

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Заболотный, Г.И. / Заболотный
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 29.05.2026 04:58:03
Уникальный программный ключ:
476db7d4accb36ef8130172be235477473d63457266ce26b7e9e40f733b8b08

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор филиала ФГБОУ ВО
"СамГТУ" в г. Новокуйбышевске

_____ / Г.И. Заболотный

" ____ " _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.02.02 «Математическое моделирование в электроэнергетике и электротехнике»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Электроэнергетика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2026
Институт / факультет	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
Выпускающая кафедра	кафедра "Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)
Кафедра-разработчик	кафедра "Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)
Объем дисциплины, ч. / з.е.	180 / 5
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

Б1.О.02.02 «Математическое моделирование в электроэнергетике и электротехнике»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 144 от 28.02.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Профессор, доктор физико-
математических наук,
профессор

(должность, степень, ученое звание)

А.И Жданов

(ФИО)

Заведующий кафедрой

А.А. Складчиков, кандидат
технических наук

(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета
факультета / института (или учебно-
методической комиссии)

Е.Т Демидова, кандидат
юридических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

Руководитель образовательной
программы

А.А. Складчиков, кандидат
технических наук

(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	5
4.1 Содержание лекционных занятий	5
4.2 Содержание лабораторных занятий	8
4.3 Содержание практических занятий	8
4.4. Содержание самостоятельной работы	10
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)	12
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения	12
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем	12
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	13
9. Методические материалы	13
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)	15

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Фундаментальная подготовка	ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.8 Применяет методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Владеть - способностью формулировки задач анализа, а также аналитических и численных методов решения уравнений ММ ЭЭС.
			Знать о методах моделирования, теоретического и экспериментального исследования
			Уметь формулировать требования к изучению процессов на их математических моделях или при постановке экспериментов, применять методы получения моделей различных аспектов и уровней, представлять результаты математического моделирования в презентабельном виде

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **базовая часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ОПК-3	Математика; Физика; Химия	Учебная практика: профилирующая практика	Государственная итоговая аттестация: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	4 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	64	64
Лекции	32	32
Практические занятия	32	32
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	80	80
выполнение задач, заданий, упражнений (в том числе разноуровневых)	44	44
подготовка к экзамену	36	36
Контроль	36	36
Итого: час	180	180
Итого: з.е.	5	5

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Теория математического моделирования	12	0	0	58	70
2	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	20	0	32	22	74
	Контроль	0	0	0	0	36
	Итого	32	0	32	80	180

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
4 семестр				

1	Теория математического моделирования	Проведение натурального эксперимента с использованием современных средств исследований.	Технические средства проведения натурального эксперимента. Общая характеристика технических средств. Классификация технических средств, в зависимости от типа объектов исследования.	2
2	Теория математического моделирования	Организация натурального эксперимента на действующих образцах и физических моделях.	Методология экспериментальных исследований. Выбор и составление плана эксперимента. Планирование эксперимента для решения оптимизационных задач.	2
3	Теория математического моделирования	Планирование машинных экспериментов с моделями систем	Методы планирования экспериментов. Стратегическое планирование машинных экспериментов с моделями. Тактическое планирование машинных экспериментов с моделями. Обработка и анализ результатов моделирования. Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем на ЭВМ. Анализ и интерпретация результатов машинного моделирования. Обработка результатов машинного эксперимента при синтезе систем.	2
4	Теория математического моделирования	Постановка задач оптимизации и методы поиска оптимальных решений	Общая постановка и классификация задач оптимизации. Классификация методов оптимизации. Детерминистские методы оптимизации. Стохастические методы оптимизации. Выбор метода решения задачи оптимального проектирования.	2
5	Теория математического моделирования	Методология математического моделирования.	Методология математического моделирования.	2
6	Теория математического моделирования	Общие вопросы теории моделирования	Основные понятия моделирования. Принципы системного подхода в моделировании систем. Классификация видов моделирования систем.	2
7	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Исследование процесса нагрева цилиндрической загрузки в продольном магнитном поле.	Математическое моделирование процесса индукционного нагрева цилиндрической загрузки. Математическое моделирование электромагнитного поля в индукционной системе «индуктор-загрузка». Математическое моделирование теплового поля в цилиндрической загрузке. Численное исследование режимов нагрева цилиндрической загрузки в трехфазном индукционном нагревателе методического действия. Общая постановка задачи оптимального проектирования УИН. Решение задачи параметрической оптимизации. Выбор критериев оптимальности. Границы применения различных методов оптимального проектирования УИН. Эффективность оптимального проектирования УИН	2

8	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Исследование процессов МГД перемешивания расплавов в миксерах и транспортных ковшах.	Краткий обзор численных методов. Методы и средства математического анализа. Физическое моделирование.	2
9	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Моделирование линейных электродвигателей импульсного действия в составе магнито-импульсных устройств.	Обзор типов импульсных устройств. Принцип действия магнитоимпульсного устройства (МИУ). Индукционно-динамический двигатель. Электромагнитный двигатель. Описание лабораторных двигателей МИУ. Моделирование ЛЭИД в составе МИУ в приложении Simulink к пакету Matlab.	2
10	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Моделирование электромеханических преобразователей.	Моделирование двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Расчет и построение характеристик двигателей постоянного тока независимого (параллельного) возбуждения (ДГПТ НВ).	2
11	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Основы моделирования электрических аппаратов.	Основные сведения. Моделирование электромагнита с учетом насыщения магнитной цепи. Моделирование электромагнита с учетом изменения геометрии магнитной цепи. Уточненная модель электромагнита с учетом изменения геометрии и насыщения магнитной цепи.	2
12	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Структурное моделирование в электрических цепях.	Описание структурного метода. Методы синтеза динамических моделей цепей. Моделирование электрических цепей.	2
13	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Математическое моделирование режимов силовых цепей ЭТУ.	Особенности компенсации реактивной мощности ЭТУ. Построение математических моделей силовых цепей. Моделирование динамических режимов силовых цепей ЭТУ. Моделирование установившихся режимов силовых цепей ЭТУ.	2
14	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Моделирование динамических цепей активными RC-цепями.	Формирование уравнений для построения модели RC-цспи. Построение модели RC-цспи. Исследование модели в частотной и временной области.	2
15	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Применение основных методов и их машинная реализация.	Применение метода переменных состояния. Применение узлового анализа. Модели цепи в базисе расширенных узловых уравнений. Идеальные приемники электрической энергии. Идеальные источники электрической энергии. Управляемые источники электрической энергии. Идеальные электрические ключи. Многополюсник (макромодель).	2

16	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Общие сведения о моделировании электрических цепей.	Краткий обзор и классификация моделирующих программ. Общие сведения о вычислителях моделирующих программ. Понятие о структурном моделировании. Методология математического моделирования цепей.	2
Итого за семестр:				32
Итого:				32

4.2 Содержание лабораторных занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
4 семестр				
1	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Простейшие модели случайных и детерминированных систем	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
2	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Простейшие модели случайных и детерминированных систем (продолжение)	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
3	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Математические методы анализа статической устойчивости установившихся режимов ЭЭС	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
4	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Математические методы анализа статической устойчивости установившихся режимов ЭЭС (продолжение)	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
5	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Математические модели метауровня Синтез и анализ логических схем	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
6	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Математические модели метауровня Синтез и анализ логических схем (продолжение)	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
7	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Моделирование процессов в электрической цепи с нелинейным элементом	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2

8	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	электроэнергетике и электротехнике Моделирование процессов в электрической цепи с нелинейным элементом (продолжение)	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
9	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Расчет установившегося режима электроэнергетических систем на основе линейных математических моделей (продолжение)	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
10	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Расчет установившегося режима электроэнергетических систем на основе линейных математических моделей	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
11	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Моделирование процессов в зарядки конденсатора в цепи однополупериодного выпрямителя (продолжение)	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
12	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Моделирование процессов в зарядки конденсатора в цепи однополупериодного выпрямителя	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
13	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Моделирование переходных и установившихся режимов в электрической цепи первого порядка (продолжение)	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
14	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Моделирование переходных и установившихся режимов в электрической цепи первого порядка	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
15	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Применение математического моделирования для решения электротехнических задач (Продолжение)	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
16	Моделирование в электроэнергетике и электротехнике	Применение математического моделирования для решения электротехнических задач	Краткие теоретические сведения. Задание на выполнение. Вопросы.	2
Итого за семестр:				32

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
4 семестр			
Теория математического моделирования	Ответы на вопросы по темам раздела	<p>ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ МОДЕЛИРОВАНИЯ. Общие вопросы теории моделирования. Основные понятия моделирования. Принципы системного подхода в моделировании систем. Классификация видов моделирования систем. Методология математического моделирования. Постановка задач оптимизации и методы поиска оптимальных решений. Общая постановка и классификация задач оптимизации. Классификация методов оптимизации. Детерминистские методы оптимизации. Стохастические методы оптимизации. Выбор метода решения задачи оптимального проектирования. Планирование машинных экспериментов с моделями систем. Методы планирования экспериментов. Стратегическое планирование машинных экспериментов с моделями. Tактическое планирование машинных экспериментов с моделями. Обработка и анализ результатов моделирования. Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем на ЭВМ. Анализ и интерпретация результатов машинного моделирования. Обработка результатов машинного эксперимента при синтезе систем. Организация натурального эксперимента на действующих образцах и физических моделях. Методология экспериментальных исследований. Выбор и составление плана эксперимента. Планирование эксперимента для решения оптимизационных задач. Проведение натурального эксперимента с использованием современных средств исследований. Технические средства проведения натурального эксперимента. Общая характеристика технических средств. Технические средства от фирмы National Instruments. Классификация технических средств, в зависимости от типа объектов исследования. 11 программных средства от фирмы National Instruments.</p>	22
Теория математического моделирования	Подготовка к экзамену	Подготовка по всем темам разделов дисциплины.	36

<p>Моделирование в электроэнергетике и электротехнике</p>	<p>Ответы на вопросы по темам раздела</p>	<p>Общие сведения о моделировании электрических цепей. Краткий обзор и классификация моделирующих программ. Общие сведения о вычислителях моделирующих программ. Понятие о структурном моделировании. Методология математического моделирования цепей. Применение основных методов и их машинная реализация. Применение метода переменных состояния. Применение узлового анализа. Модели цепи в базисе расширенных узловых уравнений. Идеальные приемники электрической энергии. Идеальные источники электрической энергии. Управляемые источники электрической энергии. Идеальные электрические ключи. Многополюсник (макромодель). Моделирование динамических цепей активными RC- цепями. Формирование уравнений для построения модели RC-цпи. Построение модели RC-цпи. Исследование модели в частотной и временной области. Математическое моделирование режимов силовых цепей ЭТУ. Особенности компенсации реактивной мощности ЭТУ. Построение математических моделей силовых цепей. Моделирование динамических режимов силовых цепей ЭТУ. Моделирование установившихся режимов силовых цепей ЭТУ. Структурное моделирование в электрических цепях. Описание структурного метода. Методы синтеза динамических моделей цепей. Моделирование электрических цепей. Основы моделирования электрических аппаратов. Основные сведения. Моделирование электромагнита с учетом насыщения магнитной цепи. Моделирование электромагнита с учетом изменения геометрии магнитной цепи. Уточненная модель электромагнита с учетом изменения геометрии и насыщения магнитной цепи. Моделирование электромеханических преобразователей. Моделирование двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Расчет и построение характеристик двигателей постоянного тока независимого (параллельного) возбуждения (ДГПТ НВ). Моделирование линейных электродвигателей импульсного действия в составе магнитоимпульсных устройств. Обзор типов импульсных устройств. Принцип действия магнитоимпульсного устройства (МИУ). Индукционно-динамический двигатель. Электромагнитный двигатель. Описание лабораторных двигателей МИУ. Моделирование ЛЭИД в составе МИУ в приложении Simulink к пакету Matlab. Исследование процессов МГД перемешивания расплавов в миксерах и транспортных ковшах. Краткий обзор численных методов. Методы и средства математического анализа. Физическое моделирование. Исследование процесса нагрева цилиндрической загрузки в продольном магнитном поле. Математическое моделирование процесса индукционного нагрева цилиндрической загрузки. Математическое моделирование электромагнитного поля в индукционной системе «индуктор-загрузка». Математическое моделирование теплового поля в цилиндрической загрузке. Численное исследование режимов нагрева цилиндрической загрузки в трехфазном индукционном нагревателе методического действия. Общая постановка задачи оптимального проектирования УИН. Решение задачи параметрической оптимизации. Выбор критериев оптимальности. Границы применения различных методов оптимального проектирования УИН. Эффективность оптимального проектирования УИН.</p>	<p>22</p>
---	---	---	-----------

Итого за семестр:	80
Итого:	80

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Бернас, С. Математические модели элементов электроэнергетических систем : Пер.с пол. / С.Бернас,З.Цек.- М., Энергоиздат, 1982.- 313 с.	Книжный фонд
2	Математическое моделирование источников энергоснабжения промышленных предприятий / А. И. Зайцев [и др.]- М., Энергоатомиздат, 1991.- 151 с.	Книжный фонд
Дополнительная литература		
3	Моделирование задач электрификации и электроэнергетики : сб.науч.тр. / Гос. н.-и. энергет. ин-т им. Г. М. Кржижановского; ред. А. С. Некрасов.- М., ЭНИН, 1985.- 192 с.	Книжный фонд

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Mathcad	PTC (Зарубежный)	Лицензионное
2	MATLAB	MathWorks (Зарубежный)	Лицензионное
3	Multisim	National Instruments (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	eLIBRARY.ru	http://www.eLIBRARY.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации (с мультимедийным оборудованием) укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Практические занятия

Аудитория для практических и семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук), с выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СамГТУ. Аудитория оборудована специализированной мебелью: столы и стулья для обучающихся; стол и стул для преподавателя, доска.

- компьютерные классы (ауд. 101, 102, 111, 201, 311,401, 404).

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- Кабинет для текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций ауд. 212;
- Кабинет для самостоятельной работы, аудитория 304;
- компьютерные классы (ауд. 101, 102, 111, 201, 311,401, 404).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершённой. Нужно еще восстановить отдельные места,

проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.О.02.02 «Математическое моделирование в
электроэнергетике и электротехнике»

**Фонд оценочных средств
по дисциплине**

Б1.О.02.02 «Математическое моделирование в электроэнергетике и электротехнике»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Электроэнергетика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2026
Институт / факультет	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
Выпускающая кафедра	кафедра "Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)
Кафедра-разработчик	кафедра "Электроэнергетика, электротехника и автоматизация технологических процессов" (НФ- ЭЭиАТП)
Объем дисциплины, ч. / з.е.	180 / 5
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Экзамен

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной
программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Фундаментальная подготовка	ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.8 Применяет методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Владеть - способностью формулировки задач анализа, а также аналитических и численных методов решения уравнений ММ ЭЭС.
			Знать о методах моделирования, теоретического и экспериментального исследования
			Уметь формулировать требования к изучению процессов на их математических моделях или при постановке экспериментов, применять методы получения моделей различных аспектов и уровней, представлять результаты математического моделирования в презентабельном виде

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Теория математического моделирования				
ОПК-3.8 Применяет методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Уметь формулировать требования к изучению процессов на их математических моделях или при постановке экспериментов, применять методы получения моделей различных аспектов и уровней, представлять результаты математического моделирования в презентабельном виде	Билеты	Да	Да

	Владеть - способностью формулировки задач анализа, а также аналитических и численных методов решения уравнений ММ ЭЭС.	Билеты	Да	Да
	Знать о методах моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Билеты	Да	Да
Моделирование в электроэнергетике и электротехнике				
ОПК-3.8 Применяет методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Уметь формулировать требования к изучению процессов на их математических моделях или при постановке экспериментов, применять методы получения моделей различных аспектов и уровней, представлять результаты математического моделирования в презентабельном виде	Билеты	Да	Да
	Знать о методах моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Билеты	Да	Да
	Владеть - способностью формулировки задач анализа, а также аналитических и численных методов решения уравнений ММ ЭЭС.	Билеты	Да	Да

Типовые задания для промежуточной аттестации по дисциплине
[Математическое моделирование в электроэнергетике и электротехнике]
(шифр и наименование дисциплины)
[для направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»]
(шифр и наименование направления подготовки, специальности)
[2025 ГОД ПРИЕМА]
(год приема на образовательную программу)

Контролируемая (ые) компетенция(и):

[ПК-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения и (или) электроэнергетических систем]
(шифр и наименование компетенции(й))

Спецификация тестовых заданий

Содержание дисциплины (разделы / темы)	Число заданий										
	закрытые			открытые				комбинированные		всего	
	однозначный выбор варианта ответа	многозначный выбор варианта ответа	задание на сопоставление	задание на установление правильной последовательности	задания на дополнение	задания с развернутым ответом	практико-ориентированные задания	Задания с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	Задания с выбором нескольких ответов и обоснованием выбора ответов		
Тема 1. Проведение натурального эксперимента	1	1	1							3	
Тема 2. Организация натурального эксперимента	1	1		1						3	
Тема 3. Планирование машинных экспериментов	1	1			1					3	
Тема 4. Постановка задач оптимизации	1	1				1				3	
Тема 5. Методология математического моделирования	1		1							2	
Тема 6. Общие вопросы теории моделирования	1	1					1			3	
Тема 7. Исследование нагрева цилиндрической загрузки	1	1						1		3	
Тема 8. Исследование МГД перемешивания	1		1						1	3	
Тема 9. Моделирование ЛЭИД в МИУ	1	1			1					3	
Тема 10. Моделирование электромеханических преобразователей	1	1		1						3	
Тема 11. Основы моделирования электрических аппаратов	1		1			1				3	
Тема 12. Структурное моделирование в электрических цепях	1	1					1			3	
Тема 13. Моделирование режимов силовых цепей ЭТУ	1	1						1		3	
Тема 14. Моделирование динамических цепей RC-цепями	1		1		1					3	
Тема 15. Применение методов и машинная реализация	1	1		1						3	
Тема 16. Общие сведения о моделировании электрических цепей	1	1							1	3	
ИТОГО	16	10	4	2	3	2	2	2	2	2	45

Количество заданий в комплекте оценочных материалов

Код компетенции	Наименование компетенции	Количество заданий
-----------------	--------------------------	--------------------

ПК-1	Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения и (или) электроэнергетических систем	60
------	--	----

Сценарии выполнения диагностических заданий

Тип задания	Последовательность действий при выполнении задания
Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1. Внимательно прочитать текст задания. 2. Выбрать единственный вариант ответа из предложенных.
Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	1. Внимательно прочитать текст задания. 2. Выбрать несколько вариантов ответа из предложенных.
Задание закрытого типа на установление соответствия	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов. 2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 - вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 - утверждения, свойства объектов и т.д. 3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов. 4. Записать буквы вариантов ответа (например, АБВГ)
Задание закрытого типа на установление последовательности	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Построить верную последовательность из предложенных элементов. 4. Записать буквы вариантов ответа в нужной последовательности без пробелов и знаков препинания (например, БВА)
Задание открытого типа на дополнение	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается недостающее дополнение. 2. Определить какой информации не хватает. 3. Внесение пропущенного слова. 4. Записать в ответ только дополнение.
Задание открытого типа с развернутым ответом	1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. 2. Продумать логику и полноту ответа. 3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4. В случае расчетной задачи записать решение и ответ.
Задание комбинированного типа: практико-ориентированные задания	1. Внимательно прочитать текст задания. 2. Выполните указанные в задания действия
Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один ответ, наиболее верный. 4. Записать только букву выбранного варианта ответа. 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа
Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием выборов ответов	1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать несколько верных вариантов ответов. 4. Записать последовательно буквы выбранных вариантов без пробелов и знаков препинания (например, АБВ). 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор каждого из ответов

Система оценивания заданий

Указания по оцениванию	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)
Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа считается верным, если правильно определен вариант ответа	За правильный вариант ответа начисляется 1 балл
Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа считается верным, если правильно определены все варианты ответа	За правильный вариант ответа начисляется 1 балл
Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)	Количество баллов определяется числом пар для сопоставления. За каждое правильно установленное соответствие начисляется 1 балл.
Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр	Максимальный балл определяется количеством элементов в последовательности. В случае ошибки в одном месте - снижение на один балл. За каждое правильно указанное место элемента в последовательности начисляется 1 балл.

Задание открытого типа на дополнение, где предоставляется предложение или фрагмент текста, в котором пропущено одно или несколько слов или фраз. Задача состоит в том, чтобы заполнить пропуски, восстановив тем самым исходный смысл предложения.	2 балла засчитывается, если студент вписал правильный ответ в соответствии с ключом. 1 балл может быть засчитан за близкий к правильному ответ, если он демонстрирует частичное понимание.
Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте	Максимальный балл - 4. Студент может получить 4 балла за полный правильный ответ, логично изложенный и с корректной терминологией, или меньше за неполные или неточно сформулированные ответы. Полнота (1 балл), Правильность (1 балл), Логичность (1 балл), Терминология (1 балл).
Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа считается верным, если правильно указана цифра и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	За правильный выбор ответа начисляется 1 балл. За качественное обоснование - еще 2-3 балла. Критерии оценивания обоснования должны быть четко определены (например, логичность, полнота, использование фактов). Неправильный выбор ответа - 0 баллов, даже если обоснование частично верное.
Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа и обоснованием выбора ответа считается верным, если правильно указана цифра и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа	За правильный выбор ответа начисляется 1 балл. За качественное обоснование - еще 2-3 балла. Критерии оценивания обоснования должны быть четко определены (например, логичность, полнота, использование фактов). Неправильный выбор ответа - 0 баллов, даже если обоснование частично верное.

Тестовые задания с ключами ответов

№ задания	Содержание задания	Ответ на задание	Тип задания	Уровень сложности (балл)	Темы
1	Выберите правильный вариант ответа. Натурный эксперимент — это... А) Математическое описание объекта без его физического взаимодействия Б) Исследование объекта путем физического воздействия на него и наблюдения реакции В) Компьютерное моделирование процессов в виртуальной среде Г) Теоретический анализ на основе литературных источников	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	1
2	Выберите несколько правильных вариантов ответа. К техническим средствам проведения натурного эксперимента относятся: А) Измерительные приборы (осциллографы, вольтметры) Б) Средства регистрации данных (логгеры, АЦП) В) Программные комплексы MATLAB/Simulink Г) Источники питания и нагрузочные устройства Д) Средства обработки и визуализации результатов	АБГД	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	1	1
3	Установите соответствие. Соотнесите тип объекта исследования с подходящим техническим	ВАБ	Задание закрытого типа на	3	1

	<p>средством:</p> <p>1. Электрические цепи и системы 2. Механические процессы 3. Тепловые процессы</p> <p>А) Тензометрические датчики и системы сбора данных Б) Термопары и тепловизоры В) Осциллографы и анализаторы спектра</p>		установление соответствия		
4	<p>Выберите правильный вариант ответа. Планирование эксперимента для решения оптимизационных задач предполагает:</p> <p>А) Случайный выбор параметров без систематизации Б) Последовательное изменение одного фактора при фиксированных остальных В) Использование методов планирования эксперимента (ПЭ) для минимизации числа опытов при максимизации информации Г) Проведение максимально возможного количества опытов для достижения точности</p>	В	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	2
5	<p>Установите правильную последовательность. Расставьте этапы методологии экспериментальных исследований:</p> <p>А) Обработка и анализ полученных данных Б) Постановка цели и формулировка задачи исследования В) Выбор и составление плана эксперимента Г) Проведение измерений и регистрация результатов</p>	БВГА	Задание закрытого типа на установление последовательности	4	2
6	<p>Дополните предложение. При планировании натурального эксперимента на действующих образцах необходимо учитывать _____, которые могут влиять на достоверность результатов.</p>	погрешности измерений и внешние возмущающие факторы (или случайные и систематические погрешности)	Задание открытого типа на дополнение	2	2
7	<p>Выберите правильный вариант ответа. Стратегическое</p>	Б	Задание закрытого типа с	1	3

	<p>планирование машинных экспериментов с моделями систем включает:</p> <p>А) Выбор шага интегрирования дифференциальных уравнений Б) Определение целей моделирования, выбор типа модели и критериев оценки эффективности В) Настройку параметров отображения графиков в программе Г) Ручной ввод начальных условий для каждого расчета</p>		однозначным выбором варианта ответа		
8	<p>Выберите несколько правильных вариантов ответа. К задачам тактического планирования машинных экспериментов относятся:</p> <p>А) Выбор начальных условий и параметров входных воздействий Б) Определение длительности прогона модели и критериев остановки В) Разработка концептуальной модели системы Г) Выбор метода статистической обработки результатов Д) Определение требуемого числа реализаций для достижения заданной точности</p>	АБД	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	1	3
9	<p>Дайте развернутый ответ. Объясните, чем отличается стратегическое планирование машинных экспериментов от тактического. Приведите примеры задач каждого уровня планирования при моделировании системы электроснабжения.</p>	<p>Стратегическое планирование определяет общие цели, выбор типа модели (аналитическая, имитационная), критерии оценки и ресурсы. Тактическое — конкретные параметры прогона: начальные условия, длительность, число реализаций, метод обработки. Пример: стратегическое — выбор между моделью установившегося или переходного режима ЭС; тактическое — задание начального напряжения, шага моделирования, числа точек для статистики.</p>	Задание открытого типа с развернутым ответом	4	3
10	<p>Выберите правильный вариант ответа. К детерминистским методам оптимизации относится:</p> <p>А) Метод Монте-Карло Б) Генетический алгоритм В) Метод градиентного спуска Г) Метод имитации отжига</p>	В	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	4
11	<p>Установите соответствие. Соотнесите класс задач оптимизации с методом</p>	АВБ	Задание закрытого типа на	3	4

	<p>решения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Задачи линейного программирования 2. Задачи нелинейного программирования без ограничений 3. Задачи глобальной оптимизации с многими экстремумами <p>А) Метод симплекса Б) Метод имитации отжига или генетические алгоритмы В) Метод Ньютона или градиентный спуск</p>		установление соответствия		
12	<p>Выполните практико-ориентированное задание. При проектировании индукционного нагревателя требуется минимизировать мощность потерь при ограничении на максимальную температуру поверхности загрузки. Сформулируйте математическую постановку задачи оптимизации: определите целевую функцию, переменные проектирования и ограничения.</p>	<p>Целевая функция: $P_{\text{потерь}} \rightarrow \min$. Переменные: частота тока f, толщина загрузки d, число витков индуктора w. Ограничения: $T_{\text{пов}} \leq T_{\text{доп}}$ (температурное), $f_{\text{min}} \leq f \leq f_{\text{max}}$ (технологическое), $d > 0$, w — целое положительное.</p>	Задание комбинированного типа: практико-ориентированные задания	4	4
13	<p>Выберите правильный вариант ответа. Методология математического моделирования включает следующие этапы:</p> <p>А) Только построение и решение математической модели Б) Постановка задачи, построение модели, анализ адекватности, корректировка, применение В) Сбор экспериментальных данных и их статистическая обработка Г) Написание программного кода и отладку</p>	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	5
14	<p>Выберите несколько правильных вариантов ответа. Принципы системного подхода в моделировании включают:</p> <p>А) Рассмотрение объекта как целостной системы с взаимосвязанными элементами Б) Выделение иерархии уровней системы</p>	АБГД	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	1	5

	<p>В) Игнорирование внешней среды при анализе</p> <p>Г) Учет прямых и обратных связей между элементами</p> <p>Д) Декомпозицию сложной системы на подсистемы</p>				
15	<p>Выберите один ответ и обоснуйте свой выбор. Для моделирования сложной энергетической системы с множеством взаимосвязанных подсистем наиболее целесообразно применять:</p> <p>А) Только аналитические методы</p> <p>Б) Иерархический системный подход с декомпозицией и последующей композицией моделей подсистем</p> <p>В) Натурный эксперимент на полномасштабном объекте</p> <p>Г) Метод проб и ошибок без предварительного планирования</p>	Б	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	5
16	<p>Выберите правильный вариант ответа. Классификация видов моделирования систем включает:</p> <p>А) Только имитационное и аналитическое моделирование</p> <p>Б) Натурное, физическое (аналоговое), математическое (аналитическое, имитационное, статистическое)</p> <p>В) Только детерминистское и стохастическое моделирование</p> <p>Г) Только статическое и динамическое моделирование</p>	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	6
17	<p>Установите правильную последовательность. Расставьте этапы процесса математического моделирования:</p> <p>А) Проверка адекватности модели и корректировка</p> <p>Б) Постановка задачи и анализ объекта моделирования</p> <p>В) Математическая обработка результатов и интерпретация</p> <p>Г) Построение</p>	БГАВ	Задание закрытого типа на установление последовательности	4	6

	математической модели и выбор метода решения				
18	Дополните предложение. При математическом моделировании систем под адекватностью модели понимается степень соответствия результатов моделирования системы.	реальному поведению (или экспериментальным данным)	Задание открытого типа на дополнение	2	6
19	Выберите правильный вариант ответа. При математическом моделировании электромагнитного поля в индукционной системе «индуктор-загрузка» основной используемый метод: А) Метод конечных разностей Б) Метод конечных элементов (МКЭ) В) Метод Монте-Карло Г) Аналитический метод разделения переменных	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	7
20	Выберите несколько правильных вариантов ответа. Критерии оптимальности при оптимальном проектировании установки индукционного нагрева (УИН) могут включать: А) Минимум удельных энергетических затрат Б) Максимум температурной неравномерности по сечению загрузки В) Минимум времени нагрева до заданной температуры Г) Максимум КПД индукционной системы Д) Ограничение на максимальные термонапряжения	АВГД	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	1	7
21	Дайте развернутый ответ. Опишите математическую постановку задачи моделирования теплового поля в цилиндрической загрузке при индукционном нагреве. Укажите тип дифференциального уравнения, начальные и граничные условия, учитываемые физические эффекты.	Задача описывается нестационарным уравнением теплопроводности в цилиндрических координатах: $\rho c \partial T / \partial t = (1/r) \partial / \partial r (r \cdot \lambda \partial T / \partial r) + q_v(r,t)$, где q_v — объемная плотность источников (определяется из решения электромагнитной задачи). Начальное условие: $T(r,0) = T_0$. Граничные: на оси симметрии $\partial T / \partial r = 0$; на поверхности $-\lambda \partial T / \partial r = \alpha (T - T_{cp}) + \epsilon \sigma (T^4 - T_{cp}^4)$ (конвекция+излучение). Учитываются: температурозависимость λ , c , ρ ; фазовые переходы; скин-эффект.	Задание открытого типа с развернутым ответом	4	7
22	Выберите правильный вариант ответа. Для численного моделирования процессов	Б	Задание закрытого типа с однозначным	1	8

	<p>МГД-перемешивания расплавов в миксерах наиболее часто применяются:</p> <p>А) Метод характеристик Б) Метод конечных объемов (МКО) и метод конечных элементов (МКЭ) В) Метод интегральных уравнений Г) Вариационный метод Ритца</p>		выбором варианта ответа		
23	<p>Установите соответствие. Соотнесите метод моделирования с его областью применения в электрометаллургии:</p> <p>1. Физическое моделирование 2. Математическое моделирование (МКЭ) 3. Полунатурное моделирование</p> <p>А) Проверка геометрических и кинематических аналогий на масштабных моделях Б) Расчет электромагнитных сил и скоростей течения в реальном масштабе В) Исследование на лабораторных установках с имитацией отдельных физических эффектов</p>	АБВ	Задание закрытого типа на установление соответствия	3	8
24	<p>Выберите несколько ответов и обоснуйте свой выбор. Следующие факторы необходимо учитывать при математическом моделировании МГД-перемешивания:</p> <p>А) Магнитное число Рейнольдса (Re_m) Б) Электрическую проводимость расплава В) Температуру плавления материала миксера Г) Плотность и вязкость расплава Д) Форму индуктора и частоту питающего тока</p>	АБГД	Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием выбора ответов	4	8
25	<p>Выберите правильный вариант ответа. Для моделирования линейных электродвигателей импульсного действия (ЛЭИД) в составе магнитоимпульсных устройств в приложении Simulink к пакету MATLAB используется:</p>	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	9

	<p>А) Только блоки из библиотеки SimPowerSystems</p> <p>Б) Комбинация блоков Simscape Electrical, Simulink и пользовательских S-функций</p> <p>В) Только стандартные блоки непрерывных систем</p> <p>Г) Только дискретные блоки цифровой обработки сигналов</p>				
26	<p>Выберите несколько правильных вариантов ответа.</p> <p>К типам импульсных устройств, рассматриваемых при моделировании ЛЭИД, относятся:</p> <p>А) Индукционно-динамические двигатели</p> <p>Б) Электромагнитные двигатели</p> <p>В) Синхронные двигатели с постоянными магнитами</p> <p>Г) Асинхронные двигатели с фазным ротором</p> <p>Д) Гомополярные двигатели</p>	АБ	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	1	9
27	<p>Выполните практико-ориентированное задание. В модели ЛЭИД в Simulink параметры двигателя: индуктивность обмотки $L=0.5$ Гн, активное сопротивление $R=2$ Ом, масса подвижной части $m=5$ кг, длина рабочего хода $l=0.1$ м. Напряжение питания $U=100$ В. Оцените время разгона подвижной части до скорости 10 м/с, пренебрегая силой тяжести и трением. Запишите расчет и ответ.</p>	<p>Сила тока в обмотке $I=(U-e)/R$, где $e=Blv$. Упрощенно при постоянном токе $I \approx U/R=50$ А (начальный момент). Сила $F=BlI$. Из уравнения движения $m \cdot dv/dt=F$, при постоянной силе $v=Ft/m$. При $F=\text{const}=1000$ Н (оценочно), $t=mv/F=5 \cdot 10/1000=0.05$ с. Точный ответ требует численного интегрирования системы уравнений в Simulink: $t \approx 0.05-0.1$ с.</p>	Задание комбинированного типа: практико-ориентированные задания	4	9
28	<p>Выберите правильный вариант ответа.</p> <p>При моделировании двигателя постоянного тока с независимым возбуждением основные уравнения включают:</p> <p>А) Только уравнение электрического равновесия якорной цепи</p> <p>Б) Уравнения электрического равновесия якоря и обмотки возбуждения, уравнение электромеханического преобразования энергии и</p>	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	10

	уравнение движения В) Только уравнение механического движения ротора Г) Только уравнение магнитной цепи				
29	<p>Установите правильную последовательность. Расставьте этапы расчета и построения механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения:</p> <p>А) Определение номинального момента по номинальной мощности и скорости Б) Задание базовых данных ($U_{\text{ном}}$, $I_{\text{ном}}$, $n_{\text{ном}}$, $R_{\text{я}}$, $R_{\text{доб}}$) В) Построение естественной характеристики $n=f(M)$ при $U=U_{\text{ном}}$, $\Phi=\Phi_{\text{ном}}$ Г) Расчет искусственных характеристик при изменении U или $R_{\text{доб}}$</p>	БАВГ	Задание закрытого типа на установление последовательности	4	10
30	<p>Выберите один ответ и обоснуйте свой выбор. При моделировании пуска двигателя постоянного тока с последовательным включением пускового сопротивления основной целью является:</p> <p>А) Увеличение пускового момента Б) Ограничение пускового тока до допустимого значения ($1.5-2.5 I_{\text{ном}}$) В) Повышение скорости разгона до максимальной Г) Уменьшение потерь энергии в якоре</p>	Б	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	10
31	<p>Выберите правильный вариант ответа. При моделировании электромагнита с учетом насыщения магнитной цепи зависимость потокосцепления от тока описывается:</p> <p>А) Линейной функцией $\Psi=L \cdot I$ Б) Нелинейной функцией, учитывающей кривую намагничивания материала магнитопровода В) Постоянным коэффициентом самоиндукции Г) Экспоненциальной зависимостью</p>	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	11

32	<p>Установите соответствие. Соотнесите модель электромагнита с учитываемыми в ней физическими эффектами:</p> <p>1. Упрощенная линейная модель 2. Модель с учетом насыщения 3. Уточненная модель с учетом изменения геометрии</p> <p>А) Только линейная магнитная проницаемость $\mu = \text{const}$ Б) Кривая намагничивания $B(H)$, перемещение якоря изменяет магнитное сопротивление В) Насыщение стали, изменение зазора при движении якоря, вихревые токи</p>	АБВ	Задание закрытого типа на установление соответствия	3	11
33	<p>Дополните предложение. При моделировании электромагнита с учетом изменения геометрии магнитной цепи основной нелинейностью, возникающей при движении якоря, является изменение _____ магнитной цепи.</p>	магнитного сопротивления (или индуктивности, или зазора)	Задание открытого типа на дополнение	2	11
34	<p>Выберите правильный вариант ответа. Структурный метод моделирования электрических цепей основан на:</p> <p>А) Решении системы дифференциальных уравнений в физических координатах Б) Представлении цепи в виде графа связей и использовании топологических матриц В) Применении только метода переменных состояния Г) Использовании эквивалентных схем замещения</p>	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	12
35	<p>Выберите несколько правильных вариантов ответа. Методы синтеза динамических моделей цепей при структурном моделировании включают:</p> <p>А) Метод переменных состояния Б) Метод сигнальных графов</p>	АБВ	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	1	12

	<p>В) Метод топологических матриц (A, B, Q) Г) Метод наложения Д) Метод эквивалентного генератора</p>				
36	<p>Дайте развернутый ответ. Объясните суть структурного метода моделирования электрических цепей. Опишите назначение топологических матриц инцидентности (A), контуров (B) и сечений (Q). Приведите пример применения для RLC-цепи.</p>	<p>Структурный метод основан на представлении цепи в виде графа (ветви-узлы) и использовании топологических свойств. Матрица инцидентности $A (n \times m)$ связывает узлы и ветви. Матрица контуров $B (k \times m)$ описывает независимые контуры. Матрица сечений $Q ((n-1) \times m)$ — независимые сечения. С их помощью формируются уравнения Кирхгофа в матричной форме: $A \cdot i = 0$ (13К), $B \cdot u = 0$ (23К). Для RLC-цепи это позволяет автоматически сформировать уравнения переменных состояния.</p>	<p>Задание открытого типа с развернутым ответом</p>	4	12
37	<p>Выберите правильный вариант ответа. Особенностью компенсации реактивной мощности в электротехнических установках (ЭТУ) является:</p> <p>А) Отсутствие необходимости в компенсации из-за высокого $\cos(\varphi)$ Б) Необходимость учета гармонических искажений и асимметрии нагрузок при выборе средств компенсации В) Применение только синхронных компенсаторов Г) Компенсация только индуктивной реактивной мощности</p>	Б	<p>Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа</p>	1	13
38	<p>Установите правильную последовательность. Расставьте этапы моделирования установившегося режима силовой цепи ЭТУ:</p> <p>А) Формирование математической модели элементов (источники, линии, нагрузки) Б) Расчет токов и напряжений в ветвях методом узловых потенциалов В) Задание топологии схемы и параметров режима Г) Анализ балансов активной и реактивной мощности</p>	ВАБГ	<p>Задание закрытого типа на установление последовательности</p>	4	13
39	<p>Выберите несколько ответов и обоснуйте свой выбор. Для моделирования динамических режимов силовых цепей ЭТУ необходимо использовать:</p>	АБВД	<p>Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием</p>	4	13

	<p>А) Дифференциальные уравнения элементов с распределенными параметрами</p> <p>Б) Уравнения переменных состояния для концентрированных элементов</p> <p>В) Методы численного интегрирования (Эйлера, Рунге-Кутты)</p> <p>Г) Только алгебраические уравнения узловых напряжений</p> <p>Д) Модели коммутационных аппаратов с учетом дуговых процессов</p>		выбора ответов		
40	<p>Выберите правильный вариант ответа.</p> <p>При моделировании динамических цепей активными RC-цепями для формирования уравнений модели используется:</p> <p>А) Только закон Ома</p> <p>Б) Законы Кирхгофа и соотношения между токами и напряжениями на реактивных элементах ($i=C \cdot du/dt$, $u=L \cdot di/dt$)</p> <p>В) Только метод узловых потенциалов</p> <p>Г) Только метод контурных токов</p>	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	14
41	<p>Установите соответствие. Соотнесите тип анализа RC-цепи с используемым математическим аппаратом:</p> <p>1. Анализ во временной области</p> <p>2. Анализ в частотной области</p> <p>3. Анализ переходных процессов</p> <p>А) Преобразование Лапласа и операторный метод</p> <p>Б) Дифференциальные уравнения первого/второго порядка</p> <p>В) Комплексные амплитуды и частотные характеристики</p>	БВА	Задание закрытого типа на установление соответствия	3	14
42	<p>Выполните практико-ориентированное задание. В RC-цепи с $R=10$ кОм и $C=1$ мкФ напряжение на конденсаторе при $t=0$ равно нулю. К цепи приложено постоянное напряжение $U=10$ В. Рассчитайте время, за которое напряжение на</p>	<p>Постоянная времени $\tau=R \cdot C=10 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6}=10$ мс.</p> <p>Напряжение на конденсаторе $u_c(t)=U(1-e^{-(t/\tau)})$.</p> <p>При $t=\tau$: $u_c=U(1-e^{-1})=10 \cdot (1-0.368)=6.32$ В.</p> <p>Ответ: $t=\tau=10$ мс (0.01 с).</p>	Задание комбинированного типа: практико-ориентированные задания	4	14

	конденсаторе достигнет 6.32 В (одна постоянная времени). Запишите расчет и ответ.				
43	<p>Выберите правильный вариант ответа. Метод переменных состояния при моделировании электрических цепей предполагает:</p> <p>А) Использование только токов в ветвях как переменных Б) Выбор в качестве переменных независимых начальных условий (напряжений на конденсаторах и токов в индуктивностях) и составление системы дифференциальных уравнений первого порядка В) Применение только алгебраических уравнений Г) Использование только напряжений узлов</p>	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	15
44	<p>Выберите несколько правильных вариантов ответа. К идеальным элементам электрических цепей, используемым при машинном моделировании, относятся:</p> <p>А) Идеальные источники напряжения и тока Б) Идеальные электрические ключи (сопротивление 0 или ∞) В) Управляемые источники (VCVS, VCCS, CCVS, CCCS) Г) Идеальные приемники энергии Д) Многополюсники (макромодели)</p>	АБВГД	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	1	15
45	<p>Выберите один ответ и обоснуйте свой выбор. Для моделирования нелинейной цепи с полупроводниковым диодом наиболее эффективным является:</p> <p>А) Метод узлового анализа с линеаризацией в каждой итерации (метод Ньютона-Рафсона) Б) Метод переменных состояния с аналитическим решением В) Метод наложения Г) Метод эквивалентного генератора</p>	А	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	15

46	<p>Выберите правильный вариант ответа.</p> <p>К классу программ схемотехнического моделирования (SPICE-совместимых) относится:</p> <p>А) MATLAB/Simulink Б) LTspice, Multisim, Proteus В) ANSYS Maxwell Г) AutoCAD Electrical</p>	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа	1	16
47	<p>Дополните предложение.</p> <p>При структурном моделировании электрических цепей вычислитель моделирующей программы формирует _____ на основе топологической информации о схеме.</p>	систему уравнений (или матрицу узловых уравнений, или расширенную матрицу контуров)	Задание открытого типа на дополнение	2	16
48	<p>Дайте развернутый ответ.</p> <p>Проведите сравнительный анализ методологий математического моделирования цепей в программах SPICE-класса и MATLAB/Simulink.</p> <p>Укажите преимущества и недостатки каждого подхода для моделирования силовых электронных преобразователей.</p>	<p>SPICE: преимущества — физические модели компонентов, точное моделирование нелинейностей и переходных процессов, встроенные модели полупроводников; недостатки — сложность моделирования систем управления, медленность при больших схемах.</p> <p>MATLAB/Simulink: преимущества — удобство моделирования систем управления, блочное представление, богатая библиотека алгоритмов; недостатки — идеализированные модели силовых ключей, необходимость упрощений.</p> <p>Для силовых преобразователей часто используют совместное моделирование (co-simulation).</p>	Задание открытого типа с развернутым ответом	4	16
49	<p>Прочитайте текст задания и выполните его.</p> <p>Вам необходимо спроектировать индукционный нагреватель цилиндрической загрузки (сталь, $d=50$ мм) для нагрева до 1200°C.</p> <p>Исходные данные: частота питающего тока 1000 Гц, удельная электрическая проводимость загрузки $5 \cdot 10^6$ См/м, относительная магнитная проницаемость до точки Кюри $\mu=50$.</p> <p>Задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рассчитайте глубину проникновения тока (δ) в загрузку при 20°C. 2. Определите, как изменится δ при нагреве выше точки Кюри ($\mu \rightarrow 1$). 3. Предложите, как изменить частоту для поддержания оптимального отношения $d/\delta \approx 4-5$ при высоких температурах. <p>Запишите все расчеты и обоснования.</p>	<p>1.</p> $\delta = \sqrt{2 / (\omega \cdot \mu_0 \cdot \mu \cdot \sigma)} = \sqrt{2 / (2\pi \cdot 1000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 50 \cdot 5 \cdot 10^6)} = \sqrt{2 / (0.1974)} \approx 3.18 \text{ мм.}$ <p>2. При $T > T_{\text{Кюри}}$: $\mu=1$, δ увеличивается в $\sqrt{50} \approx 7.07$ раз: $\delta \approx 22.5$ мм. 3. Для $d/\delta \approx 4-5$ при $d=50$ мм требуется $\delta \approx 10-12.5$ мм. Новая частота $f' = f \cdot (\delta/\delta')^2 \approx 1000 \cdot (22.5/11)^2 \approx 4170$ Гц (примерно 4-5 кГц). Обоснование: при $\mu \rightarrow 1$ глубина проникновения резко возрастает, эффективность нагрева падает из-за снижения электромагнитных потерь. Повышение частоты компенсирует это, подерживая оптимальное распределение тока.</p>	Задание комбинированного типа: практико-ориентированные задания (кейс)	5	7

50	<p>Прочитайте текст задания и выполните его.</p> <p>При моделировании магнитопульсного устройства (МИУ) с индукционно-динамическим двигателем в Simulink необходимо учесть следующие эффекты: индуктивность обмотки зависит от положения подвижной части ($L(x)=L_0/(1-x/\delta)$), где $\delta=0.05$ м — рабочий зазор; активное сопротивление $R=0.5$ Ом; масса подвижной части $m=2$ кг; начальная скорость $v_0=0$.</p> <p>Задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформулируйте систему дифференциальных уравнений модели в переменных (i, v, x). 2. Укажите, какие блоки Simulink необходимы для реализации (минимум 5 блоков). 3. Объясните, почему нельзя использовать линейную модель с $L=const$. 	<p>1. Система: $U=R \cdot i+L(x) \cdot di/dt+i \cdot dL/dt$; $m \cdot dv/dt=F_{эм}=0.5 \cdot i^2 \cdot dL/dx$; $dx/dt=v$. 2. Блоки: Controlled Current Source, Variable Inductor (или Look-Up Table), Integrator (2 шт. для v и x), Product, Gain, Scope. 3. При $L=const$ сила $F_{эм}=0$, движение невозможно. Нелинейность $L(x)$ — физическая основа работы ЛЭИД, обеспечивающая электромеханическое преобразование энергии.</p>	Задание комбинированного типа: практико-ориентированные задания (кейс)	5	9
51	<p>Выполните практико-ориентированное задание. Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением имеет следующие параметры: $U_{ном}=220$ В, $I_{ном}=10$ А, $n_{ном}=1500$ об/мин, $R_{я}=1$ Ом, $R_{доб}=0$ (естественная характеристика). Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить номинальный момент двигателя. 2. Рассчитать идеальную холостую скорость n_0. 3. Построить уравнение естественной механической характеристики $n=f(M)$. Запишите все формулы и численные ответы. 	<p>1. $M_{ном}=P_{ном}/\omega_{ном}=(U_{ном} \cdot I_{ном}-I_{ном}^2 \cdot R_{я})/(2\pi \cdot n_{ном}/60)=(2200-100)/(157.08)=13.37$ Н·м. 2. $n_0=U_{ном}/(k_e)$, где $k_e=(U_{ном}-I_{ном} \cdot R_{я})/n_{ном}=(220-10)/1500=0.14$ В·мин/об; $n_0=220/0.14=1571$ об/мин. 3. $n=n_0 \cdot M \cdot R_{я}/(k_e \cdot k_m)=1571 \cdot M \cdot 1/(0.14 \cdot 0.133)=1571 \cdot 53.7 \cdot M$ [об/мин], где $k_m=k_e/(2\pi/60)=0.133$ Н·м/А.</p>	Задание комбинированного типа: практико-ориентированные задания	4	10
52	<p>Выберите несколько ответов и обоснуйте свой выбор.</p> <p>При моделировании установившихся режимов силовых цепей электротехнических установок с нелинейными нагрузками (выпрямители, инверторы) необходимо учитывать:</p>	АВГД	Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием выбора ответов	4	13

	<p>А) Высшие гармонические составляющие токов и напряжений</p> <p>Б) Только основную гармонику при расчете мощности</p> <p>В) Несимметрию фазных токов при однофазных нагрузках</p> <p>Г) Реактивную мощность искажения (distortion power)</p> <p>Д) Коэффициент мощности $\lambda = v \cdot \cos(\varphi_1)$, где v — коэффициент искажения</p>				
53	<p>Выберите один ответ и обоснуйте свой выбор. Для моделирования частотных свойств активного RC-фильтра нижних частот второго порядка наиболее удобным является:</p> <p>А) Метод переменных состояния во временной области</p> <p>Б) Метод комплексных амплитуд с построением АЧХ и ФЧХ</p> <p>В) Метод наложения для каждой гармоники отдельно</p> <p>Г) Численное интегрирование дифференциальных уравнений</p>	Б	Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием выбора ответа	4	14
54	<p>Прочитайте текст задания и выполните его. В схеме с тремя узлами (0 — базисный) и четырьмя ветвями требуется составить расширенную систему узловых уравнений (MNA — Modified Nodal Analysis). Ветви: 1) резистор R_1 между узлами 1-0; 2) резистор R_2 между узлами 1-2; 3) источник напряжения E между узлами 2-0; 4) источник тока J между узлами 1-0.</p> <p>Задания:</p> <p>1. Запишите матрицу проводимостей Y_n и векторы узловых токов J_n для классического узлового анализа (без источника напряжения).</p> <p>2. Объясните, почему классический узловой анализ неприменим к ветви 3, и как модифицируется система уравнений в методе MNA.</p> <p>3. Запишите полную</p>	<p>1. $Y_n = [(G_1 + G_2) \ -G_2; \ -G_2 \ G_2]$, $J_n = [J; \ 0]$, где $G = 1/R$. 2. Классический анализ требует представления ветви в виде проводимости; источник напряжения имеет $G = \infty$. В MNA добавляется ток через источник напряжения как неизвестная, уравнение узла 2 дополняется, добавляется уравнение напряжения: $\varphi_2 = E$. 3. MNA-матрица: $[(G_1 + G_2) \ -G_2 \ 0; \ -G_2 \ G_2 \ 1; \ 0 \ 1 \ 0] \cdot [\varphi_1; \ \varphi_2; \ i_E] = [J; \ 0; \ E]$.</p>	Задание комбинированного типа: практико-ориентированные задания (кейс)	5	15

	расширенную матрицу MNA размером 3×3 .				
55	<p>Дайте развернутый ответ. Опишите особенности фиксации и статистической обработки результатов машинного моделирования систем на ЭВМ. Какие методы оценки точности и достоверности результатов применяются при имитационном моделировании? Как определить необходимое число реализаций для достижения заданной точности оценки среднего значения?</p>	<p>Особенности: автоматическая фиксация больших объемов данных; дискретность времени; псевдослучайность чисел. Методы оценки: доверительные интервалы, метод секционирования (batch means), метод регенеративных точек. Число реализаций N определяется из условия: $N \geq (t_{\alpha} \cdot \sigma / \epsilon)^2$, где ϵ — допустимая погрешность, σ — СКО, t_{α} — квантиль распределения Стьюдента. При неизвестной σ используется двухэтапная процедура или последовательный анализ.</p>	Задание открытого типа с развернутым ответом	4	3
56	<p>Установите правильную последовательность. Расставьте этапы методологии математического моделирования при исследовании нового электротехнического устройства:</p> <p>А) Проверка адекватности модели путем сравнения с экспериментальными данными Б) Формализация задачи и построение концептуальной модели В) Разработка алгоритма и программы, проведение вычислительного эксперимента Г) Анализ результатов, корректировка модели, формулировка выводов и рекомендаций Д) Построение математической модели (дифференциальные/алгебраические уравнения)</p>	БДВАГ	Задание закрытого типа на установление последовательности	4	5
57	<p>Дополните предложение. При физическом моделировании процессов МГД-перемешивания расплавов на масштабных моделях необходимо обеспечить равенство _____ для прототипа и модели.</p>	критериев подобия (или безразмерных чисел: магнитного числа Рейнольдса, числа Стюарта, числа Лоренца)	Задание открытого типа на дополнение	2	8
58	<p>Установите соответствие. Соотнесите модель электромагнита с математическим описанием его свойств:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Линейная модель с $L = \text{const}$ 2. Модель с насыщением (кривая намагничивания) 3. Модель с переменной геометрией (зазором) 	АБВ	Задание закрытого типа на установление соответствия	3	11

	<p>А) $\Psi=L \cdot I$, $F=0.5 \cdot L \cdot I^2/\delta=\text{const}$ Б) $\Psi=f(I)$ — нелинейная функция, $L=d\Psi/dI$ — дифференциальная индуктивность В) $L(x)=\mu_0 \cdot N^2 \cdot S/(\delta-x)$, $F=0.5 \cdot I^2 \cdot dL/dx$</p>				
59	<p>Выберите несколько правильных вариантов ответа. При структурном моделировании электрических цепей для автоматического формирования уравнений переменных состояния используются:</p> <p>А) Дерево графа цепи и хорды (связи) Б) Фундаментальные матрицы контуров и сечений В) Только метод узловых напряжений Г) Выбор независимых переменных состояния (u_C, i_L) на основе топологии Д) Метод исключения зависимых переменных</p>	АБГД	Задание закрытого типа с многозначным выбором вариантов ответа	1	12
60	<p>Выберите правильный вариант ответа. Интеграция знаний: успешное выполнение комплексного проекта по математическому моделированию электротехнического устройства демонстрирует владение студентом, прежде всего:</p> <p>А) Навыками программирования на Python Б) Способностью применять методы математического моделирования для анализа и оптимизации электротехнических систем В) Умением работать только в одной конкретной программе Г) Знанием только теоретических основ без практического применения</p>	Б	Задание закрытого типа с однозначным выбором варианта ответа (финальный)	1	16

