

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

СОГЛАСОВАНО:

Выпускающая кафедра ЦТУТП
Доцент

05 октября 2020 г.

В.Е. Нутович

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИУЦТ

06 октября 2020 г.

С.П. Вакуленко

Кафедра «Математическое моделирование и системный анализ»

Автор Посвянский Владимир Павлович, старший преподаватель

АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Численные методы»

Направление подготовки:	01.03.02 – Прикладная математика и информатика
Профиль:	Математические модели в экономике и технике
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2017

<p>Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии Протокол № 3 05 октября 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии</p> <p> Н.А. Клычева</p>	<p>Одобрено на заседании кафедры</p> <p>Протокол № 6 27 апреля 2020 г. И.о. заведующего кафедрой</p> <p> Г.А. Зверкина</p>
---	--

1. Цели освоения учебной дисциплины

В курсе Численные методы изучаются алгоритмы решения прикладных задач, постановка которых дается в различных разделах фундаментальной математики. Основная цель изучения дисциплины состоит в формировании у студента знаний по численным методам решения задач прикладной математики и умений применять эти знания в будущей работе. В результате обучения студент должен приобрести навыки представления решения математических задач в виде численных алгоритмов. С другой стороны целью дисциплины является подготовка специалиста, способного работать в научно-исследовательских, образовательных и других учреждениях и организациях, использующих методы прикладной математики и компьютерные технологии, включая системы автоматизированных математических вычислений. Поэтому освоение дисциплины предполагает использование современных алгоритмических языков высокого уровня (C++) и возможностей таких современных математических оболочек как MathCAD или Maple.

Таким образом, целями освоения учебной дисциплины (модуля) Численные методы являются:

- ознакомление студентов с основными методами численного решения задач линейной алгебры, методами аппроксимации функций, численного дифференцирования и интегрирования, приближенного решения ОДУ и уравнений в частных производных;
- изучение влияния погрешности вычислений, метода и исходных данных на результат решения, исследование устойчивости численных алгоритмов;
- развитие навыков технологии программирования применительно для решения вычислительных задач (в том числе и большой размерности).

2. Место учебной дисциплины в структуре ОП ВО

Учебная дисциплина "Численные методы" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его базовую часть.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3	способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям
ПК-2	способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат
ПК-7	способностью к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения

4. Общая трудоемкость дисциплины составляет

13 зачетных единиц (468 ак. ч.).

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины «Численные методы» осуществляется в форме лекций, практических занятий и лабораторных работ. Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью и на 50 % являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративные), и на 50 % с использованием интерактивных (диалоговых) технологий. Практические занятия организованы с использованием технологий развивающего обучения. Часть практического курса выполняется в виде традиционных практических занятий (объяснительно-иллюстративное решение задач). Остальная часть практического курса проводится с использованием интерактивных (диалоговых) технологий, в том числе разбор и анализ конкретных ситуаций, возможен электронный практикум. Лабораторные работы выполняются в оснащённом персональными компьютерами дисплейном классе на установленном необходимом программном обеспечении. Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы и интерактивных технологий. К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям. К интерактивным (диалоговым) технологиям относится отработка отдельных тем по электронным пособиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю, интерактивные консультации в режиме реального времени по специальным разделам и технологиям, основанным на коллективных способах самостоятельной работы студентов. Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Весь курс разбит на 16 разделов, представляющих собой логически завершённый объём учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как индивидуальные и групповые решения задач, решение индивидуальных заданий с возможным использованием компьютеров или на бумажных носителях. Проведение занятий по дисциплине возможно с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, реализуемые с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников. В процессе проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий применяются современные образовательные технологии, такие как (при необходимости): - использование современных средств коммуникации; - электронная форма обмена материалами; - дистанционная форма групповых и индивидуальных консультаций; - использование компьютерных технологий и программных продуктов, необходимых для сбора и систематизации информации, проведения требуемых программой расчетов и т.д..

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

РАЗДЕЛ 1

Введение в теорию погрешностей

Тема: Абсолютная и относительная погрешности. Классификация погрешностей. Неустраняемая погрешность функции. Прямая и обратная задача. Вычислительная погрешность. Правила округления. Вернозначащие цифры.

Тема: Неустраняемая погрешность решения СЛАУ. Число обусловленности матрицы. Плохо обусловленные СЛАУ.

РАЗДЕЛ 2

Матрицы специального вида

Тема: N и M – матрицы. Треугольные матрицы, матрицы с ортогональными столбцами. Матрицы вращений, отражений и перестановок.

РАЗДЕЛ 3

Точные методы решения основных задач линейной алгебры, основанные на LU разложении и QR разложении

Тема: Метод Гаусса и метод Гаусса с выбором главного элемента, как метод LU разложения матрицы. Метод квадратного корня.

Контрольная работа №1

Тема: Программная реализация алгоритмов методов LU и NPU разложения на языке C++.

Лабораторная работа №1

Тема: Методы ортогонализации, вращений и отражений, как метод QR разложения матрицы.

по результатам контрольной работы №1, лабораторной работы №1 и курсовой работы

РАЗДЕЛ 4

Итерационные методы решения СЛАУ

Тема: Приближенные методы решения СЛАУ. Линейный одношаговый стационарный метод. Условия сходимости. Способы приведения к виду удобному для итераций: простые итерации, универсальный способ. Метод Зейделя. Условия сходимости.

Тема: Программная реализация алгоритмов методов простой итерации и Зейделя на языке C++.

Лабораторная работа №2

РАЗДЕЛ 5

Конечноразностные уравнения первого и второго порядка

Тема: Конечноразностные уравнения первого порядка. Решение задачи Коши. Конечноразностные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Определение общего решения. Метод вариации постоянной.

Контрольная работа №2

Тема: Краевая задача для конечноразностного уравнения второго порядка с произвольными коэффициентами. Метод прогонки. Достаточные условия устойчивости.

по результатам контрольной работы №2 и лабораторной работы №2

РАЗДЕЛ 6

Задача на собственные значения и собственные векторы

Тема: Метод вращений Якоби решения задачи на собственные числа и собственные векторы симметричной матрицы. Сходимость метода.

Тема: Программная реализация алгоритма метода вращений Якоби на языке C++.

Лабораторная работа №3, Защита курсовой работы

Экзамен

РАЗДЕЛ 8

Интерполирование.

Тема: Постановка задачи аппроксимации функций интерполяционным многочленом. Системы функций Чебышева.

Тема: Интерполяционный многочлен Лагранжа. Формула остаточного члена.

Тема: Конечные разности. Интерполяционный многочлен Ньютона. Формула остаточного члена.

Контрольная работа №1

Тема: Схема Эйткена. Вопрос о сходимости интерполяционного процесса.

Тема: Программная реализация алгоритма построения интерполяционных многочленов с использованием схемы Эйткена.

Лабораторная работа №1

РАЗДЕЛ 9

Аппроксимация функций в линейных нормированных пространствах

Тема: Многочлены наилучшего приближения (МНП). Теорема существования и единственности.

Тема: Равномерные приближения. Теоремы Хаара и Чебышева. Простейшие примеры построения МНРП.

Тема: Многочлены Чебышева, их свойства. Интерполирование по чебышевским узлам. Наилучшая равномерная оценка погрешности.

по результатам лабораторной работы №1 и контрольной работы №1

Тема: Среднеквадратические приближения. Основная теорема.

Тема: Метод наименьших квадратов, теорема о существовании и единственности МНСП. Системы ортогональных многочленов.

Контрольная работа №2

Тема: Программная реализация алгоритма метода наименьших квадратов на языке C++.

Лабораторная работа №2

РАЗДЕЛ 10

Сплайны.

Тема: Происхождение задачи о сплайнах и ее общая постановка. Основные теоремы.

Тема: Сплайны 1-го и 3-го порядка. Базисные сплайны.

Тема: Программная реализация алгоритма построения кубического сплайна на языке C++.

Лабораторная работа №3

РАЗДЕЛ 11

Дискретное преобразование Фурье. (ДПФ).

Тема: ДПФ для периодической функции. ДПФ для производных.

Лабораторная работа №4

Тема: ДПФ для непериодической функции. Понятие о БПФ.

Тема: Программная реализация алгоритма построения тригонометрического интерполяционного многочлена с использованием ДПФ на языке C++.

по результатам лабораторных работ №№2-4

РАЗДЕЛ 12

Численное интегрирование

Тема: Квадратурные формулы. Формулы Ньютона – Котеса. Оценка погрешности.

Тема: Формулы Гаусса. Теорема об оптимальном выборе узлов. Примеры квадратурных формул Гаусса.

РАЗДЕЛ 14

Аппроксимация производных.

Тема: Вывод формул численного дифференцирования.

Тема: Остаточные члены формул численного дифференцирования.

Тема: Оптимизация выбора шага численного дифференцирования.

РАЗДЕЛ 15

Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).

Тема: Метод Рунге-Кутты решения задачи Коши для ОДУ.

Лабораторная работа №1

Тема: Пошаговый контроль точности в методах Рунге-Кутты.

РАЗДЕЛ 16

Метод конечных разностей решения дифференциальных уравнений.

Тема: Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностных схем.

Тема: Метод конечных разностей решения ОДУ 2-го порядка.

Тема: Программная реализация алгоритма метода сеток для решения ОДУ 2-го порядка.

Лабораторная работа №2

Тема: Метод сеток решения уравнений с частными производными гиперболического типа.

по результатам выполнения лабораторных работ №№1, 2

Тема: Метод сеток решения уравнений с частными производными параболического типа.

Тема: Метод сеток решения уравнений с частными производными эллиптического типа.

Тема: Программная реализация алгоритма метода сеток для решения уравнений в частных производных (УЧП).

Лабораторная работа №3

Тема: Принцип максимума для уравнений эллиптического типа. Теорема существования и единственности решения.

РАЗДЕЛ 17

Прямые методы численного решения краевых задач.

Тема: Оператор второй разностной производной и задача на собственные значения. Свойства собственных значений и собственных функций оператора. Решение конечно - разностного уравнения 2-го порядка.

Тема: Решение задачи Дирихле для разностного оператора Лапласа методом разделения переменных.

Защита курсового проекта

Тема: Применение метода разделения переменных для исследования устойчивости разностных схем.

РАЗДЕЛ 18

Вариационные методы решения краевых задач.

Тема: Три теоремы о сведении краевой задачи к вариационной.

Тема: Метод Ритца решения вариационной задачи.

Тема: Применение метода Ритца для решения краевой задачи ОДУ 2-го порядка.

Тема: Применение метода Ритца для решения задачи Дирихле.

Тема: Метод Галеркина. Эквивалентность методов Ритца и Галеркина. Метод конечных элементов решения краевых и вариационных задач.

Тема: Применение метода конечных элементов для решения краевой задачи ОДУ 2-го порядка.

Лабораторная работа №4

Тема: Программная реализация алгоритма метода конечных элементов для решения ОДУ 2-го порядка.

по результатам лабораторных работ №№2-4 и курсового проекта

РАЗДЕЛ 20

Зачет с оценкой