



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Направление подготовки (специальность)
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль/специализация) программы
Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Вычислительной техники и программирования
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 929)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Вычислительной техники и программирования
19.02.2020 г. протокол № 5

Зав. кафедрой  О.С. Логунова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭ и АС
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ВТ и П, канд. физ.-мат. наук

 Е.Г. Филиппов

Рецензент:

Нач. отдела технологических платформ
ООО "Компас Плюс" , канд. техн. наук

 Д.С. Сафонов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ О.С. Логунова

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью преподавания дисциплины (модуля) «Численные методы» является ознакомление студентов с базовыми понятиями, алгоритмами и методами решения уравнений математической физики, численными методами с использованием программных средств вычислительной техники, а также практического использования численных методов для решения прикладных задач.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Численные методы входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Прикладная математика

Программирование

Информатика

Элементы линейной алгебры

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Численные методы» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
ОПК-1.1	Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования
ОПК-1.2	Решает профессиональные задачи с применением методов теоретического и экспериментального исследования

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 51,95 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,95 акад. часов
- самостоятельная работа – 56,05 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточный контроль	Код компетенции
		Лек. зан.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Основные понятия теории								
1.1 1.1 Типы погрешностей. Статистический и технический подходы к учету	2	1	2		2,05	Подготовка к практическому занятию	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы	
Итого по разделу		1	2		2,05			
2. 2. Численное решение систем								
2.1 Прямые методы (LU-метод, метод прогонки)	2	1	4		6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к выполнению	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос	
2.2 Итерационные методы (метод		1	4		5			
Итого по разделу		2	8		11			
3. 3. Методы аналитического								
3.1 Интерполирование функции многочленами Лагранжа и Ньютона	2	1	2		3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный	

3.2 Аппроксимация функции методом наименьших квадратов		1	2		3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к семинару	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос.	
Итого по разделу		2	4		6			
4. 4. Алгоритмы и методы численного								
4.1 Квадратурные формулы Ньютона-Котеса, Гаусса	2	1	3		3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный	
4.2 Численное дифференцирование		1	4		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный	
Итого по разделу		2	7		7			
5. 5. Численные методы решения								
5.1 Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения	2	1	3		3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный	
5.2 Решение краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения		1	3		3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Выполнение	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос	
Итого по разделу		2	6		6			
6. 6. Разностные методы решения								

6.1 Разностные схемы для решения эллиптических уравнений	2	2	1		4	Самостоятельно е изучение учебной и научной литературы. Работа с	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный	
6.2 Разностные схемы для решения гиперболических уравнений		2	1		4	Самостоятельно е изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к семинару	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос	
6.3 Разностные схемы для решения параболических уравнений		2	1		4	Самостоятельно е изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Выполнение	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос	
Итого по разделу		6	3		12			
7. Численные методы оптимизации								
7.1 Методы поиска безусловного экстремума	2	1	2		6	Самостоятельно е изучение учебной и научной литературы. Выполнение	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный	
7.2 Методы штрафных и барьерных функций поиска условного экстремума функции		1	2		6	Самостоятельно е изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к семинару	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос	
Итого по разделу		2	4		12			
Итого за семестр		17	34		56,0		зао	
Итого по дисциплине		17	34		56,0 5		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Проектирование обучения строится на основе следующих принципов:

- Обучение на основе интеграции с наукой и производством.
- Профессионально-творческая направленность обучения.
- Ориентированность обучения на личность.
- Ориентированность обучения на развитие опыта самообразовательной деятельности будущего специалиста.

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Численные методы» используются образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии: лекции и лабораторные работы.
2. Технологии проблемного обучения: лабораторные работы и домашнее задание, направленное на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.
3. Интерактивные технологии: коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе. Изложение проблем и их совместное решение.
4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии: лекции с использованием электронной презентации – представление результатов с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Малеко, Е. М. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. М. Малеко, Е. И. Захаркина. – Магнитогорск: МГТУ, 2012. – 60 с. : ил., граф., табл. – Режим дос-тупа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=34.pdf&show=dcatalogues/1/1099162/34.pdf&view=true>. - Макрообъект..

б) Дополнительная литература:

1. Савенкова, Н. П. Численные методы в математическом моделировании [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Н. П. Савенкова, О. Г. Проворова, А. Ю. Мокин. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : АРГАМАК-МЕДИА : ИНФРА-М, 2017. – 176 с. – (Прикладная математика, информатика, информационные технологии). – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=774278> . – Загл. с экрана.
2. Карманова, Е. В. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. В. Карманова . — Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM).
3. Волков, Е. А. Численные методы [Текст] : учебное пособие / Е. А. Волков. - 5-е изд., стер. – СПб. и др. : Лань, 2008. – 248 с. : ил., табл. - (Учебники для вузов :Специальная литература). 41 экз.

в) Методические указания:

- Филиппов, Е.Г. Численные методы поиска корней уравнения [Электронный ресурс] / Филиппов Е.Г., Ильина Е.А., Королева В.В.: Практикум. МГТУ.- Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория ауд. 282 Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Компьютерные классы Центра информационных технологий ФГБОУ ВПО «МГТУ» Персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Internet, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области информатики и вычислительной техники

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки Все классы УИТ и АСУ с персональными компьютерами, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Аудиторий для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Ауд. 282 и классы УИТ и АСУ

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и наличием доступа в электронную информационно-образовательную среду организации Классы УИТ и АСУ

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Центр информационных технологий – ауд. 372

Приложение 1

Тестовые задания по дисциплине «Численные методы» для направления 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

№ п/п	Текст вопроса	Варианты ответов	Отметка о выборе эталона
1.	Округлить число $\pi = 3,1415926535\dots$ до пяти значащих цифр	3,1416	эталон
		3,1425	
		3,142	
		3,14	
2	Методом половинного деления уточнить корень уравнения $x^4+2x^3-x-1=0$	0,867	эталон
		0,234	
		0,2	
		0,43	
3	Используя метод хорд найти положительный корень уравнения $x^4-0,2x^2-0,2x-1,2=0$	1,198+0,0020	эталон
		1,16+0,02	
		2+0,1	
		3,98+0,001	
4	Вычислить методом Ньютона отрицательный корень уравнения $x^4-3x^2+75x-10000=0$	-10,261	эталон
		-10,31	
		-5,6	
		-3,2	
5	Найти действительные корни уравнения $x-\sin x=0,25$	1,17	эталон
		1,23	
		2,45	
		4,8	
6	Определить число положительных и число отрицательных корней уравнения $x^4-4x+1=0$	2 и 0	эталон
		3 и 2	
		0 и 4	
		0 и 1	
7	Как иначе называют метод бисекций?	Метод половинного деления	эталон
		Метод хорд	
		Метод пропорциональных частей	
		Метод «начального отрезка»	
8	Методы решения уравнений делятся на:	Прямые и итеративные	эталон
		Прямые и косвенные	
		Начальные и конечные	
		Определенные и неопределенные	
9	Отделение корней можно выполнить двумя способами:	аналитическим и графическим	эталон
		приближением и отделением	
		аналитическим и систематическим	
		систематическим и	

№ п/п	Текст вопроса	Варианты ответов	Отметка о выборе эталона
		графическим	
10	Метод хорд-	Частный случай метода итераций	эталон
		Частный случай метода коллокации	
		Частный случай метода прогонки	
		Частный случай метода квадратных корней	

Контрольные вопросы к практической работе № 1

Вопрос 1: Приведите этапы решения нелинейных уравнений.

1 Отделение корней, т.е. установление достаточно малых отрезков, в каждом из которых содержится только один корень уравнения.

2 Уточнение приближенного значения корней до некоторой заданной степени точности.

Вопрос 2: Поясните аналитический метод определения корней нелинейного уравнения.

Процесс отделения корней начинается с установления знаков функции в граничных точках a и b . Затем определяются знаки в ряде промежуточных точек. После чего выделяются отрезки, на границе которых функция меняет знак на противоположный. Выделенные отрезки и содержат корень данного уравнения. Согласно, теореме, если

$f(a) \times f(b) < 0$, то имеется один или несколько корней. Если $f'(x) > 0$ или $f'(x) < 0$, то корень будет единственным.

Вопрос 3: Какое условие лежит в основе метода бисекций.

Решение задачи методом бисекции разбивается на два этапа:

1 Локализация – находится отрезок $[a, b]$, соединяющий один и только один корень уравнения $f(x) = 0$. На краях отрезка функция имеет разные знаки: $f(a) \times f(b) < 0$.

2 Итерационное уточнение корней – делим отрезок $[a, b]$ пополам точкой c . Если $f(c) = 0$, то задача решена, если нет, то выбираем из двух получившихся отрезков $[a, c]$ и $[b, c]$ тот, на краях которого функция имеет разные знаки, и повторяем итерацию еще раз.

В основе метода лежит условие: итерационный процесс продолжается до тех пор, пока длина отрезка после n -ой итерации не станет меньше некоторого заданного малого числа (погрешности) ε , т.е. $|b - a| \leq \varepsilon$

Тогда за искомое значение корня принимается полученное приближение : $\xi =$

и говорят, что решение данного уравнения найдено с точностью ε .

Вопрос 4: Поясните, как выбирается начальное приближение для уточнения корня уравнения методом Ньютона.

В качестве начального приближения выбирается $x_0 = a$, для которого выполняется

условие $f'(x_0) \neq 0$. Проводим касательную в точке $A_0 [x_0, f(x_0)]$.
Первым приближением корня будет точка пересечения этой касательной с осью абсцисс x_1 .

Через точку $A_1 [x_1, f(x_1)]$ снова проводим касательную, точка пересечения которой с осью Ox даст нам второе приближение корня x_2 и т.д. Для окончания итерационного

процесса может быть использовано условие:

Вопрос 5: Приведите формулу для построения итерационной последовательности при решении уравнения методом Ньютона.

Исходя из начального приближения x_0 , удовлетворяющего неравенству

$|f'(x_0)| > \epsilon$, можно построить итерационную последовательность:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Сходящуюся к единственному на отрезке $[a, b]$ решению ξ уравнения $f(x) = 0$.

Вопрос 6: Сформулируйте условия сходимости метода простых итераций.

Достаточным условием сходимости метода простых итераций является условие:

$$\left| \frac{\varphi'(x)}{\varphi(x)} \right| < 1$$

выполненное для любого x , принадлежащего некоторому отрезку $[a, b]$, содержащему корень уравнения.

Скорость сходимости зависит от абсолютной величины производной $\varphi'(x)$. Чем

меньше $\varphi'(x)$ вблизи корня, тем быстрее сходится процесс.

Вопрос 7: Поясните алгоритм решения нелинейного уравнения методом простых итераций.

1. Находим корни уравнений (интервалы) путем аналитического отделения корней нелинейного уравнения.

2 Приводим исходное уравнение к эквивалентному виду $x = \varphi(x)$.

3 Проверяем для каждого варианта условие сходимости $\left| \frac{\varphi'(x)}{\varphi(x)} \right| < 1$

4 Выбираем значение начального приближения x_0 , при котором будет выполняться условие п.3 и скорость сходимости будет наибольшей, т.е. $\varphi'(x)$ наименьшее.

Вопрос 8: Поясните последовательность нахождения корня нелинейного уравнения средствами электронных таблиц Microsoft Excel.

1 Запускаем программу Microsoft Excel.

2 Помещаем в ячейку A1 «0»

3 В ячейку B1 левую часть нелинейного уравнения.

4 Устанавливаем команду «Подбор параметра», если она отсутствует на панели инструментов.

5 Активизируем ячейку B1 и выполняем Подбор параметров.

6 Задавая начальным приближением X_0 , находим значение корня A1.

Приложение 2

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства												
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общетеchnические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;														
ОПК-1.1:	Решает профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетеchnических знаний, методов математического анализа и моделирования	Типовые практические задания: Аппроксимировать функцию $y = \cos^4(x)$ на отрезке $(0;2)$ Найти действительные корни уравнения $x - \sin x = 0,25$ Найти площадь криволинейной трапеции, ограниченной линиями: $y = x^2 e^x$; $y=0$; $y=3$ Решить ОДУ: $y'' + x^4 y' + \cos(x)y = 1$, $y(0) = y'(0) = 1$												
ОПК-1.2	Решает профессиональные задачи с применением методов теоретического и экспериментального исследования	Дано практическое задание: 1. Функция задана таблицей своих значений. Применяя метод наименьших квадратов, приблизить функцию многочленами 1-ой и 2-ой степеней. Для каждого приближения определить величину среднеквадратичной погрешности. Построить точечный график функции и графики многочленов. <table border="1" data-bbox="972 839 2092 919"> <tr> <td>X</td> <td>-1</td> <td>-0,5</td> <td>0</td> <td>0,5</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>4</td> <td>-3</td> <td>0,2</td> <td>-1</td> <td>2</td> </tr> </table> 2. Для функции: $y = x^2 \sin(x^2)$. Построить интерполяционный многочлен Лагранжа. 3. Посчитать площадь криволинейной трапеции, ограниченной линиями: $y = x^2 e^x$, $y=0$, $x=0,1$, $x=2$	X	-1	-0,5	0	0,5	1	Y	4	-3	0,2	-1	2
X	-1	-0,5	0	0,5	1									
Y	4	-3	0,2	-1	2									