК-2	Способностью к организации и проведению теоретических исследований и вычислительных экспериментов с применением современных информационных технологий, обработке и интерпретации полученных результатов	Знать: математический аппарат, информатику и основы современных информационных технологий. Уметь: организовать и проводить теоретические исследования и вычислительные эксперименты с применением современных информационных технологий, обрабатывать и интерпретировать полученные данные. Владеть: навыками проведения теоретических исследований и вычислительных экспериментов с применением современных информационных технологий.

В результате изучения дисциплины обучающийся осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
универсальные	УК-1	Использует современные научные достижения в области вычислительной математики в научной работе	Лекции, самостоятельная работа
общепрофессиональные	ОПК-1	Демонстрирует умение самостоятельно применять современный аппарат интегрирования дробного порядка в своей научной работе	Лекция, самостоятельное изучение материала, работа в дисплейном классе
профессиональные	ПК-2	Владеет способностью к организации и проведению теоретических исследований и	Самостоятельная работа, участие и выступление с докладами на

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
		вычислительных экспериментов	конференциях. Работа в вычислительной лаборатории

3. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

Математический анализ, дифференциальные уравнения, алгебра, функциональный анализ, уравнения математической физики.

Для освоения учебной дисциплины, обучающиеся должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- Владеет знанием основных понятий численных методов анализа и умеет применять при решении прикладных задач математики (компетенция УК-1);
- знанием выбирать самостоятельно численный метод для решения и исследования конкретной прикладной задачи математики (компетенция ОПК-1);
- знанием как организовать и проводить теоретические исследования и вычислительные эксперименты с применением современных информационных технологий (компетенция ПК-2);

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)				Итого	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические	Лаб. Раб.	Сам. раб.		
Модуль 1. Непрерывные и дискретные преобразования									
1	Непрерывные и дискретные	2	1	2		3	31		Индивидуальный фронтальный опрос,

	преобразования (Фурье, Лапласа, вейвлет)							лабораторная работа.
Итого по модулю 1:				2		3	31	
Модуль 2. Численное интегрирование								
2	Численное интегрирование	2	2	2		3	31	Индивидуальный фронталь-ный опрос, лабораторная работа.
Итого по модулю 2:				2		3	31	
Итого:				4		6	62	

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

Модуль 1. Непрерывные и дискретные преобразования

Тема 1. Приближение функций. Интерполяционные многочлены. Выбор узлов интерполяции. Быстрое дискретное преобразование Фурье. Дискретное преобразование Лапласа. Интерполяция нелокальными и локальными сплайнами. Вейвлеты.

Модуль 2. Численное интегрирование

Тема 1. Интерполяционные квадратурные формулы. Задача оптимизации квадратуры. Многомерные квадратурные формулы. Понятие о методе Монте-Карло. Вычисление интегралов с помощью метода Монте-Карло.

5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося

Типовые контрольные задания

Контрольная работа 1

Задание 1

Разработайте функцию DFT, вычисляющую ДПФ от входного вектора, не используя функцию Matlab FFT, и рисующую графики действительной и мнимой частей входного вектора и результата преобразования, а также амплитудный спектр.

Задание 2

Исследуйте свойства симметрии ДПФ при следующих входных сигналах: действительном; мнимом; действительном четном; мнимом четном; действительном нечетном; действительном симметричном четном. Длину входного вектора выберите в соответствии с вариантом 2: $N=35$.

Задание 3

Разработайте функцию, позволяющую с помощью ДПФ формировать вектор, содержащий целое число периодов заданной функции. Длину выходного вектора, число периодов и функцию выберите в соответствии с вариантом 2: функция = $-\cos(x)$, длина 90, число периодов 4.

Контрольная работа 2

1. Вычислить приближенное значение определенного интеграла

$$\int_4^6 \frac{5}{(4x-3)^3} dx$$

Методом Монте-Карло. Составить программу для решения на ПК.

2. Вычислить приближенное значение определенного интеграла

$$\int_4^6 \frac{5}{(4x-3)^3} dx$$

методом Монте-Карло. Составить программу для решения на ПК.

Ориентировочный перечень вопросов к зачету по всему курсу

1. Интерполяционные многочлены алгебраические и тригонометрические.
2. Выбор узлов интерполяции, сходимость интерполяционного процесса.
3. Быстрое дискретное преобразование Фурье.
4. Дискретное преобразование Лапласа.
4. Интерполяция нелокальными и локальными сплайнами.
5. Непрерывные и дискретные Вейвлеты.
- 6. Вейвлет Хаара, вейвлеты Добеши, вейвлеты Гаусса, вейвлет Мейера, вейвлеты Морле, вейвлет Пауля, вейвлет МНат («Мексиканская шляпа») (англ.), вейвлеты Р. Койфмана — койфлеты, вейвлет Шеннона
7. Различные квадратурные формулы, выбор узлов квадратуры.
8. Метод Монте-Карло.

9. Вычисление определенных интегралов с помощью метода Монте-Карло.

10. Алгоритмы метода Монте-Карло для решения интегральных уравнений второго рода.

11. Способ усреднения подынтегральной функции.

12. Способ существенной выборки, использующий «вспомогательную плотность распределения».

13. Способ, основанный на истолковании интеграла как площади.

14. Способ «выделения главной части»...

15. Программа вычисления определенного интеграла методом Монте-Карло.

14. Вычисление кратных интегралов методом Монте-Карло.

Темы для самостоятельного изучения:

1. Интерполяция нелокальными и локальными сплайнами
2. Основные принципы моделирования случайных чисел
3. Вероятностные модели. Метод Монте-Карло.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. основная литература:

1. Зализняк В.Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров [Электронный ресурс] / В.Е. Зализняк. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. — 264 с. — 5-93972-482-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16588.html> (15.06.2018)

2. В.И. Крылов, В.В. Бобков, П.И. Монастырный. Вычислительные методы т.1 и т.2 . М.: Наука, 1976, 1977.

3. В.М. Вержбицкий. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения: М.Высшая школа, 2000.

4. Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. Численные методы. М.: Наука, 2003.

5. Ермаков С. М. Методы Монте-Карло и смежные вопросы. М.: Наука, 1971г.

б) дополнительная литература:

1. Г.И. Марчук. Методы вычислительной математики. М.: Наука, 1980.

2. С.К. Годунов, В.С. Рябенский. Разностные схемы. М.: Наука, 1977.

3. У.Г. Пирумов. Численные методы. М.: Дрофа, 2003.

4. Р. Рихтмайер, К. Мортон. Разностные методы решения краевых задач. М.: Мир, 1972.

5. Р. В. Хемминг. Численные методы для инженеров и научных работников. М.: Наука, 1972 .

6. А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979.

6.3. Программное обеспечение

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства: Delphi, C++, различные пакеты прикладных программ (Mathcad, Matlab и др.), а также интернет-ресурсы.

6.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

6.4.1. Важнейшими целями являются:

приобщение аспирантов – будущих преподавателей высшей школы и/или исследователей в области прикладной математики и информатики – к активному использованию информационных технологий, компьютерных систем и поисковых систем для эффективного и оперативного поиска и сбора информации и хранения ее в удобном для использования виде;

активное повседневное пользование наиболее известными базами данных, информационно-справочными и поисковыми системами (см. ниже п. 6.4.3);

ознакомление с основными принципами построения информационно-справочных систем и организации баз данных и экспертных систем;

получение теоретических знаний и практических навыков по проектированию и разработке баз данных и экспертных систем;

приобретение знаний об основных этапах проектирования баз данных, моделях данных и моделях представления знаний.

6.4.2. Для достижения этих целей необходимо:

1. Дать знания: - о моделях представления данных и знаний; - о физической организации баз данных; - об основных этапах проектирования баз данных; - о системах управления базами данных и экспертных системах; - о принципах построения справочных и поисковых систем.

2. Привить умения: - пользования компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации в сфере профессиональной деятельности; - эффективного применения компьютерной техники для решения учебных и профессиональных задач; - использовать возможности современных систем управления базами данных; - применения различных методов сбора, хранения и обработки информации; - самостоятельного создания своих баз данных и поисковых систем, а также информационно-справочных систем, адаптированных к конкретной области знаний и/или научного поиска.

3. Владеть: - методами организации данных и знаний в системах управления базами данных и экспертных системах; - основательными знаниями и навыками представления информации, методами ее сбора, хранения,

кодировки и передачи; - знаниями о современных системах управления базами данных и экспертных системах.

6.4.3. Обязательные для использования базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Ресурс периодических изданий России [Электронный ресурс]: <http://www.ebiblioteka.ru>.

2. Российский образовательный форум [Электронный ресурс]: <http://www.schoolexpo.ru>.

3. ВикиЗнание: гипертекстовая электронная энциклопедия [Электронный ресурс]: <http://www.wikiznanie.ru>.

4. Википедия: свободная многоязычная энциклопедия [Электронный ресурс]: <http://ru.wikipedia.org>.

5. Педагогический энциклопедический словарь [Электронный ресурс]: <http://dictionary.fio.ru>.

6. Инновационная образовательная сеть «Эврика» – [Электронный ресурс]: <http://www.eurekanet.ru>.

7. Центр дистанционного образования «Эйдос» – [Электронный ресурс]: <http://www.eidos.ru>.

6.4.4. Рекомендации по выбору дополнительных литературных источников

В качестве курса, формирующего концептуальные представления о принципах построения БД и СУБД и представляющего фундаментальные понятия и математические модели, лежащие в основе БД и СУБД, принципы проектирования БД, а также технологии реализации БД, и иллюстрирующего вышеуказанные понятия на примерах, можно рекомендовать [1].

В качестве учебно-методического пособия с кратким изложением основных возможностей СУБД по разработке информационных систем пользователями-непрофессионалами в области разработки информационных систем и программирования, можно рекомендовать [2], где рассматривается пример разработки информационной системы.

Пособие [3] составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта, программой и учебным планом и содержит теоретические аспекты проектирования и разработки приложений для высокопроизводительных информационных систем.

Учебные пособия [4]-[5] охватывают в основном вопросы организации поиска информации в сети Internet. В них в краткой форме излагаются принципы работы поисковых систем и построения алгоритма поиска, краткий обзор различных поисковых систем.

6.4.5. Дополнительные литературные источники

[1] Швецов В.И. Базы данных [Электронный ресурс]/ Швецов В.И. –

Электрон. текстовые данные. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 218 с.

– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52139.html>. – ЭБС «IPRbooks».

[2]. Самуйлов С.В. Базы данных [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторной и контрольной работы/ Самуйлов С.В. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2016. – 50 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47276.html>. – ЭБС «IPRbooks».

[3]. Николаев Е.И. Базы данных в высокопроизводительных информационных системах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Николаев Е.И. – Электрон. текстовые данные. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. – 163 с.

– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69375.html>. – ЭБС «IPRbooks».

[4]. Королева О.Н. Поисковые системы сети Internet [Электронный ресурс]: курс лекций/ Королева О.Н., Мажукин А.В., Королева Т.В. – Электрон. текстовые данные. — М.: Московский гуманитарный университет, 2012. — 34 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14523.html>. – ЭБС «IPRbooks».

[5]. Коваленко Ю.В. Информационно-поисковые системы [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Коваленко Ю.В., Сергиенко Т.А. – Электрон. текстовые данные. – Омск: Омская юридическая академия, 2017. – 38 с.

– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66817.html>. – ЭБС «IPRbooks».

6.5. 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>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и дисплейные классы факультета с современными компьютерами, к которым имеется необходимое программное обеспечение.

8. Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы используются лекционная и лабораторная формы занятий, беседы, самостоятельная

лабораторная форма в дисплейном классе с необходимым программным обеспечением.