

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



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

03 20 23 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.07 Основы применения методов вычислительной математики в
электроэнергетических системах**
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления / специальности)

Направленность (профиль): Электроэнергетические системы и сети
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

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

Форма обучения	Очная	Очно- заочная	Заочная
Семестр	3, 4	3, 4	4, 5
Общая трудоёмкость в з.е./часах	5,5 (198)	5,5 (198)	5,5 (198)
Контактная работа (час.), в том числе	74	28	20
лекции (час.)	34	8	4
лабораторные работы (час.)	17	4	2
практические (семинарские) занятия (час.)	17	8	6
Самостоятельная работа (час.), в том числе	88	134	142
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	4/34	4/30	5/30
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен (36)	Экзамен (36)	Экзамен (36)

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Основы применения методов вычислительной математики в электроэнергетических системах» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электро-техника» (направленность (профиль) «Электроэнергетические системы и сети») для 2023 года приёма по очной, заочной и очно-заочной формам обучения.

Составитель:

доцент кафедры

«Электрические системы», к.т.н.

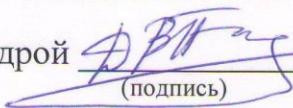

(подпись)

Булгаков А.А.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электрические системы».

Протокол от «07» 03 2023 года № 8

Заведующий кафедрой


(подпись)

Полковниченко Д.В.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от «23» 03 2023 года № 3

Председатель


(подпись)

Ткаченко С.Н.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические системы».

Протокол от «___» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические системы».

Протокол от «___» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические системы».

Протокол от «___» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: формирование у обучающихся комплекса знаний и умений по современным методам и алгоритмам вычислительной математики, подготовка обучающихся к восприятию специальных дисциплин и математического аппарата для моделирования электрических систем и инженерных исследований.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основы методов, которые применяются при решении задач математического моделирования режимов электроэнергетических систем и их элементов (основные численные методы, методы теории вероятностей и статистического анализа),

- методологию построения математических моделей электроэнергетических объектов;

- основы теории погрешностей;

уметь:

- применять методы прикладной математики для решения задач электроэнергетики;

- разрабатывать математические модели для исследования электрических систем и протекающих в них процессов;

владеть:

- практическими навыками выполнения расчетов и решения уравнений и их систем для моделирования процессов, протекающих в электрических сетях.

- практическими навыками выполнения аппроксимации и интерполяции исследуемых зависимостей.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способность моделировать объекты профессиональной деятельности с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования (ПК-2).

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 обучающийся приобрел при освоении предшествующих дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»: «Высшая математика», «Физика», «Информатика», «Современные пакеты прикладных программ», «Теоретические основы электротехники».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются обучающимся при выполнении курсовых работ по дисциплинам («Моделирование установившихся режимов в электрических системах»), изучении последующих дисциплин («Электрические системы и сети», «Моделирование установившихся режимов в электрических системах», «Электромагнитные переходные процессы в электрических системах»), при выполнении научно-исследовательской работы и прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ те мы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/очно-заочная/заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ. (Семина.)	Лабор.	СР
1	Введение. Элементы теории погрешностей	14	4/2/0	2/2/0	2/0/0	6/10/14
2	Приближенные методы решения нелинейных (алгебраических и трансцендентных) уравнений	16	4/2/2	2/2/2	4/0/0	6/12/12
3	Моделирование линейных электрических цепей. Методы решения систем линейных уравнений	20	6/0/0	2/2/2	2/0/0	10/18/18
4	Методы решения систем нелинейных уравнений	16	4/0/0	2/0/0	2/2/2	8/14/14
5	Приближение функций	16	6/2/0	3/0/0	3/0/0	4/14/16
6	Численное интегрирование и дифференцирование	18	4/0/0	2/0/0	0/0/0	12/18/18
7	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	22/24/24	6/2/2	4/2/2	4/2/0	8/18/20
Контактная работа (дополнительная)		6/8/8				
Курсовая работа (проект)		34/30/30				34/30/30
Итого по видам занятий		162	34/8/4	17/8/6	17/4/2	88/134/142
Контроль		36				
ИТОГО		198				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-2	Темы 1-7

3.2. Лекции

Тема 1. *Введение. Элементы теории погрешностей.*

Содержание темы 1:

Задачи курса. Его связь со специальными дисциплинами. Основные понятия и определения при моделировании электротехнических систем. Математическое подобие и моделирование в электроэнергетических задачах. Модели элементов электрических систем в расчетах установившихся и переходных режимов.

Точные и приближенные числа. Абсолютная и относительная погрешности.

Значимая цифра числа; верная значащая цифра. Действия с приближенными числами. Прямая и обратная задача теории погрешностей.

Литература к теме 1: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

Тема 2. *Приближенные методы решения нелинейных (алгебраических и трансцендентных) уравнений.*

Содержание темы 2:

Обособление корней. Определение количества действительных корней.

Определение области существования корней. Схема Горнера. Методы уточнения корней: половинного деления, хорд, касательных, комбинированный метод хорд и касательных, метод итераций.

Литература к теме 2: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#),]

Тема 3. *Моделирование линейных электрических цепей. Методы решения систем линейных уравнений.*

Содержание темы 3:

Формы записи систем линейных алгебраических уравнений и способы решения матричных уравнений. Прямые методы решения СЛАУ. Итерационные методы решения СЛАУ. Метод простой итерации. Метод Зейделя.

Литература к теме 4: [[1](#), [2](#), [3](#)]

Тема 4. *Методы решения систем нелинейных уравнений.*

Содержание темы 4:

Метод итераций. Метод Ньютона.

Литература к теме 4: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#)]

Тема 5. Приближение функций.

Содержание темы 5:

Способы задания функций. Формулирование задачи приближения функций.

Общая задача интерполяции. Интерполяционные формулы Ньютона, Гаусса, Стирлинга, Бесселя, Лагранжа, Сплайн-интерполяция. Оценка погрешностей интерполяционных формул. Математическая обработка данных. Общая задача аппроксимации (подбор эмпирической формулы). Методы уточнения коэффициентов эмпирической формулы (метод выбранных точек, метод средних, метод наименьших квадратов). Изменение координат.

Литература к теме 5: [[1](#), [2](#), [3](#), [5](#), [6](#)]

Тема 6. Численное интегрирование и дифференцирование.

Содержание темы 6:

Квадратурные формулы (прямоугольников, трапеций, парабол (Симпсона)).

Обобщенная формула Ньютона-Котеса. Точность квадратурных формул.

Практические способы оценки погрешности интегрирования (по остаточному члену; по правилу Рунге; экстраполяция по Ричардсону). Выбор шага интегрирования. Формулы приближенного дифференцирования, основанные на интерполяционных формулах Ньютона, Лагранжа, Стирлинга.

Литература к теме 6: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#)]

Тема 7. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

Содержание темы 7:

Задача Коши. Методы решения ДУ. Одношаговые методы решения задачи Коши: Эйлера, Эйлера Коши, Рунге-Кутта.

Литература к теме 7: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#), [5](#), [6](#), [7](#), [8](#)]

3.3. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/ очно- заочная /заочн	Литера- тура
1	Элементы теории погрешностей	2/0/0	[9]
2	Приближенные методы решения нелинейных уравнений	4/0/0	[9]
3	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений	2/0/0	[9]
4	Методы решения систем нелинейных уравнений	2/2/2	[9]
5	Приближение функций	3/0/0	[9]
6	Решение обыкновенных дифференциальных уравнений	4/2/0	[9]
ИТОГО		17/4/2	

3.4. Практические занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/ очно- заочная /заочн	Литера- тура
1	Элементы теории погрешностей	2/2/0	[10]
2	Приближенные методы решения нелинейных уравнений	2/2/2	[10]
3	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений	2/2/2	[10]
4	Методы решения систем нелинейных уравнений	2/0/0	[10]
5	Приближение функций	3/0/0	[10]
6	Численное интегрирование	2/0/0	[10]
7	Решение обычных дифференциальных уравнений	4/2/2	[10]
ИТОГО		17/8/6	

3.5. Самостоятельная работа

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	20/50/64
2	Подготовка к практическим занятиям	17/24/24
3	Подготовка к лабораторным работам	17/12/6
4	Выполнение курсового проекта	—
5	Выполнение курсовой работы	34/30/30
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	0/18/18
ИТОГО		88/134/142

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовая работа по дисциплине «Основы применения методов вычислительной математики в электроэнергетических системах» выполняется для практического закрепления навыков применения приближенных и численных методов математики при решении задач в электроэнергетических системах. Тематика курсовой работы – «Применение методов вычислительной математики для моделирования электрических цепей» (очная формы) [12] и «Применение методов вычислительной математики для решения уравнений и их систем» (заочная форма и очно-заочная) [13].

Курсовая работа для очной формы обучения содержит два задания: «Моделирование линейных электрических цепей постоянного тока» и «Моделирование переходного процесса в линейной электрической цепи постоянного тока».

В процессе выполнения курсовой работы обучающийся должен продемонстрировать умения:

- формулировать цель и задачи работы;
- обосновывать методы решения поставленных задач;
- разрабатывать структуру работы;

- работать с литературными источниками и статистическими данными;
- автоматизировать итерационные расчеты;
- формулировать результаты своей работы и давать им оценку.

Объем учебной нагрузки при выполнении курсовой работы – 36/32 часов (очн/заочн).

Рекомендуемый объем пояснительной записки по курсовой работе – не более 50 страниц формата А4 (210×297 мм).

Индивидуальное задание предусмотрено для обучающихся очно-заочной и заочной формы обучения в 4-м семестре. Индивидуальное задание состоит из 5-и задач, соответствующих темам дисциплины. Рекомендуемый объем индивидуального задания – не более 16 страниц формата А4 (210×297 мм). Задания и рекомендации к их выполнению приведены в методических указаниях для самостоятельной работы [11].

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, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать норма-

тивно-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: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену:

1. Основные понятия и определения при моделировании электротехнических систем.
2. Математическое подобие и моделирование в электроэнергетических задачах.
3. Модели элементов электрических систем в расчетах установившихся и переходных режимов.
4. Точные и приближенные числа. Абсолютная и относительная погрешности.
5. Значимая цифра числа; верная значащая цифра.
6. Действия с приближенными числами.
7. Прямая задача теории погрешностей.
8. Обратная задача теории погрешностей.
9. Обособление корней.
10. Определение количества действительных корней.
11. Определение области существования корней.
12. Схема Горнера.
13. Метод половинного деления для уточнения корней уравнения.
14. Метод хорд для уточнения корней уравнения.
15. Метод касательных для уточнения корней уравнения.
16. Комбинированный метод хорд и касательных для уточнения корней уравнения.
17. Метод итераций для уточнения корней уравнения.
18. Формы записи систем линейных алгебраических уравнений.
19. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).
20. Итерационные методы решения СЛАУ. Метод простой итерации.
21. Итерационные методы решения СЛАУ. Метод Зейделя.
22. Метод итераций для решения систем нелинейных уравнений (СНУ).
23. Метод Ньютона для решения систем нелинейных уравнений (СНУ).
24. Способы задания функций. Формулирование задачи приближения функций.
25. Общая задача интерполяции.
26. Интерполяционные формулы Ньютона, Гаусса,
27. Стирлинга, Бесселя, Лагранжа,
28. Сплайн-интерполяция.
29. Оценка погрешностей интерполяционных формул.
30. Общая задача аппроксимации (подбор эмпирической формулы).
31. Методы уточнения коэффициентов эмпирической формулы (метод выбранных точек, метод средних, метод наименьших квадратов).
32. Квадратурные формулы (прямоугольников, трапеций, парабол (Симпсона)).
33. Обобщенная формула Ньютона-Котеса.
34. Практические способы оценки погрешности интегрирования (по остаточному члену).

35. Практические способы оценки погрешности интегрирования (по правилу Рунге).
36. Практические способы оценки погрешности интегрирования (экстраполяция по Ричардсоному).
37. Выбор шага интегрирования.
38. Формулы приближенного дифференцирования, основанные на интерполяционных формулах Ньютона, Лагранжа, Стирлинга.
39. Задача Коши.
40. Метод Эйлера для решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).
41. Метод Эйлера Коши для решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).
42. Метод Рунге-Кутты для решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).

Пример экзаменационного билета:

БИЛЕТ №1

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования:	<i>Бакалавриат</i>
Направление подготовки (специальность):	<i>13.03.02.</i>
Профиль (магистерская программа, специализация):	<i>Электроэнергетические системы и сети</i>
Семестр:	<i>3-й</i>
Учебная дисциплина:	<i>Основы применения методов вычислительной математики в электроэнергетических системах</i>

БИЛЕТ № ____ 1 ____

1. Метод хорд для уточнения корней уравнения.
2. Определить абсолютную ошибку приближенного числа $a = 15,42$ по его относительной ошибке $\delta_a = 0,6\%$.
3. Запишите три итерационных шага расчета системы двух нелинейных уравнений по методу Ньютона:

$$\begin{aligned}x^2 + y &= 5; \\ x + y^2 &= 3.\end{aligned}$$

4. Вычислить определенный интеграл для функции $y = x^2 + 2x$ по формуле левых прямоугольников на отрезке $[0; 3]$ с шагом $h = 0,5$.

Утверждено на заседании кафедры	Электрические системы	
	(наименование кафедры полностью)	
Протокол	№	от
Зав. кафедрой		
	(подпись)	Полковниченко Д.В.
		(Ф.И.О.)
Экзаменатор		Булгаков А.А.
	(подпись)	(Ф.И.О.)

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

Экзамен проводится письменно по билетам. В каждом билете содержится один теоретический вопрос (задание №1) и три задачи (задания №2, №3 и №4 соответственно). Заданиям присваиваются следующие весовые коэффициенты: 0,1; 0,1, 0,15 и 0,15. Сумма весовых коэффициентов равна 0,5.

Ответ на каждое задание оценивается по 100-бальной шкале.

В случае теоретического вопроса оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если:

- в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов),
- допущены несущественные неточности (до 10 баллов),
- допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов),
- при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости).

В случае задачи оценка «100» ставится в случае представления полного решения с правильным ходом и точным ответом, при верном указании единиц измерения всех физических величин, наличии поясняющих комментариев к расчету и выполненном полном анализе результатов (если требуется). Баллы снимаются, если:

- в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат (до 15 баллов),
- неверно указаны или не указаны единицы измерения физических величин (до 15 баллов),
- допущены отдельные неточности в ходе решения, не исказившие ход решения в целом (до 25 баллов),
- неточность численных результатов (до 15 баллов),
- ошибки в анализе результатов (до 20 баллов).

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма произведений оценок за каждое задание на их весовой коэффициент и округляется до целого значения в большую сторону.

Пример расчета итоговой оценки по экзаменационному билету. В билете имеется четыре задания с весовыми коэффициентами 0,1, 0,1, 0,15 и 0,15. Пусть оценки за каждое задание по 100-бальной шкале составили: 60, 90, 70 и 85, соответственно. Тогда итоговая оценка по экзамену составляет: $0,1 \cdot 60 + 0,1 \cdot 90 + 0,15 \cdot 74 + 0,15 \cdot 85 = 38,8 \approx 39$ баллов.

4.3 Критерии оценивания

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам практических занятий, лабораторных работ; студента заочной и очно-заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы.

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента 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 по лабораторной работе	2	Задание выполнено правильно, решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	1	Задание выполнено в целом правильно, решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	34	Из расчёта 17 аудиторных занятий для проведения лабораторных работ. Оценивается каждое занятие.
Контрольные опросы на лекциях	4	Полные аргументированные ответы на поставленные вопросы
	2	Неполное раскрытие вопросов
Итого по контрольным опросам на лекциях (максимально возможное)	16	Из расчёта проведения 4-х опросов. Оценивается каждый опрос.
ИТОГО:	50	Максимально возможное
Для студентов заочной и очно-заочной форм обучения		
Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)	50	При выполнении задания приняты правильные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена без замечаний
	30	Задание выполнено в целом правильно, но решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению.
ИТОГО:	50	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя один теоретический вопрос и три задачи. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студен-

том знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае, если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается меньшее количество баллов в соответствии с вышеприведенными критериями. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	Теоретический вопрос	10
	Задача 1	10
	Задача 2	15
	Задача 3	15
ИТОГО:		50

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 занятиях

На примере темы «Элементы теории погрешностей»

1. Что называют абсолютной погрешностью? Относительной погрешностью? Предельными абсолютной и относительной погрешностями?

2. Дайте определение значимой и верной значимой цифры числа.

3. Какую цифру приближенного числа считают сомнительной?
 4. Как можно выполнить оценку погрешностей?
 5. Сформулируйте общую задачу теории погрешностей.
 6. Какое предположение положено в идею получения решения обратной задачи теории погрешностей?
 7. Как оценить абсолютную и относительную погрешности функции по известным абсолютным погрешностям аргументов?
 8. Как определить погрешности математических действий с приближенными числами?
 9. Являются ли формулы для определения погрешностей математических действий точными?
 10. Сформулируйте обратную задачу теории погрешностей.
- Текущий контроль** знаний обучающихся производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения занятий (15 минут в начале занятия).

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Зенков А.В. Численные методы : учебное пособие / Зенков А.В.. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 124 с. — ISBN 978-5-7996-1781-3. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/68315.html> (дата обращения: 06.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Гильмутдинов Р.Ф. Численные методы : учебное пособие / Гильмутдинов Р.Ф., Хабибуллина К.Р.. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 92 с. — ISBN 978-5-7882-2427-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95068.html> (дата обращения: 06.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Мокрова Н.В. Численные методы в инженерных расчетах : учебное пособие / Мокрова Н.В., Суркова Л.Е.. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 91 с. — ISBN 978-5-4486-0238-2. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/71739.html> (дата обращения: 06.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

II Дополнительная литература

4. Тарасов В.Н. Численные методы. Теория, алгоритмы, программы : учебное пособие / Тарасов В.Н., Бахарева Н.Ф.. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 266 с. — ISBN 5-7410-0451-2. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/71903.html> (дата обращения: 06.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5. Бояршинов М.Г. Вычислительные методы алгебры и анализа : учебное пособие / Бояршинов М.Г.. — Саратов : Вузовское образование, 2020. — 225 с. — ISBN 978-5-4487-0687-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93065.html> (дата обращения: 06.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6. Козловский В.Н. Теоретические основы электротехники. Ч.1. Численные методы анализа установившихся режимов в линейных электрических цепях : учебное пособие / Козловский В.Н., Шакурский М.В.. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 56 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90935.html> (дата обращения: 06.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей/

7. Батищев Р.В. Численные методы : учебное пособие / Батищев Р.В.. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 73 с. — ISBN 978-5-88247-900-7. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/88750.html> (дата обращения: 06.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

8. Вагер Б.Г. Численные методы : учебное пособие / Вагер Б.Г.. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 152 с. — ISBN 978-5-9227-0786-2. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78584.html> (дата обращения: 06.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

9. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Основы применения методов вычислительной математики в электроэнергетических системах" [Электронный ресурс] : для обучающихся направления подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" (профиль подготовки "Электроэнергетические системы и сети") всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электр. систем ; сост. А. А. Булгаков. - 424 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

<http://ed.donntu.ru/books/22/m8678.pdf>

10. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Основы применения методов вычислительной математики в электроэнергетических системах" [Электронный ресурс] : для обучающихся направления подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" (профиль подготовки "Электроэнергетические системы и сети") всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электр. систем ; сост. А. А. Булгаков. - 579 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

<http://ed.donntu.ru/books/22/m8682.pdf>

11. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине "Основы применения методов вычислительной математики в электроэнергетических

системах" [Электронный ресурс] : для обучающихся направления подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" (профиль подготовки "Электроэнергетические системы и сети") всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электр. систем ; сост. А. А. Булгаков. - 334 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

<http://ed.donntu.ru/books/22/m8679.pdf>

12. Методические указания к курсовой работе по дисциплине "Основы применения методов вычислительной математики в электроэнергетических системах" [Электронный ресурс] : для обучающихся направления подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" (профиль подготовки "Электроэнергетические системы и сети") очной формы обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электр. систем ; сост. А. А. Булгаков. - 438 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

<http://ed.donntu.ru/books/22/m8680.pdf>

13. Методические указания к курсовой работе по дисциплине "Основы применения методов вычислительной математики в электроэнергетических системах" [Электронный ресурс] : для обучающихся направления подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" (профиль подготовки "Электроэнергетические системы и сети") заочной и очно-заочной форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электр. систем ; сост. А. А. Булгаков. - 397 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

<http://ed.donntu.ru/books/22/m8681.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 лаборатория №8.506а, учебный корпус 8, для проведения занятий лекционного типа, лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: С II-700tray (ОС - Windows XP Professional x86 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), SMathStudio-0.98 (бесплатная версия), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические).

7.2 Лабораторные работы:

Дисплейный класс №8.512а, учебный корпус 8, для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютеры Cel/2.53GHz/512Mb/40Gb, Cel/2.53GHz/256Mb/40Gb, Intel Pentium 4 3Ghz/512M, Core i3 3.0 Ghz (ОС - Windows XP Professional x86 и Windows 7 (академическая

подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), SMATHStudio-0.98 (бесплатная версия), Mathcad Express (бесплатная версия), LibraCAD 2.1 (бесплатная лицензия), FreeMat (бесплатная лицензия) Digsilent PowerFactory 14.0 (лицензия), мониторы TFT-17'', мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска передвижная, столы аудиторные, стулья ученические).

7.3 Практические занятия:

Дисплейный класс №8.512а, учебный корпус 8, для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютеры Cel/2.53GHz/512Mb/40Gb, Cel/2.53GHz/256Mb/40Gb, Intel Pentium 4 3Ghz/512M, Core i3 3.0 Ghz (ОС - Windows XP Professional x86 и Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), SMATHStudio-0.98 (бесплатная версия), Mathcad Express (бесплатная версия), LibraCAD 2.1 (бесплатная лицензия), FreeMat (бесплатная лицензия) Digsilent PowerFactory 14.0 (лицензия), мониторы TFT-17'', мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска передвижная, столы аудиторные, стулья ученические).

7.4 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).