

Документ подписан простой электронной подписью
Информация об электронной подписи:
ФИО: Степанов Павел Иванович
Должность: Руководитель Центра
Дата подписания: 25.02.2026 14:58:12
Уникальный программный ключ:
8c65c591e24948a460927740c7f5367aa3b285

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Новоуральский технологический институт–

филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Национальный исследовательский
ядерный университет «МИФИ»

УТВЕРЖДЕНА

Ученым советом НТИ НИЯУ МИФИ

Протокол №3 от 24.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

"Вычислительные методы в решении инженерных задач "

Направление подготовки	11.03.04 "Электроника и наноэлектроника"
Профиль подготовки	Промышленная электроника
Квалификация выпускника (степень)	бакалавр
Форма обучения	очная

Новоуральск 2022

Семестр	3
Трудоемкость, ЗЕТ	4 ЗЭТ
Трудоемкость, ч.	144 ч.
Контактные занятия, в т.ч.:	72 ч.
- лекции	36 ч.
- лабораторные работы	36 ч.
Самостоятельная работа	36 ч.
Контроль	36
Форма итогового контроля	Экзамен
Семестр	4
Трудоемкость, ЗЕТ	2 ЗЭТ
Трудоемкость, ч.	72 ч.
Контактные занятия, в т.ч.:	34 ч.
- лекции	18 ч.
- КСР	16 ч.
Самостоятельная работа	38 ч.
Контроль	-
Форма итогового контроля	Зачет КР

Индекс дисциплины в Рабочем учебном плане (РУП) – "Б1.О.03.06"

Программу составил ст. преподаватель каф. АУ Николаев Н.А.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Цели освоения учебной дисциплины	4
2 Место дисциплины в структуре ООП	4
3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине и их соотношение с планируемыми результатами освоения образовательной программы	5
4 Структура и содержание учебной дисциплины	7
5 Информационно-образовательные технологии	15
6 Средства для контроля и оценки	17
7 Учебно–методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины	20
8 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины	22
Приложение 1. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы студентов	23
Приложение 2. Методические указания для студентов по освоению дисциплины	24
Приложение 3. Балльно-рейтинговая система оценки	25
Приложение 4. Фонд оценочных средств	26

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки(специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника и уровню высшего образования бакалавриат, утвержденный приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 №927; Образовательным стандартом НИЯУ МИФИ (ОС НИЯУ МИФИ) по направлению подготовки(специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника и уровню высшего образования Бакалавриат, утвержденный Ученым советом университета Протокол №18/03 от 31.05.2018 и рабочим учебным планом (РУП) по направлению подготовки 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника" (профиль – Промышленная электроника).

1. Цели освоения учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины «Вычислительные методы в решении инженерных задач» является обучение студентов принципам построения информационных моделей, проведению анализа полученных результатов, применению современных информационных технологий в профессиональной деятельности. Кроме того, дисциплина является базовой для всех курсов, использующих автоматизированные методы анализа и расчетов, так или иначе использующих компьютерную технику.

2. Место учебной дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Вычислительные методы в решении инженерных задач» относится к обязательным дисциплинам общепрофессионального модуля **Б1.О.03** по направлению подготовки ВПО «Электроника и наноэлектроника» профиля подготовки бакалавров «Промышленная электроника». Изучение дисциплины рекомендовано по примерному РУП осуществлять в третьем и четвертом семестрах II курса.

Для освоения дисциплины «Вычислительные методы в решении инженерных задач» студенты используют знания, умения и виды деятельности, формируемые при изучении дисциплин «Математика», «Информационные технологии».

Результаты освоения дисциплины «Вычислительные методы в решении инженерных задач» используются при последующем изучении дисциплин «Моделирование электронных устройств», «Методы анализа и расчета электронных схем», «Системы управления преобразовательными устройствами», «Теория автоматического управления», «Надежность электронных устройств», а также для успешного прохождения учебной практики и итоговой государственной аттестации.

3. Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине и их соотношение с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общекультурные компетенции:

3.1 В результате освоения содержания дисциплины «Вычислительные методы в решении инженерных задач» студент должен обладать следующими компетенциями:

<p>УКЦ-1 Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей</p>	<p>3-УКЦ-1 Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий У-УКЦ-1 Уметь: выбирать современные</p>
--	---

	<p>информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий</p> <p>В-УКЦ-1 Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий</p>
<p>УКЦ-2 Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью</p>	<p>3-УКЦ-2 Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности</p> <p>У-УКЦ-2 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности</p>

<p>эффективного использования полученной информации для решения задач</p>	<p>В-УКЦ-2 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности</p>
<p>УКЦ-3 Способен Способ ставить</p>	<p>З-УКЦ-3 Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств У-УКЦ-3 Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение всей жизни с использованием цифровых средств В-УКЦ-3 Владеть: методами управления собственным временем, технологиями приобретения. использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств</p>
<p>УКЕ-1 Способен использовать знания</p>	<p>З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического</p>

<p>естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования,</p>	<p>анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи</p> <p>В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами</p>
<p>ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</p>	<p>З-ОПК-1 Знание основных законов высшей математики, общей и теоретической физики, применительно к инженерным задачам</p> <p>У-ОПК-1 Умение применять основные положения и законы высшей математики, общей и теоретической физики, естественных наук к решению задач инженерной деятельности</p> <p>В-ОПК-1 Владение методами высшей математики и естественных наук применительно к задачам электроники и наноэлектроники</p>
<p>ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных</p>	<p>З-ОПК-4 Знать принципы функционирования современных ЭВМ, операционных систем и основного программного обеспечения в объеме,</p>

<p>технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>необходимом для решения 3 У-ОПК-4 Уметь использовать современные программные инструменты, в том числе веб-технологии и приложения для своевременного получения актуальной информации и выполнения прикладных задач в своей профессиональной области</p> <p>В-ОПК-4 Владеть современными средствами компьютерного моделирования, проектирования, верстки и визуализации данных в объеме, необходимом для успешного решения профессиональных задач в области электроники и нанoeлектроники</p>
<p>В16 Формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплины для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания (методики ТРИЗ, морфологический анализ, мозговой штурм и др.), культуры инженера-разработчика через организацию проектной, в том числе самостоятельной работы обучающихся с использованием программных пакетов.</p>

3.2 Студент, успешно освоивший курс должен:

ЗНАТЬ:

3-УК-1- методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа;

З-УК-6 - основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни;

З-ОПК-1 - основные законы высшей математики, общей и теоретической физики, применительно к инженерным задачам;

З-ОПК-4 - принципы функционирования современных ЭВМ, операционных систем и основного программного обеспечения в объеме, необходимом для решения задач профессиональной деятельности в области электроники и микроэлектроники.

УМЕТЬ:

У-УК-1 - применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников;

У-УК-6- эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения;

У-ОПК-1 - применять основные положения и законы высшей математики, общей и теоретической физики, естественных наук к решению задач инженерной деятельности;

У-ОПК-4 - использовать современные программные инструменты, в том числе вебтехнологии и приложения для своевременного получения актуальной информации и выполнения прикладных задач в своей профессиональной области.

ВЛАДЕТЬ:

В-УК-1 - методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач;

В-УК-6 - методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни;

В-ОПК-1 - методами высшей математики и естественных наук применительно к задачам электроники и наноэлектроники;

В-ОПК-4 - современными средствами компьютерного моделирования, проектирования, верстки и визуализации данных в объеме, необходимом для успешного решения профессиональных задач в области электроники и наноэлектроники.

4. Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Структура курса

3 семестр

Раздел учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах			Ссылка на ИР УД	Аттестация раздела
	Лекции	Лабораторные работы	Самостоятельная работа		
1. Основы работы в MathCAD	8	8	8	3-ОПК-1 3-ОПК-4 У-УК-1 У-ОПК-1 В-ОПК-1 В-ОПК-4	КР1
2. Численные методы	12	12	12	3-ОПК-1 3-ОПК-4 У-УК-1	КР2

				У-ОПК-1 В-ОПК-1 В-ОПК-4	
3. Оптимизация	8	8	8	З-ОПК-1 З-ОПК-4 У-УК-1 У-ОПК-1 В-ОПК-1 В-ОПК-4	ДЗ
4. Решение дифференциальных уравнений	8	8	8	З-ОПК-1 З-ОПК-4 У-УК-1 У-ОПК-1 В-ОПК-1 В-ОПК-4	КРЗ
Итого:	36	36	36		
Отчетность					Экзамен

4 семестр

Раздел учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах			Ссылка на ПР УД	Аттестация раздела
	Лекции	Курсовая работа	Самостоятельная работа		
1. Обработка данных на ЭВМ	18	16	38	З-ОПК-1 З-ОПК-4 У-УКЕ-1 У-УКЕ-3 У-ОПК-1 В-ОПК-1 В-ОПК-4 У-ОПК-4	КР
Итого:	18	16	38		
Отчетность					Зачет КР

4.2 Содержание лекционных занятий

3 семестр

Неделя	Тема лекционных занятий
1	Понятия о численных методах. Основные особенности применения численных методов. Погрешности вычислений, их виды и источники. Общая характеристика пакетов прикладных программ для автоматизации математических и научных расчетов. Области применения пакетов MathCad, MatLab, Maple.
2	Введение в MathCAD. Назначение и основные возможности пакета. Назначение основных частей окна при работе с MathCAD. Работа с текстом. Изменение шрифтов. Основные приемы ввода и редактирования формул. Определение переменных, функций, и дискретных аргументов. Встроенные функции и константы. Вычисление выражений и работа в режиме прямых вычислений. Операции с комплексными числами.
3	Векторно - матричные операции в пакете MathCAD. Определение векторов и матриц. Манипуляции с векторами и матрицами и их элементами. Матричные операции и матричные функции. Решение системы линейных уравнений, вычисление определителя, собственных значений и собственных векторов матрицы. Встроенные функции MathCAD.
4	Построение графиков функций одной переменной в декартовых и полярных координатах в MathCAD. Построение графиков поверхностей. Форматирование графиков.
5	Решение нелинейных уравнений. Метод половинного деления. Методы хорд, касательных, метод итераций. Достаточные условия сходимости итерационных методов. Область сходимости. Оценка погрешности.
7	Решение нелинейных уравнений в MathCAD. Нахождение корней многочленов. Решение систем уравнений.

Неделя	Тема лекционных занятий
8	Постановка задачи интерполяции. Интерполяция методом Лагранжа.
9	Интерполяция в MathCAD (линейная, полиномиальная, интерполяция сплайнами).
10	Введение в аппроксимацию экспериментальных данных.
11	Элементы теории оптимизации. Постановка оптимизационных задач. Решение задачи одномерной оптимизации методами прямого и последовательного перебора.
12	Одмерная оптимизация методами дихотомии, золотого сечения, Фибоначчи.
13	Методы поиска экстремума многомерной функции. Методы последовательного перебора переменных, конфигураций, градиентного спуска.
14	Символьные вычисления в MathCAD. Особенности символьных (аналитических) вычислений. Команды меню Symbolic.
15	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Метод Эйлера. Погрешность метода. Модификации метода Эйлера. Практические приемы проверки точности метода.
16	Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Эйлера (простой, модифицированный), Рунге-Кутта.
17	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Методы Рунге-Кутта. Составление блок-схем алгоритмов для метода Рунге-Кутта четвёртого порядка. Практические приемы проверки точности метода. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Решение задачи Коши для дифференциальных уравнений произвольного порядка.
18	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Методы прогноза и коррекции. Методы Адамса. Сравнительная погрешность методов Эйлера, Адамса, Рунге-Кутта. Практические приемы проверки точности метода.

4 семестр

1	Аппроксимация функций заданных дискретными (табличными) значениями. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация линейной зависимостью.
2	Нахождение коэффициентов нелинейной аппроксимирующей зависимости путём сведения её к линейной. Выбор лучшей аппроксимирующей зависимости.
3	Аппроксимация полиномиальной зависимостью.
4	Использование функций <code>slope(...)</code> , <code>intercept(...)</code> , <code>linfit(...)</code> в MathCAD для аппроксимации
5	Аппроксимация данных в MathCADc помощью функций <code>minimize(...)</code> , <code>minerr(...)</code>
7	Нахождение коэффициентов линейной аппроксимирующей зависимости с помощью встроенных функций Excel и построением линии тренда. Нелинейная регрессия. Использование линии тренда для нахождения коэффициентов нелинейной аппроксимирующей зависимости.
8	Общий метод нахождения параметров произвольной аппроксимирующей зависимости с помощью метода наименьших квадратов и надстройки «Поиск решения».
9	Обзорная лекция по обработке данных.

4.3 Темы лабораторных работ

1. Знакомство с интерфейсом MathCad. Использование модуля MatMet для реализации численных методов.
2. Ввод и редактирование формул. Использование пользовательских функций и дискретных аргументов MathCad.
3. Работа с векторами и матрицами. Решение систем линейных уравнений.

4. Построение графиков функций в MathCAD. Форматирование графиков.
5. Аудиторная контрольная работа по начальной работе в MathCAD.
6. Решение нелинейных уравнений (PascaliMathCAD).
7. Реализация интерполяции методом Лагранжа в Pascal.
8. Интерполяция сплайнами.
9. Введение в аппроксимацию экспериментальных данных.
10. Аудиторная контрольная работа по решению нелинейных уравнений, интерполяции, аппроксимации.
11. Решение задачи одномерной оптимизации методами прямого и последовательного перебора.
12. Одномерная оптимизация методами дихотомии, золотого сечения.
13. Поиска экстремума многомерной функции методом градиентного спуска.
14. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений методами Эйлера
15. Методы Рунге-Кутты
16. Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения методом прогноза и коррекции.
17. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.
18. Аудиторная контрольная работа по решению дифференциальных уравнений

4.4 Самостоятельная работа студента

Самостоятельная работа студента по учебной дисциплине регламентируется «Положением об организации самостоятельной работы студентов в НТИ НИЯУ МИФИ».

№ п.п	Тема/раздел учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы и ее содержание	Трудоемкость, час
1	Основы работы в MathCAD	Проработка лекционного материала. Подготовка к контрольной работе 1 (КР1)	8

№ п.п	Тема/раздел учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы и ее содержание	Трудоемкость, час
2	Численные методы	Проработка лекционного материала. Подготовка к контрольной работе 2 (КР2)	12
3	Оптимизация	Проработка лекционного материала. Выполнение домашнего задания (ДЗ)	8
4	Решение дифференциальных уравнений	Проработка лекционного материала. Подготовка к контрольной работе 3 (КР3)	8
Всего			36

4.6 Календарный план курса «Вычислительные методы в решении инженерных задач» - 4-й семестр

Курсовая работа является важнейшей составляющей курса и первой объёмной самостоятельной инженерно-расчётной работой студента. Курсовая работа завершает подготовку по данной дисциплине и становится базой для выполнения последующих курсовых проектов по специальным дисциплинам.

Темой курсовой работы по курсу «Вычислительные методы в решении инженерных задач», как правило, является «Решение задач аппроксимации экспериментальных данных нелинейными функциями методом наименьших квадратов» путём:

- 1) написания программы на языке Паскаль;
- 2) с помощью приложения MathCAD.

Студенту выдаётся реальная физическая задача. Пояснительная записка оформляется на листах формата А4 и должна содержать: постановку задачи (физическую модель), математическую модель, описание используемых методов (применительно к конкретной задаче), блок-схему алгоритма, текст программы на языке Паскаль, оценку погрешности вычислений и решение задачи в MathCAD.

Выполненная работа сдаётся на проверку руководителю и после собеседования, проверки решения задачи на компьютере в Паскале и MathCAD и внесения изменений в работе (если таковые потребуются) проводится защита её представлением оценки.

Этапы выполнения курсовой работы

Неделя	Аудиторная работа	Самостоятельная работа	Этапы выполнения	Процент выполнения
1	КСР1 2 час	2 час	Получение задания на КР. Обсуждение задания с преподавателем.	5
2		2 час	Анализ физической модели задачи.	5
3	КСР2 2 час	2 час	Анализ задания. Построение математической модели задачи.	10
4		2 час	Подбор и изучение литературы и Стандартов предприятия на оформление текстовой документации.	20

Неделя	Аудиторная работа	Самостоятельная работа	Этапы выполнения	Процент выполнения
5	КСР3 2 час	2 час	Выбор численного метода для решения задачи.	25
6		2 час	Построение алгоритма решения задачи для выбранного численного метода.	30
7	КСР4 2 час	2 час	Построение алгоритма решения задачи для выбранного численного метода.	35
8		2 час	Кодирование разработанного алгоритма на языке Паскаль.	40
9	КСР5 2 час	2 час	Кодирование разработанного алгоритма на языке Паскаль.	45
10		2 час	Отладка программы на компьютере.	50
11	КСР6 2 час	2 час	Отладка программы на компьютере.	55
12		2 час	Решение задачи в MathCad.	60
13	КСР7 2 час	2 час	Решение задачи в MathCad. Тестирование программы.	65
14		2 час	Оформление пояснительной записки к курсовой работе.	70
15	КСР8 2 час	2 час	Сдача пояснительной записки на проверку.	80
16		2 час	Подготовка к защите курсовой работы.	95
17		2 час	Защита курсовой работы.	100
18		4 час	Корректировка решения задачи.	
Итого	16 час	38 час		

5. Информационно-образовательные технологии

Курс «Вычислительные методы в решении инженерных задач» должен не только обеспечить приобретение знаний и умений в соответствии с государственными образовательными стандартами, но и содействовать фундаментализации образования и развитию системного мышления студентов.

Бурное развитие вычислительной техники и все большее внедрение современных разделов математики в инженерные исследования неизмеримо повысили требования к математической подготовке инженеров и научных работников, занимающихся прикладными вопросами.

Математическое образование выпускника ВУЗа в настоящее время не может ограничиться традиционными разделами «классического анализа», сложившегося, в основных своих направлениях, в «докомпьютерный период». От инженера требуется теперь основательное владение методами и приемами вычислительной математики, так как решение почти каждой инженерной задачи должно быть доведено до численного результата.

Разумное использование современной вычислительной техники не мыслимо без умелого применения методов приближенного и численного анализа. Этим и объясняется чрезвычайно возросший интерес к методам вычислительной математики.

Одна из основных задач курса – сделать основные приемы численного анализа доступными и привычными для студента, что позволит ему в дальнейшем активно использовать полученные знания и навыки.

Важную роль в курсе имеет комплекс практических работ, при выполнении которых на компьютере студенты получают навыки применения знаний по курсу.

При изучении курса предполагается активная самостоятельная работа студентов. При выполнении практикума студенту предлагается набор задач, в процессе решения которых требуется составить алгоритм реализации заданного численного метода, записать алгоритм в виде программы на Паскале или реализовать заданный метод в пакете MathCad и протестировать программу по заранее подготовленным данным.

Внедрение и развитие активных форм обучения осуществляется по ряду направлений:

- использование мультимедийных обучающих программ;
- проведение тестирования с использованием материалов, созданных преподавателями, позволяющего активизировать самостоятельную работу студентов и проконтролировать степень усвоения знаний;

- использование современных компьютерных технологий в учебном процессе.

Лекции по курсам кафедры строятся в диалоговом режиме, широко используется мультимедийное видеопроекционное оборудование с использованием соответствующих программ, накоплена библиотека презентаций. Главные преимущества использования компьютерных технологий при проведении лекций - большие выразительные способности в представлении учебного материала. Это позволяет наглядно представить рассматриваемые материалы, повышает интерес студентов к изучаемой дисциплине, улучшает качество их подготовки, облегчает работу самого преподавателя на занятиях. Кроме того, для преподавателя удобна возможность быстрого внесения исправлений в учебный материал.

В целях повышения эффективности процесса обучения студентов и стимулирования их самостоятельной работы в течение семестра используется рейтинговая система контроля текущей успеваемости, включающая:

учет выполнения практических работ;

выполнение контрольных работ (проверка практических навыков);

выполнение домашних заданий.

Кроме подготовки к практическим работам, самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала, подготовку к контрольным работам, выполнение домашнего задания.

В начале каждого семестра все желающие студенты обеспечиваются электронными версиями методических пособий, имеющихся на кафедре, по изучаемому курсу для работы дома.

На сервере кафедры организован каталог со всеми методическими пособиями, разработанными на кафедре, для возможности постоянного студенческого доступа к ним с любой машины во время всех видов занятий.

6. Средства для контроля и оценки

В целях повышения эффективности процесса обучения студентов и стимулирования их самостоятельной работы в течение семестра используется система контроля текущей успеваемости, включающая учет:

- посещения лекций;
- выполнения лабораторных работ;
- выполнения домашних контрольных работ;
- выполнения практических контрольных работ (проверка практических навыков студента);
- выполнения курсовой работы

Для оценки достижений студента используется балльно-рейтинговая система (Приложение 3).

Для целей промежуточной аттестации используется фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине, приведенный в Приложении 4 и в отдельном файле.

В качестве промежуточной оценки успеваемости студентов используются результаты выполнения лабораторных работ, контрольных работ и домашних заданий, указанные в разделе 4.1 рабочей программы.

Итоговый контроль по окончании освоения дисциплины «Вычислительные методы в решении инженерных задач» проводится в форме *экзамена*.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все практические работы и контрольные мероприятия.

В экзаменационном билете содержится две задачи по материалу, пройденному в семестре.

Итоговая экзаменационная оценка по курсу выводится с учетом балла, полученного на экзамене, и баллов, полученных по компонентам аттестации текущей работы студента в семестре.

Вопросы для самоконтроля по курсу «Вычислительные методы в решении инженерных задач»

В чем состоят особенности применения численных методов?

Что такое абсолютная и относительная погрешность числа?

Перечислите основные источники погрешностей, встречающихся в математических задачах.

Какие способы локализации (отделения) корней нелинейных уравнений вы знаете?

Каковы условия применимости метода половинного деления для решения нелинейного уравнения?

Что получится в результате применения метода половинного деления к отрезку, на котором имеются несколько корней?

Проиллюстрируйте графически метод хорд для решения нелинейного уравнения.

Определите условия применимости метода касательных.

Какой конец интервала поиска корня выбирается в качестве исходной точки в методе касательных?

В чем заключается метод простых итераций решения нелинейных уравнений? Проиллюстрируйте метод графически.

Сформулируйте теорему определения достаточных условий сходимости метода итераций.

Перечислите основные методы численного интегрирования.

Проиллюстрируйте графически методы левых и правых прямоугольников, метод трапеций.

Что такое метод Симпсона? Метод Симпсона с двойным пересчетом?

В каких случаях удобно использовать метод Гаусса для численного вычисления определенного интеграла? В чем его суть?

Как численно вычисляются несобственные интегралы?

В чем заключается метод Гаусса для решения систем линейных алгебраических уравнений? Что такое метод Гаусса с выбором главного элемента?

В чем состоит задача аппроксимации данных?

Что такое метод наименьших квадратов?

Как можно применить метод наименьших квадратов для аппроксимации данных нелинейными функциями?

Что такое интерполяция данных и в чем состоит ее отличие от задачи аппроксимации?

Какие методы поиска максимальных (минимальных) значений одномерных функций на отрезке вы знаете? Проиллюстрируйте их графически.

Сравните по объему вычислений, требуемых для нахождения экстремума, методы прямого поиска, дихотомии, золотого сечения.

В чем состоят особенности способов поиска экстремума многомерных функций по сравнению с одномерными?

Перечислите основные методы поиска экстремума многомерной функции.

Проиллюстрируйте графически метод Эйлера (и его модификации) для решения обыкновенного дифференциального уравнения.

В чем состоит метод Рунге-Кутты четвертого порядка для решения обыкновенного дифференциального уравнения?

В каких случаях используется и как реализуется автоматический выбор шага в методе Рунге-Кутты?

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

7.1 Литература основная

1. Бахвалов Н.С. Численные методы [Электронный ресурс. ЭБС Лань] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2013. - 637 с.
2. Бахвалов Н.С., Корнева А.А., Чижонков Е.В. Решения задач и упражнения : учебное пособие для вузов –2-е изд., испр. и доп. - М. : Лаборатория знаний, 2016. — 352 с. : ил
3. Ракигин В.И. Руководство по методам вычислений и приложению МATHCAD[Электронный ресурс. ЭБС Лань] : учеб. пособие / В.И. Ракигин. - Москва : Физматлит, 2015. - 264 с.
4. Трухачев А.А. Лабораторный практикум по курсу "Численные методы"[Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Трухачев. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. – точка доступа – ЭБС НИЯУ МИФИ – mehp.ru

7.2 Литература дополнительная

1. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы для инженеров: Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1994. - 544с.
2. Аттетков А. В. Методы оптимизации : учеб. для вузов / А. В. Аттетков, С. В. Галкин ; Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана ; под ред.: В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - 2-е изд., стер. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 440 с.
3. Бахвалов Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях : учеб. пособие / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков ; под ред. В. А. Садовниченко. М. : Высшая школа, 2000. 190 с.
4. Вержбицкий В. М. Основы численных методов : учеб. для вузов / В. М. Вержбицкий. - М. : Высшая школа, 2002. - 840 с.
5. Гловацкая А.П. Методы и алгоритмы вычислительной математики. Учеб. пособие. –М.: Радио и связь, 1999. - 408 с
6. Демидович Б.П., Марон И.А., Основы вычислительной математики. - М.: Физматгиз, 1963. - 660 с.
7. Демидович Б.П. и др. Численные методы анализа. М.: Гос. изд-во физико-математической литературы, 1963. – 592 с.
8. Информатика: Учебник / Под ред. проф. Н. В. Макаровой. – М.: Финансы и статистика, 1997. - 768 с. :ил.

9. Копчёнова Н.В., Марон И.А. Вычислительная математика в примерах и задачах. СПб.: Паль, 2008. - 368 с
10. Пантелеев А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учеб. пособие для вузов / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - М. : Высшая школа, 2002. - 544 с. : ил.
11. Плис А.И., Сливина Н.А. Лабораторный практикум по высшей математике: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1983. - 208 с. :ил.
12. Турчак Л.И. Основы численных методов.- М.:Наука, 1987. - 320 с.
13. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений. Пер. англ. -М.: Мир, 1980. – 280 с.
14. Шуп Т. Решение инженерных задач на ЭВМ: Практическое руководство. Пер. с англ. - М.: Мир, 1982. - 238 с. :ил.

7.3 Электронная документация (каталог EDUCATION сервера) и интернет-ресурсы

1. Stack - обучающая программа по численному решению дифференциальных уравнений
2. Методы отыскания решений нелинейных уравнений - Электронное учебное пособие
3. Методы решения нелинейных алгебраических уравнений - электронный учебник
4. Сайт цифровых образовательных ресурсов www.cor.home-edu.ru
5. Институт новых технологий www.intschool.ru
6. Образовательный математический сайт <http://www.exponenta.ru/>

7.4 Методическое обеспечение

1. Николаев Н.А. Тестовые материалы для проверки знаний студентов по дисциплине «Численные методы»: Методическое пособие. Новоуральск, НТИ НИЯУ МИФИ, 2018, 26 с.
2. Николаев Н.А. Лабораторный практикум по численным методам. Сборник заданий. Новоуральск, НГТИ, 2013, - 55 с.
3. Николаев Н.А. Библиотека математических подпрограмм MatMet. Учебно-методическое пособие.- Новоуральск, НПИ-МИФИ, 2009. - 66с. :ил., МИФИ-2, 2001. - 43 с. :ил.
4. Орлова И.В. Элементы численных методов. – Методическое пособие для студентов вечерней формы обучения, Новоуральск, НГТИ, 2002. - 42с. :ил.
5. Орлова И.В. Численные методы. - Методическое пособие студентов специальностей 120100, 200400, 210100 (дневная форма обучения), Новоуральск, НГТИ, 2005, - 44 с.
6. Орлова И.В. Решение оптимизационных задач. Методическое пособие. Новоуральск, НГТИ, 2005, - 31 с.

7. Орлова И.В. Демонстрационные материалы к лекциям по теме «Численные методы». Учебно-методическое пособие. Новоуральск, НГТИ, 2007, - 48 с.
8. Орлова И.В. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Учебно-методическое пособие. Новоуральск, НГТИ, 2009, 28 с.

8. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине используется следующее оборудование:

- Лекционные занятия проводятся в аудитории, оборудованной техническими средствами для демонстрации лекций-визуализаций (компьютер, проектор, экран);
- Практические работы проводятся в компьютерном классе 232, оснащённом 14-ю компьютерами.

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание представлено в локальной сети института и находится в режиме свободного доступа для студентов. Доступ студентов для самостоятельной подготовки осуществляется через персональные компьютеры дисплейного класса и через компьютеры библиотеки .

Приложение 1. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы студентов.

стандарт организации СТО НТИ-2-2014. Требования к оформлению текстовой документации;

- методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся НТИ НИЯУ МИФИ;

Приложение 2. Методические указания для студентов по освоению дисциплины.

Николаев Н.А. Тестовые материалы для проверки знаний студентов по дисциплине «Численные методы»: Методическое пособие по курсу «Численные методы» для студентов направления подготовки 09.03.01. Новоуральск, НТИ НИЯУ МИФИ, 2018, 26 с.

Николаев Н.А. Лабораторный практикум по численным методам. Сборник заданий. Новоуральск, НГТИ, 2003, - 55 с.

Николаев Н.А. Библиотека математических подпрограмм MatMet. Учебно-методическое пособие.- Новоуральск, НПИ-МИФИ, 1999. - 66с. :ил., МИФИ-2, 2001. - 43 с. :ил.

Орлова И.В. Элементы численных методов. – Методическое пособие для студентов вечерней формы обучения, Новоуральск, НГТИ, 2002. - 42с. :ил.

Орлова И.В. Численные методы. - Методическое пособие студентов специальностей 120100, 200400, 210100 (дневная форма обучения), Новоуральск, НГТИ, 2005, - 44 с.

Орлова И.В. Решение оптимизационных задач. Методическое пособие. Новоуральск, НГТИ, 2005, - 31 с.

Орлова И.В. Демонстрационные материалы к лекциям по теме «Численные методы». Учебно-методическое пособие. Новоуральск, НГТИ, 2007, - 48 с.

Орлова И.В. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Учебно-методическое пособие. Новоуральск, НГТИ, 2009, 28 с.

Приложение 3. Балльно-рейтинговая система оценки.

Рейтинг-лист по дисциплине «Вычислительные методы в решении инженерных задач» приведен ниже.

№	Наименование раздела	Текущий контроль (недели и обязательные текущие контрольные мероприятия)	Рубежный контроль (неделя и форма контроля раздела)	Максимальный балл
1	Основы работы в MathCAD	1ЛР, 2ЛР, 3ЛР, 4ЛР	5КР-1	18
2	Численные методы	6ЛР, 7ЛР, 8ЛР, 9ЛР	10КР-2	18
3	Оптимизация	11ЛР, 12ЛР, 13ЛР	14ДЗ	21
4	Решение дифференциальных уравнений	14ЛР, 15ЛР, 16ЛР, 17ЛР	18КР-3	18
5	Экзамен			25
ИТОГО				100

Выполненная вовремя лабораторная работа – 2 балла;

лабораторная работа, выполненная после срока – 1 балл;

Максимальная оценка за контрольную работу (КР) – 10 баллов, домашнее задание (ДЗ) – 15 баллов

Приложение 4. Фонд оценочных средств.

П4.1 Варианты аудиторной контрольной работы КР-1 (5 неделя)

Контрольная работа по курсу

«Вычислительные методы в решении инженерных задач»

Тема: Функции, вектора, матрицы, графики

Вариант 1

1. Определить функцию $f(x, y)$ и вычислить ее значение в заданных точках.

$$f(x, y) = y \cdot \ln \left(\frac{e^x + 1}{e^x - 1} + \frac{\pi}{6} \right) + \beta \quad x = -3, -1, 1; \quad y = \pi/10; \quad \beta = \sin(\pi/8)$$

2. Создать вектора x , y . Вычислить их длину и сумму элементов.

$$x_i = \frac{1}{i!}, \quad i = 1, 2, 3$$

$$y_j = (-1)^{j+1} \frac{2+j}{j+1}, \quad j = 0, 1, 2, 3$$

3. В файле **D:\Work\Y.DAT** содержатся компоненты вектора. Считать этот вектор в переменную Y .

а) Определить число, длину, сумму элементов вектора Y .

б) Отобразить на графике элементы вектора Y в виде зелёных кружков.

4. Дана матрица A . Вычислить $B = A^3$ и найти определитель матрицы $C = B^{-1}$.

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 4 & -1 \\ 1 & 5 & 1 \\ -3 & 7 & 9 \end{pmatrix}$$

5. Решить систему линейных уравнений:

$$\begin{aligned}5x - 2y + 4z &= 13 \\9x - 2z &= 3 \\7x - 3y + 5z &= 16\end{aligned}$$

6. Построить график кривой, заданной параметрически для $0 \leq \varphi \leq 2\pi$; $\lambda = 3$

$$x = 2 \cdot \cos^2(\varphi) + \lambda \cdot \cos(\varphi)$$

$$y = 2 \cdot \cos(\varphi) \cdot \sin(\varphi) + \lambda \cdot \sin(\varphi)$$

7. Построить на одном поле графики функций $y_1(x) = e^{-x} \cdot \sin(x)$ на отрезке $1 \leq x \leq 2$ и $y_2(x) = e^{-x} \cdot \cos(x)$ на отрезке $1.5 \leq x \leq 2.5$

8. Построить семейство кривых $Y=f(X)$

$$Y = 3.2 \cdot X^{0.48} \cdot \exp(L \cdot X)$$

$$0 \leq X \leq 5$$

$$L = -0.2, -0.5, -0.8$$

*Контрольная работа по курсу
«Вычислительные методы в решении инженерных задач»*

Тема: Функции, вектора, матрицы, графики

Вариант 2

1. Определить функцию $f(x, y)$ и вычислить ее значение в заданных точках.

$$f(x, y) = y \cdot \sqrt{\frac{e^{-x} + 1}{e^{-x} - 1}} + \frac{\pi}{6} + \beta \quad \mathbf{x} = 3, 3.3, 3.6; \quad \mathbf{y} = \pi/10; \quad \beta = \ln 2$$

2. Создать вектора \mathbf{x} , \mathbf{y} . Вычислить их длину и сумму элементов.

$$x_i = \frac{i + 1}{(i + 2)!}, \quad i = 0, 1, 2, 3$$

$$y_j = \frac{2}{j(4 \cdot j^2 - 1)}, \quad j = 1, 2, 3, 4$$

3. В файле **D:\Work\X.DAT** содержатся компоненты вектора. Считать этот вектор в переменную \mathbf{X} .

а) Определить число, длину, сумму элементов вектора \mathbf{X} .

б) Отобразить на графике элементы вектора \mathbf{X} в виде синих квадратов.

4. Дана матрица \mathbf{A} . Вычислить $\mathbf{B} = \mathbf{A}^3$ и найти определитель матрицы $\mathbf{C} = \mathbf{B}^{-1}$.

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 3 & -1 \\ 1 & 9 & 2 \\ -3 & 7 & 10 \end{pmatrix}$$

5. Решить систему линейных уравнений:

$$4x - 7y + 3z = 10$$

$$8x + 3y - 2z = 13$$

$$5x - 8y = 2$$

6. Построить график кривой, заданной параметрически для $0 \leq \varphi \leq 2\pi$; $\lambda = 2$

$$x = \lambda \cdot \sin \varphi \cdot (1 + \cos \varphi)$$

$$y = \lambda \cdot \cos \varphi \cdot (1 + \cos \varphi)$$

7. Построить на одном поле графики функций $y_1(x) = (x^2 - x) \cdot e^x$ на отрезке $1 \leq x \leq 2$ и $y_2(x) = (x^2 - 1) \cdot e^{x+1}$ на отрезке $0.2 \leq x \leq 1.2$

8. Построить семейство кривых $Y=f(X)$

$$Y=L^3/(L^2+X^2)$$

$$-10 \leq X \leq 10$$

$$L=1, 3, 5$$

П4.2 Варианты аудиторной контрольной работы КР-2 (10 неделя)

Контрольная работа по курсу «Вычислительные методы в решении инженерных задач»

Тема: Нелинейные уравнения, интерполяция, аппроксимация

Вариант 1

Все задачи должны быть иллюстрированы соответствующими графиками!

1. Найти наименьший положительный корень уравнения

$$8 \cdot \sin(6.18 \cdot x) - 6.25 \cdot x = 0$$

2. Найти все корни уравнения: $x^4 - x^3 - 2 \cdot x^2 + 3 \cdot x - 3 = 0$

3. Решить систему нелинейных уравнений

$$\begin{cases} x - e^{-y} = 0 \\ y - e^x = 0 \end{cases}$$

4. Найти координаты максимума функции на интервале **[-10;-2]**

$$f(x) = \frac{x^3}{2 \cdot (x+1)^2}$$

5. Исходные данные имеют вид: $\{X\} = \{-2, -1.6, -1.2, -0.8, -0.4, 0\}$, $\{Y\} = \{38, 22, 13, 8, 5, 3\}$. С помощью сплайн-интерполяции вычислить значение y для $x = -1.5$. Построить график, отображающий сплайн-интерполяцию для $-2.4 \leq x \leq 0.4$, и показать на графике исходные данные.
6. Исходные данные имеют вид: $\{X\} = \{1, 3, 5, 7, 9\}$, $\{Y\} = \{6.1, 12.8, 15.7, 22.2, 26.8\}$. Аппроксимировать данные линейной зависимостью $y = Ax + B$ (вычислить A и B) и построить графики, на которых отобразить как исходные данные, так и аппроксимирующую линию.

*Контрольная работа по курсу
«Вычислительные методы в решении инженерных задач»*

Тема: Нелинейные уравнения, интерполяция, аппроксимация

Вариант 2

Все задачи должны быть иллюстрированы соответствующими графиками!

1. Найти наибольший отрицательный корень уравнения

$$1.5 \cdot \sin(0.5 \cdot x) = 0.2 \cdot x$$

2. Найти все корни уравнения: $x^3 - 0.2 \cdot x^2 + 0.5 \cdot x + 1.5 = 0$

3. Решить систему нелинейных уравнений

$$\begin{cases} 0.16 \cdot x + 2.1 \cdot y + x^2 \cdot y = 0 \\ \cos y + x = 0 \end{cases}$$

4. Найти координаты точки максимума функции на интервале $[-2; 2]$

$$f(x) = -x^2 - 7 \cdot \exp(0.35 \cdot x)$$

5. Исходные данные имеют вид: $\{X\} = \{-2, -1.6, -1.2, -0.8, -0.4, 0\}$, $\{Y\} = \{31, 17, 10, 6, 3.5, 2\}$. С помощью сплайн-интерполяции вычислить значение y для $x = -0.9$. Построить график, отображающий сплайн-интерполяцию для $-2.4 \leq x \leq 0.4$, и показать на графике исходные данные.
6. Исходные данные имеют вид: $\{X\} = \{1, 3, 4, 7, 9\}$, $\{Y\} = \{9.2, 11.8, 15.7, 20.3, 27.4\}$. Аппроксимировать данные линейной зависимостью $y = Ax + B$ (вычислить A и B) и построить графики, на которых отобразить как исходные данные, так и аппроксимирующую линию.

П4.3 Варианты аудиторной контрольной работы КР-3 (18 неделя)

*Контрольная работа по курсу
«Вычислительные методы в решении инженерных задач»*

Тема: Решение дифференциальных уравнений

Вариант 1

1. Решить дифференциальное уравнение на отрезке $[0; 1]$ модифицированным методом Эйлера на Паскале.

$$y' = 2y + e^x - x$$

$$y(0) = 0.25$$

Проверить решение в MathCad с помощью встроенной функции **odesolve** или **irk-fixed**.

2. С помощью программирования решить методом Мерсона дифференциальное уравнение для $n = 4$ и $n = 10$ на интервале $[0; 1]$. Решения представить на графике (одном) и в численном (табличном) виде.

$$\varphi'' - \varphi' - \varphi = 0 \quad \varphi(0) = 0 \quad \varphi'(0) = 3$$

Схема метода имеет вид:
$$\begin{cases} y_{i+1} = h * f(x_i + h/3, y_i + h/3 * f(x_i, y_i)) \\ y_{i+1} = y_i + 1/4 * \{ h * f(x_i, y_i) + 3 * h * f(x_i + 2/3 * h, y_i + 2/3 * y_{i+1}) \} \end{cases}$$

Контрольная работа по курсу
«Вычислительные методы в решении инженерных задач»

Тема: Решение дифференциальных уравнений

Вариант 2

1. Решить дифференциальное уравнение на отрезке [1; 1.4] методом Рунге-Кутга 4-порядка на Паскале.

$$y' \cdot x = 3 \cdot y$$

$$y(1) = 2$$

Проверить решение в MathCad с помощью встроенной функции **odesolve** или **rk-fixed**.

2. На интервале [1 ; 2] решить улучшенным методом Эйлера (n = 10) уравнение

$$y''' = \frac{\ln(x)}{x^2}$$

$$y(1) = 0$$

$$y'(1) = 1$$

$$y''(1) = 2$$

П4.4 Пример домашнего задания ДЗ (14 неделя)

*Домашняя работа по курсу
«Вычислительные методы в решении инженерных задач»*

Тема: Поиск минимума многомерной функции

Вариант 1

Найти координаты точки минимума функции в прямоугольнике $(0 < x < 3, 0 < y < 3)$.

Проверить решение в MathCad, для чего построить график функции, показать точку минимума на графике и найти минимум с помощью встроенной функции **minimize**.

*Домашняя работа по курсу
«Вычислительные методы в решении инженерных задач»*

Тема: Поиск минимума многомерной функции

Вариант 2

Найти координаты точки максимума функции в круге (в центре $(0, 0)$ радиуса 2).

Проверить решение в MathCad, для чего построить график функции, показать точку максимума на графике и найти максимум с помощью встроенной функции **maximize**.

Дополнения и изменения к рабочей программе:

на 20___/20___ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на **заседании кафедры**

«__» _____ **20__** г. Зав. кафедрой АУ

на 20___/20___ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на **заседании кафедры**

«__» _____ **20__** г. Зав. кафедрой АУ

Программа действительна

на 20___/20___ уч.год _____ (заведующий кафедрой АУ)

на 20___/20___ уч.год _____ (заведующий кафедрой АУ)

на 20___/20___ уч.год _____ (заведующий кафедрой АУ)

на 20___/20___ уч.год _____ (заведующий кафедрой АУ)