




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП  
  
Н.И. Игнатьев  
(подпись)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Департамента энергетических систем  
  
К.А. Штым  
(подпись)  
22 декабря 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
Автоматизация проектирования электроэнергетических и электротехнических систем  
Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
Организация и управление инжинирингом электроэнергетических систем  
Форма подготовки: очная

курс 1 семестр 2  
лекции 9 час.  
практические занятия 54 час.  
лабораторные работы не предусмотрены  
всего часов аудиторной нагрузки 63 час.  
самостоятельная работа 81 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.  
зачет не предусмотрен  
экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018 г. №147.  
Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента энергетических систем, протокол от 22 декабря 2021 г. №3.

Директор департамента	К.А. Штым
Составители: доцент	Н.М. Марченко
ст. преподаватель	Н.И. Игнатьев

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

## **I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Целями** изучения дисциплины являются:

- формирование у студентов теоретической базы, касающейся нормативно-технической документации, существующей в области проектирования электроэнергетических систем и сетей;
- изучение методик проектирования и технико-экономического обоснования принятых решений при проектировании новых или развитии (реконструкции) существующих систем и сетей;
- усвоение метода механического расчёта воздушных линий электропередачи, методик расчёта при выборе оборудования подстанций;
- овладение методами расчёта и анализа различных режимов работы электроэнергетических систем и сетей;
- овладение навыками работы в системах САД.

**Задачи дисциплины:**

- дать студентам необходимые практические навыки по вычислительной математике;
- научить студентов решать типовые примеры по указанным далее разделам дисциплины;
- развитие у студентов логического и алгоритмического мышления;
- выработка навыков самостоятельного углубления и расширения математических знаний и проведения математического моделирования прикладных инженерных задач;
- познакомить магистров с особенностями проектирования электроэнергетических систем с использованием современных средств автоматизации проектирования и методами определения перспективных уровней потребления электрической энергии при проектировании.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Профессиональные компетенции выпускников

Наименование категории (группы) профессиональных компетенций	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Технологическая	ПК-1 – Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике	ПК-1.1 – Осуществляет оценку текущего и прогнозного электроэнергетического режима
		ПК-1.2 – Демонстрирует понимание принципов использования методов и средств автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике
		ПК-1.3 – Применяет методы и средства автоматизированных систем управления в соответствии с потребностями технологического процесса

Таблица 2 – Индикаторы достижения профессиональных компетенций выпускников

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1 – Осуществляет оценку текущего и прогнозного электроэнергетического режима	Знает требования к качеству электрической энергии; порядок управления электроэнергетическим режимом работы энергосистемы с использованием режимной автоматики
	Умеет осуществлять оценку текущего и прогнозного электроэнергетического режима
	Владеет навыками оценки текущего и прогнозного электроэнергетического режима
ПК-1.2 – Демонстрирует понимание принципов использования методов и средств автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике	Знает методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике
	Умеет использовать средства диспетчерского и технологического управления
	Владеет методами и средствами автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике
ПК-1.3 – Применяет методы и средства автоматизированных систем управления в соответствии с потребностями технологического процесса	Знает состав автоматизированной системы диспетчерского управления; функциональные возможности средств диспетчерского и технологического управления; назначение, принципы выполнения, порядок обслуживания устройств (комплексов) релейной защиты и автоматики; основы электротехники
	Умеет создавать наиболее надежную послеаварийную схему электрических соединений объектов электроэнергетики; оценивать эффективность управляющих воздействий в

	послеаварийной схеме электрических соединений объектов электроэнергетики
	Владеет навыками применения автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетических системах

## II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часов). Форма обучения – очная.

Структура дисциплины, виды учебных занятий и работы обучающегося представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Виды учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
ОК	Онлайн-курс

Таблица 4 – Структура дисциплины

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт роль	
1	Раздел 1. Особенности проектирования электроэнергетических систем и сетей	2	5	-	20	-	54	27	экзамен
2	Раздел 2. Проектирование и расчёт режимов электрических сетей	2	4	-	34	-	54	27	
Итого:		2	9	-	54	-	54	27	экзамен

### **III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(9 часов)**

**Раздел 1. Особенности проектирования электроэнергетических систем и сетей (5 часов)**

**Тема 1. Введение (1 час)**

Обоснование развития электроэнергетических систем и сетей. Показатели режимов электропотребления. Определение перспективных уровней потребления электрической энергии при проектировании. Влияние энергосистем на окружающую среду. Экологические требования к энергосистемам. Инвестиционная политика в электроэнергетике.

**Тема 2. Общие вопросы проектирования электроэнергетических систем и сетей. Нормативно-техническая документация, используемая при проектировании энергосистем и электрических сетей, с использованием интерактивного метода обучения «лекция-беседа» (2 часа)**

Структура проектирования электроэнергетических систем и сетей. Организация проектирования. Содержание проектных работ. Общая технология проектирования. Проект и его характеристики. Планирование проекта. Нормативно-техническая документация для разработки проекта в электроэнергетике.

**Тема 3. Использование систем автоматизированного проектирования и специализированных программных комплексов при проектировании электроэнергетических систем. С использованием интерактивного метода обучения «групповое обсуждение» (2 часа)**

Обзор существующих систем САД, программных продуктов, используемых для расчетов при проектировании электроэнергетических систем. Возможности данных программ, достоинства и недостатки.

Составление принципиальных схем и схем замещения в системе автоматизированного проектирования AUTOCAD.

## **Раздел 2. Проектирование и расчёт режимов электрических сетей (4 часа)**

### **Тема 4. Проектирование электрических сетей. С использованием интерактивного метода обучения «лекция-беседа» (2 часа)**

Атмосферные воздействия и влияние климатических условий. Нагрузки на провода и тросы. Расчет провода на прочность: физико-механические характеристики провода, основное уравнение состояния, критический пролет и критическая температура. Выбор изоляторов и линейной арматуры при проектировании. Аварийный режим: расчет тяжения провода при обрыве в любом из пролетов на линии электропередачи.

### **Тема 5. Расчёты режимов электроэнергетических систем в специализированных программных комплексах (2 час)**

Расчет параметров схемы замещения элементов электрической сети. Методы решения линейных уравнений узловых напряжений. Методы решения нелинейных уравнений узловых напряжений. Расчет токов

## **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Практические занятия (54 часа)**

#### **Раздел 1. Особенности проектирования электроэнергетических систем и сетей (16 часов)**

##### **Занятие 1. Введение (2 часа)**

1. Содержание проектов энергосистем и сетей.
2. Требования к проектам, этапы проектирования.

3. Содержание проектов энергосистем и сетей.
4. Требования к проектам, этапы проектирования.

**Занятие 2. Общие вопросы проектирования электроэнергетических систем и сетей. Нормативно-техническая документация, используемая при проектировании энергосистем и электрических сетей (4 часа)**

1. ГОСТы. Система обозначений электроэнергетических объектов на картах-схемах.
2. Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи (провода, тросы, изоляторы, токопроводы).

**Занятие 3. Использование систем автоматизированного проектирования и специализированных программных комплексов при проектировании электроэнергетических систем, с использованием активного метода обучения «проектирование» (14 часов)**

1. Автоматизация процесса проектирования.
2. Техническое, информационное и программное обеспечение процесса проектирования.
3. Создание проекта в программном продукте AUTOCAD.
4. Расчет параметров схем замещения в MATHCAD.
5. Составление схем замещения линий электропередач в программном продукте AUTOCAD.
6. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов.
7. Расчет параметров схем замещения в MATHCAD.
8. Составление схем замещения трансформаторов и автотрансформаторов в программном продукте AUTOCAD.



## **Раздел 2. Проектирование и расчёт режимов электрических сетей (38 часов)**

### **Занятие 4. Проектирование электрических сетей, с использованием активных методов обучения «выполнение творческих заданий» и «мозгового штурма» (10 часов)**

1. Расчет режимов разомкнутых сетей.
2. Расчет режимов простых замкнутых сетей, кольцевые сети; сети с двумя источниками питания.
3. Расчет режимов сетей с разными номинальными напряжениями.
4. Расчет механических нагрузок на провода линий электропередачи от внешних воздействий.

### **Занятие 5. Расчёты режимов электроэнергетических систем в специализированных программных комплексах (24 часа)**

1. Методы решения линейных уравнений узловых напряжений.
2. Методы решения нелинейных уравнений узловых напряжений.
3. Расчет токов и потоков мощности в линиях.
4. Расчет потерь мощности в сети.
5. Расчеты режимов систем большой мощности.
6. Методы преобразования сети.
7. Расчет однородных сетей.
8. Расчет особых режимов электрических систем (несимметричные режимы).
9. Методы расчета потерь мощности и электроэнергии в распределительных сетях и системах электроснабжения.

## **Самостоятельная работа (81 час)**

### **Раздел 1. Особенности проектирования электроэнергетических систем и сетей (22 часов)**

1. Выполнение расчётно-графических заданий.
2. Подготовка к контрольной работе.
3. Подготовка к опросу.

### **Раздел 2. Проектирование и расчёт режимов электрических сетей (25 часов)**

1. Выполнение расчётно-графических заданий.
2. Подготовка к контрольной работе.
3. Подготовка к опросу.

### **Подготовка к экзамену (27 часов)**

1. Повторение пройденного в рамках дисциплины материала.
2. Подготовка к промежуточной аттестации в соответствии с вопросами к экзамену.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Автоматизация проектирования электроэнергетических и электротехнических систем» включает в себя:

- характеристику заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

## **Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению**

Самостоятельная работа по дисциплине «Автоматизация проектирования электроэнергетических и электротехнических систем» предполагает целенаправленную деятельность магистрантов на закрепление знаний, овладение умениями и навыками по темам, рассматриваемым во время аудиторной работы под руководством преподавателя. Большую роль играет приобретение практических навыков работы в программных продуктах и решения различных проектных задач, предусмотренных дисциплиной. Ниже представлен перечень задач для самостоятельного решения, которые позволят закрепить знания и приобрести необходимые навыки по темам изучаемой дисциплины.

**По теме: «Схемы замещения линий электропередач. Расчет параметров схем замещения»**

### **Задача 1**

Одноцепная ЛЭП – 110 кВ протяженностью 60 км выполнена на металлических двухцепных опорах проводом марки АС – 150/24. Компоновка проводов на опоре – по вершинам равностороннего треугольника. Как изменятся параметры схемы замещения ЛЭП – 110 кВ, если будет вторая цепь, аналогичная первой? Рассчитать параметры схемы замещения в обоих случаях. Расстояние между фазами – 5 м.

### **Задача 2**

Как изменится схема замещения линии и ее параметры, если первоначально была ЛЭП – 110 кВ, выполненная на металлических опорах с горизонтальной подвеской проводов, длиной 115 км, а затем ее изменили на ЛЭП – 220 кВ с аналогичной подвеской проводов? Марка провода в обоих случаях – АСКП – 240/39. Расстояние между фазами при напряжении 110 кВ – 4 м, при напряжении 220 кВ – 7 м.

### **Задача 3**

ЛЭП – 330 кВ выполнена проводом марки АС – 400/64 и имеет протяженность 180 км. Изменятся ли параметры ее схемы замещения, если каждую фазу выполнить двумя проводами марки АС – 240/39? Расстояние между проводами при расщеплении – 400 мм. Расстояние между фазами 8 м.

### **Задача 4**

ЛЭП – 330 кВ выполнена проводом марки АСК – 300/48 с расщеплением фазы на два провода. Расстояние между проводами в расщеплении 400 м, длина линии – 340 км. Определить параметры схемы замещения. Расстояние между фазами 8 м.

### **Задача 5**

ЛЭП – 500 кВ выполнена проводом марки АСК – 400/64 с расщеплением проводов в фазе на три. Расстояние между проводами в расщеплении 600 м, длина линии – 400 км. Составить схему замещения таким образом, чтобы можно было определить параметры режима ее работы в начале, в конце и середине линии. Определить параметры схемы замещения с учетом «короны». Подвеска проводов горизонтальная. Расстояние между фазами 11 м.

**По теме: «Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Расчет параметров схем замещения»**

### **Задача 1**

Трансформатор типа ТМ – 6300/110 имеет потери реактивной мощности в режиме холостого хода. Чему равна реактивная составляющая холостого хода? Определить параметры схемы замещения трансформатора.

### **Задача 2**

При испытаниях трансформатора типа ТМ – 1500/110 оказалось, что потери реактивной мощности в опыте холостого хода составили 37,5 квар, а ток холостого хода – 1,5 %. Определить параметры схемы замещения

трансформатора, а также активную составляющую тока холостого хода. Сравнить со справочными данными.

### **Задача 3**

Рассчитать параметры схемы замещения трансформатора типа ТМН – 1600/35. Определить, сколько процентов реактивной составляющей напряжения короткого замыкания приходится на долю активной составляющей.

### **Задача 4**

Определить, во сколько раз активная составляющая напряжения короткого замыкания меньше реактивной у трансформатора ТМ – 4000/10. Определить параметры схемы замещения двух отдельно работающих трансформаторов.

### **Задача 5**

Построить схемы замещения трансформаторов типа ТДНС – 16000/35 и ТДНС – 25000/35 и рассчитать их параметры. В чем отличие схем замещения?

**По теме: «Проектирование электрических сетей. Расчет разомкнутой сети»**

### **Задача 1**

Рассчитать режим районной разомкнутой сети напряжением 110 кВ. Определить мощность, выдаваемую с шин центра питания и КПД линии: а) при напряжении центра питания 121 кВ; б) при напряжении в конце линии 114 кВ.

### **Задача 2**

Рассчитать режим разомкнутой сети напряжением 35 кВ: а) при напряжении источника питания 37 кВ; б) при напряжении в конце линии 32,5 кВ. Определить мощность, выдаваемую с шин источника питания, и коэффициент мощности на шинах источника питания.

### **Задача 3**

Рассчитать режим разомкнутой сети напряжением 35 кВ: а) при напряжении центра питания 37 кВ; б) при напряжении в конце линии 32,5 кВ. определить суммарные потери в сети.

#### Задача 4

Рассчитать установившийся режим разомкнутой сети 220 кВ: а) при напряжении источника питания  $U_{ИП} = 236$  кВ; б) при напряжении в конце линии  $U = 218$  кВ. Построить векторную диаграмму напряжений сети.

#### Задача 5

Рассчитать установившийся режим разомкнутой сети 110 кВ: а) при напряжении источника питания  $U_{ИП} = 136$  кВ; б) при напряжении в конце линии  $U = 118$  кВ. Построить векторную диаграмму напряжений сети.

**По теме: «Проектирование электрических сетей. Расчет простой замкнутой сети»**

#### Задача 1

Рассчитать установившейся режим в замкнутой схеме сети (рис. 1). В узлах задана приведенная нагрузка в МВА. Напряжение источника питания

$$U_{ИП} = 119e^{j10} \text{ кВ.}$$

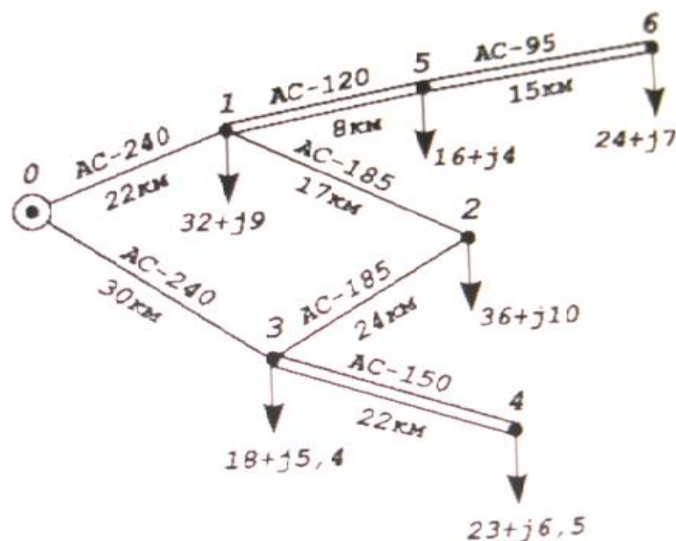


Рис. 1 Схема простой замкнутой кольцевой сети

#### Задача 2

Рассчитать установившейся режим в замкнутой схеме сети (рис. 2). В узлах задана приведенная нагрузка в МВА. Напряжение источника питания  $U_{\text{ип}} = 238e^{j17} \text{ кВ}$ .

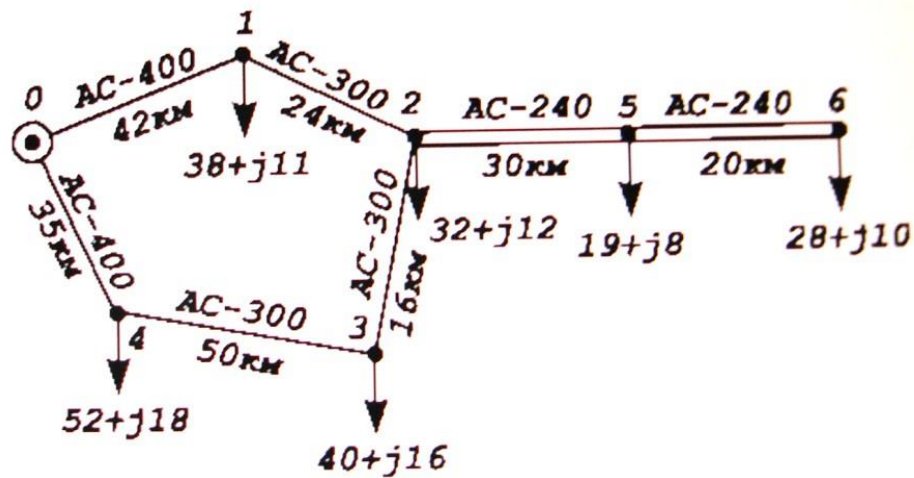


Рис. 2 Схема простой замкнутой кольцевой сети

### Задача 3

Рассчитать установившейся режим в замкнутой схеме сети (рис. 3). В узлах задана приведенная нагрузка в МВА. Напряжение источника питания  $U_{\text{ип}} = 120e^{j9} \text{ кВ}$ .

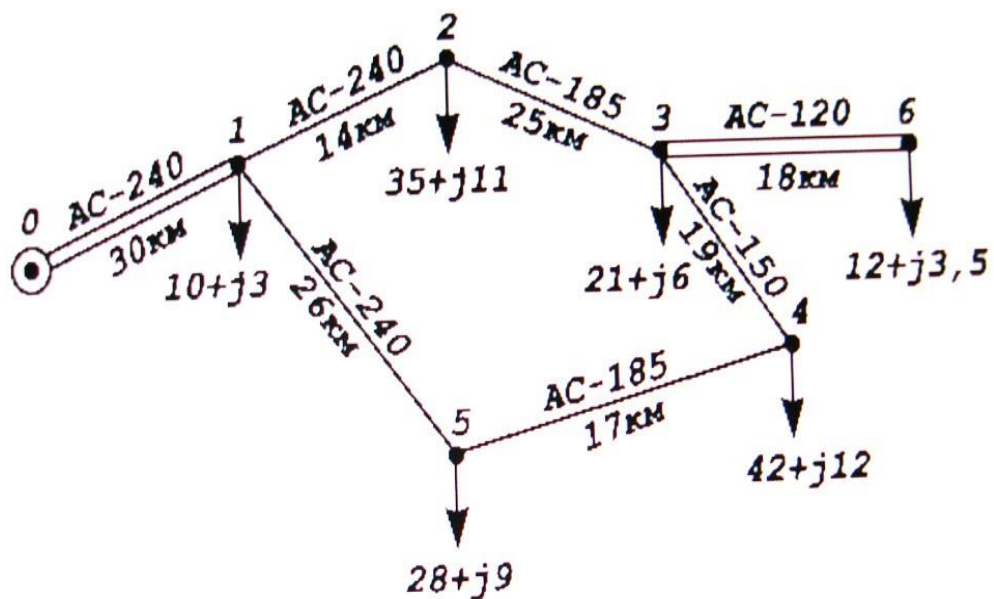


Рис. 3 Схема простой замкнутой кольцевой сети

### Задача 4

Рассчитать установившейся режим в замкнутой схеме сети (рис. 4). В узлах задана приведенная нагрузка в МВА. Напряжение источника питания  $U_{\text{иш}} = 236e^{j16} \text{ кВ}$ .

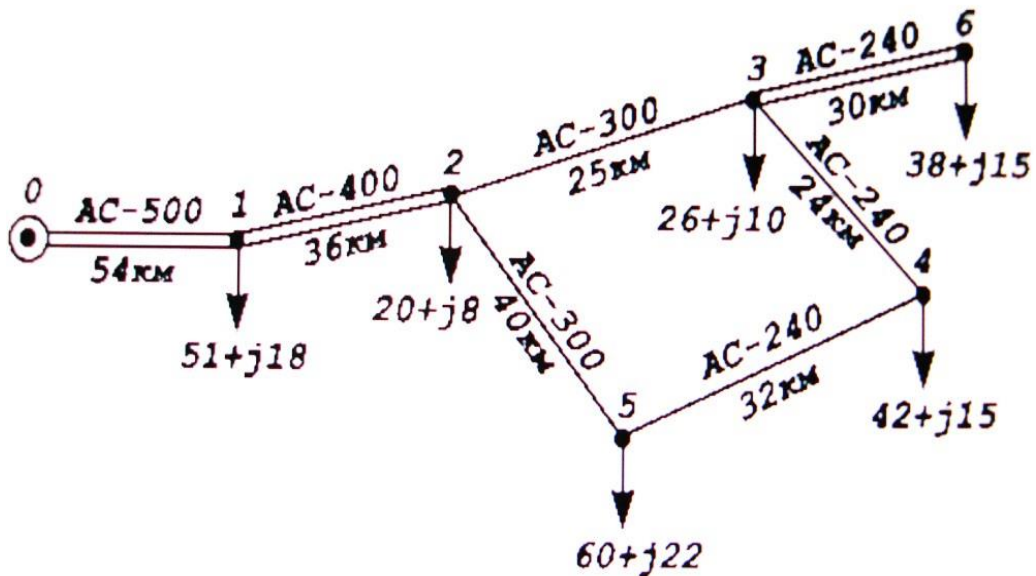


Рис. 4. Схема простой замкнутой кольцевой сети

### Задача 5

Рассчитать установившейся режим в замкнутой схеме сети (рис. 5). В узлах задана приведенная нагрузка в МВА. Напряжение источника питания  $U_{\text{иш}} = 112e^{j12} \text{ кВ}$ .

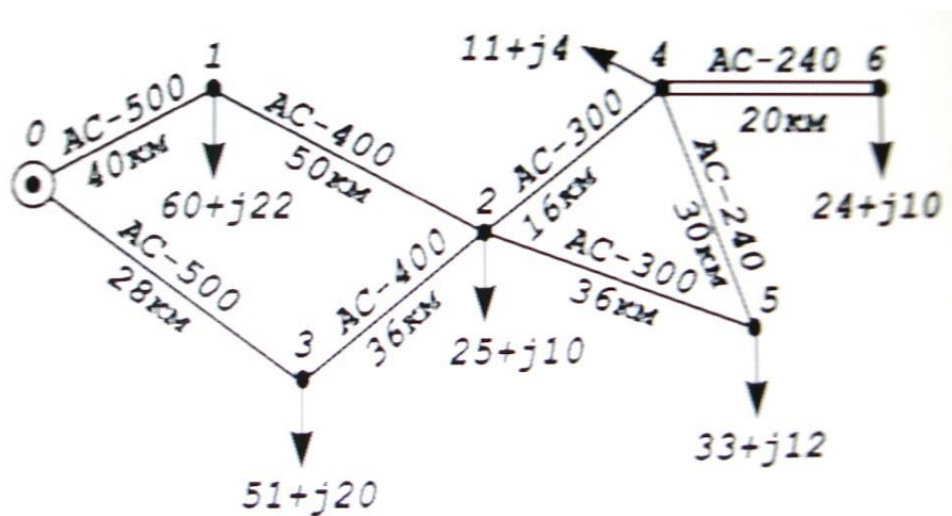


Рис. 5. Схема простой замкнутой кольцевой сети



## **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде письменного отчета, содержащего пояснительную записку к проведенным расчетам. В пояснительную записку входят необходимые расчеты, графические построения, листинги программ (если используется для проведения расчетов программный продукт), анализ полученных результатов проектных расчетов и выводы с рекомендациями по выбору параметров и типов проектируемых устройств и систем. Изложение материала в пояснительной записке должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц. Пояснительная записка выполняется в соответствии с требованиями соответствующих ГОСТов и других нормативных документов. Пояснительная записка должна иметь следующую структуру:

- титульный лист;
- текст задачи;
- расчеты с пояснениями;
- графические материалы в виде схем, графиков;
- анализ результатов;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы пояснительной записки должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Пояснительная записка выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4. Страницы должны быть пронумерованы, титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2».

Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы. Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм. Текст печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам. Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются. Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты индивидуального задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТов. На защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 8-7 баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при расчете, выборе и проверке оборудования или допущены незначительные отступления от требований при оформлении работы. На защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 баллов – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в расчётах и построении моделей или оформлении работы. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 6-5 баллов – работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в расчётах, в оформлении работы. При защите студент не отвечает на 2-3 вопроса преподавателя.

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Таблица 5 – Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Особенно сти проектирования электроэнергетических систем и сетей	ПК-1.1 – Осуществляет оценку текущего и прогнозного электроэнергетического режима	Знает требования к качеству электрической энергии; порядок управления электроэнергетическим режимом работы энергосистемы с использованием режимной автоматики	Устный опрос, контрольные работы	Экзамен. Вопросы 1-19 перечня типовых экзаменационных вопросов
			Умеет осуществлять оценку текущего и прогнозного электроэнергетического режима		
			Владеет навыками оценки текущего и прогнозного электроэнергетического режима		
2	Раздел 2. Проектирование и расчёт режимов электрических сетей	ПК-1.2 – Демонстрирует понимание принципов использования методов и средств автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике	Знает методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике	Устный опрос, контрольные работы	Экзамен. Вопросы 20-31 перечня типовых экзаменационных вопросов
			Умеет использовать средства диспетчерского и технологического управления		
			Владеет методами и средствами автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике		
		ПК-1.3 – Применяет методы и средства автоматизир	Знает состав автоматизированной системы диспетчерского управления; функциональные		

		ованных систем управления в соответствии и с потребностями технологического процесса	<p>возможности средств диспетчерского и технологического управления; назначение, принципы выполнения, порядок обслуживания устройств (комплексов) релейной защиты и автоматики; основы электротехники</p> <p>Умеет создавать наиболее надежную послеаварийную схему электрических соединений объектов электроэнергетики; оценивать эффективность управляющих воздействий в послеаварийной схеме электрических соединений объектов электроэнергетики</p> <p>Владеет навыками применения автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетических системах</p>		
--	--	--	--	--	--

## VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Лыкин, А. В. Электроэнергетические системы и сети : учебник для вузов / А. В. Лыкин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 360 с. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/451023>
2. Ярош, В. А. Электрические системы и сети. Курсовое проектирование : учебное пособие / В. А. Ярош, А. В. Ефанов, С. С. Ястребов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 172 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/147106>

3. Ушаков, В. Я. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие для вузов / В. Я. Ушаков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/451327>

### Дополнительная литература

1. Электрические системы. Электрические сети: Учеб. Для электроэнерг. спец. вузов/В.А.Веников, А.А.Глазунов, Л.А.Жуков и др.: Под ред. В.А. Веникова, В.А. Строева. – М.; Высш. шк., 1998. – 511 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:379569&theme=FEFU>

2. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учеб. для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 529 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:381816&theme=FEFU>

3. Астахов Ю.Н., Веников В.А., Ежков В.В., Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях: учебное пособие для вузов, Москва: Энергоатомиздат, 1983. – 503 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:412876&theme=FEFU>

4. Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях: Учеб. пособие для электроэнерг. спец./В.В. Ежков, Г.К. Зарудский, Э.Н. Зуев и др.; Под ред. В.А. Строева. – М.: Высш. шк., 1999 – 352 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:360671&theme=FEFU>

5. Савина Н.В., Мясоедов Ю.В., Дудченко Л.Н. Электрические сети в примерах и расчетах: Учебное пособие. Благовещенск, изд-во АмГУ, 1999. – 238 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:379379&theme=FEFU>

6. Аветисян Д.А. Автоматизация проектирования электрических систем и устройств. – Москва: Высшая школа, 1998. – 331 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:366877&theme=FEFU>

7. Федин В. Т., Фадеева Г. А. Проектирование распределительных электрических сетей, Минск, Высшая школа, 2009. - 368 с. - Режим доступа: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-20124&theme=FEFU>

## Методические указания к практическим занятиям

1. Марченко Н.М. Исследование трехфазного трансформатора на модели в пакете MatLab: для студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной формы обучения: учебно-методическое пособие / Политехнический институт (Школа) ДВФУ. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2020. – 24 с. - Режим доступа: <https://www.dvfu.ru/schools/engineering/science/scientific-and-educational-publications/manuals/>

2. Марченко Н.М. Электрический привод: учебное пособие для вузов / Политехнический институт ДВФУ. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2021. – 1 CD [88 с.]. - Режим доступа: <https://www.dvfu.ru/schools/engineering/science/scientific-and-educational-publications/tutorials-tutorial/>

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. КонсультантПлюс : официальный сайт. – Москва, 1997. – URL: <https://www.consultant.ru> – Текст: электронный.

2. Министерство энергетики РФ : официальный сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://www.minenergo.gov.ru>. – Текст. Изображение : электронные.

3. Россети ФСК ЕЭС : официальный сайт. – Москва, 2007. – URL: <http://www.fsk-ees.ru>. – Текст. Изображение : электронные.

4. ПАО РусГидро : официальный сайт. – Москва, 2006. – URL: <http://www.rushydro.ru>. – Текст. Изображение : электронные.

5. Научная электронная библиотека : [сайт]. – Москва, 2005. – URL: <https://www.elibrary.ru>. – Текст. Изображение : электронные.

6. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ : [сайт]. – Москва, 2011. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Текст: электронный.

## **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение:

1. Научная электронная библиотека
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань».
3. Электронная библиотека «Консультант студента».
4. Электронно-библиотечная система
5. Информационная система «ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам».
6. Доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ, доступ к нормативным документам ДВФУ, расписанию, рассылке писем.
7. Microsoft Office (Word, Access, Excel, PowerPoint и т.д.)
8. AutoCAD Electrical.
9. MathCAD.
10. MatLab с приложениями Simulink и SimPowersystems.
11. Mathtype.
12. Графический редактор.
13. Программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

Лекции проводятся с использованием проектора и мультимедийного комплекса для проведения лекций внутренней системы портала ДВФУ. Лабораторные занятия проводятся в специализированном компьютерном классе.

## VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины «Автоматизация проектирования электроэнергетических и электротехнических систем» отводится 63 часа аудиторных занятий и 81 час самостоятельной работы.

Современные образовательные технологии предусматривают взаимосвязанную деятельность преподавателя и учащихся. При изучении данной дисциплины используются традиционные и интерактивные образовательные технологии:

- **лекции** (рассмотрение теоретического материала) с использованием мультимедийных технологий (презентации), диалог с аудиторией, устные блиц-опросы в начале лекции ориентированы на обобщение и определение взаимосвязи лекционного материала;

- **практические занятия** проводятся на основе совмещения коллективного и индивидуального обучения. На практических занятиях преподаватель разъясняет технологию проектирования электроэнергетических и электротехнических устройств и систем, методики расчета параметров и показателей проектируемого объекта, методы разработки моделей, проведение исследований на моделях проектируемых объектов, а также методы анализа полученных результатов. Во второй части практического занятия студентам предлагается работать самостоятельно, выполняя задания на ПК по расчету и моделированию проектируемых устройств и систем. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и методы решения, а также разъясняет технологию проведения экспериментов на моделях. Последующая защита выполненных и оформленных заданий в виде письменных отчетов развивает навыки работы в коллективе, умение доказательно обосновывать полученные результаты, развивает коммуникативные и творческие навыки;



- **самостоятельная работа** в виде подготовки к рубежному тестированию и выполнению индивидуальных практических заданий направлена на закрепление материала, изученного в ходе лекций и практических занятий. Самостоятельная работа студентов в виде сообщений на практических занятиях основана на выборе обучающимся вопроса, который вызывает у него наибольший интерес, и позволяет расширить знания по изучаемой дисциплине.

## **IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Кабинет научно-исследовательской работы студентов и магистров Департамент энергетических систем, ауд. Е550	Анализатор показателей качества электрической энергии АПКЭ-1, Определитель места повреждения "ИМФ-3Р", Источник постоянного напряжения GW Instek GPR-25H30D, Трассодефектоискатель "Сталкер -75-02", Виброанализатор "Корсар ++", Измеритель напряженности поля промышленной частоты "ПЗ-50В", Инфракрасный	--

	<p>термометр (пирометр) "Fluke 576" Учебный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» НТЦ-01.00.000, Учебный лабораторный стенд «Электрические машины» НТЦ-03.00, Учебный лабораторный стенд «Теоретические основы электротехники» НТЦ- 06.200, Микропроцессорный комплекс противоаварийной автоматики (резервированный) с комплектom адаптированных «МКПА», Микропроцессорный комплекс противоаварийной автоматики «МКПА. Резервный шкаф», цифровое устройство передачи команд релейной защиты и противоаварийной автоматики «УПК-Ц», Лабораторный стенд «Электрические измерения» НТЦ-08</p>	
<p>Компьютерный класс, Департамент энергетических систем, ауд. E524, E525</p>	<p>Моноблок Lenovo C360 19,5 (1600x900), Core i3- 4160T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 500GB HDD 7200 SATA, DVDRW, GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse, Win10(64-bit),1-1- 1 Wty</p>	<p>– AutoCAD 2017 – трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – Project Expert 7 Tutorial – учебная версия программы, иллюстрирующая все возможности версии Holding. Представляет собой</p>
<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3- 1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/- RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse, Win7Pro (64- bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в</p>	<p>обучающий тренажер по инвестиционному проектированию и бизнес планированию для студентов, изучающих финансы и экономику. Обладает всеми функциональными возможностями Holding, но исключающими возможность коммерческого использования.</p>

	<p>Интернет 500 Мбит/сек.  Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля;  оборудованы:  портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами, видеоувеличителем с возможностью регуляции цветových спектров;  увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>	<p>Так, отсутствует экспорт данных в форматы Word, Excel, HTML, файлы txt;  – Mathcad Prime 3.1 – стандартное отраслевое средство математического представления и расчетов, которое помогает учащимся вести практический цифровой блокнот расчетов;  – SOLIDWORKS 2017 – программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения;  – Консультант – законодательство РФ кодексы и законы в последней редакции. Удобный поиск законов кодексов приказов и других документов;  – Техэксперт Клиент – Специализированные продукты для специалистов, включающие в себя крупнейшие подборки нормативных документов и справочной информации, а также целый комплекс уникальных сервисов и услуг;  – 7Zip 9.20 – свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;  – Acrobat Reader DC – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;  – Microsoft Office 365 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.).</p>
--	--	---

## X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств включает в себя:

- шкалу оценивания уровня сформированности компетенций с описанием индикаторов достижения освоения дисциплины согласно заявленным компетенциям (таблица 7);
- методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины;
- перечень типовых экзаменационных вопросов;
- критерии выставления оценки студенту на экзамене (таблица 8);
- типовые задания на контрольной работе;
- критерии оценки выполнения контрольных работ.

Таблица 7 – Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-1 - Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности	знает (пороговый)	требования к качеству электрической энергии; порядок управления электроэнергетическим режимом работы энергосистемы с использованием режимной автоматики; методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике; состав автоматизированной системы диспетчерского управления; функциональные возможности средств	знать требования к качеству электрической энергии; порядок управления электроэнергетическим режимом работы энергосистемы с использованием режимной автоматики; методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике; состав автоматизированной системы диспетчерского	способность использовать требования к качеству электрической энергии; порядок управления электроэнергетическим режимом работы энергосистемы с использованием режимной автоматики; методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике; состав автоматизированной

		диспетчерского и технологического управления; назначение, принципы выполнения, порядок обслуживания устройств (комплексов) релейной защиты и автоматики; основы электротехники	управления; функциональные возможности средств диспетчерского и технологического управления; назначение, принципы выполнения, порядок обслуживания устройств (комплексов) релейной защиты и автоматики; основы электротехники	ой системы диспетчерского управления; функциональные возможности средств диспетчерского и технологического управления; назначение, принципы выполнения, порядок обслуживания устройств (комплексов) релейной защиты и автоматики; основы электротехники
	умеет (продвинутой)	осуществлять оценку текущего и прогнозного электроэнергетического режима; использовать средства диспетчерского и технологического управления; создавать наиболее надежную послеаварийную схему электрических соединений объектов электроэнергетики; оценивать эффективность управляющих воздействий в послеаварийной схеме электрических соединений объектов электроэнергетики	уметь осуществлять оценку текущего и прогнозного электроэнергетического режима; использовать средства диспетчерского и технологического управления; создавать наиболее надежную послеаварийную схему электрических соединений объектов электроэнергетики; оценивать эффективность управляющих воздействий в послеаварийной схеме электрических соединений объектов электроэнергетики	способность осуществлять оценку текущего и прогнозного электроэнергетического режима; использовать средства диспетчерского и технологического управления; создавать наиболее надежную послеаварийную схему электрических соединений объектов электроэнергетики; оценивать эффективность управляющих воздействий в послеаварийной схеме электрических соединений объектов электроэнергетики
	владеет	навыками оценки	владеть навыками	уровень владения

	(высокий)	текущего и прогнозного электроэнергетического режима; методами и средствами автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике; навыками применения автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетических системах	оценки текущего и прогнозного электроэнергетического режима; методами и средствами автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике; навыками применения автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетических системах	навыками оценки текущего и прогнозного электроэнергетического режима; методами и средствами автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетике; навыками применения автоматизированных систем управления технологическими процессами в электроэнергетических системах
--	-----------	---	--	---

### **Методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Автоматизация проектирования электроэнергетических и электротехнических систем» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Автоматизация проектирования электроэнергетических и электротехнических систем» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, защиты расчётно-графической работы и индивидуального домашнего задания, тестирования) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по

аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Автоматизация проектирования электроэнергетических и электротехнических систем» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану видом промежуточной аттестации по дисциплине «Автоматизация проектирования электроэнергетических и электротехнических систем» предусмотрен экзамен, который проводится в устной форме. К экзамену допускаются магистранты, сдавшие все задания, связанные с расчетом и проектированием электроэнергетических систем, предусмотренные программой дисциплины.

В экзаменационном билете три вопроса. Первый вопрос связан с общими понятиями и определениями процесса проектирования, оценивается в 1,5 балла. Второй вопрос посвящен стадиям проектирования электроэнергетических и электротехнических устройств и систем, оценивается в 1,5 балла. Третий вопрос посвящен техническим и программным средствам проектирования и оценивается в 2 балла.

### **Перечень типовых экзаменационных вопросов**

1. Энергетическая система – определение, состав. Основные преимущества создания энергосистем.

2. Электроэнергетическая (электрическая) система – определение, состав. Свойства электроэнергетических систем.

3. Виды электрических станций, их особенности.

4. Состав электрической части электростанции.

5. Электрические сети. Классификации электрических сетей: по роду тока; по величине номинального напряжения; по назначению.

6. Электрические сети. Классификации электрических сетей: по размерам территории, охватываемой электрической сетью; по месту расположения и характеру потребителей; по схемам электрических соединений.

7. Подстанция. Типы подстанций.

8. Определение проектирования. Классификация проектирования по отраслям деятельности.

9. Определение проектирования. Классификация проектирования по подходу к проектированию.

10. Стадии проектирования.

11. Структура процесса проектирования.

12. Определение проектирования. Участники (субъекты) проектных работ.

13. Методы проектирования.

14. САПР и ее задачи.

15. Требования к построению САПР.

16. Функциональная структура САПР.

17. Лингвистическое обеспечение САПР.

18. Языки проектирования, используемые в САПР.

19. Типовые компоненты САПР.

20. Проектирование электроэнергетических систем.

21. Внестадийное проектирование электроэнергетических систем.

22. Стадийное проектирование электроэнергетических систем.



23. Нормативная документация для разработки проекта в электроэнергетике.

24. Бизнес-план инвестиционного проекта в электроэнергетике.

25. Инвестиции. Характеристики инвестиций. Источники инвестиций в энергетику.

26. Методы и средства моделирования электроэнергетических и электротехнических устройств и систем.

27. Возможности пакета MatLab при построении моделей, характеристика приложений программного продукта.

28. Особенности построения моделей в пакете MatLab.

29. Контролирующие и регистрирующие виртуальные приборы пакета MatLab.

30. Типы моделей объектов проектирования электроэнергетических и электротехнических устройств и систем.

31. Методы анализа результатов исследований в пакете MatLab свойств проектируемых объектов.

Таблица 8 – Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине

<b>Баллы (рейтинговой оценки)</b>	<b>Оценка зачета (стандартная)</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
86-100	<i>«отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил теоретический материал общего характера, владеет методами проведения проектных работ, может оценить полученные результаты расчётов и моделирования, может дать обоснованные рекомендации по выбору проектируемого оборудования.
76-85	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он усвоил теоретический материал общего характера, способен рассчитать режимы работы проектируемого электроэнергетического и электротехнического оборудования, правильно применяет системы автоматизированного проектирования и прикладные программы для моделирования.

61-75	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет поверхностные знания основного материала, не усвоил методы расчета параметров проектируемого оборудования, не может самостоятельно строить модели и проводить с их помощью проверку рассчитанных параметров и режимов работы, допускает неточности, испытывает затруднения ответах на поставленные вопросы.
0-60	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в определениях, с большими затруднениями выполняет этапы проектирования. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### **Типовые задания на контрольной работе**

#### **Контрольная работа № 1 «Составление схем замещения линий электропередач, трансформаторов и автотрансформаторов. Расчет параметров схем замещений»**

##### **№ 1**

1. Определение понятия «схема замещения». Назначение схем замещения.
2. Определение активного и реактивного сопротивлений кабельных линий электропередач.

##### **№ 2**

1. Схемы замещения воздушных линий электропередач.
2. Как изменяются сопротивления трансформаторов с ростом номинального напряжения?

##### **№ 3**

1. Схемы замещения применяются кабельных линий электропередач.
2. Определение потерь мощности в трансформаторах.

##### **№ 4**

1. Способы расположения проводов линии электропередач.

2. Как изменяются потери мощности в трансформаторах с ростом номинального напряжения?

**№ 5**

1. Схемы замещения двухобмоточных трансформаторов.
2. Определение активной и емкостной проводимости кабельных линий электропередач.

**№ 6**

1. Схемы замещения трехобмоточных трансформаторов.
2. Определение активного и реактивного сопротивлений воздушных линий электропередач.

**№ 7**

1. Схемы замещения автотрансформаторов.
2. Определение активной и емкостной проводимости воздушных линий электропередач.

**№ 8**

1. Определение потерь мощности в линиях электропередач.
2. Особенности определения параметров схем замещения кабельных линий электропередач.

**Контрольная работа № 2 «Расчет режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей»**

**№ 1**

1. Назначение электрических сетей в энергосистемах.
2. Метод расчета режима разомкнутой линии электропередачи при заданной мощности нагрузки.

**№ 2**

1. Классификация электрических сетей.
2. Метод расчета режима разомкнутой линии электропередачи при заданном токе нагрузки.

### **№ 3**

1. Распределительные сети – виды, характеристика.
2. Расчет сети из двух последовательных линий при заданных мощностях нагрузки и напряжений.

### **№ 4**

1. Пояснить различие между расщеплением сети и разделением уравнений установившегося режима.
2. Расчет режима электрических двух номинальных напряжений

### **№ 5**

1. Падение напряжения в линии.
2. Расчет разомкнутой сети при заданных мощностях нагрузки и напряжении источника питания.

### **№ 6**

1. Потери напряжения в линии.
2. Распределение потоков мощности в простой замкнутой сети с двумя узлами.

### **№ 7**

1. Пояснить различие между падением и потерей напряжения в линии электропередач.
2. Распределение потоков мощности в простой замкнутой сети с четырьмя узлами.

### **№ 8**

1. Допущения, применяемые при расчете распределительных сетей.
2. Распределение потоков мощности в замкнутой сети с учетом потерь мощности

### **№ 9**

1. Определение наибольшей потери напряжения в сети.
1. Распределение потоков мощности в кольцевой сети.

## **Контрольная работа № 3 «Расчет режимов электрических систем и сетей»**

### **№ 1**

1. Расчет режимов систем большой мощности.
2. Уравнения узловых напряжений при напряжении балансирующего узла  $U_6=0$ .

### **№ 2**

1. Метод преобразования сети.
2. Уравнения узловых напряжений при напряжении балансирующего узла  $U_6 \neq 0$ .

### **№ 3**

1. Расчет однородных сетей.
2. Расчет установившихся режимов электрических систем с помощью матриц собственных и взаимных проводимостей узлов.

### **№ 4**

1. Потребители реактивной мощности.
2. Определение напряжения на низшей стороне подстанций.

### **№ 5**

1. Компенсация реактивной мощности.
2. Методы решения линейных уравнений узловых напряжений.

### **№ 6**

1. Приведенная и расчетная мощности нагрузок.
2. Упрощенные схемы замещения участка сети.

### **№ 7**

1. Расчет сети с разными номинальными напряжениями.
2. Расчет потерь мощности в сети.

### **№ 8**

1. Расчет несимметричных режимов электрических сетей.
2. Методы расчета потерь мощности и электроэнергии в распределительных сетях.

## **Критерии оценки выполнения контрольных работ**

✓ 10-9 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все пункты задания. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы и выполнением расчетов, нет; работа оформлена правильно.

✓ 8-7 баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при расчете или одна-две ошибки в оформлении работы.

✓ 7-6 баллов – работа выполнена полностью. Допущено не более 2 ошибок в расчётах или оформлении работы.

✓ 6-5 баллов – работа выполнена. Допущено три или более трех ошибок в расчётах, в оформлении работы.