

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Миллионщиков Матвеев Шавалевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 26.11.2023 23:39:03

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. Д. Миллионщикова



## Рабочая программа

дисциплины

**«Численные методы в решении  
задач химико-технологических процессов»**

**Направление подготовки  
18.04.01 – Химическая технология**

### Направленность (Профиль)

**«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных  
материалов»  
«Химическая технология органических веществ»**

### Квалификация

*магистр*

Грозный - 2020

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Целью** изучения дисциплины является:

- приобретение студентами углублённых знаний по численным методам и их использование для решения задач химико-технологических процессов;
- привитие навыков использования математических методов в практической деятельности.

**Задачами** изучения дисциплины является:

- усвоение студентами основных понятий курса численных методов;
- чёткое знание студентами формулировок определений и теорем численных методов, используемых при решении задач химико-технологических процессов;
- усвоение студентами методов вычислительной математики для решения задач химико-технологических процессов.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Численные методы решения задач химико-технологических процессов» относится к вариативной части цикла математических и естественнонаучных дисциплин.

Дисциплина базируется на курсах математического и естественнонаучного цикла бакалаврской подготовки.

Дисциплина «Численные методы решения задач химико-технологических процессов» является предшествующей для следующих естественнонаучных и общепрофессиональных учебных дисциплин, предусмотренных в учебном плане магистров направления «Химическая технология»: «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

*а) общекультурные компетенции (ОК):*

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу(ОК-1);
- готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);
- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии, гуманитарных, социальных и экономических наук(ОК-4);
- способностью с помощью информационных технологий к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности(ОК-9);

- способен критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметить пути и выбрать средства развития достоинств и устранения недостатков (ОК-10);

*б) общепрофессиональные компетенции (ОПК):*

- готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

В результате изучения дисциплины магистрант должен

**знать:**

- основные понятия, относящиеся к численным методам (ОК-1);
- формулировки основных теорем, прочитанных в курсе (ОК-1);
- численные методы, используемые при решении задач химико-технологических процессов (ОК-1);

**уметь:**

- строить математическую задачу, соответствующую определённому процессу (ПК-3);
- определять методы решения конкретных задач химико-технологических процессов (ОК-1);
- применять изученные методы к решению математических задач химико-технологических процессов (ОК-4);

**владеть:**

- навыками решения задач химико-технологических процессов (ОК-9);
- навыками использования в профессиональной деятельности базовых знаний в области численных методов (ОК-9);
- способностью к применению полученных знаний на практике, в том числе умением составлять математические задачи типовых химико-технологических процессов и находить способы их решения (ОПК-4).

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Семестры		Всего ч./ зач.ед.
	ОФО	ОЗФО	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>51/1,4</b>	<b>42/1,1</b>	<b>93/2,58</b>
В том числе:			
Лекции	17/0,4	14/0,3	31/0,86
Практические занятия (ПЗ)	34/0,9	28/0,7	62/1,72
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>57/1,5</b>	<b>66/1,8</b>	<b>123/3,41</b>
В том числе:	<b>8</b>	<b>3</b>	

Выполнение домашних заданий по ПЗ и подготовка к ним	17/0,4 7	28/0,7 7	45/1,25
Выполнение ИТР			
Подготовка к КР по рубежной аттестации	6/0,17		6/0,17
Изучение материала, вынесенного на самостоятельную работу	34/0,9 4	38/1,0 5	72/2,00
Вид отчетности	Зачёт	Зачёт	Зачёт
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>ВСЕГО в зач. ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

**Примечание.** В расчётах приняты следующие затраты времени магистранта: на выполнение домашних заданий – 0,5 ч на 1 ч аудиторных практических занятий; на подготовку к практическим занятиям – 0,25 ч на 1 ч лекций; на подготовку к контрольной работе при проведении рубежной аттестации – 3 часа.

## 5. Содержание дисциплины

### 5. 1. Разделы дисциплины и виды занятий (ОФО)

Данные табл. 4 соответствуют аудиторной нагрузке, приведенной в табл. 1.

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час./з.е д.	Практ. зан., час./з.ед.	Всего час./з.ед.
<b>I семестр</b>				
1	Основные методы приближенного решения уравнений и их систем	4/0,11	8/0,22	12/0,33
2	Интерполирование и аппроксимация функций	4/0,11	8/0,22	12/0,33
3	Численное интегрирование дифференциальных уравнений	4/0,11	8/0,22	12/0,33
4	Статистические методы обработки экспериментальных данных	5/0,14	10/0,28	15/0,42
	<b>Всего</b>	<b>17/0,47</b>	<b>34/0,94</b>	<b>51/1,42</b>

## Разделы дисциплины и виды занятий (ОЗФО)

Данные табл. 2 соответствуют аудиторной нагрузке, приведенной в табл. 1.

Таблица 2а

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час./з.е д.	Практ. зан., час./з.ед.	Всего час./з.ед.
<b>I семестр</b>				
1	Основные методы приближенного решения уравнений и их систем	4/0,11	8/0,22	12/0,33
2	Интерполирование и аппроксимация функций	4/0,11	8/0,22	12/0,33
3	Численное интегрирование дифференциальных уравнений	4/0,11	8/0,22	12/0,33
4	Статистические методы обработки экспериментальных данных	2/0,05	4/0,11	6/0,17
<b>Всего</b>		<b>14/0,38</b>	<b>28/0,77</b>	<b>42/1,16</b>

### 5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование дидактической единицы (раздела)	Содержание раздела
1	Основные методы приближенного решения уравнений и их систем	<p>Приближённые значения величин. Источники погрешностей. Классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Правила округления чисел. Погрешности выполнения действий над приближёнными числами.</p> <p>Погрешность вычислений по формулам.</p> <p>Основные методы приближенного решения уравнений и их систем: отделение корней; методы дихотомии, хорд, Ньютона, комбинированный хорд и касательных, итераций.</p>
2	Интерполирование и аппроксимация функций	<p>Задача о приближении функций. Интерполирование функций. Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Оценка погрешностей формул Лагранжа и Ньютона.</p> <p>Аппроксимация функций по методу наименьших квадратов: линейная и параболическая аппроксимация, аппроксимация в виде степенной и показательной функции.</p> <p>Численное дифференцирование функций на основе интерполяционных формул Лагранжа и Ньютона.</p>

3	Численное интегрирование дифференциальных уравнений	<p>Численное интегрирование. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона.</p> <p>Методы численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений: методы Эйлера, метод Рунге-Кутты.</p> <p>Методы численного интегрирования краевой задачи для линейных дифференциальных уравнений: метод конечных разностей, метод прогонки.</p>
3	Статистические методы обработки экспериментальных данных	<p>Статистические методы обработки экспериментальных данных. Элементы теории вероятностей: понятие вероятности, свойства вероятности, основные правила теории вероятностей и их следствия, законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин, функции распределения, числовые характеристики случайных величин.</p> <p>Некоторые законы распределения случайных величин: биномиальное, Пуассона, показательное, равномерное, нормальное.</p> <p>Распределение <math>\chi^2</math>, t-распределение Стьюдента.</p> <p>Простая статистическая совокупность, статистическое распределение и его графическое изображение. Числовые характеристики статистического распределения.</p> <p>Статистическое оценивание параметров распределения: точечные статистические оценки, интервальные оценки, доверительные интервалы для оценки математического ожидания и среднего квадратического отклонения нормального распределения.</p> <p>Элементы теории корреляции: основные понятия и определения. Линейная и нелинейная корреляции.</p>

### 5.3 Лабораторные занятия – не предусмотрены

### 5.4. Практические занятия

Табл. 5 составлена в соответствии с данными, приведенными в табл. 1 и 2

Таблица 5

Номера разделов дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ч/зач.ед.
1	<p>Основные методы приближённого решения уравнений: отделение корней; методы дихотомии, хорд, Ньютона, комбинированный хорд и касательных, итераций.</p> <p>Основные методы приближённого решения систем уравнений: точные методы решения систем линейных уравнений. Приближённое решение систем линейных уравнений методом Зейделя. Приближённое решение систем нелинейных уравнений методом итераций и методом Ньютона. Решение задач.</p>	8/0,22

2	<p>Задача интерполирования функций. Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Оценка погрешностей формул Лагранжа и Ньютона.</p> <p>Аппроксимация функций по методу наименьших квадратов: линейная и параболическая аппроксимация, аппроксимация в виде степенной и показательной функции.</p> <p>Численное дифференцирование функций на основе интерполяционных формул Лагранжа и Ньютона. Решение задач.</p>	8/0,22
3	<p>Методы численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений: методы Эйлера, метод Рунге-Кутты.</p> <p>Методы численного интегрирования краевой задачи для линейных дифференциальных уравнений: метод конечных разностей, метод прогонки. Решение задач.</p>	8/0,22
4	<p>Статистические методы обработки экспериментальных данных.</p> <p>Распределение <math>\chi^2</math>, t-распределение Стьюдента.</p> <p>Простая статистическая совокупность, статистическое распределение и его графическое изображение. Числовые характеристики статистического распределения.</p> <p>Статистическое оценивание параметров распределения: точечные статистические оценки, интервальные оценки, доверительные интервалы для оценки математического ожидания и среднего квадратического отклонения нормального распределения.</p> <p>Элементы теории корреляции: основные понятия и определения.</p> <p>Линейная и нелинейная корреляции. Решение задач.</p>	10/0,28
<b>Итого</b>		<b>34/0,94</b>

## 6. Организация самостоятельной работы магистрантов по дисциплине

На самостоятельную работу выносятся следующие вопросы (темы) разделов курса:

Таблица 6

№№ разделов курса	Наименования вопросов (темы)	Трудоемкость, ч/зач.ед.	
		ОФО	ОЗФО

1	Приближённые значения величин. Источники погрешностей. Классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Правила округления чисел. Погрешности выполнения действий над приближёнными числами.	14/0,38	20/0,55
2	Погрешность вычислений по формулам.	10/0,27	12/0,33
3	Численное интегрирование. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона.	12/0,33	12/0,33
4	Элементы теории вероятностей: понятие вероятности, свойства вероятности, основные правила теории вероятностей и их следствия, законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин, функции распределения, числовые характеристики случайных величин. Некоторые законы распределения случайных величин: биномиальное, Пуассона, показательное, равномерное, нормальное.	21/0,58	22/0,61

Одним из видов самостоятельной работы является выполнение контрольной работы (КР) по дисциплине.

Самостоятельная работа магистрантов организуется следующим образом:

- на 1-м практическом занятии руководителем занятий даются подробные пояснения о принятом в университете «Положении об аттестации студентов ГГНТУ» и «Регламенте балльно-рейтинговой оценки учебной деятельности магистранта по кафедре «Высшая и прикладная математика»;
- в конце каждого практического занятия студентам выдаётся домашнее задание, в которое включаются задания КР; в начале следующего занятия осуществляется проверка домашнего задания и даётся оценка его выполнению, которая учитывается при аттестации учебной деятельности студента;
- на лекционных занятиях в начале лекции проверяется работа студентов над материалом предыдущей лекции устным тестированием; оценки этого тестирования также учитываются при подведении итогов аттестации студентов;
- на каждой лекции проверяется изучение студентами материала, вынесенного на самостоятельную работу.

## 7. Оценочные средства

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ о проведении контроля знаний студентов ГГНТУ (г. Грозный). В балльно-рейтинговой системе установлены следующие виды контроля учебной деятельности



студентов: текущий контроль, промежуточный контроль, заключительный контроль (зачет или экзамен), итоговый междисциплинарный экзамен.

**Текущий контроль (ТК)** призван оценить прилежание студента в изучении данного предмета, и определяется посещаемостью лекций, оценкой, полученной на семинарах или лабораторных работах, количеством и значимостью допущенных ошибок при выполнении домашнего задания, курсовой работы и соответствием их графикам, установленным кафедрой и деканатом.

**Текущий контроль** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущим практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- письменные домашние задания;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача письменных контрольных и домашних заданий.

**Промежуточный контроль (ПК)** контроль студентов по результатам семестра по дисциплине проходит в форме зачета (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач) либо в сочетании различных форм (устный опрос, решения задач и пр.)

### **Критерии оценки знаний студента на зачете**

**Оценка «зачтено»** выставляется при условии правильного ответа студентом не менее чем 51 % изученного материала.

**Оценка «незачтено»** выставляется при условии правильного ответа студентом не менее чем 50 % изученного материала.

### **Контрольные вопросы**

Вопросы по дисциплине

1. Основные источники и классификация погрешностей.
2. Понятие абсолютной и относительной погрешностей
3. Понятие предельной абсолютной и предельной относительной погрешностей
4. Значащая цифра. Число верных знаков
5. Погрешность суммы
6. Погрешность разности
7. Погрешность произведения
8. Погрешность частного. Число верных знаков частного
9. Действия с приближенными величинами.
10. Многочлен Лагранжа
11. Погрешность формулы Лагранжа
12. Формула линейной интерполяции ( $n=1$ )
13. Формула квадратичной интерполяции ( $n=2$ )
14. Формула кубической интерполяции ( $n=3$ )
15. Первая интерполяционная формула Ньютона
16. Погрешность первой формулы Ньютона
17. Вторая интерполяционная формула Ньютона

18. Погрешность второй формулы Ньютона
19. Метод наименьших квадратов. Нахождение приближающей функции в виде линейной функции
20. Формула Ньютона – Котеса
21. Формула трапеций и ее погрешность
22. Метод Крамера решения СЛАУ
23. Метод Гаусса решения СЛАУ
24. Метод квадратного корня решения систем линейных уравнений
25. Отделение корней уравнения
26. Метод половинного деления для решения уравнений
27. Метод Ньютона для решения уравнений
28. Метод итерации для решения уравнений
29. Метод Эйлера (геометрический способ)
30. Элементы теории вероятностей: понятие вероятности, свойства вероятности, основные правила теории вероятностей и их следствия, законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин, функции распределения, числовые характеристики случайных величин.

## ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

### БИЛЕТ № 1

**Дисциплина «Численные методы решения задач химико-технологических процессов»**

#### Задание 1.

а) Число  $x$ , все цифры которого верны в строгом смысле, округлить до трех значащих цифр. Для полученного числа  $x_1 \approx x$  найдите предельную абсолютную и предельную относительную погрешности. В записи числа  $x_1$  укажите количество верных цифр.

б) Вычислите с помощью МК значение величины  $Z$  при заданных значениях параметров  $a$ ,  $b$  и  $c$ , используя «ручные» расчетные таблицы для пошаговой регистрации результатов вычислений, по способу границ

Номер варианта	$x$	$Z$	$a$	$b$	$c$
1	2,3143	$\sqrt{ab} / (b - 2c)$	3,4	6,22	0,149

#### Задание 2.

а) По заданной таблице значений функции

$X$	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$
$Y$	$Y_0$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$

составить формулу интерполяционного многочлена Лагранжа и Ньютона для неравноотстоящих узлов. (Таблица 1)

б) Вычислить значения заданной функции для промежуточного значения аргумента  $x$  с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа.

в) вычислить коэффициенты и составить формулы кубического сплайна с дополнительными условиями:  $S''(x_0) = S''(x_n) = 0$ . Результат интерполирования проверить путем вычисления значений сплайна в узловых узлах.

Таблица 1

Вариант	$X$	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y_0$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
1	3,8	-1	0	3	4	-3	5	2	-6

Преподаватель  
Зав.кафедрой ВиПМ

Гачаев А.М.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### ЛИТЕРАТУРА

#### Основная

1. Бахвалов Н. С. и др. Численные методы. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.
2. Бахвалов Н. С. Численные методы в задачах и упражнениях. – М.: Высшая школа, 2000.
3. Брановицкая С. В., Медведев Р. Б., Фиалков Ю. А. Вычислительная математика в химии и химической технологии. – Киев: Издательство «Вища школа», 1986.

#### Дополнительная

1. Цаев А. Б. Практикум по численным методам. – Грозный: ИПЦ ГГНТУ, 2013.
2. Васильев А.Н. Числовые расчеты в Excel: Учебное пособие – издат. Лань 2014.
3. Поршнев С.В.Б., Беленкова И.В. Численные методы на базе Mathcad – издат. ВNV. – 2005.
4. Рябенский В.С. Введение в вычислительную математику: учеб. пособие. – 2-е изд., искр. – М.: Физмат лит, 2000.
5. Шушкевич Г.Ч. Введение в Mathcad 2000: уч. Пособие – Гродно: ГрГУ, 2001.
6. Киреев В.И. Пантелеев А.В. Численные методы в примерах и задачах – М: ВШ, 2006.
7. Лапчик М.П., Рагулина М.И., Хеннер Е.К. Численные методы – М: АСАДЕМА, 2004

1. [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru)
2. <http://microsoft.com/>
3. <http://moodle.tsput.ru/course/>

Для качественной организации занятий в соответствии с разработанным курсом необходимо иметь возможность:

- 1) чтения лекций, в том числе с использованием мультимедийных средств обучения;
- 2) работы в компьютерном классе. На компьютерах должно быть установлено программное обеспечение:
  - a. интегрированная среда программирования;
  - b. текстовый редактор Microsoft Word
- 3) выхода студентов в образовательную систему MOODLE

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

За кафедрой закреплены: одна лекционная аудитория № 1-16, оснащённая таблицами и чертежами по линейной алгебре, элементам векторной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальному исчислению функций одной переменной, интегральному исчислению; аудитории № 2-27, 2-29, 2-31, 2-33, 2-35, 2-39, 2-08 для проведения практических занятий и аудитория № 2-12 – для использования в качестве компьютерного класса: компьютерное оборудование, пакет прикладных обучающих программ, электронная библиотека курса.

Ответственный исполнитель,  
заведующий кафедрой «Высшая и прикладная математика»

 Гачаев А.М.

Разработчик

 Гачаев А.М.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
«Химическая технология нефти и газа»

Махмудова Л. Ш.

Директор ДУМР



Магомаева М. А.