

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ:**

Первый проректор



Каракозов А. А.

« 31 » 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.04 Математические методы и модели в расчетах процессов  
химической технологии**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Химическая технология природных энергоносителей  
и углеродных материалов  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: бакалавриат  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная  
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	5	6
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4 / 144	4 / 144
Контактная работа (час.), в том числе:	72	18
лекции (час.)	34	6
лабораторные работы (час.)	34	6
практические (семинарские) занятия (час.)	0	0
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	36	108
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 18

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Математические методы и модели в расчетах процессов химической технологии» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (Направленность (профиль) – Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов) для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

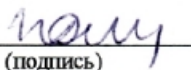
доцент кафедры «Химическая  
технология топлива»,  
к.х.н., доцент

  
(подпись)

Ошовский В. В.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Химическая технология топлива».

Протокол от «17» марта 2023 года № 8

Заведующий кафедрой  Дедовец И. Г.  
(подпись)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

Протокол от «24» 03 2023 года № 3

Председатель   
(подпись) Шаповалов В. В.

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Химическая технология топлива».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Химическая технология топлива».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Химическая технология топлива».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Химическая технология топлива».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Химическая технология топлива».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## **1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина рассматривает математические методы и модели, наиболее часто используемые в практике выполнения химико-технологических расчётов.

Цель дисциплины: сформировать у студента комплекс знаний об основных математических методах и навыков по их реализации для решения задач моделирования процессов и объектов химии и химической технологии.

Задачи дисциплины: сформировать представление о разнообразии математических методов и моделей, а также навыки их правильного выбора для решения задач химии и химической технологии; закрепить умение составлять алгоритм изучаемого метода и разрабатывать математические модели на его основе; выполнять их программную реализацию в среде пакета символьного программирования.

В результате изучения курса студент должен  
знать:

- основные численные методы, встречающиеся при реализации расчетных задач моделирования в химии и химической технологии;
- численные методы решения систем линейных алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений,
- методы численного решения уравнений в частных производных различных типов;
- методы нахождения определенных интегралов, и корней нелинейных уравнений, встречающихся при реализации задач моделирования в химии и химической технологии;

уметь:

- использовать методы вычислительной математики для решения производственных задач;
- профессионально подобрать наиболее подходящий из имеющихся численных методов для решения конкретной прикладной задачи химии и химической технологии;
- составить программу реализации разработанного математического метода, использовать соответствующие компьютерные программы для реализации, изученных математических методов, для решения задач химии и химической технологии;

владеть:

- навыками программной реализации математических методов и моделей на их основе в среде пакета символьного программирования.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен управлять технологическими процессами промышленного производства (ПК-3).

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками

образовательных отношений, Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Высшая математика», «Информатика», «Введение в специальность», «Основы инженерных знаний», «Основы научных исследований».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин: «Основы проектирования химических производств», «Компьютерные системы инженерного анализа и расчёта», «Процессы и аппараты переработки природных энергоносителей», «Химические реакторы», при выполнении научно-исследовательской работы, прохождении производственных практик, при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семин.)	СР
Тема 1. Математические методы и модели, их роль в инженерной деятельности	8 / 5	2 / 1	4 / 0	0 / 0	2 / 4
Тема 2. Погрешности численного решения задачи	4 / 10	2 / 0	0 / 0	0 / 0	2 / 10
Тема 3. Методы решения нелинейных уравнений	10 / 10	2 / 0	4 / 0	0 / 0	4 / 10
Тема 4. Применение методов решения нелинейных уравнений в прикладных задачах химии и химической технологии	6 / 13	2 / 1	0 / 0	0 / 0	4 / 12
Тема 5. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	10 / 15	2 / 1	4 / 2	0 / 0	4 / 12
Тема 6. Математические модели объектов химической технологии на основе СЛАУ	10 / 15	4 / 1	2 / 2	0 / 0	4 / 12
Тема 7. Методы решения систем дифференциальных уравнений	12 / 12	4 / 0	4 / 0	0 / 0	4 / 12
Тема 8. Динамические модели объектов химической технологии	24 / 14	10 / 0	10 / 0	0 / 0	4 / 14
Тема 9. Методы численного интегрирования.	12 / 12	4 / 0	4 / 0	0 / 0	4 / 12

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семин.)	СР
Тема 10. Применение методов численного интегрирования в прикладных задачах химии и химической технологии	8 / 10	2 / 0	2 / 0	0 / 0	4 / 10
Контактная работа (дополнительная)	4 / 6				
Курсовая работа (проект)					0 / 0
Итого по видам занятий	108/126	34 / 6	34 / 6	0 / 0	36 / 108
Контроль	36 / 18				
<b>ИТОГО:</b>	<b>144</b>				

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-3	Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

### 3.2 Лекции

Тема 1. Математические методы и модели, их роль в инженерной деятельности.

#### Содержание темы 1:

Понятия «модель» и «моделирование». Классификация моделей. Математическое моделирование. Виды математических моделей. Этапы разработки математической модели. Вычислительные методы, виды и их классификация. Обзор программного обеспечения для математического моделирования.

Литература к теме 1: [1, 2, 3, 4, 5].

Тема 2. Погрешности численного решения задачи.

#### Содержание темы 2:

Погрешности при вычислениях. Структура погрешности численного решения задачи. Источники погрешности. Рекомендации для снижения ошибок округления при использовании численных методов.

Литература к теме 2: [1, 4].

Тема 3. Методы решения нелинейных уравнений

#### Содержание темы 3:

Виды инженерных и научных задач, при решении которых используются численные методы решения нелинейных уравнений.

Приближенное решение нелинейных алгебраических уравнений. Метод дихотомии. Метод хорд. Метод Ньютона. Метод итераций. Комбинированные методы.

Литература к теме 3: [1, 3, 4, 5].

Тема 4. Применение методов решения нелинейных уравнений в прикладных задачах химии и химической технологии.

Содержание темы 4:

Задача о расчете термоЭДС термопары.

Задача об определении длины молекулы полимера.

Расчет эффективности разделения при ректификации.

Определение pH растворов слабых кислот.

Литература к теме 4: [1, 3, 4, 5].

Тема 5. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).

Содержание темы 5:

Прямые методы решения СЛАУ. Метод Крамера. Метод обратной матрицы. Метод Гаусса. Итерационные методы решения СЛАУ. Метод простой итерации. Метод Гаусса – Зейделя.

Литература к теме 5: [1, 3, 4, 5].

Тема 6. Математические модели объектов химической технологии на основе СЛАУ.

Содержание темы 6:

Математическая модель реактора идеального смешения.

Литература к теме 6: [2, 5, 6].

Тема 7. Методы решения систем дифференциальных уравнений.

Содержание темы 7:

Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Численные методы решения задачи Коши для ОДУ первого порядка. Метод Рунге-Кутты IV порядка. Метод конечных разностей для решения краевых задач для ОДУ.

Литература к теме 7: [1, 4, 5].

Тема 8. Динамические модели объектов химической технологии

Содержание темы 8:

Математические модели реакторов. Математические модели теплообменных процессов и аппаратов. Математические модели массообменных процессов и аппаратов. Модель распространения тепла в однородном металлическом стержне.

Литература к теме 8: [2, 5, 6].

Тема 9. Методы численного интегрирования.

Содержание темы 9:

Задача численного интегрирования. Метод прямоугольников и его разновидности. Метод трапеций. Метод Симпсона. Семейство методов Ньютона. Численное интегрирование методом Монте-Карло.

Литература к теме 9: [1, 4, 5].

Тема 10. Применение методов численного интегрирования в прикладных



задачах химии и химической технологии.

Содержание темы 10:

Задача о нагревании.

Задача о расчете теплоемкости металлов.

Моделирование строения сополимеров.

Литература к теме 10: [2, 5, 6].

### 3.3 Практические занятия

Практические занятия по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

### 3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Основные приёмы работы в пакете MathCAD	4 / 2	[2, 3, 7]
2	Решение нелинейных уравнений в пакете MathAD	4 / 0	[1, 2, 3, 4, 7]
3	Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса	2 / 2	[1, 2, 3, 4, 7]
4	Разработка математической модели реактора идеального смешения	4 / 2	[2, 3, 5, 6, 7]
5	Решение систем дифференциальных уравнений химической кинетики методом Рунге - Кутты IV порядка	4 / 0	[1, 2, 3, 4, 7]
6	Математические модели реакторов.	4 / 0	[2, 5, 6, 7]
7	Математические модели теплообменных процессов и аппаратов	2 / 0	[2, 5, 7]
8	Математические модели массообменных процессов и аппаратов	2 / 0	[2, 5, 7]
9	Модель распространения тепла в однородном металлическом стержне	2 / 0	[7]
10	Вычисление определенного интеграла численными методами	4 / 0	[1, 2, 3, 4, 7]
11	Моделирование строения сополимеров	2 / 0	[7]
<b>ИТОГО:</b>		<b>34 / 6</b>	

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн. / заочн.
1	Изучение лекционного материала	19 / 90
2	Подготовка к практическим занятиям	0 / 0
3	Подготовка к лабораторным работам	19 / 9
4	Выполнение курсового проекта	0 / 0
5	Выполнение курсовой работы	0 / 0
6	Выполнение индивидуального задания	0 / 9
<b>ИТОГО:</b>		<b>38 / 108</b>



### **3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание**

Курсовой проект по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Индивидуальное задание по дисциплине предусмотрено учебным планом для студентов заочной формы обучения.

Индивидуальное задание представляет собой контрольную работу, в которой студент в пакете MathCAD должен разработать математическую модель материально-теплого баланса каскада реакторов и с её помощью определить конструктивные параметры объектов химико-технологической системы, обеспечивающие максимальный выход целевого продукта.

Тематика индивидуального задания и рекомендации по его выполнению приведены в [9].

Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – 9 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210´297 мм).

## **4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций**

*Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

*Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, до-

- пущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
  - средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
  - продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
  - высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

### **Вопросы к экзамену:**

1. Понятия «модель» и «моделирование». Классификация моделей.
2. Математическое моделирование. Виды математических моделей.
3. Этапы разработки математической модели.
4. Вычислительные методы, виды и их классификация. Обзор программного обеспечения для математического моделирования.
5. Погрешности при вычислениях. Структура погрешности численного решения задачи.
6. Источники погрешности. Рекомендации для снижения ошибок округления при использовании численных методов.
7. Метод дихотомии. Теоретические положения, алгоритм.
8. Метод хорд. Теоретические положения, алгоритм.
9. Метод Ньютона. Теоретические положения, алгоритм.
10. Метод итераций. Теоретические положения, алгоритм.
11. Метод Гаусса. Теоретические положения, алгоритм.
12. Метод простой итерации. Теоретические положения, алгоритм.
13. Метод Гаусса – Зейделя. Теоретические положения, алгоритм.
14. Математическая модель реактора идеального смешения.
15. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).
16. Метод Кунге-Кутты IV порядка. Теоретические положения, алгоритм.
17. Метод конечных разностей для решения краевых задач для ОДУ.
18. Математические модели реакторов.
19. Математические модели теплообменных процессов и аппаратов.
20. Математические модели массообменных процессов и аппаратов.
21. Модель распространения тепла в однородном металлическом стержне.
22. Метод прямоугольников и его разновидности. Теоретические положения, алгоритм.
23. Метод трапеций. Теоретические положения, алгоритм.
24. Метод Симпсона. Теоретические положения, алгоритм.
25. Семейство методов Ньютона. Теоретические положения, алгоритм.
26. Численное интегрирование методом Монте-Карло. Теоретические положения, алгоритм.
27. Математическая модель строения сополимеров.

## Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 Программа подготовки: бакалавриат  
 Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология  
 Направленность (профиль): Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов  
 Семестр: 5  
 Учебная дисциплина: Математические методы и модели в расчетах процессов химической технологии

### БИЛЕТ № 2

1. Математическое моделирование. Виды математических моделей.
2. Метод Ньютона. Теоретические положения, алгоритм.

Утверждено на заседании кафедры «Химическая технология топлива»  
 Протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ 20\_\_ г.  
 Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Дедовец И. Г. Экзаменатор \_\_\_\_\_ Ошовский В. В.

### КРИТЕРИИ

#### оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Математические методы и модели в расчетах процессов химической технологии»  
 для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология  
 (Направленность (профиль) - Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов)

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 2 теоретических вопроса.  
 Правильный ответ на первый вопрос оценивается в 15 баллов.  
 Правильный ответ на второй вопрос оценивается в 30 баллов.  
 Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 2 баллов), допущены несущественные неточности (до 4 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 8 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости). При отсутствии правильного ответа на вопрос обучающийся получает ноль баллов.

Полученные баллы за ответ на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS.

Утверждено на заседании кафедры «Химическая технология топлива».  
 Протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ 20\_\_ г.  
 Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Дедовец И. Г.

### 4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Математические методы и модели в расчетах процессов химической технологии» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

**Текущий контроль** знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам заданий, выполняемых на лабораторных занятиях в течение семестра. Выполнение заданий с защитой отчёта, предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студен-

та к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт о лабораторной работе	5	Задание выполнено правильно, приведен анализ полученного результата. Содержание и оформление отчета соответствует требованиям.
	4	Задание выполнено в целом правильно, возникли трудности в объяснении полученных результатов. Имеются незначительные замечания к оформлению отчёта.
	3	Задание выполнено, допущены ошибки и возникли трудности в объяснении полученных результатов. Имеются замечания к оформлению отчёта.
Итого по лабораторным занятиям	55	Из расчёта 11 лабораторных работ. Оценивается каждая работа.
<b>ИТОГО</b>	<b>55</b>	Максимально возможное
Для студентов заочной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	5	Задание выполнено правильно, приведен анализ полученного результата. Содержание и оформление отчета соответствует требованиям.
	4	Задание выполнено в целом правильно, возникли трудности в объяснении полученных результатов. Имеются незначительные замечания к оформлению отчёта.
	3	Задание выполнено, допущены ошибки и возникли трудности в объяснении полученных результатов. Имеются замечания к оформлению отчёта.
Итого по лабораторным занятиям	10	Из расчёта 2 лабораторных работ. Оценивается каждая работа.
Выполнение индивидуального задания	35	Задание выполнено правильно, приведен анализ полученного результата.
	25 ... 34	Задание выполнено в целом правильно, есть замечания по оформлению.
	15 ... 24	При выполнении задания допущены ошибки, которые можно устранить. Есть замечания по оформлению.
Ответы на вопросы при защите	10	За ответы студента на защите индивидуального задания (5 вопросов, 2 балла за правильный ответ).
Итого за индивидуальное задание	45	Максимально возможное
<b>ИТОГО</b>	<b>55</b>	Максимально возможное

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 2 теоретических вопроса. Распределение баллов при оценивании ответов на задания экзаменационного билета приведено в таблице 2.

Правильный ответ на первый вопрос оценивается в 15 баллов.

Правильный ответ на второй вопрос оценивается в 30 баллов.

Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 2 баллов), допущены несущественные неточности (до 4 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 8 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости). При отсутствии правильного ответа на вопрос обучающийся получает ноль баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на задания экзаменационного билета	вопрос 1	15
	вопрос 2	30
<b>ИТОГО</b>		<b>45</b>

**Итоговая оценка** определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

На примере лабораторного занятия на тему «Решение нелинейных уравнений в пакете MathCAD». Вопросы при текущем опросе:

1. Назовите численные методы, применяемые для решения нелинейных уравнений.

2. В чем суть метода дихотомии?
3. В чем суть метода хорд?
4. Как выполняется локализация корня?
5. Как выбирается точка начального приближения в методе Ньютона?
6. Что выступает в качестве приближенного значения корня в методе Ньютона?
7. Как установить сходимость решения в методе простых итераций?
8. Назовите условие окончания поиска корня в методе дихотомии.
9. Назовите функции пакета MathCad, используемые для решения нелинейного уравнения.
10. Как организовать цикл итерационных вычислений в программном блоке пакета MathCad?

Ответы на вопросы учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

#### **4.5 Курсовое проектирование**

Курсовое проектирование по дисциплине учебным планом не запланировано.

## **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **I Основная литература**

1. Тарабаева, И.В. Численные методы. Прикладное программирование [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся образовательных учреждений высшего профессионального образования / И. В. Тарабаева ; И.В. Тарабаева ; ГОУВПО "ДОННТУ". - 5 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2018. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/19/cd8866.pdf>
2. Заварухин, С. Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов : учебное пособие / С. Г. Заварухин. – 2-е изд. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 86 с. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/91236.html>
3. Зайцев, А. А. Технологии обработки информации средствами системы компьютерной математики MathCAD [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А. А. Зайцев, А. А. Кудлаев ; А.А. Зайцев, А.А. Кудлаев. – 3 Мб. – Москва : Изд-во МИИГАиК, 2014. – 1 файл. – Систем. Требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/17/cd7323.pdf>

### **II Дополнительная литература**

4. Алексеев, Г. В. Математические методы в инженерии : учебно-методическое пособие / Г. В. Алексеев. - Санкт-Петербург : Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014. - 69 с. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/67259.html>



5. Расчеты и моделирование в химической технологии с применением Mathcad : учебное пособие / Т. В. Лаптева, Н. Н. Зиятдинов, С. А. Лаптев, Д. Д. Первухин. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 248 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/100601.html>
6. Общая химическая технология. Ч.1. Химические процессы и реакторы : учебное пособие / составители Ю. Б. Швалёв, Д. А. Горлушко. — 2-е изд. — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 187 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/96108.html>

## 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

7. Методические рекомендации для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Математические методы и модели в расчетах процессов химической технологии» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. «Химическая технология топлива»; сост. В. В. Ошовский. — 1 Мб. — Донецк : ГОУВПО «ДОННТУ», 2021. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента) <http://ed.donntu.ru/books/22/m8455.pdf>
8. Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине «Математические методы и модели в расчетах процессов химической технологии» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. «Химическая технология топлива»; сост. В.В. Ошовский. — 116 Кб. — Донецк : ГОУВПО «ДОННТУ», 2021. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента) <http://ed.donntu.ru/books/22/m8457.pdf>
9. Методические указания для выполнения индивидуального задания по дисциплине «Математические методы и модели в расчетах процессов химической технологии» : для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. химической технологии топлива ; сост. В. В. Ошовский. — 199 Кб. — Донецк : ГОУВПО «ДОННТУ», 2022. — 1 файл. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титул. экрана. <http://ed.donntu.ru/books/22/m8551.pdf>

### Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR BOOKS – <http://www.iprbookshop.ru>

## 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Лекционные занятия:

учебная аудитория №7.405 учебный корпус 7 для проведения занятий

лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: ноутбук, Операционная система Linux Ubuntu 18.04 (2018), LibreOffice 5.3.4 (2017), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты; плакаты с иллюстративным материалом).

### **7.2 Лабораторные занятия:**

компьютерный класс, аудитория №7.205 учебный корпус 7 для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций (мультимедийное оборудование: мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы компьютерные; демонстрационные плакаты; 10 ПК – Pentium III-650MHz/32Mb/4,3Gb/SVGA/ CD-R-48, Операционная система Linux Ubuntu 18.04 (2018), LibreOffice 5.3.4 (2017),; принтер HP LJ 1100; принтер HP-1100A; сканер HP SJ 4400; HUB SURECOM 8-ми портовый).

### **7.3 Самостоятельная работа:**

помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).