



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 РЕШЕНИЯ ИНЖЕРЕННЫХ ЗАДАЧ***

Направление подготовки (специальность)

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль/специализация) программы

Проектирование и разработка приложений для мобильных устройств

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 решения инженерных задач входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений 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 решения инженерных задач» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-5	Способность к формализации и алгоритмизации поставленных задач, к написанию программного кода с использованием языков программирования, определения и манипулирования данными и оформлению программного кода в соответствии установленными требованиями для мобильных устройств
ПК-5.1	Оценивает качество математической модели при формализации задачи предметной области
ПК-5.2	Оценивает качество разработанных алгоритмов для последующего кодирования
ПК-5.3	Оценивает выбор программных средств для программирования и манипулирования данными в соответствии установленными требованиями

#### 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 (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 вычислений								
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. Проверка лабораторной работы. 3. 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		6	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		5			
Итого по разделу		2	8		11			
3. 3. Методы аналитического представления таблично заданной функции								
3.1 Интерполирование функции многочленами Лагранжа и Ньютона	2	1	2		3	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		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		6			
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 уравнений									
5.1	Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения	2	1	3		3	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		6			
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		56,05		зао	
Итого по дисциплине		17	34		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. Гулин, А.В. Введение в численные методы в задачах и упражнениях : учеб. пособие/ А.В. Гулин, В.А. Мажорова, В.А. Морозова. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 368 с.- (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: <http://www.znanium.com/read?id=342122>

### **б) Дополнительная литература:**

1. Шевченко, А.С.. Лабораторный практикум по численным методам: практикум / А.С. Шевченко. – М.: ИНФРА-М; Znanium.com, 2018. – 199 с. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/read?id=329357>

### **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: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

### 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 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	

№ п/п	Текст вопроса	Варианты ответов	Отметка о выборе эталона
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	

**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 корни данного уравнения. Согласно, теореме, если

$f(a) \times f(b) < 0$ , то имеется один или несколько корней. Если  $\frac{f'(x)}{f(x)} > 0$  или  $\frac{f'(x)}{f(x)} < 0$ , 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)  $\epsilon$ , т.е.  $|b - a| \leq \epsilon$

Тогда за искомое значение корня принимается полученное приближение  $\xi$  и говорят, что решение данного уравнения найдено с точностью  $\epsilon$ .

**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 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 , удовлетворяющего неравенству

, 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  $\xi$  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.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства												
ПК-5 Способность к формализации и алгоритмизации поставленных задач, к написанию программного кода с использованием языков программирования, определения и манипулирования данными и оформлению программного кода в соответствии установленными требованиями для мобильных устройств														
ПК-5.1	Оценивает качество математической модели при формализации задачи предметной области	<p>Типовые практические задания:  Аппроксимировать функцию <math>y = \cos^4(x)</math> на отрезке <math>(0;2)</math>  Найти действительные корни уравнения <math>x - \sin x = 0,25</math>  Найти площадь криволинейной трапеции, ограниченной линиями: <math>y = x^2 e^x</math>; <math>y=0</math>; <math>y=3</math>  Решить ОДУ: <math>y'' + x^4 y' + \cos(x)y = 1</math>, <math>y(0) = y'(0) = 1</math></p>												
ПК-5.2	Оценивает качество разработанных алгоритмов для последующего кодирования	<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" data-bbox="825 1093 1471 1167"> <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: <math>y = x^2 \sin(x^2)</math>. Построить интерполяционный многочлен Лагранжа.</p> <p>3. Посчитать площадь криволинейной трапеции, ограниченной линиями:  <math>y = x^2 e^x</math>, <math>y=0</math>, <math>x=0,1</math>, <math>x=2</math></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									
ПК-5.3	Оценивает выбор программных средств для программирования и манипулирования данными в соответствии установленными требованиями	Оценить точность и применимость методов рассмотренных выше.												