

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова



05 2022 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине

По дисциплине Б1.О.31 Вычислительная математика

Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Профиль Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения: заочная

Нижекамск, 2022 г.

Составитель ФОС:

доцент



Н.В. Лежнева

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ИСТ,  
протокол от 20.04.2022 г. № 8

Зав. кафедрой



О.В. Матухина

Эксперт:

Ответственный за ООП, разработчик учебного плана  
к.т.н, доцент каф. ИСТ



Н.В. Лежнева

***Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины***

Компетенция:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Индикаторы достижения компетенции

УК-1.1 Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа.

УК-1.2 Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач.

УК-1.3 Владеет навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; использования системного подхода для решения поставленных задач.

Компетенция

ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

Индикаторы достижения компетенции

ОПК-4.1 Знает современные информационные, компьютерные и сетевые технологии, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности;

ОПК-4.2 Умеет выбирать современные информационные технологии, прикладное программное обеспечение для решения конкретной профессиональной задачи;

ОПК-4.3 Владеет навыками применения современных информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладного программного обеспечения для решения задач в области автоматизации технологических процессов и производств.

Компетенция

ОПК-8 Способен проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений;

Индикаторы достижения компетенции

ОПК-8.1 Знает методики расчета экономических показателей производственных видов деятельности;

ОПК-8.2 Умеет применять известные методы для решения технико-экономических задач в профессиональной деятельности; проводить анализ производственных и непроизводственных затрат для обеспечения деятельности производственных подразделений;

ОПК-8.3 Владеет методиками расчета и анализа экономических показателей производственных видов деятельности; практическими навыками решения конкретных технико-экономических задач.

<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b> (указать все темы из РПД)				<b>Наименование оценочного средства</b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Курсовой проект (работа)</b>	
УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3;	Тема 1 - 9	Не предусмотрены.	темы 1 - 9	Не предусмотрены	лабораторные работы, текущий контроль, экзамен
ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3;	Темы 1 - 9	Не предусмотрены.	Темы 1-9	Не предусмотрены	лабораторные работы, текущий контроль, экзамен
ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	Тема 1 - 9	Не предусмотрены	Темы 1-9	Не предусмотрены	лабораторные работы, текущий контроль, экзамен

**Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)**  
**3 семестр**

<b>Лабораторный практикум</b>		
Лабораторная работа	Балл	
	очная форма	очно-заочная форма
	3 семестр	3 семестр
№1	4 - 6	4 - 6
№2	4 - 6	4 - 6
№3	4 - 6	4 - 6
№4	4 - 6	4 - 6
№5	4 - 6	4 - 6
№6	4 - 8	4 - 8
№7	4 – 8	4 – 8
№8	4 – 8	4 – 8
№9	4 – 6	4 – 6
ИТОГО	36-60	36 - 60
<b>Теоретический опрос</b>		
Вопрос		Балл
вопрос № 1		7-11
теоретическая часть (определения, общие характеристики и т.п.)		3-4
вывод формул		3-4
правильность конечного результата		1-3
вопрос № 2		7-13
теоретическая часть (определения, общие характеристики и т.п.)		3-4
вывод формул		3-5
правильность конечного результата		1-4
Практическое задание (правильность конечного результата)		8-12
Дополнительный вопрос № 1		1-2
Дополнительный вопрос № 2		1-2
ИТОГО		24-40

### *Шкала оценивания*

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет информационных технологий  
Кафедра ИСТ

**Примерный перечень теоретических вопросов**

1. Графический и аналитический способы отделения корней уравнения.
2. Интерполирование функции. Интерполяционный полином Лагранжа.
3. Метод касательных (Ньютона).
4. Квадратичное приближение по методу наименьших квадратов.
5. Метод итераций (для нелинейного уравнения).
6. Численное дифференцирование. Формула численного дифференцирования, основанная на применении интерполяционного полинома Ньютона.
7. СЛАУ с трехдиагональной матрицей. Метод прогонки.
8.  $i$ -й интерполяционный полином Ньютона.
9. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом итераций. Условия сходимости.
10. Второй интерполяционный полином Ньютона.
11. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом Зейделя. Условия сходимости.
12. Интерполирование функции. Интерполяционный полином Лагранжа.
13. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом итераций. Условия сходимости.
14. Квадратурные формулы Ньютона–Котеса (случай  $n = 1$ ).
15. Системы нелинейных уравнений. Метод итераций.
16. Полиномиальная аппроксимация по методу наименьших квадратов.

Критерии оценки устных ответов обучающихся	Баллы
Ответ оценивается <b>отметкой «5»</b> , если обучающийся: полно раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой; изложил материал грамотным языком, точно используя эконометрическую терминологию и символику, в определенной логической последовательности; правильно выполнил рисунки, чертежи, графики, сопутствующие ответу; показал умение иллюстрировать теорию конкретными примерами, применять ее в новой ситуации при выполнении практического задания; продемонстрировал знание теории ранее изученных сопутствующих тем, сформированность и устойчивость используемых при ответе умений и навыков; отвечал самостоятельно, без наводящих вопросов преподавателя; возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, которые обучающийся легко исправил после замечания преподавателя, от 86 до 100 % учебного материала.	35-40 баллов
Ответ оценивается <b>отметкой «4»</b> , если удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет некоторые из недостатков: в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие эконометрическое содержание ответа; допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные после замечания преподавателя; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, легко исправленные после замечания преподавателя, от 74 до 83 % учебного материала.	30-34 балла

<p><b>Отметка «3»</b> ставится в следующих случаях: неполно раскрыто содержание материала (содержание изложено фрагментарно, не всегда последовательно), но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для усвоения программного материала; имелись затруднения или допущены ошибки в определении терминологии дисциплины, чертежах, выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя; обучающийся не справился с применением теории в новой ситуации при выполнении практического задания, но выполнил задания обязательного уровня сложности по данной теме; при достаточном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность основных умений и навыков, от 60 до 73 % учебного материала.</p>	24-29 баллов
<p><b>Отметка «2»</b> ставится в следующих случаях: не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии дисциплины, в рисунках, чертежах или графиках, в выкладках, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя, менее 60 % учебного материала.</p>	1-23 балла

### **Общая классификация ошибок**

При оценке знаний и умений учащихся учитываются все ошибки (грубые и негрубые) и недочёты.

**Грубыми считаются ошибки:** незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений величин, единиц их измерения; незнание наименований единиц измерения; неумение выделить в ответе главное; неумение применять знания, алгоритмы для решения задач; неумение делать выводы и обобщения; неумение читать и строить графики; неумение пользоваться первоисточниками, учебником и справочниками; потеря корня или сохранение постороннего корня; отбрасывание без объяснений одного из них; равнозначные им ошибки; вычислительные ошибки, если они не являются опиской; логические ошибки.

**К негрубым ошибкам относятся:** неточность формулировок, определений, понятий, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного - двух из этих признаков второстепенными; неточность графика; нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план ответа (нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными); нерациональные методы работы со справочной и другой литературой; неумение решать задачи, выполнять задания в общем виде.

**Недочётами являются:** нерациональные приемы вычислений и преобразований; небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)  
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
 высшего образования  
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет информационных технологий*  
*Кафедра ИСТ*

Направление подготовки: *15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств*  
 Профиль: *Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)*

### **Комплект лабораторных работ**



### Лабораторная работа №1

**Тема:** «Решение нелинейных уравнений».

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал.
2. Отделить корни уравнений графическим способом:
  - а)  $2x + \ln(2x + 3) - 1 = 0$ ,
  - б)  $2\cos\left(x + \frac{\pi}{6}\right) + x^2 = 3x - 2$ .
3. Отделить корни уравнений аналитическим способом:
  - а)  $x^3 - 2x^2 - 4x + 5 = 0$ ,
  - б)  $x^3 - 0,2x^2 + 0,5x + 1,5 = 0$ .
4. Найти корень уравнения методом касательных с точностью до  $\varepsilon=0,001$   
 $x^3 - 0,2x^2 + 0,5x + 1,5 = 0$ .
5. Найти корень уравнения методом итераций с точностью до  $\varepsilon=0,001$   
 $x^3 - 3x^2 + 6x + 4 = 0$ .
6. Подготовить отчет по лабораторной работе.

### Лабораторная работа №2

**Тема:** «Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона».

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал
2. Используя метод Ньютона, решить систему нелинейных уравнений с точностью до  $\varepsilon=0,001$ 
$$\begin{cases} x_1 \cos x_1 - x_2 = 0 \\ x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0 \end{cases} \quad (x_1 > 0)$$
3. Решить систему нелинейных уравнений методом Ньютона с точностью до  $\varepsilon=0,001$ 
$$\begin{cases} x_2 - \sqrt{x_1 + 1} = 0 \\ x_1^2 + x_2^2 - 2x_2 = 0 \end{cases} \quad (x_1 > 0).$$
4. Подготовить отчет по лабораторной работе.

### Лабораторная работа №3

**Тема:** «Решение СЛАУ методом прогонки».

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал.
2. Решить систему линейных уравнений с трехдиагональной матрицей методом прогонки

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 = 4 \\ x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 7 \\ 3x_2 + 5x_3 - x_4 = 6 \\ 2x_3 + 4x_4 + x_5 = 5 \\ x_4 + 3x_5 = 3 \end{cases}$$

3. Составить программу решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей методом прогонки.
4. С помощью разработанной программы решить СЛАУ с трехдиагональной матрицей из пункта 2.
5. Подготовить отчет по лабораторной работе.

#### Лабораторная работа №4

**Тема:** «Решение СЛАУ итерационными методами».

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал.
2. Решить систему линейных уравнений методом итераций с точностью  $\varepsilon = 0,001$

$$\begin{cases} 5,4x_1 - 2,1x_2 + 3,4x_3 = 4 \\ 4,2x_1 + 1,7x_2 - 2,3x_3 = 3 \\ 3,4x_1 + 2,4x_2 + 7,5x_3 = 2 \end{cases}$$

3. Решить систему линейных уравнений методом Зейделя с точностью  $\varepsilon = 0,001$

$$\begin{cases} 5,4x_1 - 2,3x_2 + 3,4x_3 = -3 \\ 4,2x_1 + 1,7x_2 - 2,3x_3 = 2 \\ 3,4x_1 + 2,5x_2 + 7x_3 = 1 \end{cases}$$

4. Решить систему линейных уравнений методом итераций с точностью  $\varepsilon = 0,001$  в математическом пакете

$$\begin{cases} 4,5x_1 - 3,5x_2 + 7,4x_3 = 3,5 \\ 3,1x_1 - 0,6x_2 - 2,3x_3 = -0,5 \\ 0,8x_1 + 7,4x_2 - 0,5x_3 = 7,4 \end{cases}$$

5. Подготовить отчет по лабораторной работе.

#### Лабораторная работа №5

**Тема:** «Приближенное вычисление значений функций с помощью интерполяционных полиномов Лагранжа и Ньютона».

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал.
2. Функция задана таблично:

$x_i$	1,5	2,6	3	4	5
$y_i$	3,3	3,7	4,9	6,2	5,2

Построить интерполяционный полином Лагранжа для этой функции. С помощью этого полинома найти приближенное значение функции в точке  $x = 2$ . Построить график интерполяционного полинома и отметить на нем узловые точки.

3. Построить интерполяционный полином Лагранжа для функции  $y = \sqrt{x}$ , используя в качестве узловых следующие точки:

$x_i$	100	121	144
$y_i$	10	11	12

Вычислить приближенное значение функции с помощью этого полинома при  $x=115$ . Оценить погрешность результата, используя теорему о погрешности.

4. Построить интерполяционный полином Ньютона для функции, заданной таблично:

$x_i$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$y_i$	1,8	2,3	3,2	4,1	3,7

С помощью этого полинома найти приближенное значение функции при  $x = 0,3$ .

5. Используя таблицу значений функции  $y = e^x$ , с помощью интерполяционных полиномов Ньютона вычислить  $e^{3,62}$  и  $e^{3,68}$ .

$x_i$	3,60	3,65	3,70	3,75
$y_i$	36,598	38,475	40,447	42,521

6. Подготовить отчет по лабораторной работе.

### Лабораторная работа №6

**Тема:** «Аппроксимация табличных функций по методу наименьших квадратов».

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал.

2. Функция задана таблично

$x_i$	7,2	8,9	10,7	15,6	18,9	22,7	24,1
$y_i$	3,4	4,4	5,5	7,5	9,9	10,1	11,1

Построить аппроксимирующую прямую  $y = a_1x + a_2$ , используя метод наименьших квадратов (решить сначала вручную, затем в табличном процессоре Excel).

3. Задача 2. Для таблично заданной функции

$x_i$	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
$y_i$	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48

найти аппроксимирующую функцию в виде квадратного трехчлена.

4. Опытные данные заданы таблицей

$x_i$	1,1	1,7	2,4	3,0	3,7	4,5	5,1	5,8
$y_i$	0,3	0,6	1,1	1,7	2,3	3,0	3,8	4,5

Аппроксимировать эти данные сначала линейной функцией  $y = a_1x + a_2$ , затем степенной функцией  $y = cx^m$ . Установить, какое из двух приближений лучше.

5. Подготовить отчет по лабораторной работе.

### Лабораторная работа №7

**Тема:** «Численное дифференцирование и интегрирование».

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал.

2. Для функции, заданной таблицей

$x_i$	0,22	0,24	0,26	0,28
$y_i$	-2,43	1,00	2,45	4,57

вычислить значение производной в точке  $x=0,23$ , построив интерполяционный многочлен Лагранжа.

3. Для функции, заданной таблицей

$x_i$	0,3	0,4	0,5	0,6
$y_i$	-2,43	1,00	2,45	4,57

вычислить значение производной в точке  $x=0,35$ , построив интерполяционный многочлен Ньютона, и сделать оценку погрешности.

4. Функция задана таблично

$x_i$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$y_i$	1,8	2,5	3,8	4,9	4,2	3,5	3,2

Вычислить определенный интеграл методами прямоугольников, трапеций и парабол.

5. Вычислить интеграл  $I = \int_0^1 x^2 \sin x dx$  методами прямоугольников, трапеций и парабол при  $n=10$ .

Оценить погрешность вычисления интеграла методом трапеций. Найти точное значение интеграла и сравнить с приближенными значениями, полученными с помощью трех методов.  
6. Подготовить отчет по лабораторной работе.

### Лабораторная работа №8

**Тема:** «Численное решение задачи Коши методами Эйлера и Рунге–Кутты».

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал.
2. Дана задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения I - го порядка:

$$y' = 2x + y; \quad x \in [1; 1,5]$$

$$y(1) = 1.$$

Найти численное решение задачи методом Эйлера при  $n = 5$ .

3. Дана задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения I - го порядка:

$$y' = 2x + y; \quad x \in [1; 1,5]$$

$$y(1) = 1.$$

Найти численное решение задачи методом Рунге-Кутта при  $n = 5$ .

4. Дана задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения I - го порядка :

$$y' = y(1 - x), \quad y(0) = 1;$$

$$x \in [0; 0,5].$$

Найти численные решения задачи методами Эйлера и Рунге-Кутта при  $n = 10$ . Найти точное решение задачи Коши и сравнить полученные численные решения с точным решением.

5. Подготовить отчет по лабораторной работе.

### Лабораторная работа №9

**Тема:** «Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений I порядка».

**Задание:**

1. Изучить теоретический материал.
2. Применяя метод Эйлера, найти численное решение системы дифференциальных уравнений первого порядка

$$\begin{cases} y' = (z - y)x, \\ z' = (z + y)x, \end{cases}$$

при начальных условиях  $y(0) = 1; z(0) = 1$  на отрезке  $[0; 1]$  при  $n = 10$ .

3. Применяя метод Рунге-Кутта, найти численное решение системы дифференциальных уравнений первого порядка

$$\begin{cases} y' = (\sin z - y)x, \\ z' = (z + \cos y)x, \end{cases}$$

при начальных условиях  $y(0) = 1; z(0) = 1$  на отрезке  $[0; 1]$  при  $n = 10$ .

4. Задачу Коши для дифференциального уравнения второго порядка

$$y'' + \frac{y'}{x} + y = 0; \quad y(1) = 0,7; \quad y'(1) = -0,5$$

заменить системой дифференциальных уравнений первого порядка. Используя метод Эйлера, найти численное решение полученной системы дифференциальных уравнений на отрезке  $[1; 1,5]$  с шагом  $h = 0,1$ .

5. Задачу Коши для дифференциального уравнения второго порядка

$$y'' + \frac{y'}{x} + 2y = 0; \quad y(1) = 0,9; \quad y'(1) = 0,7$$

заменить равносильной системой дифференциальных уравнений первого порядка. Используя метод Рунге-Кутты, найти численное решение полученной системы дифференциальных уравнений на отрезке  $[1; 1.5]$  с шагом  $h=0,1$ .

6. Подготовить отчет по лабораторной работе.