



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
КГУ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Электроэнергетики
и электроники

 Ившин И.В.

 28 октября 2020.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Применение математического моделирования при проведении расчетов
электроэнергетических систем

Направление
подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль)

Электроэнергетические системы и сети

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Программу разработали:

Зав. каф., к.т.н.
Ст. преподаватель



Максимов В.В.
Шагидуллин А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика Электроэнергетические системы и сети, протокол № 8 от 21.10.2020

Заведующий кафедрой В.В. Максимов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Электроэнергетические системы и сети, протокол № 8 от 21.10.2020

Заведующий кафедрой В.В. Максимов

Программа одобрена на заседании методического совета института Электроэнергетики и электроники, протокол № 3 от 28.10.2020

Зам. директора ИЭЭ



Ахметова Р.В.

Программа принята решением Ученого совета института Электроэнергетики и электроники протокол № 4 от 28.10.2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Применение математического моделирования при проведении расчетов электроэнергетических систем» являются формирование у обучающихся знаний об общих принципах идеализации электроэнергетических систем и элементов, их математическом описании с применением современных программно-технических средств, формирование профессиональных компетенций на основе гармоничного сочетания фундаментальной и профессиональной подготовки с использованием лучшего отечественного и мирового опыта в области производства, передачи, распределения, преобразования, применения электрической

Задачи дисциплины являются:

- познакомить обучающихся с принципами построения математических моделей с учетом технических характеристик, конструктивных особенностей, назначения и режимов работы электрооборудования;

- дать информацию о структуре специализированного программного обеспечения для математического моделирования;

- дать информацию о методах построения математических моделей, применяя анализа качественных показателей работы элементов электроэнергетической системы и с учетом нормальных, аварийных, послеаварийных и ремонтных режимов работы отдельных элементов электроэнергетической системы, допустимые перегрузки по току и температурам;

- научить выбирать алгоритмы решения для различных видов моделей с применением справочных материалов и анализа научно-технической информации.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-1.3 Обосновывает проектное решение объектов электроэнергетических систем и сетей	Знать: - Классификацию, свойства, требования к моделям моделированию при проектировании электроэнергетических систем - Методы и способы применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий в области разработки и внедрения математических моделей электроэнергетических систем - Методы, способы и требования к процессу моделирования электроэнергетических систем - Методы анализа качественных показателей работы электрооборудования, основанные на математическом моделировании Уметь: - Использовать современную классификацию, свойства, требования к моделям моделирования при проектировании электроэнергетических

		систем - Использовать справочные материалы, методы и способы применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий необходимых для построения моделей электроэнергетических систем - Применять справочные материалы, современные измерительные и компьютерные системы и технологий, анализировать научно-техническую информацию при моделировании электроэнергетических систем - Исследовать и анализировать на моделях процессы, протекающие в электроэнергетических системах; <i>Владеть:</i> - Навыками формализации и решения задач различных этапов проектирования электроэнергетических систем с применением современной классификации и требований к моделям и моделированию - Навыками использования справочных материалов, методов и способов применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий необходимых для построения моделей электроэнергетических систем; - Навыками использования справочных материалов, современных измерительных и компьютерных систем и технологий, анализа научно-технической информации при моделировании электроэнергетических систем - Навыками исследования и анализа качественных показателей работы электрооборудования, с использованием математического моделирования
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Применение математического моделирования при проведении расчетов электроэнергетических систем относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-1		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-2		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

УК-3		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-4		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-5		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-6		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-7		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
УК-8		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-1		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-2		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-2	Высшая математика	
ОПК-3	Электроэнергетические системы и сети	
ОПК-3		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-4		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-5		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-1		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-1	Инженерное проектирование с применением САПР	
ПК-2		Математические методы расчета режимов работы воздушных линий электроустановок энергетического оборудования подстанции при техническом обслуживании и ремонте Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Б1.О.13 Высшая математика

Знать:

- 1) Основные понятия и утверждения теории матриц, аналитической геометрии, векторной и линейной алгебры;
- 2) Основные понятия и утверждения математического анализа;
- 3) Основные понятия и утверждения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных;
- 4) Основные понятия и утверждения теории обыкновенных дифференциальных уравнений;

Уметь:

- 1) Решать системы линейных алгебраических уравнений;
- 2) Аналитически описывать геометрические объекты при решении задач;
- 3) Решать задачи с применением дифференциального исчисления и интегрального исчисления;
- 4) Решать экстремальные задачи для функций одной и нескольких переменных;

5) Решать задачи, сводящиеся к дифференциальным уравнениям и системам дифференциальных уравнений;

Владеть навыками:

- 1) Аналитического решения геометрических задач;
- 2) Дифференцирования и интегрирования функций;
- 3) Решения дифференциальных уравнений и их систем аналитическими и численными методами.

Б1.О.32.07 Электроэнергетические системы и сети

Знать:

- 1) Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей в части воздушных линий;
- 2) Правила устройства электроустановок;
- 3) Технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и режимы работы электрооборудования;

Уметь:

- 1) Работать с текстовыми редакторами, электронными таблицами, электронной почтой и браузерами, специализированными программами;
- 2) Применять справочные материалы, анализировать научно-техническую документацию в области эксплуатации воздушных линий электропередачи;

Владеть навыками:

- 1) Изучения и анализа информации, технических данных, показателей и результатов работы, их обобщения и систематизации;

Б1.В.02 Инженерное проектирование с применением САПР

Знать:

- 1) Общие сведения о системах автоматизированного проектирования и особенностях их использования в современной инженерной деятельности
- 2) Системный подход к построению и структуру системы автоматизированного проектирования
- 3) Компоненты и виды обеспечения САПР
- 4) Тенденции и перспективы развития проектирования электроэнергетических систем

Уметь:

- 1) Использовать современную классификацию систем автоматизированного проектирования, структуру процесса проектирования в инженерной деятельности
- 2) Использовать системный принцип построения и структуру системы автоматизированного проектирования в инженерной деятельности
- 3) Использовать компоненты и виды обеспечения системы автоматизированного проектирования в инженерной деятельности
- 4) Оперативно принимать и реализовывать решения при использовании прогрессивных методов проектирования электроэнергетических систем

Владеть:

- 1) Навыками формализации задач различных этапов технологического проектирования с применением современной классификации систем автоматизированного проектирования
- 2) Навыками разработки и оформления проектной документации с

применением системного принципа построения и структуры системы автоматизированного проектирования

3) Навыками составления описания проводимых исследований и разрабатываемых проектов, подготовки данных для составления отчетов, обзоров и другой технической документации с применением систем автоматизированного проектирования

4) Современными методами проектирования электроэнергетических систем

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 42 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 8 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 32 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 66 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 4 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	42	42
Лекционные занятия (Лек)	8	8
Лабораторные занятия (Лаб)	16	16
Практические занятия (Пр)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:	66	66
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет)		
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	За	За

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС									Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена	Итого					
Раздел 1. Моделирование при решении инженерных задач															
1. Моделирование при решении инженерных задач	7	2	4	4		16	0,5			26,5	ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -В1, ПК-1.3 -У1	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	Сбс, ОЛР, ПЗ, Тест	Зачет	15
Раздел 2. Построение математических моделей															
2. Построение математических моделей	7	2	4	4		16	0,5			26,5	ПК-1.3 -32, ПК-1.3 -У2, ПК-1.3 -В2	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	Сбс, ОЛР, ПЗ, Тест	Зачет	15
Раздел 3. Математические модели элементов электроэнергетических систем															
3. Математические модели элементов электроэнергетических систем	7	2	4	4		17	0,5			27,5	ПК-1.3 -33, ПК-1.3 -У3, ПК-1.3 -В3	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	Сбс, ОЛР, ПЗ, Тест	Зачет	15
Раздел 4. Анализ качественных показателей работы электрооборудования с использованием математического моделирования															

4.Анализ качественных показателей работы электрооборудования	7	2	4	4		17	0,5			27,5	ПК-1.3 -34, ПК-1.3 -У4, ПК-1.3 -В4	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2	Сбс, ОЛР, ПЗ, Тест	Зачет	15
ИТОГО		8	16	16		66	2			108					60

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Введение. Моделирование при решении инженерных задач.	2
2	Построение математических моделей	2
3	Математические модели элементов электроэнергетических систем	2
4	Прогнозирование графиков нагрузки электроэнергетической системы. Заключение.	2
Всего		8

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Использование матричной алгебры при расчётах режимов электрической сети. Основные определения и соотношения	2
2	Использование матричной алгебры при расчётах режимов электрической сети. Проведение расчетов режимов электрической сети.	2
3	Описание установившегося режима уравнениями баланса мощности. Применение теории графов для моделирования электрических сетей.	2
4	Эквивалентирование схем электрических сетей. Расчет узловых напряжений методом Зейделя.	2
5	Математические модели элементов ЭЭС. Математические модели линии в виде схем замещения.	2
6	Математические модели элементов ЭЭС. Упрощенные модели ЛЭП. Математические модели силового трансформатора. Построение внешней характеристики трансформатора. Моделирование электрических нагрузок.	2
7	Вероятностные расчёты в электроэнергетике	2
8	Вероятностные расчёты в электроэнергетике. Решение задач.	2
Всего		16

3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
--------------------------	-------------------------	--------------------

1	Моделирование электротехнических систем. Основные сведения о системе MATLAB	4
2	Моделирование питающей линии электропередач при работе на холостом ходу	4
3	Моделирование питающей линии электропередач при работе под нагрузкой	4
4	Моделирование распределительной сети и исследование отклонений напряжения в распределительной сети	4
Всего		16

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Собеседование: Введение. Моделирование при решении инженерных задач.	Изучение материалов лекции "Введение. Моделирование при решении инженерных задач": - работа над конспектом лекции; - изучении литературы; - подготовка к групповому опросу (собеседование); - подготовка к следующему занятию.	2
2	Подготовка отчета по лабораторной работе: Моделирование электротехнических систем. Основные сведения о системе MATLAB	Изучение материалов лабораторной работы "Моделирование электротехнических систем. Основные сведения о системе MATLAB": - работа над отчетом по лабораторной работе; - подготовка к защите лабораторной работы;	6
3	Выполнение практического задания: Использование матричной алгебры при расчётах режимов электрической сети. Основные определения и соотношения	Изучение материала занятия "Использование матричной алгебры при расчётах режимов электрической сети. Основные определения и соотношения": - овладение аппаратом матричной алгебры для расчётов режимов электрической сети; - решение практического задания	4
4	Выполнение практического задания: Использование матричной алгебры при расчётах режимов электрической сети. Проведение расчетов режимов электрической сети.	Изучение материала занятия "Использование матричной алгебры при расчётах режимов электрической сети. Основные определения и соотношения": - овладение аппаратом матричной алгебры для расчётов режимов электрической сети; - решение практического задания	4

5	Собеседование: Построение математических моделей	Изучение материалов лекции "Построение математических моделей": - работа над конспектом лекции; - изучении литературы; - подготовка к групповому опросу (собеседование); - подготовка к следующему занятию.	2
6	Подготовка отчета по лабораторной работе: Моделирование питающей линии электропередач при работе на холостом ходу	Изучение материалов лабораторной работы "Моделирование питающей линии электропередач при работе на холостом ходу": - работа над отчетом по лабораторной работе; - подготовка к защите лабораторной работы;	6
7	Выполнение практического задания: Описание установившегося режима уравнениями баланса мощности. Применение теории графов для моделирования электрических сетей.	Изучение материала занятия "Описание установившегося режима уравнениями баланса мощности. Применение теории графов для моделирования электрических сетей": - система уравнений установившегося режима в форме баланса мощности; - выражения для собственной активной и реактивной проводимости узлов; - оптимальное распределение мощности конденсаторных батарей по условиям минимума потерь; - применение теории графов для моделирования электрических сетей; - решение практического задания	4
8	Выполнение практического задания: Эквивалентирование схем электрических сетей. Расчет узловых напряжений методом Зейделя.	Изучение материала занятия "Эквивалентирование схем электрических сетей. Расчет узловых напряжений методом Зейделя": - эквивалентная схема сети; - П-образная схема замещения сети ; - оптимальное распределение мощности конденсаторных батарей по условиям минимума потерь; - эквивалентная схема электропередачи; - решение практического задания	4
9	Собеседование: Математические модели элементов электроэнергетических систем	Изучение материалов лекции "Построение математических моделей": - работа над конспектом лекции; - изучении литературы; - подготовка к групповому опросу (собеседование); - подготовка к следующему занятию.	2
10	Подготовка отчета по лабораторной работе: Моделирование питающей линии электропередач при работе под нагрузкой	Изучение материалов лабораторной работы "Моделирование питающей линии электропередач при работе под нагрузкой": - работа над отчетом по лабораторной работе; - подготовка к защите лабораторной работы;	7

11	Выполнение практического задания: Математические модели элементов ЭЭС. Математические модели линии в виде схем замещения.	Изучение материала занятия "Математические модели элементов ЭЭС. Математические модели линии в виде схем замещения": - режим холостого хода; - режим передачи мощности меньше натуральной; - режим передачи мощности больше натуральной; - решение практического задания.	4
12	Выполнение практического задания: Математические модели элементов ЭЭС. Упрощенные модели ЛЭП. Математические модели силового трансформатора. Построение внешней характеристики трансформатора. Моделирование электрических нагрузок.	Изучение материала занятия "Математические модели элементов ЭЭС. Упрощенные модели ЛЭП. Математические модели силового трансформатора. Построение внешней характеристики трансформатора. Моделирование электрических нагрузок": - Упрощенные модели ЛЭП; - Математические модели силового трансформатора; - Построение внешней характеристики трансформатора; - Моделирование электрических нагрузок - Решение практического задания.	4
13	Собеседование: Прогнозирование графиков нагрузки электроэнергетической системы. Заключение.	Изучение материалов лекции "Прогнозирование графиков нагрузки электроэнергетической системы. Заключение": - работа над конспектом лекции; - изучении литературы; - подготовка к групповому опросу (собеседование); - подготовка к следующему занятию.	2
14	Подготовка отчета по лабораторной работе: Моделирование распределительной сети и исследование отклонений напряжения в распределительной сети	Изучение материалов лабораторной работы "Моделирование распределительной сети и исследование отклонений напряжения в распределительной сети": - работа над отчетом по лабораторной работе; - подготовка к защите лабораторной работы;	7
15	Выполнение практического задания: Вероятностные расчёты в электроэнергетике	Изучение материала занятия "Вероятностные расчёты в электроэнергетике": - Классическая вероятность; - Статистическая вероятность; - Математическое ожидание дискретной случайной величины; - Основные законы распределения случайной величины - Решение практического задания.	4

16	Выполнение практического задания: Вероятностные расчёты в электроэнергетике. Решение задач.	Изучение материала занятия "Вероятностные расчёты в электроэнергетике. Решение задач": - Определение классической вероятности; - Определение статистической вероятности; - Определение математического ожидания дискретной случайной величины; - Применение основных законов распределения случайной величины - Решение практического задания.	4
Всего			66

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Применение математического моделирования при проведении расчетов электроэнергетических систем» направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В процессе обучения используются:

- дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMSMoodle, URL: <http://lms.kgeu.ru/>;

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

	ошибки	недочетами		
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-1	ПК-	Знать				

		Классификацию, свойства, требования к моделям и моделированию при проектировании электроэнергетических систем	Уровень знаний о классификации, свойствах, требованиях к моделям и моделированию при проектировании и электроэнергетических систем систематически сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний о классификации, свойствах, требованиях к моделям и моделированию при проектировании и электроэнергетических систем в целом успешно сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки, имеет место несколько не грубых ошибок	Минимально допустимый, но не систематический уровень знаний о классификации, свойствах, требованиях к моделям и моделированию при проектировании и электроэнергетических систем, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний о классификации, свойствах, требованиях к моделям и моделированию при проектировании и электроэнергетических систем ниже минимальных требований, фрагментарен, имеют место грубые ошибки
	1.3	Методы и способы применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий в области разработки и внедрения математических моделей электроэнергетических систем	Уровень знаний методов и способов применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий в области разработки и внедрения математических моделей электроэнергетических систем систематически сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний методов и способов применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий в области разработки и внедрения математических моделей электроэнергетических систем в целом успешно сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки, имеет место несколько не грубых ошибок	Минимально допустимый, но не систематический уровень знаний методов и способов применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий в области разработки и внедрения математических моделей электроэнергетических систем, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний методов и способов применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий в области разработки и внедрения математических моделей электроэнергетических систем ниже минимальных требований, фрагментарен, имеют место грубые ошибки

		Методы, способы и требования к процессу моделирования электроэнергетических систем	Уровень знаний методов, способов и требований к процессу моделирования электроэнергетических систем систематически сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний методов, способов и требований к процессу моделирования электроэнергетических систем в целом успешно сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки, имеет место несколько не грубых ошибок	Минимально допустимый, но неструктурированный уровень знаний методов, способов и требований к процессу моделирования электроэнергетических систем, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний методов, способов и требований к процессу моделирования электроэнергетических систем ниже минимальных требований, фрагментарен, имеют место грубые ошибки
		Методы анализа качественных показателей работы электрооборудования, основанные на математическом моделировании	Уровень знаний методов анализа качественных показателей работы электрооборудования, основанных на математическом моделировании систематически сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний методов анализа качественных показателей работы электрооборудования, основанных на математическом моделировании в целом успешно сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки, имеет место несколько не грубых ошибок	Минимально допустимый, но неструктурированный уровень знаний методов анализа качественных показателей работы электрооборудования, основанных на математическом моделировании, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний методов анализа качественных показателей работы электрооборудования, основанных на математическом моделировании ниже минимальных требований, фрагментарен, имеют место грубые ошибки
		Уметь				

		Использовать современную классификацию, свойства, требования к моделям и моделированию при проектировании электроэнергетических систем	Продемонстрированы все основные умения использовать современную классификацию, свойства, требования к моделям и моделированию при проектировании электроэнергетических систем, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы, в целом, все основные умения использовать современную классификацию, свойства, требования к моделям и моделированию при проектировании электроэнергетических систем, решены все основные задачи с не грубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы, в целом, все основные, но не систематически правильные, умения использовать современную классификацию, свойства, требования к моделям и моделированию при проектировании и электроэнергетических систем, решены типовые задачи с не грубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения использовать современную классификацию, свойства, требования к моделям и моделированию при проектировании и электроэнергетических систем, имеют место грубые ошибки
--	--	--	--	---	--	---

		Использовать справочные материалы, методы и способы применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий необходимых для построения моделей электроэнергетических систем	Продемонстрированы все основные умения использовать справочные материалы, методы и способы применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий необходимых для построения моделей электроэнергетических систем, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы, в целом, все основные умения использовать справочные материалы, методы и способы применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий необходимых для построения моделей электроэнергетических систем, решены все основные задачи с не грубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы, в целом, все основные, но не систематически правильные, умения использовать справочные материалы, методы и способы применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий необходимых для построения моделей электроэнергетических систем, решены типовые задачи с не грубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения использовать справочные материалы, методы и способы применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий необходимых для построения моделей электроэнергетических систем, имеют место грубые ошибки
--	--	---	---	--	---	--

		Применять справочные материалы, современные измерительные компьютерные системы и технологий, анализировать научно-техническую информацию при моделировании электроэнергетических систем	Продemonстрированы все основные умения применять справочные материалы, современные измерительные и компьютерные системы и технологий, анализировать научно-техническую информацию при моделировании электроэнергетических систем, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы, в целом, все основные умения применять справочные материалы, современные измерительные и компьютерные системы и технологий, анализировать научно-техническую информацию при моделировании электроэнергетических систем, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы, в целом, все основные, но не систематически правильные, умения применять справочные материалы, современные измерительные и компьютерные системы и технологий, анализировать научно-техническую информацию при моделировании электроэнергетических систем, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения применять справочные материалы, современные измерительные и компьютерные системы и технологий, анализировать научно-техническую информацию при моделировании электроэнергетических систем, имеют место грубые ошибки
--	--	---	---	---	--	--

		Исследовать и анализировать на моделях процессы, протекающие в электроэнергетических системах;	Продemonстрированы все основные умения исследовать и анализировать на моделях процессы, протекающие в электроэнергетических системах, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы, в целом, все основные умения исследовать и анализировать на моделях процессы, протекающие в электроэнергетических системах, решены все основные задачи с не грубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы, в целом, все основные, но не систематически правильные, умения исследовать и анализировать на моделях процессы, протекающие в электроэнергетических системах, решены типовые задачи с не грубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения исследовать и анализировать на моделях процессы, протекающие в электроэнергетических системах, имеют место грубые ошибки
		Владеть				
		Навыками формализации и решения задач различных этапов проектирования электроэнергетических систем с применением современной классификации требований моделям моделированию	Успешное и систематическое владение навыками формализации и решения задач различных этапов проектирования электроэнергетических систем с применением современной классификации и требований к моделям и моделированию	В целом успешное владение навыками формализации и решения задач различных этапов проектирования электроэнергетических систем с применением современной классификации и требований к моделям и моделированию	Имеется минимальный набор навыков, с некоторыми недочетами, формализации и решения задач различных этапов проектирования электроэнергетических систем с применением современной классификации и требований к моделям и моделированию	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками формализации и решения задач различных этапов проектирования электроэнергетических систем с применением современной классификации и требований к моделям и моделированию

		Навыками использования справочных материалов, методов и способов применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий необходимых для построения моделей электроэнергетических систем;	Успешное и систематическое владение навыками использования справочных материалов, методов и способов применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий необходимых для построения моделей электроэнергетических систем	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками использования справочных материалов, методов и способов применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий необходимых для построения моделей электроэнергетических систем	Имеется минимальный набор навыков, с некоторыми недочетами, использования справочных материалов, методов и способов применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий необходимых для построения моделей электроэнергетических систем	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками использования справочных материалов, методов и способов применения современных измерительных и компьютерных систем и технологий необходимых для построения моделей электроэнергетических систем
		Навыками использования справочных материалов, современных измерительных и компьютерных систем и технологий, анализа научно-технической информации при моделировании электроэнергетических систем	Успешное и систематическое владение навыками использования справочных материалов, современных измерительных и компьютерных систем и технологий, анализа научно-технической информации при моделировании электроэнергетических систем	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками использования справочных материалов, современных измерительных и компьютерных систем и технологий, анализа научно-технической информации при моделировании электроэнергетических систем	Имеется минимальный набор навыков, с некоторыми недочетами, использования справочных материалов, современных измерительных и компьютерных систем и технологий, анализа научно-технической информации при моделировании электроэнергетических систем	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками использования справочных материалов, современных измерительных и компьютерных систем и технологий, анализа научно-технической информации при моделировании электроэнергетических систем

		Навыками исследования и анализа качественных показателей работы электрооборудования, с использованием математического моделирования	Успешное и систематическое владение навыками исследования и анализа качественных показателей работы электрооборудования, с использованием математического моделирования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками исследования и анализа качественных показателей работы электрооборудования, с использованием математического моделирования	Имеется минимальный набор навыков, с некоторыми недочетами, исследования и анализа качественных показателей работы электрооборудования, с использованием математического моделирования	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками исследования и анализа качественных показателей работы электрооборудования, с использованием математического моделирования
--	--	---	---	--	--	--

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Горлач Б. А., Шахов В. Г.	Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация	учебное пособие	СПб.: Лань	2018	https://e.lanbook.com/book/103190	
2	Липай Борис Романович	Компьютерные модели электромеханических систем. Модели основных компонентов электромеханических систем	учебное пособие	М. : Издательский дом МЭИ,	2019	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013519.html	

3	Семакин, И.Г. Русакова О.Л., Тарунин Е.Л., Шкарапу та.А. П.	Программирование, численные методы и математическое моделирование	учебное пособие	Москва :Кнорус,	2020	https://book.ru/book/932970	
---	--	--	--------------------	--------------------	------	---	--

Дополнительная литература

№ п/ п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпля- ров в биб- лиотеке КГЭУ
1	Сафин А. Р., Грачева Е. И., Чураев Р.Р.	Математическое моделирование и оптимизация систем электроэнергетики	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2012		40
2	Морозов В. Г.	Математическое моделирование задач электроэнергетики на ЭВМ	учебное пособие	М.: МЭИ	1991		8
3	Константинов В. Н.	Математическое моделирование режимов работы электроэнергетических систем	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2014		39

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/ п	Наименование электронных и Интернет-ресурсов	Ссылка
1	ЭБС Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/book/
2	ЭБС BOOK.RU	https://book.ru/book
3	ЭБС Лань	http://e.lanbook.com/
4	LMS MOODLE	http://lms.kgeu.ru/enrol/index.php?id=2432

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/ п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования	http://fgosvo.ru	http://fgosvo.ru
2	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	https://minenergo.gov.ru/opendata	https://minenergo.gov.ru/opendata

3	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/
4	Общероссийский математический портал	http://www.mathnet.ru/	http://www.mathnet.ru/
5	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	http://window.edu.ru/
6	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	http://app.kgeu.local/Home/Apps	http://app.kgeu.local/Home/Apps
2	«Гарант»	http://www.garant.ru/	http://www.garant.ru/

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
2	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
3	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	"ЗАО ""ТаксНет-Сервис"" №ПО-ЛИЦ 0000/2014 от 27.05.2014 Неискл. право. Бессрочно
4	AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM (+ teacher license) RUS	Программное обеспечение для автоматизации процесса проектирования и черчения	ЗАО "СиСофт Казань" №CS 08/15 от 25.03.2008 Неискл. право. Бессрочно
5	LabVIEW Professional Development System for Windows	Среда графического программирования и разработки приложений	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
6	Компас-3D V13	Программное обеспечение для трёхмерного моделирования	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №33659/KZN12 от 04. 05 2012 Неискл. право. Бессрочно

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
-------	--------------------	--	--

1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	доска аудиторная, проектор, экран, ноутбук 1. Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486 от 28.11.2011, лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 2. OptimizationToolboxAcademicnewProductFrom 10 to 24 GroupLicenses (perLicense) Модуль решения задач линейной, квадратичной, целочисленной и нелинейной оптимизации для MATLAB, договор №2013.39442, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 3. Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, договор 231/20 от 3.08.2020, лицензиар - ООО "Аскон-кама консалтинг", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 4.LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии – бессрочно. 5.Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.
---	--------------------	---	---

2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	доска аудиторная, моноблок (13 шт.), проектор, интерактивная доска, стенды "Электрические схемы" (4шт.) 1. Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486 от 28.11.2011 , лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 2. Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, договор 231/20 от 3.08.2020, лицензиар - ООО "Аскон-кама консалтинг", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 3. LabVIEWProfessionalDevelopmentSystemforWindows, договор №2013.39442, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 4. LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 5. Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 6. AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM (+ teacherlicense) RUS , договор №CS 08/15 от 25.03.2008, лицензиар - ЗАО "СиСофтКазань",тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 7. LabVIEWFullDevelopmentSystem. Windows .NET SoftwareSe, договор №260 от 19.08.2015, лицензиар - ООО "Питер Софт", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.
---	----------------------	---	--

3	Лабораторные занятия	Компьютерный класс с выходом в Интернет	доска аудиторная, моноблок (13 шт.), проектор, интерактивная доска, стенды "Электрические схемы" (4шт.) 1. Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486 от 28.11.2011 , лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 2. Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, договор 231/20 от 3.08.2020, лицензиар - ООО "Аскон-кама консалтинг", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 3. LabVIEWProfessionalDevelopmentSystemforWindows, договор №2013.39442, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 4. LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 5. Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 6. AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM (+ teacherlicense) RUS , договор №CS 08/15 от 25.03.2008, лицензиар - ЗАО "СиСофтКазань", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 7. LabVIEWFullDevelopmentSustem .Windows .NI SoftwareSe, договор №260 от 19.08.2015, лицензиар - ООО "Питер Софт", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.

4	Самостоятельная работа обучающегося	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся	доска аудиторная, моноблок (13 шт.), проектор, интерактивная доска, стенды "Электрические схемы" (4шт.) 1. Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486 от 28.11.2011 , лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 2. Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, договор 231/20 от 3.08.2020, лицензиар - ООО "Аскон-кама консалтинг", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 3. LabVIEW Professional Development System for Windows, договор №2013.39442, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 4. LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 5. Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 6. AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM (+ teacher license) RUS , договор №CS 08/15 от 25.03.2008, лицензиар - ЗАО "СиСофтКазань", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 7. LabVIEW Full Development System .Windows .NET Software Se, договор №260 от 19.08.2015, лицензиар - ООО "Питер Софт", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.
---	-------------------------------------	--	---

		Компьютерный класс с выходом в Интернет	доска аудиторная, моноблок (13 шт.), проектор, интерактивная доска, стенды "Электрические схемы" (4шт.) 1. Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486 от 28.11.2011 , лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 2. Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, договор 231/20 от 3.08.2020, лицензиар - ООО "Аскон-кама консалтинг", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 3. LabVIEWProfessionalDevelopmentSystemforWindows, договор №2013.39442, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 4. LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 5. Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 6. AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM (+ teacherlicense) RUS , договор №CS 08/15 от 25.03.2008, лицензиар - ЗАО "СиСофтКазань",тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно. 7. LabVIEWFullDevelopmentSystem .Windows .NI SoftwareSe, договор №260 от 19.08.2015, лицензиар - ООО "Питер Софт", тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.
--	--	--	---

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупно-шрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);
- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);
- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;
- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;
- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;
- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;
- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;
- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;
- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;
- формирование эстетической картины мира;
- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Физическое воспитание:

- формирование ответственного отношения к своему здоровью, потребности в здоровом образе жизни;
- формирование культуры безопасности жизнедеятельности;
- формирование системы мотивации к активному и здоровому образу жизни, занятиям спортом, культуры здорового питания и трезвости.

Профессионально-трудовое воспитание:

- формирование добросовестного, ответственного и творческого отношения к разным видам трудовой деятельности;
- формирование навыков высокой работоспособности и самоорганизации, умение действовать самостоятельно, мобилизовать необходимые ресурсы, правильно оценивая смысл и последствия своих действий;

Экологическое воспитание:

- формирование экологической культуры, бережного отношения к родной земле, экологической картины мира, развитие стремления беречь и охранять природу;

Структура дисциплины по заочной форме обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		4
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	16,5	16,5
Лекционные занятия (Лек)	4	4
Лабораторные занятия (Лаб)	4	4
Практические занятия (Пр)	4	4
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	0,5	0,5
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:	87,5	87,5
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет)	4	4
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	За	За

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины с 2021/2022 учебного года

В программу вносятся следующие изменения:

1. РПД дополнена разделом 9 «Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися».

Программа одобрена на заседании кафедры–разработчика «16» июня 2021г., протокол №39.

Зав. кафедрой



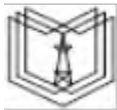
В.В. Максимов

Программа одобрена методическим советом института ИЭЭ «22»июня 2021г., протокол №11.

Зам. директора ИЭЭ



Ахметова Р.В.



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Применение математического моделирования при проведении расчетов
электроэнергетических систем

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) Электроэнергетические системы и сети

Квалификация

бакалавр

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Применение математического моделирования при проведении расчетов электроэнергетических систем»

Содержание ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и учебному плану.

1. ОМ соответствует требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию ОМ по дисциплине, а именно:

1) Перечень формируемых компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.

2) Показатели и критерии оценивания компетенций, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результаты обучения, уровней сформированности компетенций.

3) Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.

4) Методические материалы ОМ содержат чётко сформулированные рекомендации по проведению процедуры оценивания результатов обучения и сформированности компетенций.

2. Направленность ОМ по дисциплине соответствует целям ОПОП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профстандартам.

3. Объём ОМ соответствует учебному плану подготовки.

4. Качество ОМ в целом обеспечивают объективность и достоверность результатов при проведении оценивания с различными целями.

Заключение. На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Следует отметить, что созданы условия для максимального приближения системы оценки и контроля компетенций обучающихся к условиям их будущей профессиональной деятельности.

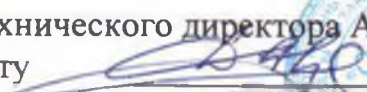
Рассмотрено на заседании учебно-методического совета института электроэнергетики и электротехники «28» октября 2020 г., протокол № 3

Председатель УМС


личная подпись

Ившин И.В.

Рецензент: Фамин Д.А., заместитель технического директора АО «Сетевая компания» по основным сетям и ремонту


личная подпись

Дата

Оценочные материалы по дисциплине «Применение математического моделирования при проведении расчетов электроэнергетических систем» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: собеседование, отчет по лабораторной работе (олр), тест (тест), практическое задание (пз).

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 7 семестр. Форма промежуточной аттестации зачёт.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1.Технологическая карта

Семестр 7

Номер раздела/ темы дис- циплины	Вид СРС	Наимено- вание оценочного средства	Код индикатора достижени я компетенц ий	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1	Выполнение практического задания:Использование матричной алгебры при расчётах режимов электрической сети. Основные определения и соотношения	(ПЗ)	ПК-1	менее 3	3 - 3	3 - 3	4 - 4

1	Выполнение практического задания: Использование матричной алгебры при расчётах режимов электрической сети. Проведение расчетов режимов электрической сети.	(ПЗ)	ПК-1	менее 3	3 - 3	3 - 3	4 - 4
1	Собеседование: Введение. Моделирование при решении инженерных задач.	(Сбс)	ПК-1	менее 1	1 - 2	2 - 2	3 - 3
1	Подготовка отчета по лабораторной работе: Моделирование электротехнических систем. Основные сведения о системе MATLAB	(ОЛР)	ПК-1	менее 2	2 - 2	2 - 3	3 - 4
2	Выполнение практического задания: Описание установившегося режима уравнениями баланса мощности. Применение теории графов для моделирования электрических сетей.	(ПЗ)	ПК-1	менее 3	3 - 3	3 - 3	4 - 4
2	Выполнение практического задания: Эквивалентирование схем электрических сетей. Расчет узловых напряжений методом Зейделя.	(ПЗ)	ПК-1	менее 3	3 - 3	3 - 3	4 - 4
2	Собеседование: Построение математических моделей	(Сбс)	ПК-1	менее 1	1 - 2	2 - 2	3 - 3

2	Подготовка отчета по лабораторной работе: Моделирование питающей линии электропередач при работе на холостом ходу	(ОЛР)	ПК-1	менее 2	2 - 2	2 - 3	3 - 4
3	Выполнение практического задания: Математические модели элементов ЭЭС. Математические модели линии в виде схем замещения.	(ПЗ)	ПК-1	менее 3	3 - 3	3 - 3	4 - 4
3	Выполнение практического задания: Математические модели элементов ЭЭС. Упрощенные модели ЛЭП. Математические модели силового трансформатора. Построение внешней	(ПЗ)	ПК-1	менее 3	3 - 3	3 - 3	4 - 4
3	Собеседование: Математические модели элементов электроэнергетических систем	(Сбс)	ПК-1	менее 1	1 - 2	2 - 2	3 - 3
3	Подготовка отчета по лабораторной работе: Моделирование питающей линии электропередач при работе под нагрузкой	(ОЛР)	ПК-1	менее 1	2 - 2	2 - 3	3 - 4

4	Выполнение практического задания:Вероятностные расчёты в электроэнергетике	(ПЗ)	ПК-1	менее 3	3 - 3	3 - 3	4 - 4
4	Выполнение практического задания: Вероятностные расчёты в электроэнергетике. Решение задач.	(ПЗ)	ПК-1	менее 3	3 - 3	3 - 3	4 - 4
4	Собеседование: Прогнозирование графиков нагрузки электроэнергетической системы. Заключение.	(Сбс)	ПК-1	менее 1	1 - 2	2 - 2	3 - 3
4	Подготовка отчета по лабораторной работе: Моделирование распределительной сети и исследование отклонений напряжения в распределительной сети	(ОЛР)	ПК-1	менее 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4
Всего баллов				0 - 54	55-69	70-84	85-100

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Собеседование ((Сбс))	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины, представленные в привязке к компетенциям, предусмотренным РПД
Отчет по лабораторной работе (ОЛР) ((ОЛР))	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Тест (Тест) ((Тест))	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Практическое задание (ПЗ) ((ПЗ))	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Оценка промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Применение математического моделирования при проведении расчетов электроэнергетических систем» производится при помощи следующих оценочных средств:

Собеседование

Устный опрос проводится в начале лекционных и практических занятий по материалам предыдущих занятий. Количество опрошенных должно быть 100% к началу изучения следующего раздела дисциплины.

Ответы на вопросы должны быть точными и краткими. За правильный ответ студент получает 2-4 балла.

Перечень вопросов по разделам дисциплины при собеседовании.

1. Введение. Моделирование при решении инженерных задач.

1. Необходимость применения моделирования при исследовании технических систем
2. Нужно ли стремиться к абсолютному подобию модели и оригинала ?
3. Дайте определения понятиям «модель», «оригинал», «моделирование»
4. Приведите примеры объектов и их возможных моделей в электроснабжении
5. Каковы основные цели моделирования технических объектов ?
6. Назовите и кратко охарактеризуйте основные этапы моделирования
7. Назовите возможные классификационные признаки моделей
8. Приведите классификацию и дайте примеры идеальных (абстрактных) моделей

9. Приведите классификацию и дайте примеры материальных моделей
10. Охарактеризуйте особенности физического и натурного моделирования, приведите примеры их использования в задачах электроснабжения

2. Построение математических моделей

1. Дайте характеристику математических моделей; приведите их примеры.
2. Назовите достоинства и особенности математического моделирования
3. Охарактеризуйте основные этапы компьютерного моделирования
4. Основные требования к математическим моделям
5. Классификация математических моделей
6. В чем состоит основное отличие между структурными и функциональными математическими моделями, их достоинства и недостатки ?
7. В чем состоит основное отличие между аналитическими и алгоритмическими математическими моделями, их достоинства и недостатки ?
8. Дайте характеристику имитационных математических моделей; назовите область их применения, объясните преимущества
9. Назовите основные типы задач моделирования в электроснабжении, дайте им краткую характеристику
10. Каковы особенности задач моделирования в электроснабжении, требования к точности выходных данных?

3. Математические модели элементов электроэнергетических систем

1. Математические модели простейших элементов электротехнических устройств.
2. Математическая модель резистора в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии.
3. Математическая модель индуктивности в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии.
4. Математическая модель емкости в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии.
5. Математические модели источников питания систем электроснабжения и какие существуют особенности их моделирования.
6. Математическая модель двигателей для учета подпитки места короткого замыкания.
7. Как моделируются элементы электрических сетей при расчете рабочих режимов систем электроснабжения ?
8. Математическая модель силового трансформатора.
9. Математическая модель линии электропередач.
10. Основные методы моделирования электрических нагрузок, их достоинства и недостатки.

4. Прогнозирование графиков нагрузки электроэнергетической системы.

Заключение.

1. Общая характеристика методов решения уравнений установившихся режимов электрических систем.
2. Моделирование и методы решения уравнений узловых напряжений.
3. Решение уравнений узловых напряжений методом Ньютона.
4. Расчет параметров установившегося электрического режима.
5. Сходимость, существование и неоднородность решения уравнений установившегося режима.

6. Неоднозначность и единственность решения уравнений узловых напряжений.
7. Расчет установившегося режима на ЭВМ.
8. Постановка и характеристика задач по определению параметров электрической системы.
9. Общая характеристика проблемы расчета, анализа и снижения потерь электроэнергии.
10. Метод характерных суточных режимов.
11. Метод средних нагрузок.
12. Метод среднеквадратичных параметров режима.
13. Метод времени наибольших потерь.
14. Метод раздельного времени наибольших потерь.
15. Расчет потерь электроэнергии в электрических сетях до 1000 В.
16. Потери электроэнергии в компенсирующих устройствах.
17. Методы аналитического представления схем электрических сетей.
18. Влияние компенсирующих устройств на режимы электропотребления систем электроснабжения.
19. Математические методы моделирования элементов систем электроснабжения.
20. Методы расчетов потерь электроэнергии во внутризаводских сетях систем электроснабжения.

Отчет по лабораторной работе

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Моделируемая схема;
4. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики, снимки экранов);
5. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Теоретическая часть должна содержать минимум необходимых теоретических сведений о физической сущности исследуемого явления и его описание. Не следует копировать целиком или частично методическое пособие (описание) лабораторной работы или разделы учебника.

Раздел «Результаты» включает в себя таблицы экспериментальных данных, графики, полученные при выполнении лабораторной работы, снимки экранов приборов. Для построения графиков можно использовать миллиметровую бумагу. На графиках обязательно должны быть указаны масштабы по осям, начало отсчета, размерности и обозначения физических величин, откладываемых по осям. Экспериментальные точки на графиках должны быть заметны, четко выделены. Рисунки, графики и таблицы нумеруются и подписываются заголовками.

Выводы не должны быть простым перечислением того, что сделано. Здесь важно отметить, какие новые знания о предмете исследования были получены при выполнении работы, к чему привело обсуждение результатов, насколько выполнена заявленная цель

работы. Возможно, получены дополнительные формулы, данные, предложены оригинальные методики, – это должно быть отражено в выводах. Выводы по работе каждый студент делает самостоятельно.

При сдаче отчёта преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы. Все ответы на дополнительные вопросы, новые расчёты, обсуждения выполняются студентом на отдельных листах, включаемых в отчёт (при этом в тексте основного отчёта делается сноска или другой значок, которому будет соответствовать новый материал). При этом письменные замечания преподавателя должны остаться в тексте для ясности динамики работы над отчётом. Объём отчёта должен быть оптимальным для понимания того, что и как сделал студент, выполняя работу. Обязательные требования к отчёту включают общую и специальную грамотность изложения, а также аккуратность оформления. После приёма преподавателем отчёт хранится на кафедре.

Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы

Лабораторная работа № 1. Моделирование электротехнических систем. Основные сведения о системе MATLAB

1. Описание моделей, входящих в схему виртуальной установки;
2. Заполнить таблицы, приведенные в методических указаниях по выполнению лабораторной работы.

Лабораторная работа № 2. Моделирование питающей линии электропередач при работе на холостом ходу

1. Что обуславливает протекание тока по высоковольтной ЛЭП в режиме холостого хода?
2. Каким образом формируется напряжение в конце линии в режиме холостого хода и чем обусловлено различие значений напряжения по концам ЛЭП?
3. Почему высоковольтную ЛЭП нельзя отключать разъединителем даже в режиме холостого хода?
4. К чему может привести различие значений напряжения по концам ЛЭП?

Лабораторная работа № 3. Моделирование питающей линии электропередач при работе под нагрузкой

1. Каким образом формируется напряжение в конце линии в режиме работы под нагрузкой?
2. Как строится векторная диаграмма токов и напряжений ЛЭП в режиме нагрузки?
3. Каково влияние распределенной емкости на режим токов и напряжений в нагрузочном режиме работы ЛЭП?

Лабораторная работа № 4. Моделирование распределительной сети и исследование отклонений напряжения в распределительной сети

1. В чем отличие распределительных и питающих сетей?
2. Какие параметры характеризуют трехфазные трансформаторы?
3. Каким образом можно создать подсистему в MathLAB?
4. Какой нормативный документ регламентирует показатели качества электрической энергии?
5. Что понимается под установившимся отклонением напряжения и какие нормированные значения для него установлены?
6. Чем могут быть обусловлены отклонения напряжения в электрических сетях?
7. Какие факторы определяют диапазон допустимых отклонений напряжения и для какой точки распределительной сети его рассчитывают.

Комплект тестовых заданий

1 МОДУЛЬ

1. Фильтр, позволяющий отсеять из всей информации об объекте несущественную информацию — это:
а) Формализация
б) Пример
в) **Задача**
2. Замена реального объекта или процесса каким-либо представлением — это:
а) **Формализация**
б) Пример
в) Задача
3. Моделирование проводится с целью:
а) предсказания назначения вспомогательного характера.
б) **предсказания поведения объекта-оригинала в определенных условиях**
в) соединения между собой сборочных изделий.
4. Искусственно созданный материальный или теоретический образ изучаемого объекта, сохраняющий в разрезе проводимого исследования его наиболее важные свойства — это:
а) Пример
б) **Модель**
в) Элемент некоторого множества
5. Основными целями моделирования являются:
а) нормализация эксплуатации объекта
б) **прогнозирование поведения объекта-оригинала в реальных условиях**
в) проведение фундаментальных разработок.
6. Модели классифицируются:
а) **по отраслям знаний;**
б) по степени оптимизации
в) по определенным характеристикам оригинала
7. Программа Matlab комплектуется библиотекой..... для физического моделирования электросиловых систем:

- а) **SIM POWER SYSTEMS**
- б) ACCESS
- в) TRACE MODE

8. Какие модели строятся на основе теории подобия, при котором некоторые аспекты функционирования реального объекта не моделируются:

- а) полные
- б) неполные
- в) **приближенные**

9. При каком моделировании учитываются вероятностные процессы и события

- а) функциональном
- б) детерминированном
- в) **стохастическом**

10. Моделирование часто является единственным способом представления объектов, которые либо практически не реализуемы в заданном интервале времени, либо существуют вне условий, возможных для их физического воплощения – это:

- а) **Идеальное моделирование**
- б) Наглядное моделирование
- в) Символическое моделирование

11. Структура математической модели – это совокупность переменных и параметров, записанных в математическом выражении, например

$$z = ax^2 + bx + cy^2 + dy + exy$$

Здесь x , y и z являются:

- а) параметрами
- б) коэффициентами
- в) **переменными**

12. Что есть Объект?

- а) семантическая категория со значением производителя действия или носителя состояния.
- б) **предмет познания и практической деятельности человека**
- в) процесс, управление поведением которого является целью создания модели.

13) Структура математической модели – это совокупность переменных и параметров, записанных в математическом выражении, например

$$z = ax^2 + bx + cy^2 + dy + exy$$

Здесь a , b , c , d , e являются:

- а) **параметры**
- б) коэффициенты
- в) переменные

14) Свойство объекта моделирования принимать несчетное множество сколь угодно близких значений, является свойством:

- а) прерывания функции;
- б) восстановления состояния;
- в) **непрерывности переменных.**

15) Релейные переключательные схемы, коммутационные системы АТС, цифровые вычислительные машины – это характерные примеры объектов с:

- а) непрерывными переменными
- б) **дискретными переменными**
- в) стохастическими переменными

16) Объект, который описывается математическим выражением, включающим в себя только постоянные коэффициенты – это:

- а) **Стационарный объект**
- б) Нестационарный объект
- в) Непрерывный объект

17) Объекты с..... параметрами представляют собой поле, существующее в пространственно-временном континууме, а переменные соответствующих моделей в общем случае суть функции времени и пространственных координат:

- а) **с распределенными параметрами**
- б) со значительными параметрами
- в) со сосредоточенными параметрами

18) Замена распределенных параметров на сосредоточенные - это:

- а) девальвация
- б) интеграция
- в) **аппроксимация**

19) интервал времени, в пределах которого прошлые состояния объекта оказывают влияние на текущее значение $x(t_i)$ называется

- а) **Внутренняя память объекта**
- б) Внешняя память объекта
- в) Адаптированная память объекта

20) В общем случае математическую модель реального объекта, процесса или системы можно представить в виде системы функциональных зависимостей, связывающих входные и выходные переменные модели через множество ее параметров:

$$\overset{P}{Y} = F(\overset{P}{X}, \overset{P}{S}, t) \text{ где } X - \text{это :}$$

- а) **вектор входных переменных,**
- б) вектор выходных переменных
- в) вектор внутренних переменных;

21) В задачах по данным о выходах объекта исследуется его поведение в различных условиях (режимах работы), т.е. входные переменные, структура и параметры модели относятся к исходным данным, а выходные переменные представляют результат исследования. Это задача:

- а) критическая
- б) деградиционная
- в) **прямая**
- г) обратная

22) В задачах считаются известными X и Y (доступны для измерения и исследования), а определению подлежат неизвестные структура и параметры модели (f или F). Это задача:

- а) критическая
- б) деградиционная

- в) прямая
- г) **обратная**

23) Какое требование не предъявляется к математическим моделям:

- а) **критичность**
- б) точность,
- в) универсальность
- г) экономичность

24) По данному выражению $\varepsilon_i = \frac{y_i - y_{Mi}}{y_i}$ можно определить:

- а) критичность модели
- б) точность модели
- в) универсальность модели
- г) **погрешность модели**

25) Модели, представляющие собой явно выраженные зависимости выходных параметров моделируемого объекта от параметров внутренних и внешних, называются:

- а) Динамическими
- б) **Аналитическими**
- в) Алгоритмическими
- г) Имитационными

2 МОДУЛЬ

1. Общий вид уравнений, составляющих основу большинства распределенных моделей, будет

следующим $\frac{d\varphi}{dt} = \text{div} J^p + G$

Где φ – это:

- а) скорость генерации субстанции
- б) поток фазовой переменной
- в) **фазовая переменная**

2. Общий вид уравнений, составляющих основу большинства распределенных моделей, будет следующим

$\frac{d\varphi}{dt} = \text{div} J^p + G$

Где J – это:

- а) скорость генерации субстанции
- б) **поток фазовой переменной**
- в) фазовая переменная

3. Общий вид уравнений, составляющих основу большинства распределенных моделей, будет следующим

$\frac{d\varphi}{dt} = \text{div} J^p + G$

Где G – это:

- а) **скорость генерации субстанции**
- б) поток фазовой переменной
- в) фазовая переменная

4. Моделирование, когда происходит переход от распределенных параметров к сосредоточенным, происходит дискретизация пространства – это моделирование:

- а) на микроуровне
- б) на макроуровне**
- в) на метауровне

5. В большинстве технических объектов можно выделить три типа пассивных простейших элементов. Тип **R** –это :

- а) элемент накопления потенциальной энергии.
- б) элементы накопления кинетической энергии.**
- в) элемент рассеивания (диссипации) энергии.**

6) В большинстве технических объектов можно выделить три типа пассивных простейших элементов. Тип **L** –это :

- а) элемент накопления потенциальной энергии.
- б) элементы накопления кинетической энергии.**
- в) элемент рассеивания (диссипации) энергии.

7) В большинстве технических объектов можно выделить три типа пассивных простейших элементов. Тип **C** –это :

- а) элемент накопления потенциальной энергии.**
- б) элементы накопления кинетической энергии.
- в) элемент рассеивания (диссипации) энергии.

8) Уравнения, описывающие свойства элементов объекта, называют

- а) полными
- б) неполными
- в) топологическими
- г) компонентными**

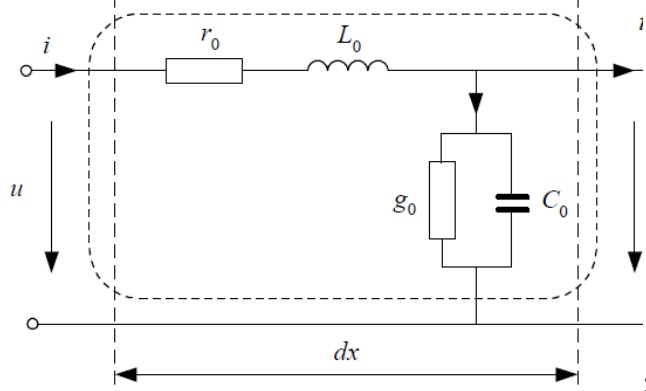
9) Способ связи элементов отражается с помощью уравнений, которые называются:

- а) полными
- б) неполными
- в) топологическими**
- г) компонентными

10) Преобразование электрической схемы на основе специальных критериев с целью ее упрощения – это:

- а) Идеализация
- б) Эквивалентирование**
- в) Актуализация
- г) дефектация

11) На рисунке представлен элементарный отрезок линии ЛЭП.



Какая система уравнений соответствует данному участку

а)

$$-\frac{\partial u}{\partial x} = r_0 i + L_0 \frac{\partial i}{\partial t},$$

$$-\frac{\partial i}{\partial x} = g_0 i + C_0 \frac{\partial u}{\partial t}$$

б)

$$u_1 = R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} - M \frac{di_2}{dt},$$

$$-u_2 = R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} - M \frac{di_1}{dt}.$$

12) Для упрощения исследований режимов работы ЛЭП сверхвысокого напряжения иногда пользуются уравнениями идеальной линии, в которой активные параметры r_0 , g_0 , α_0 считаются равными:

а) 2.

б) 1

в) 0.

13) Уравнения трансформатора в дифференциальной форме:

а)

$$-\frac{\partial u}{\partial x} = r_0 i + L_0 \frac{\partial i}{\partial t},$$

$$-\frac{\partial i}{\partial x} = g_0 i + C_0 \frac{\partial u}{\partial t}$$

б)

$$u_1 = R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} - M \frac{di_2}{dt},$$

$$-u_2 = R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} - M \frac{di_1}{dt}.$$

14) Трансформатор, для которого при любых условиях $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = n$ называется:

а) замещенным трансформатором;

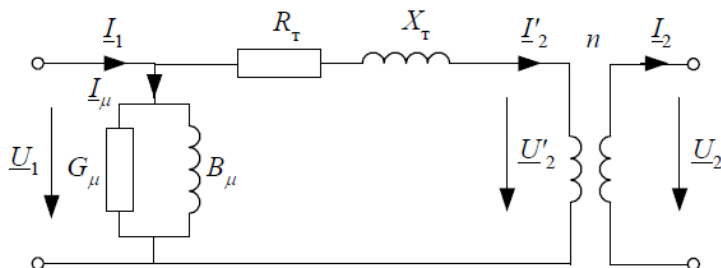
б) совершенным трансформатором;

в) идеальным трансформатором.

15) Трансформатор, для которого при любой нагрузке $\frac{U_1}{U_2} = n$, называется:

- а) замещенным трансформатором;
- б) **совершенным трансформатором;**
- в) идеальным трансформатором.

16) На рисунке



изображена:

- а) П-образная схема замещения трансформатора
- б) **Г-образная схема замещения трансформатора**
- в) Ф-образная схема замещения трансформатора

17) П-образная схема замещения трансформатора в отличие от П-образной схемы замещения ЛЭП является не симметричной, т.е. ∴

- а) $\underline{X}_1 \neq \underline{X}_2$
- б) $\underline{Y}_1 \neq \underline{Y}_2$
- в) $\underline{Z}_1 \neq \underline{Z}_2$

18) Зависимость изменения вторичного напряжения U_2 от тока нагрузки I_2 при постоянном коэффициенте мощности приемника $\cos\varphi = \text{const}$ и номинальном первичном напряжении $U_1 = U_{\text{ном}}$ называют:

- а) Независимой характеристикой трансформатора
- б) Внутренней характеристикой трансформатора
- в) **Внешней характеристикой трансформатора**

19) Интервал времени, в пределах которого прошлые состояния объекта оказывают влияние на текущее значение $x(t_i)$ называется

- а) **Внутренняя память объекта**
- б) Внешняя память объекта
- в) Адаптированная память объекта

20) Параллельная работа разнотипных трансформаторов допускается, если отношение их мощностей не более

- а) 1:2
- б) 1:5
- в) **1:3**

21) Нагрузка, при которой целесообразно отключать один из трансформаторов, определяется условием равенства при "к" и "к-1" трансформаторах

- а) **потерь мощности**
- б) проводникового материала

в) веса

22) Граничная мощность, при которой целесообразно перейти от "к" к "к-1" работающим трансформаторам определяется по выражению

$$\text{а) } S_k = \sqrt{\frac{\Delta P_x \cdot k \cdot (k-1)}{\Delta P_k}}$$

$$\text{б) } S_k = S_{ном} \sqrt{\frac{\Delta P_x \cdot k^2 \cdot (k-1)}{\Delta P_k}}$$

$$\text{в) } S_k = S_{ном} \sqrt{\frac{\Delta P_x \cdot k \cdot (k-1)}{\Delta P_k}}$$

23) Время наибольшей нагрузки определяется по выражению:

$$\text{а) } T_{нб} = \sum_{i=1}^N P_i \cdot \Delta t_i$$

$$\text{б) } T_{нб} = \frac{\sum_{i=1}^N P_i}{P_{нб}}$$

$$\text{в) } T_{нб} = \frac{\sum_{i=1}^N P_i \cdot \Delta t_i}{P_{нб}}$$

24) Потери электроэнергии по методу средних нагрузок определяются по выражению

$$\text{а) } \Delta W = \sum_{i=1}^N \Delta W_i$$

$$\text{б) } \Delta W = \Delta P_{ср} / \Delta T_{ср}$$

$$\text{в) } \Delta W = \Delta P_{ср} \cdot \Delta T_{ср}$$

25) Электроэнергия, полученная потребителем за год, вычисляется по выражению:

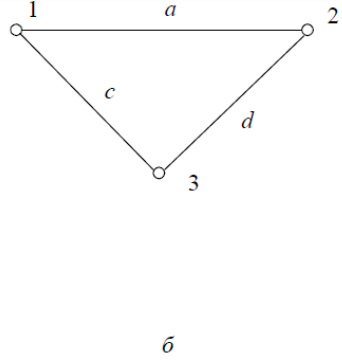
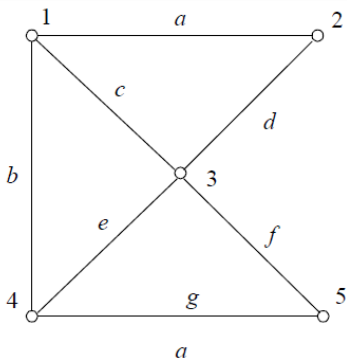
$$\text{а) } W = P_{нб} \cdot T_{нм}$$

$$\text{б) } W = P_{нм} \cdot T_{нб}$$

в) $W = P_{нб} \cdot T_{нб}$

3 МОДУЛЬ

1. На рисунке (а) изображен граф. Что изображено на рисунке (б):

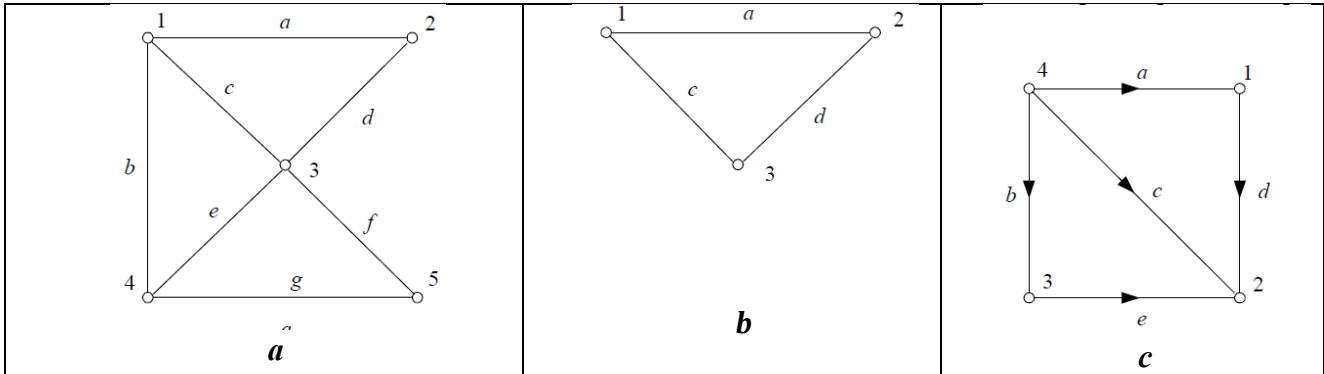


- а) подграф
- б) надграф
- в) субграф

2. Множество вершин графа обозначается:

- а) E
- б) V
- в) G

3. На каком рисунке изображен ориентированный граф:



- а) a
- б) b
- в) c

4. Если каждому ребру графа приписано какое-то число, то граф называют:

- а) цифровым
- б) взвешенным
- в) вычисленным

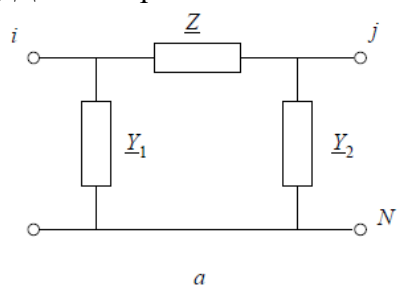
5. Графы можно представить с помощью различных матриц. Наиболее важными матричными представлениями являются матрицы :

- а) аппроксимации.

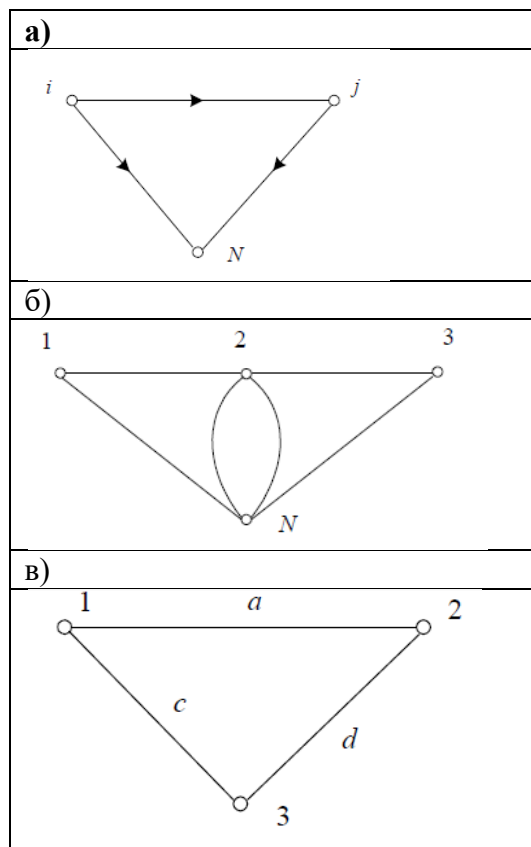
б) эквивалентности.

в) инценденции.

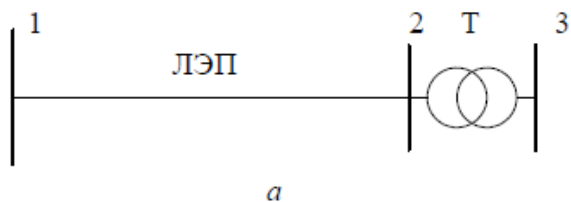
б) Для П-образной схемы замещения



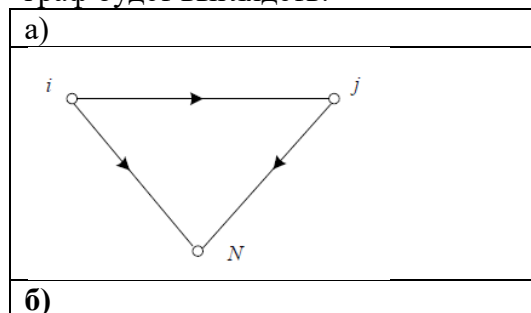
граф будет выглядеть:

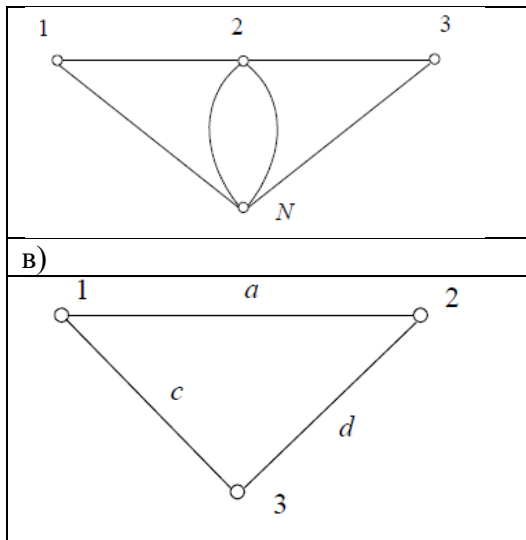


7) Схема электрической сети, состоящей из ЛЭП и трансформатора.



граф будет выглядеть:





8) Матрицы $\underline{E}$ и $\underline{J}$ задают режим работы электрической сети и являются векторами

- а) полных переменных
- б) неполных переменных
- в) зависимых переменных
- г) **независимых переменных**

9) Так как к узлам графа электрической сети еще присоединены другие поперечные ветви с ЭДС и проводимостью шунта, то задающий ток включает в себя также токи данных ветвей:

$$\underline{J} = \underline{J}_G - \underline{J}_H - \underline{J}_Y$$

Где $\underline{J}_Y$:

- а) – матрица токов генерации;
- б) – матрица токов нагрузки
- в) – **матрица токов в проводимостях шунтов**

10) Так как к узлам графа электрической сети еще присоединены другие поперечные ветви с ЭДС и проводимостью шунта, то задающий ток включает в себя также токи данных ветвей:

$$\underline{J} = \underline{J}_G - \underline{J}_H - \underline{J}_Y$$

Где $\underline{J}_H$:

- а) – матрица токов генерации;
- б) – **матрица токов нагрузки**
- в) – матрица токов в проводимостях шунтов.

11) Так как к узлам графа электрической сети еще присоединены другие поперечные ветви с ЭДС и проводимостью шунта, то задающий ток включает в себя также токи данных ветвей:

$$\underline{J} = \underline{J}_G - \underline{J}_H - \underline{J}_Y$$

Где $\underline{J}_G$:

- а) – **матрица токов генерации;**
- б) – матрица токов нагрузки
- в) – матрица токов в проводимостях шунтов.

12) Система уравнений

$$\text{diag}\{\underline{\mathbf{U}}\} \cdot (\underline{\mathbf{Y}}^* \cdot \underline{\mathbf{U}}^* + \underline{\mathbf{Y}}_0^* U_0) = \sqrt{3} \cdot \text{diag}\{\underline{\mathbf{U}}\} \cdot \underline{\mathbf{J}}^* = \underline{\mathbf{S}}.$$

является:

- а) системой нелинейных уравнений установившегося режима. .
- б) системой линейных уравнений установившегося режима.
- в) системой нелинейных уравнений неустойчивого режима.

13) Система уравнений

$$\begin{pmatrix} \underline{\mathbf{U}}' \\ \underline{\mathbf{U}}'' \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} \underline{\mathbf{G}} & -\underline{\mathbf{B}} \\ \underline{\mathbf{B}} & \underline{\mathbf{G}} \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \underline{\mathbf{G}}_0 \\ \underline{\mathbf{B}}_0 \end{pmatrix} U_0.$$

является:

- а) системой нелинейных уравнений установившегося режима. .
- б) системой линейных уравнений установившегося режима.
- в) системой нелинейных уравнений неустойчивого режима.

14) Трансформатор, для которого при любых условиях $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = n$ называется:

- а) замещенным трансформатором;
- б) совершенным трансформатором;
- в) идеальным трансформатором.

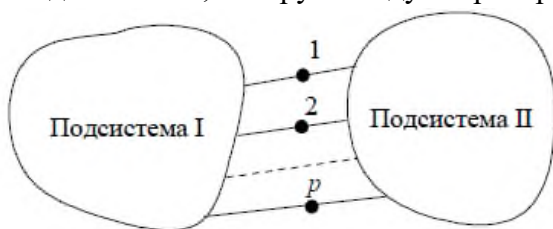
15) Трансформатор, для которого при любой нагрузке $\frac{U_1}{U_2} = n$, называется:

- а) замещенным трансформатором;
- б) совершенным трансформатором;
- в) идеальным трансформатором.

16) В тех случаях, когда для одного из узлов требуется задать все четыре независимых параметра режима – P , Q , U , δ . (базисный узел), то в сети должен появиться узел, в котором не известен ни один из этих четырех параметров. Этот узел называется:

- а) замещающий узел
- б) балансирующий узел
- в) компенсирующий узел

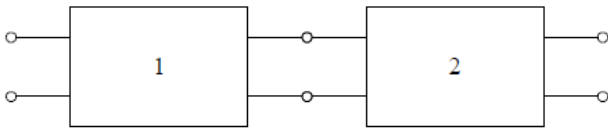
17) Рассмотрим ЭЭС, состоящую из двух подсистем: подсистема I, которая не подлежит преобразованию и подсистема II, которую следует преобразовать в эквивалент.



Узлы, в которых соединяются две подсистемы, называются:

- а) узлами примыкания
- б) узлами преобразования
- в) узлами перераспределения

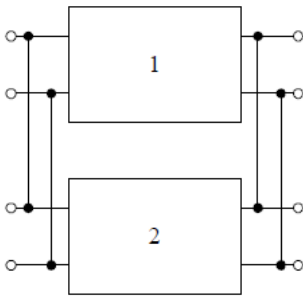
18) Данное соединение четырехполюсников в электрических сетях



называют:

- а) Независимым
- б) Каскадным**
- в) Параллельным.

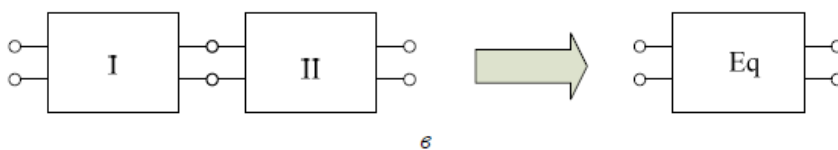
19) Данное соединение четырехполюсников в электрических сетях



называют:

- а) Независимым
- б) Каскадным
- в) Параллельным.**

20) Что обозначает процесс, изображенный на рисунке:



- а) каскадное соединение и эквивалентирование четырехполюсников,**
- б) параллельное соединение и эквивалентирование четырехполюсников
- в) независимое соединение и эквивалентирование четырехполюсников

21) В сложных случаях, когда невозможно составить модели с помощью известных теоретических представлений, получили развитие экспериментальные исследования, названные

- а) идентификацией объектов**
- б) глобализация объектов
- в) дефектация объектов

22) Если объект не слишком сложен, достаточно изучен и комплекс подлежащих модельному исследованию свойств и характеристик объекта может быть выявлен на основе теоретических представлений и данных (дополняемых необходимым объемом эмпирической информации), то избирают:

- а) идентификационный путь построения модели**

- б) деградационный путь построения модели
в) аналитический путь построения модели

23) Первая матрица соединений **M** называется

- а) **матрицей соединений в узлах**
б) матрицей соединений в ветвях
в) матрицей соединений в контурах

24) Первая матрица соединений представляет собой таблицу, каждая строка которой отвечает

- а) одной из ветвей схемы
б) одному из контуров схемы
в) одному из узлов схемы, за исключением балансирующего

25) Если в первой матрице соединений узел является началом ветви и ветвь выходит из рассматриваемого узла, то в матрице соединений ставится

- а) 0
б) +1
в) -1

4 МОДУЛЬ

1. Когда на вход объекта подаются специально сформированные тестовые воздействия, характер и последовательность которых определяется заранее разработанным планом – это:

- а) активный эксперимент**
б) пассивный эксперимент
в) принципиальный эксперимент

2. Объект исследования не подвергается искусственным возмущениям и функционирует в своем естественном режиме, но при этом организуются систематические измерения и регистрации значений его входных и выходных переменных - это:

- а) активный эксперимент
б) пассивный эксперимент
в) принципиальный эксперимент

3. Существует общий подход к подбору вида математической модели без использования каких либо теоретических представлений о внутренней структуре моделируемого объекта. В математике такая задача носит название:

- а) задачи об отклонении функций
б) задачи о составлении функций
в) задачи о приближении функций

4. Детерминированные процессы бывают:

- а) Эргодические
б) Гармонические
в) Нестационарные

5. Процессы, которые могут быть описаны функцией

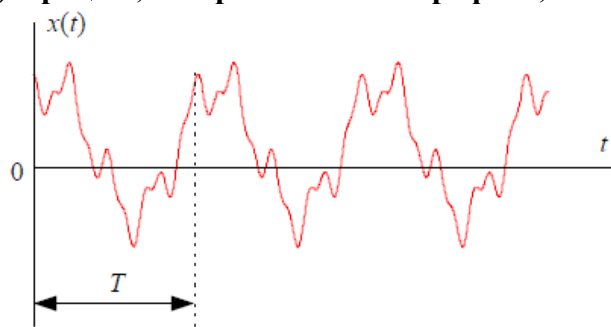
$$x(t) = X_m \sin(2\pi f_0 t + \theta),$$

называются:

- а) Эргодические

- б) Гармонические
- в) Нестационарные

б) Процесс, изображенный на графике, называется



а) Полигармоническим

- б) Гармоническим
- в) Моногармоническим

7) Если математическое ожидание и ковариационная функция не зависят от времени t , то процесс является:

- а) стационарным
- б) гармоническим
- в) случайным

8) Научно обоснованное суждение о возможных состояниях объекта в будущем и/или об альтернативных путях и сроках их осуществления называют:

- а) мониторингом
- б) прогнозом
- в) перспективой

9) Переменная, значение которой в течение небольшого интервала времени не зависит от времени, прошедшего с начала наблюдения - это:

- а) Переменная интенсивности
- б) Переменная инерции
- в) Переменная состояния

10) Переменная, значение которой пропорционально времени, прошедшего с момента предыдущего наблюдения - это:

- а) Переменная интенсивности
- б) Переменная инерции
- в) Переменная состояния

11) Методы прогнозирования бывают:

- а) процессуальные;
- б) медийные
- в) статистические.

12) Модели прогноза, учитывающие влияние окружающей среды - это:

- а) системно-следственные модели;
- б) графо-аналитические модели
- в) причинно-следственные модели.

13) Прирост показателя в единицу времени пропорционален уже имеющемуся количеству (достигнутому уровню) с неизменным коэффициентом пропорциональности. Такая модель прогнозирования называется:

- а) нелинейной
- б) экспоненциальной.**
- в) логистической.

14) Для описания целого ряда массовых явлений, где одна группа факторов способствует развитию процесса, а другая, напротив, тормозит развитие, причем тем значительнее, чем дальше продвинулся процесс, используется так называемая

- а) нелинейная модель
- б) экспоненциальная модель.
- в) логистическая модель.**

15) Данная функция

$$W(t) = W_0 e^{\alpha(t-t_0)},$$

описывает:

- а) нелинейную модель
- б) экспоненциальную модель.**
- в) логистическую модель.

16) Данная функция

$$W(t) = W_0 e^{\frac{\alpha_0}{\gamma} (e^{-\gamma(t-t_0)} - 1)}.$$

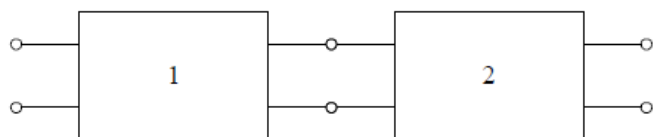
описывает:

- а) нелинейную модель
- б) экспоненциальную модель.
- в) логистическую модель.**

17) Прогнозирование случайных процессов использует статистические характеристики процессов, такие как:

- а) узлы примыкания
- б) математическое ожидание**
- в) функцию выборки

18) Данное соединение четырехполюсников в электрических сетях



называют:

- а) Независимым
- б) Каскадным**
- в) Параллельным.

19) Полная квадратичная модель в теории планирования эксперимента имеет следующий вид

$$а) \quad y = b_0 + \sum_{i=1}^k x_i^2$$

$$б) \quad y = b_0 + \sum_{i=1}^k x_i^2 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i^2$$

$$в) \quad y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i + \sum_{i < j}^k b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i=1}^k b_{ij} \cdot x_i^2$$

20) Для каждого фактора в теории планирования эксперимента необходима информация о численных значениях следующих величин

- а) **основного уровня**
- б) промежуточного уровня
- в) дополнительного уровня

21) Коэффициенты полиномов вычисляются по выражению

$$а) \quad b_i = \frac{\sum_{i=1}^n x_{iu} y_u}{n}$$

$$б) \quad b_i = \frac{\sum_{i=1}^n x_{iu} + y_u}{n}$$

$$в) \quad b_i = \frac{\sum_{i=1}^n x_{iu} - y_u}{n}$$

22) Погрешность регрессионной модели вычисляется по выражению

$$а) \quad \delta = \left| Y - \hat{Y} \right| \cdot 100$$

$$\text{б) } \delta = \frac{\left| \begin{array}{c} \hat{Y} \\ Y - \hat{Y} \end{array} \right|}{\hat{Y}} \cdot 100$$

$$\text{в) } \delta = \frac{\left| \begin{array}{c} \hat{Y} \\ Y - \hat{Y} \end{array} \right|}{100}$$

23) Из-за сложности, слабой изученности объекта или отсутствия соответствующих теоретических разработок, избирают:

а) идентификационный путь построения модели

б) деградационный путь построения модели

в) аналитический путь построения модели

24) Линейная модель в теории планирования эксперимента имеет следующий вид:

$$\text{а) } y = b_0 + \sum_{i=1}^k x_i$$

$$\text{б) } y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i$$

$$\text{в) } y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i + x_i^2$$

25) Неполная квадратичная модель в теории планирования эксперимента имеет следующий вид

$$\text{а) } y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i + \sum_{i < j}^k b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j$$

$$\text{б) } y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot x_i$$

$$\text{в) } y = b_0 + \sum_{i=1}^k x_i^2$$

Комплект задач и заданий

Модуль 1

Пример 1.1. Вычислить определитель, Δ для квадратной матрицы

$$[A] = \begin{vmatrix} 1 & -4 & 2 \\ 0 & 3 & -1 \\ -2 & 1 & 5 \end{vmatrix}$$

Решение: $\Delta = 1 \times 3 \times 5 + (-4) \times (-1) \times (-2) + 2 \times 0 \times 1 - 2 \times 3 \times (-2) - 1 \times 1 \times (-1) - (-4) \times 0 \times 5 = 20$

Пример 1.2. Вычислить определитель Δ 3-го порядка по элементам 1-й строки квадратной матрицы $[A] = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$

Решение:

$$\Delta = a_{11}(-1)^{1+1} \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} + a_{12}(-1)^{1+2} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + a_{13}(-1)^{1+3} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix}$$

$$= a_{11}(a_{22}a_{33} - a_{23}a_{32}) - a_{12}(a_{21}a_{33} - a_{31}a_{23}) + a_{13}(a_{21}a_{32} - a_{22}a_{31}) = a_{11}a_{22}a_{33} + a_{12}a_{31}a_{23} + a_{13}a_{21}a_{32} - a_{11}a_{23}a_{32} - a_{12}a_{21}a_{33} - a_{13}a_{22}a_{31}.$$

Пример 1.3. Для квадратной матрицы третьего порядка вида $[A] = \begin{bmatrix} 3 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 3 \end{bmatrix}$ найти обратную матрицу $[A]^{-1}$.

Решение:

1. Вычислим определитель матрицы $[A]$, Δ

$$\Delta = 3 \cdot 2 \cdot 3 - (-1) \cdot (-1) \cdot 3 - (-1) \cdot (-1) \cdot 3 = 18 - 3 - 3 = 12$$

2. Определим обратную матрицу $[A^{-1}]$

$$[A]^{-1} = \frac{1}{\Delta} \begin{bmatrix} \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} & -\begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix} \\ -\begin{vmatrix} a_{12} & a_{13} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} & -\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix} \\ \begin{vmatrix} a_{12} & a_{13} \\ a_{22} & a_{23} \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{21} & a_{23} \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} \end{bmatrix} =$$

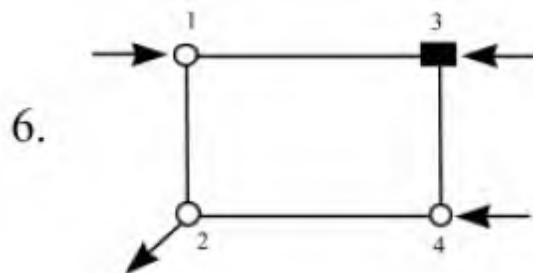
$$= \frac{1}{12} \begin{bmatrix} \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 3 \end{vmatrix} & -\begin{vmatrix} -1 & -1 \\ 0 & 3 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} -1 & 2 \\ 0 & -1 \end{vmatrix} \\ -\begin{vmatrix} -1 & 0 \\ -1 & 3 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 3 \end{vmatrix} & -\begin{vmatrix} 3 & -1 \\ 0 & -1 \end{vmatrix} \\ \begin{vmatrix} -1 & 0 \\ 2 & -1 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} 3 & 0 \\ -1 & -1 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} \end{bmatrix} = \frac{1}{12} \begin{bmatrix} 5 & 2 & -1 \\ 2 & 9 & 2 \\ -1 & -2 & 5 \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} 0.42 & 0.17 & -0.08 \\ 0.17 & 0.75 & 0.17 \\ -0.08 & -0.17 & 0.42 \end{bmatrix}$$

Модуль 2

Пример 2.1. Описание установившегося режима уравнениями баланса мощности.

Рисунок 3.1 Структурная схема электрической системы



Для приведенной структурной схемы электрической системы (см. рис. 3.1) при заданных S_i и Z_{ij} :

- записать в развернутом виде систему уравнений установившегося режима в форме баланса мощности;
- записать выражения для собственной активной и реактивной проводимости узлов.

Примечание: балансирующий узел отмечен символом ■.

Пример 2.2. Рассчитаем напряжения в узлах и токи в ветвях схемы электрической сети, граф которой изображен на рис. 3.10. Исходные данные для расчета и расчет представлены в системе Mathcad.

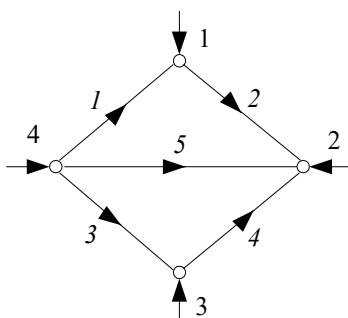


Рис. 3.10. Пример графа электрической сети

ORIGIN := 1

Единицы измерения $\text{kamp} \equiv 1000 \cdot \text{amp}$ $\text{kvolt} \equiv 1000 \cdot \text{volt}$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Напряжение базисного узла $U_0 := 222 \cdot \text{kvolt}$

Сопротивления ветвей и задающие токи узлов:

$$Z_b := \begin{pmatrix} 3.63 + j \cdot 13.05 \\ 4.84 + j \cdot 17.4 \\ 2.42 + j \cdot 8.7 \\ 5.445 + j \cdot 19.575 \\ 6.05 + j \cdot 21.75 \end{pmatrix} \cdot \text{ohm} \quad J := - \begin{pmatrix} 0.525 - j \cdot 0.310 \\ 0.750 - j \cdot 0.370 \\ 0.420 - j \cdot 0.280 \end{pmatrix} \cdot \text{kamp}$$

РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ

$$i := 1..5 \quad Y_{b_i} := \frac{1}{Z_{b_i}} \quad Y_b = \begin{pmatrix} 0.02 - 0.071i \\ 0.015 - 0.053i \\ 0.03 - 0.107i \\ 0.013 - 0.047i \\ 0.012 - 0.043i \end{pmatrix} \text{ siemens}$$

Пример 2.3. Рассчитаем напряжения в узлах и потоки мощности в ветвях схемы сети, граф которой изображен на рис. 3.10. Исходные данные для расчета и расчет представлены в системе Mathcad.

$$\text{ORIGIN} := 1$$

$$\text{Единицы измерения} \quad \text{kvolt} \equiv 1000 \cdot \text{volt} \quad \text{MVA} \equiv 10^3 \cdot \text{kvolt} \cdot \text{amp}$$

$$\text{Mwatt} \equiv \text{MVA} \quad \text{Mvar} \equiv \text{MVA}$$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Погонные параметры ЛЭП:

$$z0 := \begin{pmatrix} 0.121 + j \cdot 0.435 \\ 0.121 + j \cdot 0.435 \\ 0.098 + j \cdot 0.429 \\ 0.075 + j \cdot 0.420 \\ 0.075 + j \cdot 0.420 \end{pmatrix} \cdot \frac{\text{ohm}}{\text{km}} \quad b0 := \begin{pmatrix} 2.60 \\ 2.60 \\ 2.64 \\ 2.70 \\ 2.70 \end{pmatrix} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{\text{siemens}}{\text{km}} \quad l := \begin{pmatrix} 98 \\ 75 \\ 120 \\ 115 \\ 144 \end{pmatrix} \cdot \text{km}$$

$$P_L := \begin{pmatrix} 70 \\ 120 \\ 120 \end{pmatrix} \cdot \text{Mwatt} \quad \begin{pmatrix} 30 \\ 70 \end{pmatrix} \quad \begin{matrix} \text{Мощности нагрузок узлов} \\ \text{Мощности нагрузок узлов} \end{matrix}$$

$$S_L := P_L + i \cdot Q_L \quad \text{Комплексы мощностей нагрузок узлов}$$

$$S := -S_L \quad \begin{matrix} \text{Задающие нагрузок узлов} \\ \text{Задающие мощности узлов} \end{matrix}$$

$$U_{\text{ном}} := 220 \cdot \text{kvolt} \quad \begin{matrix} \text{Номинальное напряжение сети} \\ \text{Номинальное напряжение сети} \end{matrix}$$

$$U0 := 222 \cdot \text{kvolt} \quad \begin{matrix} \text{Напряжение базисного узла} \\ \text{Напряжение базисного узла} \end{matrix}$$

Пример 2.4. Получим эквивалентную схему сети, изображенной на рис. 3.25, посредством представления ее эквивалентным четырехполюсником и П-образной схемой замещения. Нагрузку N_1 представим в эквиваленте схемой замещения. Вычислить напряжение и мощность в начале схемы сети по известным напряжению и мощности в конце схемы по уравнению эквивалентного четырехполюсника и эквивалентной схеме замещения.

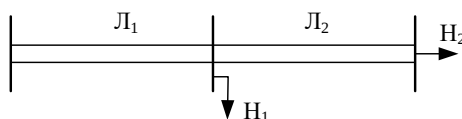


Рис. 3.25. Схема сети 220 кВ

Параметры ЛЭП – Л₁ и Л₂:

Элемент	Марка провода	$U_{ном}$, кВ	L , км	Количество цепей	r_0 , Ом/км	x_0 , Ом/км	g_0 , мкСм/км	b_0 , мкСм/км
Л ₁	АС-240/32	220	80	2	0,118	0,435	0	2,604
Л ₂	АС-240/32	220	40	2	0,118	0,435	0	2,604

Мощность нагрузки Н₁: $\underline{S}_{Н1} = 80 + j36$ МВА.

Мощность нагрузки Н₂: $\underline{S}_{Н2} = 120 + j50$ МВА. Напряжение на шинах нагрузки Н₂: $U_2 = 226$ кВ.

Пример 2.5. Получим эквивалентную схему электропередачи, показанной на рис. 3.26. Преобразуем для этого элементы Т₁, Р₁, Л, Р₂ и Т₂ в эквивалентную схему, представленную четырехполюсником и П-образной схемой замещения. Вычислим напряжение и мощность в начале электропередачи по известным напряжению и мощности в ее конце по уравнению эквивалентного четырехполюсника.

Схема имеет одноцепную ЛЭП и по одному трансформатору с обеих сторон.

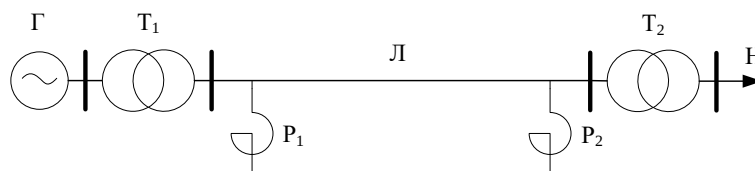


Рис. 3.26. Схема электропередачи

Параметры трансформаторов – Т₁ и Т₂ :

Элемент	Тип	$S_{ном}$, МВ·А	$U_{вн}$, кВ	$U_{нн}$, кВ	R , Ом	X , Ом	P_x , кВт	Q_x , квар
Т ₁	ТЦ-630000/500	630	525	15,75	0,9	61,3	500	2205
Т ₂	3хАОДЦТН-167000/500	3х167	500	230	1,0	61,1	3х125	3х2004

Параметры ЛЭП – Л:

Элемент	Конструкция	$U_{ном}$	L	r_0	x_0	g_0	b_0
---------	-------------	-----------	-----	-------	-------	-------	-------

нт	фазы	, кВ	км	Ом/к м	Ом/к м	мкСм/ км	мкСм/ км
Л	3хАС-500/64	500	525	0,2	0,304	0,08	3,64

Параметры реакторов – P_1 и P_2 :

Элемент	Тип	$S_{\text{ном}},$ МВ · А	$U_{\text{ном}},$ кВ	$\Delta P,$ кВт
P_1 и P_2	3хРОДЦ-60	3×60	525	3×150

Мощность нагрузки – Н: $\underline{S}_H = 350 + j140$ МВА. Напряжение на шинах нагрузки 220 кВ.

Пример 2.6. Дана схема электрической сети, состоящей из четырех узлов (рис.2.1). Данные проводов представлены в табл.2.1. Нужно найти узловые напряжения методом Зейделя.

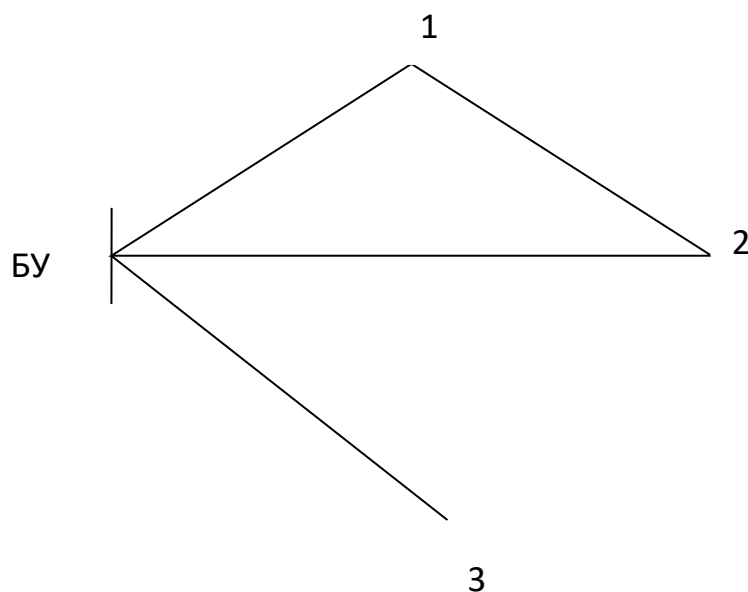


Рис.2.1 Схема электрической сети

Таблица 2.1 Данные проводов

Ветвь	Длина, км	Марка провода	x_0 , Ом	r_0 , Ом
БУ-1	80	АС-240/32	0,435	0,121
БУ-3	90	АС-300/39	0,429	0,098
БУ-2	110	АС-500/64	0,41	0,06
1-2	90	АС-300/39	0,429	0,098

Пример 3.1. Найдем распределение величины напряжения и тока вдоль ЛЭП 500 кВ длиной $L = 500$ км при холостом ходе и при передаче мощности нагрузки меньше и больше натуральной мощности линии. Конструкция фазы линии: 3хАС-400/51. Расчеты и графические построения выполним в системе Mathcad. Приведенные ниже значения параметров линии выражены в омах, сименсах и радианах. Параметры режима ЛЭП даны в киловольтах, килоамперах, мегаваттах и мегаварах.

Длина и погонные параметры линии:

$$\begin{array}{l} L := 500 \quad r_0 := 0.025 \quad g_0 := 0.023 \cdot 10^{-6} \quad x_0 := 0.306 \quad b_0 := 3.62 \cdot 10^{-6} \\ z_0 := r_0 + j \cdot x_0 \quad y_0 := g_0 + j \cdot b_0 \end{array}$$

Пример 3.2. Выполним оценку погрешностей двух упрощенных математических моделей ЛЭП – уравнений идеальной линии и уравнений для П-образной схемы замещения без учета распределенности параметров – для конкретной ЛЭП 500 кВ. Для этого построим зависимости напряжения в начале линии U_1 от длины линии при передаче мощности нагрузки, близкой к натуральной мощности линии. Конструкция фазы линии: 3хАС-400/51. Расчеты и графические построения выполним в системе Mathcad. Приведенные ниже значения параметров линии выражены в омах, сименсах и радианах. Параметры режима ЛЭП даны в киловольтах, килоамперах, мегаваттах и мегаварах.

Длина и погонные параметры линии:

$$\begin{array}{l} L := 500 \quad r_0 := 0.025 \quad g_0 := 0.023 \cdot 10^{-6} \quad x_0 := 0.306 \quad b_0 := 3.62 \cdot 10^{-6} \\ z_0 := r_0 + j \cdot x_0 \quad y_0 := g_0 + j \cdot b_0 \end{array}$$

Передаваемая мощность и напряжение в конце линии:

$$\begin{array}{l} P_2 := 800 \quad Q_2 := -33.5 \quad S_2 := P_2 + i \cdot Q_2 \quad U_2 := 500 \end{array}$$

Пример 3.3. Определим функцию как решение системы уравнений.

Для удобства записи введем еще две переменные $I'_2 = I_2 \cos \varphi$ и $I''_2 = I_2 \sin \varphi$.

Начальные приближения:

$$\begin{array}{l} U_2 := \frac{U_1}{n} \quad U'_1 := U_1 \quad U''_1 := 0 \quad I'_2 := 0 \quad I''_2 := 0 \end{array}$$

Пример 3.4. Построим внешнюю характеристику силового трансформатора ТРДЦН-63000/110 по его математической модели – Г-образной схеме замещения.

Расчеты и построение характеристики выполним в Mathcad. Напряжения в киловольтах, мощности в киловольт-амперах, токи в килоамперах, сопротивления в омах, проводимости в сименсах.

Параметры трансформатора:

$U_{1nom} := 115$	$U_{2nom} := 10.5$	$S_{nom} := 63000$	$P_x := 59.0$	$Q_x := 410$
$R := 0.8$	$X := 22$			

Пример 3.5. Найти коэффициенты статической характеристики нагрузки по опытным данным для активной и реактивной мощности и определить их регулирующие эффекты.

Используем линейную модель для активной мощности и параболу для реактивной мощности. Построение характеристик выполним в Mathcad.

Все величины приведены в относительных единицах.

Исходные данные (результаты эксперимента):

$$D := \begin{pmatrix} 0.82 & 0.82 & 0.61 \\ 0.86 & 0.86 & 0.69 \\ 0.91 & 0.93 & 0.79 \\ 0.95 & 0.96 & 0.90 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1.05 & 1.04 & 1.13 \\ 1.09 & 1.09 & 1.27 \\ 1.14 & 1.13 & 1.41 \end{pmatrix} \quad U := D^{(0)} \quad P := D^{(1)} \quad Q := D^{(2)}$$

Модуль 4

Пример 4.1. В низковольтных электрических сетях 0,4 кВ в течение четырёх часов с дискретностью $\Delta t = 15$ мин. производились измерения величины тока нагрузки, $I_{нагр}$ (табл. 4.1). Какова вероятность того, что за период измерений величина I не превысила 15 А.

Таблица 4.1.

Исходные данные

Часовые интервалы	Величина тока нагрузки, А			
10:00 - 11:00	13	15	14	20
11:00 - 12:00	9	14	12	16
12:00 - 13:00	17	24	13	14
13:00 - 14:00	13	9	7	11

Пример 4.2. Цифровая система содержит 5 электронных блоков и выходит из строя при отказе любых двух блоков. Какова вероятность того, что цифровая система выйдет из строя по причине отказа чётных блоков (№2 и №4), если известно, что $p_1 = p_2 = 0.9$; $q_3 = q_4 = q_5 = 0.25$.

Таблица 4.2

Возможные варианты функционирования цифровой системы при отказе двух блоков.

Номер блока	Варианты									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	*		+	+	+	-	-	-	+	+
2	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-
3	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+
4	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+
5	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-

* «-» отказавший блок ** «+» работающий блок

Пример 4.3. Определить вероятность повреждения энергетического блока, $q_{\text{бл}}$, представляющего собой последовательное соединение парового котла с паровой турбиной и электрическим генератором. Паровая турбина получает весь пар от парового котла. Генератор расположен на одном валу с турбиной, т.е. использует всю её мощность. Вероятности повреждения отдельных элементов блока известны и составляют: $q_k = 0.02$; $q_t = 0.01$ и $q_g = 0.001$ для котла, турбины и генератора соответственно.

Пример 4.4. Потребитель питается по двухцепной линии электропередачи. Вероятность повреждения и выхода из строя каждой цепи составляет $q = 0.001$. Потребитель может получить всю требуемую мощность по любой из цепей. Какова вероятность сохранения бесперебойного электроснабжения, P_n данного потребителя?

Пример 4.5. Пусть статистическая вероятность повреждения любой из фаз линии, $\hat{P}(A)$ составляет 0,001. Примем также, что если произошло повреждение одной из фаз, то повреждение любой другой фазы будет иметь статистическую вероятность 0,2, т.е. условная вероятность повреждения второй фазы при повреждении первой $P(B/A)$ равна 0,2. Кроме того, пусть аналогичные вероятности повреждения одной фазы при повреждении двух других

$P(A/BC)$; $P(B/AC)$; $P(C/AB)$ составляют 0,5. Определить соотношения вероятностей одно-, двух- и трёхфазных коротких замыканий при условии, что авария началась с повреждения одной фазы.

Пример 4.6. По результатам измерений параметра тока, /в течение часа с дискретностью 10 минут (табл. 4.3) вычислить основные статистические характеристики: $M(x)$; $D(x)$; $\&(x)$

Данные измерений тока

№	1	2	3	4	5	6
измерения						
I, А	9	12	10	17	24	18

Пример 4.7. Определить область изменений уровней напряжения при условии нормального закона распределения. При этом имеются следующие исходные данные (табл. 4.4)

Таблица 4.4.

Исходные данные

Параметр	Уровни напряжения							
	1	2	3	4	5	6	7	8
U, кВ	106,5	108,0	111,5	110,2	109,4	112,0	107,9	109,6

Пример 4.8. В работу вводится 2 идентичных энергоблока. Вероятность включения каждого из них равна 0,5. Записать в виде таблицы закон распределения случайной величины X

Пример 4.9. За месяц завод произвёл 5000 вольтметров. Вероятность того, что какой-либо прибор находится вне класса точности равна 0,0002. Требуется найти вероятность того, что в указанной партии три прибора находятся вне класса точности

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Недифференцированный зачет по результатам набранных баллов за семестр.

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Практическое задание (ПЗ) по разделу Использование матричной алгебры при расчётах режимов электрической сети. Основные определения и соотношения
----------------------------------	--

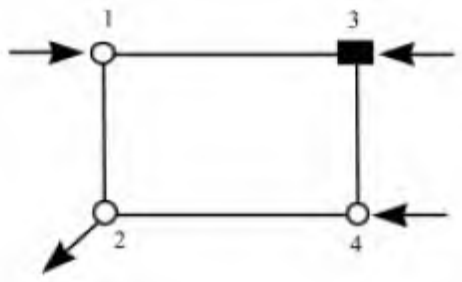
Представление и содержание оценочных материалов	Каждому студенту выдается задание для решения практических задач в течении семестра. Цель занятия: овладеть аппаратом матричной алгебры для расчётов режимов электрической сети. Пример 1.1. Вычислить определитель, Δ для квадратной матрицы $[A] = \begin{vmatrix} 1 & -4 & 2 \\ 0 & 3 & -1 \\ -2 & 1 & 5 \end{vmatrix}$ <i>Решение:</i> $\Delta = 1 \times 3 \times 5 + (-4) \times (-1) \times (-2) + 2 \times 0 \times 1 - 2 \times 3 \times (-2) - 1 \times 1 \times (-1) - (-4) \times 0 \times 5 = 20$ Пример 1.2. Вычислить определитель Δ 3-го порядка по элементам 1-й строки квадратной матрицы $[A] = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$ <i>Решение:</i> $\Delta = a_{11}(-1)^{1+1} \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} + a_{12}(-1)^{1+2} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + a_{13}(-1)^{1+3} \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix}$ $= a_{11}(a_{22}a_{33} - a_{23}a_{32}) - a_{12}(a_{21}a_{33} - a_{31}a_{23}) + a_{13}(a_{21}a_{32} - a_{22}a_{31}) = a_{11}a_{22}a_{33} + a_{12}a_{31}a_{23} + a_{13}a_{21}a_{32} - a_{11}a_{23}a_{32} - a_{12}a_{21}a_{33} - a_{13}a_{22}a_{31}.$
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При оценке выполненной работы учитываются следующие критерии: 1. Знание материала - содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 1 балл; - не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; 2. Последовательность изложения - содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 1 балл; - путаница в изложении материала – 0 баллов; 3. Применение конкретных примеров - показано умение иллюстрировать материал конкретными примерами – 1 балл; - неумение приводить примеры при объяснении материала – 0 баллов; 4. Уровень теоретического анализа - показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 1 балл; - полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов Максимальное количество баллов - 4

Наименование оценочного средства	Практическое задание (ПЗ) по разделу Использование матричной алгебры при расчётах режимов электрической сети. Проведение расчетов режимов электрической сети.
Представление и содержание оценочных материалов	Каждому студенту выдается задание для решения практических задач в течении семестра. Цель занятия: овладеть аппаратом матричной алгебры для расчётов режимов электрической сети. Пример 1.3. Для квадратной матрицы третьего порядка вида $[A] = \begin{bmatrix} 3 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 3 \end{bmatrix} \text{ найти обратную матрицу } [A]^{-1}.$ <i>Решение:</i> 1. Вычислим определитель матрицы $[A]$, Δ $\Delta = 3 \cdot 2 \cdot 3 - (-1) \cdot (-1) \cdot 3 - (-1) \cdot (-1) \cdot 3 = 18 - 3 - 3 = 12$ 2. Определим обратную матрицу $[A^{-1}]$ $[A]^{-1} = \frac{1}{\Delta} \begin{bmatrix} \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} & -\begin{vmatrix} a_{21} & a_{23} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix} \\ -\begin{vmatrix} a_{12} & a_{13} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} & -\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{31} & a_{32} \end{vmatrix} \\ \begin{vmatrix} a_{12} & a_{13} \\ a_{22} & a_{23} \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{21} & a_{23} \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} \end{bmatrix} =$ $= \frac{1}{12} \begin{bmatrix} \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 3 \end{vmatrix} & -\begin{vmatrix} -1 & -1 \\ 0 & 3 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} -1 & 2 \\ 0 & -1 \end{vmatrix} \\ -\begin{vmatrix} -1 & 0 \\ -1 & 3 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 3 \end{vmatrix} & -\begin{vmatrix} 3 & -1 \\ 0 & -1 \end{vmatrix} \\ \begin{vmatrix} -1 & 0 \\ 2 & -1 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} 3 & 0 \\ -1 & -1 \end{vmatrix} & \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ -1 & 2 \end{vmatrix} \end{bmatrix} = \frac{1}{12} \begin{bmatrix} 5 & 2 & -1 \\ 2 & 9 & 2 \\ -1 & -2 & 5 \end{bmatrix} =$ $= \begin{bmatrix} 0.42 & 0.17 & -0.08 \\ 0.17 & 0.75 & 0.17 \\ -0.08 & -0.17 & 0.42 \end{bmatrix}$

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При оценке выполненной работы учитываются следующие критерии: 1. Знание материала - содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 1 балл; - не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; 2. Последовательность изложения - содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 1 балл; - путаница в изложении материала – 0 баллов; 3. Применение конкретных примеров - показано умение иллюстрировать материал конкретными примерами – 1 балл; - неумение приводить примеры при объяснении материала – 0 баллов; 4. Уровень теоретического анализа - показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 1 балл; - полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов Максимальное количество баллов - 4
Наименование оценочного средства	Собеседование: Введение. Моделирование при решении инженерных задач.
Представление и содержание оценочных материалов	Собеседование проводится в начале лекционных и занятий по материалам предыдущих занятий. Количество опрошенных должно быть 100% к началу изучения следующего раздела дисциплины. Примеры вопросов на собеседование: 1. Необходимость применения моделирования при исследовании технических систем 2. Нужно ли стремиться к абсолютному подобию модели и оригинала ? 3. Дайте определения понятиям «модель», «оригинал», «моделирование» 4. Приведите примеры объектов и их возможных моделей в электроснабжении 5. Каковы основные цели моделирования технических объектов ? 6. Назовите и кратко охарактеризуйте основные этапы моделирования 7. Назовите возможные классификационные признаки моделей 8. Приведите классификацию и дайте примеры идеальных (абстрактных) моделей 9. Приведите классификацию и дайте примеры материальных моделей 10. Охарактеризуйте особенности физического и натурного моделирования, приведите примеры их использования в задачах электроснабжения
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за собеседование учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл Максимальное количество баллов за собеседование – 3
Наименование оценочного средства	Отчет по лабораторной работе: Моделирование электротехнических систем. Основные сведения о системе MATLAB

Представление и содержание оценочных материалов	Лабораторная работа выполняется согласно методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии. Отчет по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов).
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При оценке выполненной работы учитываются следующие критерии: 1. Знание материала - содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 1 балл; - не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; 2. Последовательность изложения - содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 1 балл; - путаница в изложении материала – 0 баллов; 3. Применение конкретных примеров - показано умение иллюстрировать материал конкретными примерами – 1 балл; - неумение приводить примеры при объяснении материала – 0 баллов; 4. Уровень теоретического анализа - показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 1 балл; - полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов Максимальное количество баллов - 4
Наименование оценочного средства	Тест по разделу «Введение. Моделирование при решении инженерных задач»

Представление и содержание оценочных материалов	Тест содержит 25 вопросов с заданиями 4-х типов (закрытые, открытые тесты, тесты на упорядочение, на установление соответствия) для выполнения с использованием компьютерной техники. Тестирование на платформе LMS Moodle. Время на тест ограничено и равно 20 мин. Примеры тестовых заданий: 1. Фильтр, позволяющий отсеять из всей информации об объекте несущественную информацию – это: а) Формализация б) Пример в) Задача 2. Замена реального объекта или процесса каким-либо представлением – это: а) Формализация б) Пример в) Задача 3. Моделирование проводится с целью: а) предсказания назначения вспомогательного характера. б) предсказания поведения объекта-оригинала в определенных условиях в) соединения между собой сборочных изделий. 4. Искусственно созданный материальный или теоретический образ изучаемого объекта, сохраняющий в разрезе проводимого исследования его наиболее важные свойства – это: а) Пример б) Модель в) Элемент некоторого множества Источник: http://lms.kgeu.ru/;
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за тест учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл Максимальное количество баллов за тест – 25
Наименование оценочного средства	Практическое задание (ПЗ) по разделу Описание установившегося режима уравнениями баланса мощности. Применение теории графов для моделирования электрических сетей.

Представление и содержание оценочных материалов	Каждому студенту выдается задание для решения практических задач в течении семестра. Цель занятия: описать установившийся режим уравнениями баланса мощности. Пример 2.1. Описание установившегося режима уравнениями баланса мощности. Рисунок 3.2 Структурная схема электрической системы  Для приведенной структурной схемы электрической системы (см. рис. 3.1) при заданных S_i и Z_{ij}: • записать в развернутом виде систему уравнений установившегося режима в форме баланса мощности; • записать выражения для собственной активной и реактивной проводимости узлов. Примечание: балансирующий узел отмечен символом ■.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за собеседование учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл Максимальное количество баллов за собеседование – 4
Наименование оценочного средства	Практическое задание (ПЗ) по разделу Эквивалентирование схем электрических сетей. Расчет узловых напряжений методом Зейделя.

Представление и содержание оценочных материалов	Каждому студенту выдается задание для решения практических задач в течении семестра. Цель занятия описать установившийся режим уравнениями баланса мощности. Пример 2.2. Рассчитаем напряжения в узлах и токи в ветвях схемы электрической сети, граф которой изображен на рис. 3.10. Исходные данные для расчета и расчет представлены в системе Mathcad. <i>Рис. 3.10. Пример графа электрической сети</i> ORIGIN := 1 Единицы измерения $kamp \equiv 1000 \cdot amp$ $kvolt \equiv 1000 \cdot volt$ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ Напряжение базисного узла $U_0 := 222 \cdot kvolt$ Сопротивления ветвей и задающие токи узлов: $Z_b := \begin{pmatrix} 3.63 + j \cdot 13.05 \\ 4.84 + j \cdot 17.4 \\ 2.42 + j \cdot 8.7 \\ 5.445 + j \cdot 19.575 \\ 6.05 + j \cdot 21.75 \end{pmatrix} \cdot ohm \qquad J := - \begin{pmatrix} 0.525 - j \cdot 0.310 \\ 0.750 - j \cdot 0.370 \\ 0.420 - j \cdot 0.280 \end{pmatrix} \cdot kamp$ РАСЧЕТНЫЕ ДАННЫЕ $i := 1..5$ $Y_{b_i} := \frac{1}{Z_{b_i}} \qquad Y_b = \begin{pmatrix} 0.02 - 0.071i \\ 0.015 - 0.053i \\ 0.03 - 0.107i \\ 0.013 - 0.047i \\ 0.012 - 0.043i \end{pmatrix} \text{ siemens}$
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за собеседование учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл Максимальное количество баллов за собеседование – 4
Наименование оценочного средства	Собеседование: Построение математических моделей

Представление и содержание оценочных материалов	Собеседование проводится в начале лекционных и занятий по материалам предыдущих занятий. Количество опрошенных должно быть 100% к началу изучения следующего раздела дисциплины. Примеры вопросов на собеседование: 1. Дайте характеристику математических моделей; приведите их примеры. 2. Назовите достоинства и особенности математического моделирования 3. Охарактеризуйте основные этапы компьютерного моделирования 4. Основные требования к математическим моделям 5. Классификация математических моделей 6. В чем состоит основное отличие между структурными и функциональными математическими моделями, их достоинства и недостатки ? 7. В чем состоит основное отличие между аналитическими и алгоритмическими математическими моделями, их достоинства и недостатки ? 8. Дайте характеристику имитационных математических моделей; назовите область их применения, объясните преимущества 9. Назовите основные типы задач моделирования в электроснабжении, дайте им краткую характеристику 10. Каковы особенности задач моделирования в электроснабжении, требования к точности выходных данных?
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за собеседование учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл Максимальное количество баллов за собеседование – 3
Наименование оценочного средства	Отчет по лабораторной работе: Моделирование питающей линии электропередач при работе на холостом ходу
Представление и содержание оценочных материалов	Лабораторная работа выполняется согласно методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии. Отчет по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов).

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При оценке выполненной работы учитываются следующие критерии: 1. Знание материала - содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 1 балл; - не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; 2. Последовательность изложения - содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 1 балл; - путаница в изложении материала – 0 баллов; 3. Применение конкретных примеров - показано умение иллюстрировать материал конкретными примерами – 1 балл; - неумение приводить примеры при объяснении материала – 0 баллов; 4. Уровень теоретического анализа - показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 1 балл; - полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов Максимальное количество баллов - 4
Наименование оценочного средства	Тест по разделу «Построение математических моделей»

Представление и содержание оценочных материалов	Тест содержит 25 вопросов с заданиями 4-х типов (закрытые, открытые тесты, тесты на упорядочение, на установление соответствия) для выполнения с использованием компьютерной техники. Тестирование на платформе LMS Moodle. Время на тест ограничено и равно 20 мин. 1. Общий вид уравнений, составляющих основу большинства распределенных моделей, будет следующим $\frac{d\varphi}{dt} = \text{div} J^{\rho} + G$ Где φ – это: а) скорость генерации субстанции б) поток фазовой переменной в) фазовая переменная 2. Общий вид уравнений, составляющих основу большинства распределенных моделей, будет следующим $\frac{d\varphi}{dt} = \text{div} J^{\rho} + G$ Где J – это: а) скорость генерации субстанции б) поток фазовой переменной в) фазовая переменная 3. Общий вид уравнений, составляющих основу большинства распределенных моделей, будет следующим $\frac{d\varphi}{dt} = \text{div} J^{\rho} + G$ Где G – это: а) скорость генерации субстанции б) поток фазовой переменной в) фазовая переменная 4. Моделирование, когда происходит переход от распределенных параметров к сосредоточенным, происходит дискретизация пространства – это моделирование: а) на микроуровне б) на макроуровне в) на метеоуровне Источник: http://lms.kgeu.ru/;
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за тест учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл Максимальное количество баллов за тест – 25
Наименование оценочного средства	Практическое задание (ПЗ) по разделу Математические модели элементов ЭЭС. Математические модели линии в виде схем замещения.

Представление и содержание оценочных материалов	Каждому студенту выдается задание для решения практических задач в течении семестра. Цель занятия: применить теорию графов для моделирования электрических сетей. Пример 3.1. Найдем распределение величины напряжения и тока вдоль ЛЭП 500 кВ длиной $L = 500$ км при холостом ходе и при передаче мощности нагрузки меньше и больше натуральной мощности линии. Конструкция фазы линии: 3хАС-400/51. Расчеты и графические построения выполним в системе Mathcad. Приведенные ниже значения параметров линии выражены в омах, сименсах и радианах. Параметры режима ЛЭП даны в киловольтах, килоамперах, мегаваттах и мегаварах. Длина и погонные параметры линии: $L := 500 \quad r_0 := 0.025 \quad g_0 := 0.023 \cdot 10^{-6} \quad x_0 := 0.306 \quad b_0 := 3.62 \cdot 10^{-6}$ $z_0 := r_0 + j \cdot x_0 \quad y_0 := g_0 + j \cdot b_0$ Пример 3.2. Выполним оценку погрешностей двух упрощенных математических моделей ЛЭП – уравнений идеальной линии и уравнений для П-образной схемы замещения без учета распределенности параметров – для конкретной ЛЭП 500 кВ. Для этого построим зависимости напряжения в начале линии U_1 от длины линии при передаче мощности нагрузки, близкой к натуральной мощности линии. Конструкция фазы линии: 3хАС-400/51. Расчеты и графические построения выполним в системе Mathcad. Приведенные ниже значения параметров линии выражены в омах, сименсах и радианах. Параметры режима ЛЭП даны в киловольтах, килоамперах, мегаваттах и мегаварах. Длина и погонные параметры линии: $L := 500 \quad r_0 := 0.025 \quad g_0 := 0.023 \cdot 10^{-6} \quad x_0 := 0.306 \quad b_0 := 3.62 \cdot 10^{-6}$ $z_0 := r_0 + j \cdot x_0 \quad y_0 := g_0 + j \cdot b_0$ Передаваемая мощность и напряжение в конце линии: $P_2 := 800 \quad Q_2 := -33.5$ $S_2 := P_2 + i \cdot Q_2 \quad U_2 := 500$
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за собеседование учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл. Максимальное количество баллов за собеседование – 4
Наименование оценочного средства	Практическое задание (ПЗ) по разделу Математические модели элементов ЭЭС. Упрощенные модели ЛЭП. Математические модели силового трансформатора.

Представление и содержание оценочных материалов	Каждому студенту выдается задание для решения практических задач в течении семестра. Цель занятия: применить теорию графов для моделирования электрических сетей. Пример 3.4. Построим внешнюю характеристику силового трансформатора ТРДЦН-63000/110 по его математической модели – Г-образной схеме замещения. Расчеты и построение характеристики выполним в Mathcad. Напряжения в киловольтах, мощности в киловольт-амперах, токи в килоамперах, сопротивления в омах, проводимости в сименсах. Параметры трансформатора: $\begin{array}{lllll} U_{1nom} := 115 & U_{2nom} := 10.5 & S_{nom} := 63000 & P_x := 59.0 & Q_x := 410 \\ R := 0.8 & X := 22 & & & \end{array}$ Пример 3.5. Найти коэффициенты статической характеристики нагрузки по опытным данным для активной и реактивной мощности и определить их регулирующие эффекты. Используем линейную модель для активной мощности и параболу для реактивной мощности. Построение характеристик выполним в Mathcad. Все величины приведены в относительных единицах. Исходные данные (результаты эксперимента): $D := \begin{pmatrix} 0.82 & 0.82 & 0.61 \\ 0.86 & 0.86 & 0.69 \\ 0.91 & 0.93 & 0.79 \\ 0.95 & 0.96 & 0.90 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1.05 & 1.04 & 1.13 \\ 1.09 & 1.09 & 1.27 \\ 1.14 & 1.13 & 1.41 \end{pmatrix} \quad U := D^{\langle 0 \rangle} \quad P := D^{\langle 1 \rangle} \quad Q := D^{\langle 2 \rangle}$
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за собеседование учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл Максимальное количество баллов за собеседование – 4
Наименование оценочного средства	Собеседование: Математические модели элементов электроэнергетических систем

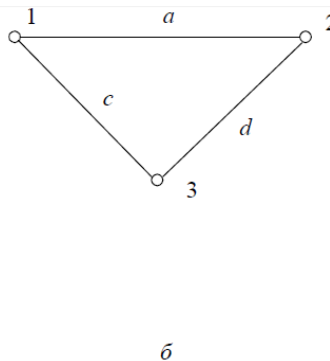
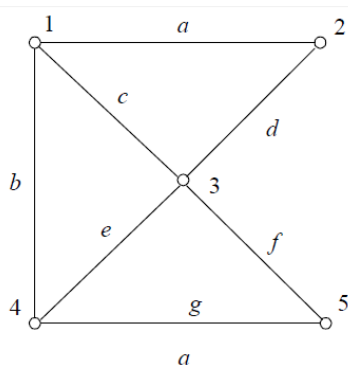
Представление и содержание оценочных материалов	Собеседование проводится в начале лекционных и занятий по материалам предыдущих занятий. Количество опрошенных должно быть 100% к началу изучения следующего раздела дисциплины. Примеры вопросов на собеседование: 1. Математические модели простейших элементов электротехнических устройств. 2. Математическая модель резистора в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии. 3. Математическая модель индуктивности в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии. 4. Математическая модель емкости в цепи переменного тока, временные диаграммы напряжения, тока, мощности и энергии. 5. Математические модели источников питания систем электроснабжения и какие существуют особенности их моделирования. 6. Математическая модель двигателей для учета подпитки места короткого замыкания. 7. Как моделируются элементы электрических сетей при расчете рабочих режимов систем электроснабжения ? 8. Математическая модель силового трансформатора. 9. Математическая модель линии электропередач. 10. Основные методы моделирования электрических нагрузок, их достоинства и недостатки.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за собеседование учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл Максимальное количество баллов за собеседование – 3
Наименование оценочного средства	Отчет по лабораторной работе: «Моделирование питающей линии электропередач при работе под нагрузкой»
Представление и содержание оценочных материалов	Лабораторная работа выполняется согласно методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии. Отчет по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов).

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При оценке выполненной работы учитываются следующие критерии: 1. Знание материала - содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 1 балл; - не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; 2. Последовательность изложения - содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 1 балл; - путаница в изложении материала – 0 баллов; 3. Применение конкретных примеров - показано умение иллюстрировать материал конкретными примерами – 1 балл; - неумение приводить примеры при объяснении материала – 0 баллов; 4. Уровень теоретического анализа - показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 1 балл; - полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов Максимальное количество баллов - 4
Наименование оценочного средства	Тест по разделу «Математические модели элементов электроэнергетических систем»

Представление
и содержание
оценочных
материалов

Тест содержит 25 вопросов с заданиями 4-х типов (закрытые, открытые тесты, тесты на упорядочение, на установление соответствия) для выполнения с использованием компьютерной техники. Тестирование на платформе LMS Moodle. Время на тест ограничено и равно 20 мин.

1. На рисунке (а) изображен граф. Что изображено на рисунке (б):



а) подграф

б) надграф

в) субграф

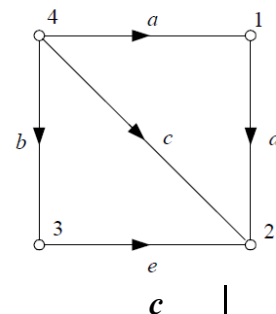
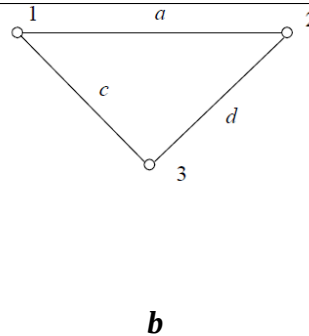
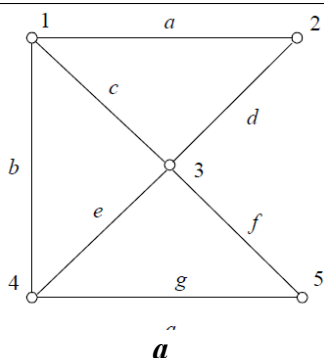
2. Множество вершин графа обозначается:

а) E

б) V

в) G

3. На каком рисунке изображен ориентированный граф:



а) а

б) б

в) в

4. Если каждому ребру графа приписано какое-то число, то граф называют:

а) цифровым

б) взвешенным

в) вычисленным

Источник: <http://lms.kgeu.ru/>;

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за тест учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл Максимальное количество баллов за тест – 25																																																																																																					
Наименование оценочного средства	Практическое задание (ПЗ) по разделу Вероятностные расчёты в электроэнергетике.																																																																																																					
Представление и содержание оценочных материалов	Каждому студенту выдается задание для решения практических задач в течении семестра. Цель занятия: освоить приёмы основных вероятностных расчётов в электроэнергетических задачах Пример 4.1. В низковольтных электрических сетях 0,4 кВ в течение четырёх часов с дискретностью $\Delta t = 15$ мин. производились измерения величины тока нагрузки, $I_{нагр}$ (табл. 4.1). Какова вероятность того, что за период измерений величина I не превысила 15 А. Таблица 4.1. Исходные данные <table><tr><th>Часовые интервалы</th><th colspan="4">Величина тока нагрузки, А</th></tr><tr><td>10:00 - 11:00</td><td>13</td><td>15</td><td>14</td><td>20</td></tr><tr><td>11:00 - 12:00</td><td>9</td><td>14</td><td>12</td><td>16</td></tr><tr><td>12:00 - 13:00</td><td>17</td><td>24</td><td>13</td><td>14</td></tr><tr><td>13:00 - 14:00</td><td>13</td><td>9</td><td>7</td><td>11</td></tr></table> Пример 4.2. Цифровая система содержит 5 электронных блоков и выходит из строя при отказе любых двух блоков. Какова вероятность того, что цифровая система выйдет из строя по причине отказа чётных блоков (№2 и №4), если известно, что $p_1 = p_2 = 0.9$; $q_3 = q_4 = q_5 = 0.25$. Таблица 4.2 Возможные варианты функционирования цифровой системы при отказе двух блоков. <table><tr><th rowspan="2">Номер блока</th><th colspan="10">Варианты</th></tr><tr><th>I</th><th>II</th><th>III</th><th>IV</th><th>V</th><th>VI</th><th>VII</th><th>VIII</th><th>IX</th><th>X</th></tr><tr><td>1</td><td>-*</td><td></td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>+</td><td>+</td></tr><tr><td>2</td><td>-</td><td>-</td><td>+</td><td>+</td><td>-</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>-</td></tr><tr><td>3</td><td>+</td><td>-</td><td>-</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>-</td><td>-</td><td>+</td></tr><tr><td>4</td><td>+</td><td>+</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>+</td><td>-</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td></tr><tr><td>5</td><td>+</td><td>+</td><td>+</td><td>-</td><td>+</td><td>-</td><td>+</td><td>+</td><td>-</td><td>-</td></tr></table> * «-» отказавший блок ** «+» работающий блок	Часовые интервалы	Величина тока нагрузки, А				10:00 - 11:00	13	15	14	20	11:00 - 12:00	9	14	12	16	12:00 - 13:00	17	24	13	14	13:00 - 14:00	13	9	7	11	Номер блока	Варианты										I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	1	-*		+	+	+	-	-	-	+	+	2	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	3	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	4	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	5	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-
Часовые интервалы	Величина тока нагрузки, А																																																																																																					
10:00 - 11:00	13	15	14	20																																																																																																		
11:00 - 12:00	9	14	12	16																																																																																																		
12:00 - 13:00	17	24	13	14																																																																																																		
13:00 - 14:00	13	9	7	11																																																																																																		
Номер блока	Варианты																																																																																																					
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X																																																																																												
1	-*		+	+	+	-	-	-	+	+																																																																																												
2	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-																																																																																												
3	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+																																																																																												
4	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+																																																																																												
5	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-																																																																																												
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за собеседование учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл Максимальное количество баллов за собеседование – 4																																																																																																					
Наименование оценочного средства	Практическое задание (ПЗ) по разделу Вероятностные расчёты в электроэнергетике. Решение задач.																																																																																																					

Представление и содержание оценочных материалов	Каждому студенту выдается задание для решения практических задач в течении семестра. Цель занятия: освоить приёмы основных вероятностных расчётов в электроэнергетических задачах. Пример 4.3. Определить вероятность повреждения энергетического блока, $q_{\text{бл}}$, представляющего собой последовательное соединение парового котла с паровой турбиной и электрическим генератором. Паровая турбина получает весь пар от парового котла. Генератор расположен на одном валу с турбиной, т.е. использует всю её мощность. Вероятности повреждения отдельных элементов блока известны и составляют: $q_k = 0.02$; $q_t = 0.01$ и $q_g = 0.001$ для котла, турбины и генератора соответственно. Пример 4.4. Потребитель питается по двухцепной линии электропередачи. Вероятность повреждения и выхода из строя каждой цепи составляет $q = 0.001$. Потребитель может получить всю требуемую мощность по любой из цепей. Какова вероятность сохранения бесперебойного электроснабжения, P_n данного потребителя?
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за собеседование учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл Максимальное количество баллов за собеседование – 4
Наименование оценочного средства	Собеседование: Прогнозирование графиков нагрузки электроэнергетической системы. Заключение.
Представление и содержание оценочных материалов	Собеседование проводится в начале лекционных и занятий по материалам предыдущих занятий. Количество опрошенных должно быть 100% к началу изучения следующего раздела дисциплины. Примеры вопросов на собеседование: 1. Общая характеристика методов решения уравнений установившихся режимов электрических систем. 2. Моделирование и методы решения уравнений узловых напряжений. 3. Решение уравнений узловых напряжений методом Ньютона. 4. Расчет параметров установившегося электрического режима. 5. Сходимость, существование и неоднородность решения уравнений установившегося режима. 6. Неоднозначность и единственность решения уравнений узловых напряжений. 7. Расчет установившегося режима на ЭВМ. 8. Постановка и характеристика задач по определению параметров электрической системы. 9. Общая характеристика проблемы расчета, анализа и снижения потерь электроэнергии. 10. Метод характерных суточных режимов. 11. Метод средних нагрузок. 12. Метод среднеквадратичных параметров режима. 13. Метод времени наибольших потерь. 14. Метод раздельного времени наибольших потерь. 15. Расчет потерь электроэнергии в электрических сетях до 1000 В. 16. Потери электроэнергии в компенсирующих устройствах. 17. Методы аналитического представления схем электрических сетей. 18. Влияние компенсирующих устройств на режимы электропотребления систем электроснабжения. 19. Математические методы моделирования элементов систем электроснабжения. 20. Методы расчетов потерь электроэнергии во внутризаводских сетях систем электроснабжения.

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за собеседование учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл Максимальное количество баллов за собеседование – 3
Наименование оценочного средства	Отчет по лабораторной работе: «Моделирование распределительной сети и исследование отклонений напряжения в распределительной сети»
Представление и содержание оценочных материалов	Лабораторная работа выполняется согласно методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданной преподавателем на занятии. Отчет по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов).
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При оценке выполненной работы учитываются следующие критерии: 1. Знание материала - содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 1 балл; - не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; 2. Последовательность изложения - содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 1 балл; - путаница в изложении материала – 0 баллов; 3. Применение конкретных примеров - показано умение иллюстрировать материал конкретными примерами – 1 балл; - неумение приводить примеры при объяснении материала – 0 баллов; 4. Уровень теоретического анализа - показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 1 балл; - полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов Максимальное количество баллов - 4
Наименование оценочного средства	Тест по разделу «Прогнозирование графиков нагрузки электроэнергетической системы. Заключение»

Представление и содержание оценочных материалов	1. Когда на вход объекта подаются специально сформированные тестовые воздействия характер и последовательность которых определяется заранее разработанным планом это: а) активный эксперимент б) пассивный эксперимент в) принципиальный эксперимент 2. Объект исследования не подвергается искусственным возмущениям и функционирует своем естественном режиме, но при этом организуются систематические измерения регистрации значений его входных и выходных переменных - это: а) активный эксперимент б) пассивный эксперимент в) принципиальный эксперимент 3. Существует общий подход к подбору вида математической модели без использования каких либо теоретических представлений о внутренней структуре моделируемого объекта. В математике такая задача носит название: а) задачи об отклонении функций б) задачи о составлении функций в) задачи о приближении функций 4. Детерминированные процессы бывают: а) Эргодические б) Гармонические в) Нестационарные Источник: http://lms.kgeu.ru/;
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за тест учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл Максимальное количество баллов за тест – 25

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Недифференцированный зачет
Представление и содержание оценочных материалов	Недифференцированный зачет по результатам набранных баллов за семестр.