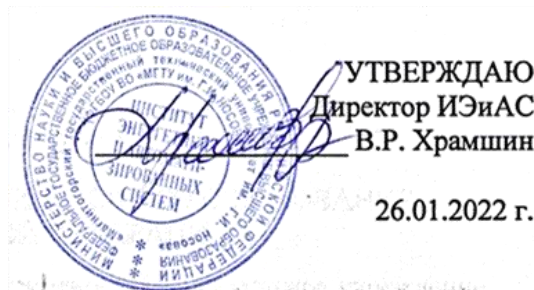




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Направление подготовки (специальность)
09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль/специализация) программы
Управление проектами разработки бизнес-приложений для цифровой экономики

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

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

Магнитогорск
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 922)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Вычислительной техники и программирования
19.01.2022, протокол № 6

Зав. кафедрой  О.С. Логунова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
26.01.2021 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

Согласовано:

Зав. кафедрой Бизнес-информатики и информационных технологий


 Г.Н. Чусавитина

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ВТиП,  М.В. Зарецкий

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 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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 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 2026 - 2027 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 прикладных вычислительных задач, с использованием программных средств вычислительной техники.

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:

Информатика

Информационные системы и технологии

Прикладная математика

Программирование

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Теория вероятностей и математическая статистика

Эконометрика

Финансовая математика

Основы искусственного интеллекта

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;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

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

3.2	Аппроксимация функции методом наименьших квадратов		1	2/2И		3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к семинару. Выполнение домашнего задания	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос.	
Итого по разделу			2	4/4И		9			
4. 4. Алгоритмы и методы численного интегрирования и дифференцирования									
4.1	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса, Гаусса	2	1	3		3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение домашнего задания	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос	
4.2	Численное дифференцирование		1	4		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение домашнего задания	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос	
Итого по разделу			2	7		7			
5. 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных									
5.1	Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения	2	1	3/2И		6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение домашнего задания	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос	
5.2	Решение краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения		1	3		3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Выполнение домашнего задания	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос	
Итого по разделу			2	6/2И		9			
6. 6. Разностные методы решения уравнений математической физики									

6.1 Разностные схемы для решения эллиптических уравнений	2	2	1		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками.	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос	
6.2 Разностные схемы для решения гиперболических уравнений		2	1		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к семинару Выполнение домашнего задания	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос	
6.3 Разностные схемы для решения параболических уравнений		2	1		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Выполнение домашнего задания	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	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Выполнение домашнего задания	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос	
7.2 Методы штрафных и барьерных функций поиска условного экстремума функции		1	2		6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Работа с электронными библиотеками. Подготовка к семинару Выполнение домашнего задания	1. Беседа – обсуждение. 2. Проверка лабораторной работы. 3. Устный опрос	
Итого по разделу		2	4		12			
Итого за семестр		17	34/14И		56,05		зао	
Итого по дисциплине		17	34/14И		56,05		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. Малек, Е. М. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. М. Малек, Е. И. Захаркина. – Магнитогорск: МГТУ, 2012. – 60 с. : ил., граф., табл. – Режим доступа: <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 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. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

f

– 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 $[c, b]$ 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 $A_0 [$

Первым приближением корня будет точка пересечения этой касательной с осью

абсцисс Ox . Через точку $A_1 [$ 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

$|f(x_0)| < \varepsilon$, можно построить итерационную последовательность:

, $n = 0, 1,$

2.....

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 Активируем ячейку B1 и выполняем Подбор параметров.
- 6 Задавая начальным приближением X_0 , находим значение корня A1.

Вопросы – тесты по численным методам.

1. Какой алгоритм поиска корня уравнения основывается на принципе сжимающих отображений? а) метод дихотомии, б) метод Ньютона, в) метод простой итерации, г) метод хорд.
2. Какой алгоритм поиска корня уравнения из перечисленных в п.1 быстрее работает?
3. Алгоритмы решения систем линейных алгебраических уравнений делятся на итерационные и прямые. Какие из перечисленных относятся к итерационным? а) метод Зейделя, б) метод Гаусса, в) метод Крамера, г). LU-метод.
4. Какие алгоритмы решения систем линейных алгебраических уравнений применяются для системы с матрицей специального вида? а) метод прогонки, б) метод Гаусса, в) метод Крамера, г). LU-метод.
5. Аппроксимировать таблично заданную функцию можно а) по правилу обязательного прохождения через узлы, заданные в таблице, б) по правилу максимального приближения к узлам. Какое правило используется при построении интерполяционного многочлена Ньютона?
6. Экстраполяцию таблично заданной функции можно провести а) по интерполяционному многочлену Ньютона, б) многочлену Лагранжа, в) многочлену, построенному по методу наименьших квадратов, г) по любому из перечисленных аппроксимационных многочленов.
7. Какие задачи решаются с помощью аппроксимации таблично заданной функции? а) численное интегрирование, б) численное дифференцирование, в) экстраполяция функции, г) поиск корня функции, д) все выше перечисленные.
8. При решении задачи с обыкновенным дифференциальным уравнением какие дополнительные условия можно поставить? а) задачу Коши, б) краевые, в) смешанные: и краевые и начальные.
9. Численное интегрирование по квадратурным формулам а) заменяет подинтегральную функцию интерполяционным многочленом, первообразная от которого просто считается, б) площадь криволинейной трапеции представляет в виде суммы «простых» площадей. в) квадратурная формула не учитывает вид подинтегральной функции.
10. В задачах с линейными уравнениями в частных производных с постоянными коэффициентами для каждого типа уравнений ставятся дополнительные условия: а) краевые, б) начальные, в) смешанные. Для уравнения гиперболического типа, описывающего колебания закрепленной на концах струны какие дополнительные условия?
11. Задача линейного программирования – это: а) задача на поиск экстремума линейной целевой функции с ограничениями линейного вида, б) целевая функция может быть нелинейной, а ограничениями линейного вида, в) задача на поиск безусловного экстремума линейной целевой функции.

№ 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 графическим	
10	Метод хорд-	Частный случай метода итераций	эталон

		Частный случай метода коллокации	
		Частный случай метода прогонки	
		Частный случай метода квадратных корней	

Приложение 2. Средства для проведения промежуточной аттестации

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства												
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;														
ОПК-1.1:	Решает профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	<p>Типовые практические задания:</p> <p>Аппроксимировать функцию $y = \cos^4(x)$ на отрезке $(0;2)$</p> <p>Найти действительные корни уравнения $x - \sin x = 0,25$</p> <p>Найти площадь криволинейной трапеции, ограниченной линиями: $y = x^2 e^x$; $y=0$; $y=3$</p> <p>Решить ОДУ: $y'' + x^4 y' + \cos(x)y = 1$, $y(0) = y'(0) = 1$</p>												
ОПК-1.2	Решает профессиональные задачи с применением методов теоретического и экспериментального исследования	<p>Дано практическое задание:</p> <p>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.</p> <table border="1"> <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> <p>2. Для функции: $y = x^2 \sin(x^2)$. Построить интерполяционный многочлен Лагранжа.</p> <p>3. Посчитать площадь криволинейной трапеции, ограниченной линиями:</p> <p>$y = x^2 e^x$, $y=0$, $x=0,1$, $x=2$</p>	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									