

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.В.08**

(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Силовые коммутационные аппараты и средства защиты в электроснабжении**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)  
Энергосбережение и энергоаудит

Форма обучения: очная

Год набора: 2017

Общая трудоемкость: 8 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	7	Итого
Форма контроля	Зачет	
Вид занятий		
Лекции	50	50
Лабораторные	18	18
Практические	34	34
Руководство: курсовые работы (проекты)		
Промежуточная аттестация		
Контактная работа	103,35	103,35
Самостоятельная работа	149	149
Контроль	35,65	35,65
<b>Итого</b>	<b>288</b>	<b>288</b>

Рабочую программу составил(и):

доцент, доцент, к.т.н. Кузнецов В.Н.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

**Рецензирование рабочей программы дисциплины:**



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2021 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 2 от «05» сентября 2016 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – обучение студентов теоретическим знаниям в области силовых коммутационных аппаратов и электромагнитных переходных процессов, практическим навыкам анализа и расчета коротких замыканий, возникающих в системах электроснабжения промышленных предприятий и энергетических объектов, а также навыкам по выбору электрооборудования.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Высшая математика», «Теоретические основы электротехники», «Введение в профессию», «Современные энергетические системы и электронные преобразователи», «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и предприятий».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Релейная защита систем электроснабжения», «Техническая диагностика электрооборудования систем электроснабжения», выполнение выпускной квалификационной работы.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов	ПК-1.3 Выполняет выбор оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования систем электроснабжения объектов	Знать: физические основы электромагнитных переходных процессов в системах электроснабжения, системы единиц и схемы замещения СЭС, допущения и порядок расчёта коротких замыканий; методы анализа и сбора информации, правила работы с технической информацией по подбору оборудования
		Уметь: составлять схемы замещения СЭС, рассчитывать параметры элементов и параметры аварийных режимов, выбирать необходимое оборудование
		Владеть: методами расчета симметричных и несимметричных коротких замыканий и обрывов; навыками работы с лабораторными стендами и с информационной техникой

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
1. Общие сведения о силовых коммутационных аппаратах и средствах защиты в электроснабжении	Лек.	1.1. Предмет и содержание дисциплины. Назначение силовых коммутационных аппаратов (СКА). 1.2. Общие определения и классификация СКА. Условные обозначения на схемах. 1.3. Основные требования, предъявляемые к СКА и средствам защиты в электроснабжении.	6	4	-	-	
	Пр.	Основные требования, предъявляемые к СКА и средствам защиты в электроснабжении.	6	2	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.	6	15	-	-	
2. Типы силовых коммутационных аппаратов и средств защиты	Лек.	2.1. Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Конструкция, принцип действия, назначение. 2.2. Высоковольтные выключатели, выключатели нагрузки, предохранители, реклоузеры. Назначение. Обозначения на схемах. Классификация. 2.3. Выключатели. Конструкция, принцип действия. Параметры. Процессы отключения цепей переменного тока.	6	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
		2.4. Токоограничивающие реакторы. Кон- струкция, принцип действия, назначение.					
	Пр.	Разъединители, отделители, короткозамы- катели. Высоковольтные выключатели, выключатели нагрузки, предохранители, реклоузеры. Выключатели. Токоограничи- вающие реакторы.	6	3	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.	6	25	-	-	
3. Выбор силовых коммутационных аппаратов и рас- чёт коротких за- мыканий	Лек.	3.1. Общие вопросы выбора СКА. Нормативные документы и рекомендации. 3.2. Назначение расчетов коротких замыканий в СЭС. Основные допущения и расчётные условия. 3.3. Системы единиц – относительные и именованные. Вывод типовых формул. 3.4. Схемы замещения – правила составления. Преобразование схем замещения.	6	6	-	-	
	Пр.	Схемы замещения – правила составления. Преобразование схем замещения.	6	3	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов	6	20	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
		на вопросы. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.					
4. Трёхфазные короткие замыка- ния	Лек.	<p>4.1. Анализ симметричного КЗ в цепи, питаемой источником бесконечной мощности. Полный ток КЗ и его составляющие. Ударный ток КЗ.</p> <p>4.2. Расчет режимов КЗ в именованных единицах (на стороне с номинальным напряжением ниже 1 кВ).</p> <p>4.3. Трёхфазные КЗ в цепи, питаемой источником конечной мощности. Параметры синхронного генератора при разных режимах КЗ. Установившийся и сверхпереходный режим КЗ.</p> <p>4.4. Влияние АРВ генераторов на режимы КЗ.</p> <p>4.5. Метод расчётных кривых. Допущения и порядок расчёта.</p> <p>4.6. Выбор электрооборудования по условиям стойкости к токам КЗ.</p> <p>4.7. Учет изменения параметров проводников сети. Увеличение активного сопротивления проводников от их нагрева током короткого замыкания. Тепловой спад тока короткого замыкания.</p> <p>4.8. Практические методы расчёта трехфазных КЗ в установках напряжением до 1 кВ. Учет местных источников и нагрузок.</p>	6	12	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
	Пр.	Анализ симметричного КЗ в цепи, питае- мой источником бесконечной мощности. Полный ток КЗ и его составляющие. Ударный ток КЗ.	6	2	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Пр.	Расчет режимов КЗ в именованных еди- ницах (на стороне с номинальным напря- жением ниже 1 кВ).	6	2	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Пр.	Трёхфазные КЗ в цепи, питаемой источ- ником конечной мощности. Параметры синхронного генератора при разных ре- жимах КЗ. Установившийся и сверхпере- ходный режим КЗ.	6	2	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Пр.	Метод расчётных кривых. Допущения и порядок расчёта.	6	2	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Пр.	Практические методы расчёта трехфазных КЗ в установках напряжением до 1 кВ. Учет местных источников и нагрузок.	6	2	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лаб.	Лабораторная работа № 1.	6	4	-	-	Опрос на лаборатор- ных занятиях по теоретическому ма- териалу. Выполнение и защи- та лабо-раторных ра- бот

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
	Лаб.	Лабораторная работа № 2.	6	4	-	-	Опрос на лаборатор- ных занятиях по тео- ретическому матери- алу. Выполнение и защи- та лабораторных ра- бот
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.	6	25	-	-	
5. Несимметрич- ные короткие за- мыкания	Лек.	5.1 Виды несимметричных аварий. Метод симметричных составляющих для анализа НКЗ. 5.2. Схемы различных последовательно- стей и правила их построения. 5.3. Сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательности для различ- ных элементов схемы. Влияние конструк- ции магнитопровода и групп соединения трансформаторов на схемы нулевой по- следовательности. 5.4. Правило эквивалентности прямой по- следовательности. Сравнение тяжести КЗ. 5.5. Метод расчетных кривых для случая НКЗ. Ударный ток НКЗ. НКЗ в сетях ниже 1 кВ. Переходный процесс в нагрузках при	6	10	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
		несимметричных КЗ. 5.6. Метод расчета простого замыкания. Компенсированные сети.					
	Пр.	Сопротивления прямой, обратной и нуле- вой последовательности для различных элементов схемы.	6	2	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Пр.	Правило эквивалентности прямой после- довательности. Сравнение тяжести КЗ..	6	2	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Пр.	Метод расчета простого замыкания.	6	2	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лаб.	Лабораторная работа № 4.	6	4	-	-	Опрос на лаборатор- ных занятиях по тео- ретическому матери- алу. Выполнение и защи- та лабораторных ра- бот
	Лаб.	Лабораторная работа № 5.	6	4	-	-	Опрос на лаборатор- ных занятиях по тео- ретическому матери- алу. Выполнение и защи- та лабораторных ра-

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
							бот
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.	6	25	-	-	
6. Продольная несимметрия	Лек.	6.1. Обрывы фаз и методы их расчета. Комплексные схемы замещения и векторные диаграммы при обрывах. 6.2. Сложные виды аварий. 6.3. Программное обеспечение для анализа электромагнитных переходных процессов в СЭС.	6	4	-	-	
	Пр.	Обрывы фаз и методы их расчета.	6	2	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Лаб.	Итоговое занятие.	6	2	-	-	Опрос на лабораторных занятиях по теоретическому материалу. Выполнение и защита лабораторных работ
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим	6	15	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учеб- ной ра- боты	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наиме- нование оценочного средства)
		занятиям и лабораторным работам.					
7. Примеры вы- бора СКА	Лек.	7.1. Примеры выбора разъединителей. 7.2. Примеры выбора высоковольтных выключателей.	6	4	-	-	
	Пр.	Примеры выбора СКА	6	4	-	-	Оценка решения практических задач и проверка усвоения материала
	Ср.	Изучение конспектов лекций. Изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой ответов на вопросы. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.	6	25	-	-	
		Контроль	6	35,65			
	ПА	Сдача экзамена	6	0,35	-	-	
<b>Итого:</b>				<b>252</b>			

## **5. Образовательные технологии**

Для оценки знаний, умения и уровня профессиональных компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Силовые коммутационные аппараты и средства защиты в электроснабжении», используются следующие образовательные технологии:

- лекции с использованием мультимедийного оборудования;
- практические занятия с устным опросом студентов и закреплением теоретического материала;
- лабораторные занятия, которые позволяют приобрести практические знания и навыки работы с нормативной, методической, научно-технической и справочной литературой;
- индивидуальные и групповые консультации по теоретическим и практическим вопросам курса;
- выполнение курсовой работы;
- проведение семинара с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся;
- проведение различных форм самостоятельной работы, которая включает подготовку к лекционным и практическим занятиям.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

6.1. Обучающимся необходимо ознакомиться: с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

6.2. Методические указания по подготовке к лекционным занятиям.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия темы, связанные с ними теоретические и практические вопросы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям. Поэтому изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Перед очередной лекцией необходимо просмотреть/повторить материалы предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам.

6.3. Методические указания по подготовке к практическим и лабораторным занятиям.

В ходе практических и лабораторных занятий углубляются и закрепляются знания обучающихся по ряду рассмотренных на лекциях вопросов. При подготовке к практическим и лабораторным занятиям обучающийся должен:

- изучить рекомендованную литературу;
- изучить материалы лекций;
- подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме;
- выполнить домашнее задание, рекомендованное преподавателем при изучении каждой темы занятия;
- подготовить бланк отчета по лабораторной работе.

6.4. Самостоятельная работа включает в себя выполнение различного рода заданий и самостоятельное изучение теоретического материала по учебникам и учебным пособиям с подготовкой к практическим занятиям. Контроль самостоятельной работы обучающихся над программой курса осуществляется в ходе практических занятий (устный опрос, решение задач, публичное выступление с докладом по выбранной теме, тестирование).

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
6	ПК-1 (ПК-1.3)	Лабораторные работы 1-5 Задачи для контрольных работ по темам 1-5 Выполнение курсовой работы Тестовые задания № 1-500 Вопросы для экзамена № 1-60

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Опрос по теоретическому материалу

##### Краткое описание и регламент выполнения

Опрос по теоретическому материалу при выполнении практических заданий и обсуждение полученных результатов.

##### Критерии оценки:

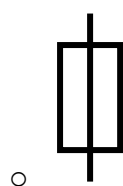
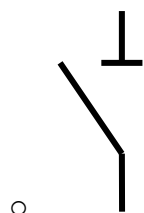
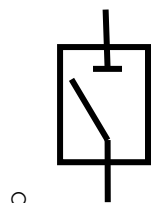
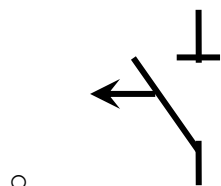
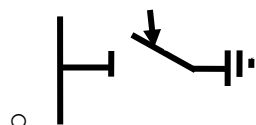
- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент ответил больше чем на половину вопросов;
- оценка «не зачтено» - если студент ответил на половину или меньше вопросов.

#### 7.2.2. Типовые тестовые задания

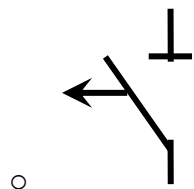
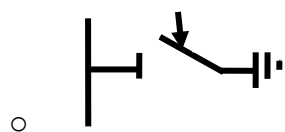
1. Устройство, у которого все или основное электрооборудование расположено на открытом воздухе подстанции:
  - КРУ
  - ЭУ
  - ЗРУ
  - ОРУ
  - РУ
2. Устройство, электрооборудование которого расположено в здании подстанции:
  - КРУ
  - ЭУ
  - ЗРУ
  - ОРУ
  - РУ
3. Достоинства применения ОРУ на подстанции:
  - установка более дорогого электрооборудования
  - сокращение сроков сооружения подстанции
  - уменьшение стоимости подстанции
  - более маневроспособны по сравнению с ЗРУ

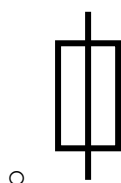
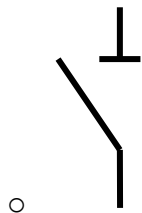
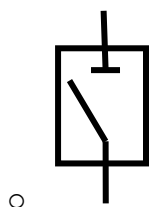
4. Чем обычно выполняется соединение трансформатора с РУ низкого напряжения?
- ☐ гибким проводом
  - ☐ пакетом шин
  - ☐ кабелем
5. Электроаппарат, работающий в блоке с короткозамыкателем:
- ☐ масляный выключатель
  - ☐ вакуумный выключатель
  - ☐ отделитель
  - ☐ разъединитель
  - ☐ реактор
6. Электроаппарат, предназначенный для отключения обесточенной цепи:
- ☐ отделитель
  - ☐ короткозамыкатель
  - ☐ разъединитель
  - ☐ элегазовый выключатель
  - ☐ предохранитель
7. Как отключается и включается отделитель?
- ☐ автоматически
  - ☐ вручную
  - ☐ отключается вручную, включается автоматически
  - ☐ отключается автоматически, включается в ручную
8. Электрический аппарат, предназначенный для создания искусственного короткого замыкания в эл. цепи при повреждениях в трансформаторе:
- ☐ отделитель
  - ☐ короткозамыкатель
  - ☐ предохранитель
  - ☐ реактор
  - ☐ разрядник
9. Сколько полюсов короткозамыкателя применяют в электроустановках напряжением 35 кВ?
- ☐ один
  - ☐ два
  - ☐ три
  - ☐ один или два
  - ☐ два или три
10. Сколько полюсов короткозамыкателя применяют в электроустановках напряжением 110 кВ?
- ☐ один
  - ☐ два
  - ☐ три
  - ☐ один или два
  - ☐ два или три

11. Как обозначается на электрической схеме отделитель?



12. Как обозначается на электрической схеме короткозамыкатель?





13. Какой ток допускается отключать разъединителями?

- ☐ ток холостого тока силовых трансформаторов
- ☐ ток заземления нейтралей трансформаторов
- ☐ небольшой зарядный ток ВЛ
- ☐ небольшой зарядный ток КЛ

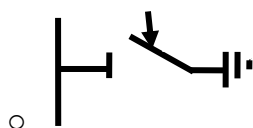
14. Чем снабжают разъединители во избежание ошибочных отключений токов нагрузки?

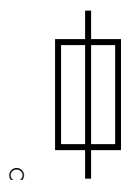
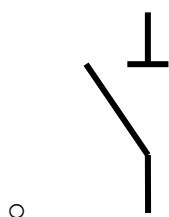
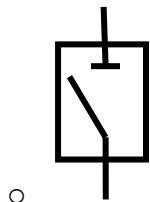
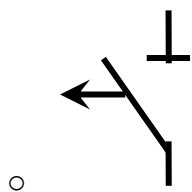
- ☐ червячным приводом
- ☐ заземляющими ножами
- ☐ установкой большого количества изоляторов
- ☐ блокировкой
- ☐ установкой в электрической схеме высоковольтного выключателя

15. Какие из перечисленных типов разъединителей относятся к разъединителям наружной установки?

- ☐ РВФ
- ☐ РВ
- ☐ РНДЗ
- ☐ РВРЗ

16. Как обозначается на электрической схеме разъединитель?





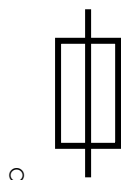
17. Как включают и отключают высоковольтные выключатели?


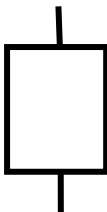
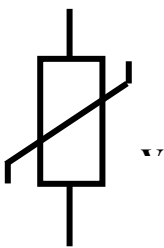
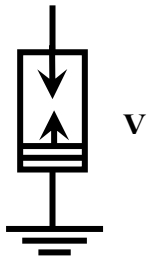
- ☐ ручную
- ☐ дистанционно
- ☐ автоматически
- ☐ ручную или автоматически

18. Что используют для гашения дуги в высоковольтных выключателях?

- ☐ масло
- ☐ вакуум
- ☐ элегаз
- ☐ магнитное поле

19. Как обозначается на электрической схеме масляный выключатель?



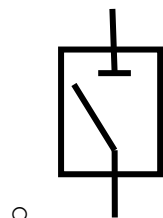
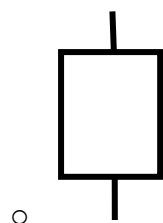
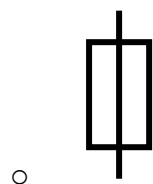
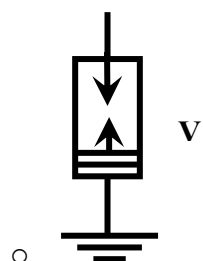
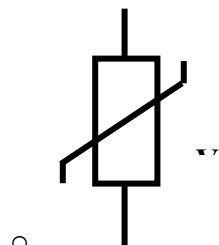
- ☐ 
- ☐ 
- ☐ 
- ☐ 

20. Электроаппарат, предназначенный для однократного отключения эл. цепи при коротком замыкании или перегрузке:
- ☐ короткозамыкатель
  - ☐ предохранитель
  - ☐ реактор
  - ☐ разрядник
  - ☐ выключатель
21. Для защиты чего применяют высоковольтные плавкие предохранители?
- ☐ трансформаторов небольшой мощности
  - ☐ электродвигателей
  - ☐ распределительных сетей
  - ☐ трансформаторов напряжения
22. На основании чего судят о перегорании предохранителя типа ПKN?
- ☐ по показаниям приборов
  - ☐ по указателю срабатывания
  - ☐ по подгоревшим контактам
  - ☐ по треснувшей трубке
  - ☐ по высыпавшемуся песку

23. На основании чего судят о перегорании предохранителя типа ПК?

- ☐ по показаниям приборов
- ☐ по указателю срабатывания
- ☐ по подгоревшим контактам
- ☐ по треснувшей трубке
- ☐ по высыпавшемуся песку

24. Как обозначается на электрической схеме предохранитель?



25. В каком режиме работает трансформатор напряжения?

- ☐ в режиме короткого замыкания
- ☐ в режиме холостого хода
- ☐ в режиме перегрузки
- ☐ в нормальном режиме
- ☐ в режиме недогрузки

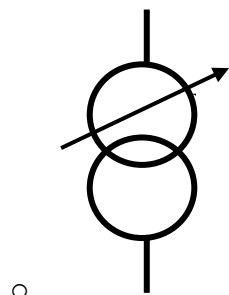
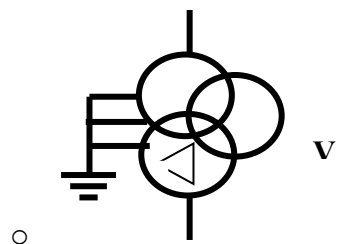
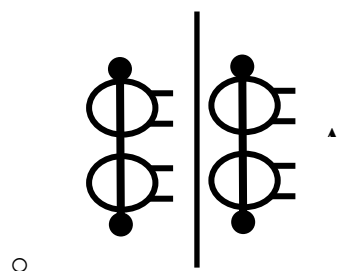
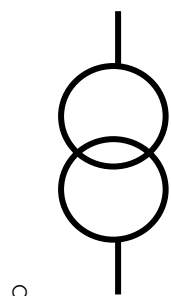
26. Величина тока на вторичной обмотке трансформатора тока:

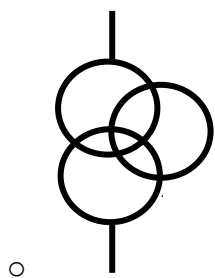
- ☐ 100 A
- ☐ 10 A
- ☐ 5 A
- ☐ 3 A
- ☐ 0,1 A

27. Величина напряжения на вторичной обмотке трансформатора напряжения:

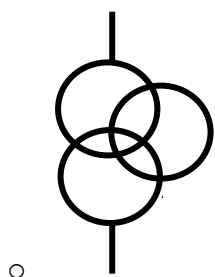
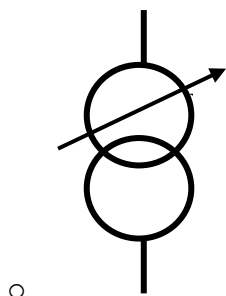
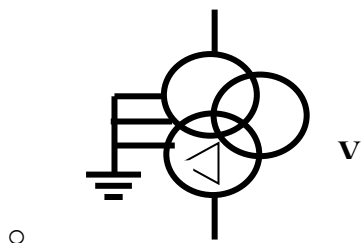
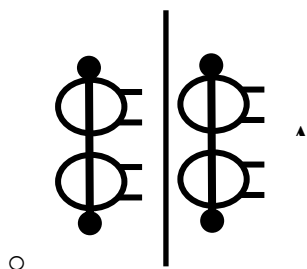
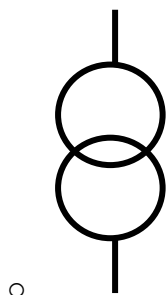
- ☐ 100 В
- ☐ 10 В
- ☐ 5 В
- ☐ 2 В
- ☐ 0,1 В

28. Как обозначается на электрической схеме трансформатор тока?

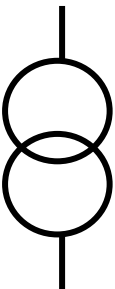
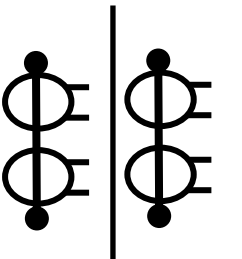
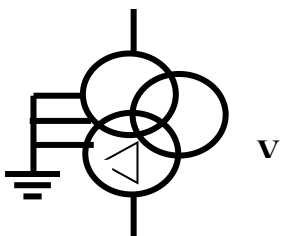
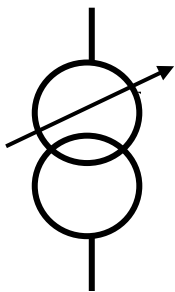
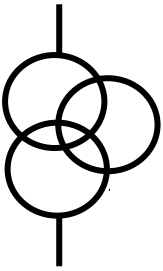




29. Как обозначается на электрической схеме трансформатор напряжения?



30. Как обозначается на электрической схеме силовой двухобмоточный трансформатор с РПН?

- ☐ 
- ☐ 
- ☐ 
- ☐ 
- ☐ 

31. Чем комплектуется ЗРУ ГПП?

- ☐ отделителем и короткозамыкателем
- ☐ силовыми трансформаторами
- ☐ ячейками КСО
- ☐ ячейками КРУ
- ☐ ячейками КСО или КРУ

32. В каких случаях проектируются однострансформаторные цеховые подстанции?
- при наличии потребителей I категории
  - при наличии потребителей II категории
  - при наличии потребителей III категории
  - при наличии любой категории потребителей
  - в зависимости от местоположения подстанции
33. В каких случаях проектируются двухтрансформаторные подстанции?
- при преобладании потребителей I и II категории
  - при преобладании потребителей III категории
  - при наличии любой категории потребителей
  - в зависимости от местоположения подстанции
  - при наличии максимальной нагрузки
34. Назначение трансформаторного масла в многообъемных масляных выключателях.
- для изоляции токоведущих частей
  - для охлаждения токоведущих частей
  - для изоляции и охлаждения токоведущих частей
  - для изоляции токоведущих частей и гашения дуги
  - для гашения дуги
35. Электрический аппарат, предназначенный для включения и отключения электрической цепи под нагрузкой и в аварийном режиме, это:
- разъединитель
  - короткозамыкатель
  - высоковольтный выключатель
  - отделитель
  - разъединитель, короткозамыкатель, высоковольтный выключатель, отделитель
36. Электромагнитный замок устанавливается в разъединителях для:
- блокировки от случайных включений
  - устранения вибрации контактов
  - создания вжима контакта
  - создания предварительного контактного нажатия
  - надежного удерживания контактов во включенном положении при протекании токов короткого замыкания
37. Разъединители предназначены для:
- коммутации электрических цепей в нормальном режиме
  - защиты от перенапряжений
  - включения и отключения электрических цепей без нагрузки
  - быстрого отключения отдельных участков при возникших повреждениях
  - отключения участка цепи в бестоковую паузу
38. Короткозамыкатель предназначен для:
- ограничения токов короткого замыкания
  - защиты от токов короткого замыкания
  - создания искусственного короткого замыкания

- отключения электрической цепи без нагрузки
  - защиты от перенапряжения
39. С какими измерительными трансформаторами устанавливают высоковольтные предохранители?
- А) с трансформаторами напряжения
  - с трансформаторами тока земляной защиты
  - с трансформаторами тока
  - с силовыми трансформаторами
40. Допустимая перегрузка трансформатора в послеаварийном режиме при загрузке в нормальном режиме  $0,6 \div 0,7$  должна быть не более:
- 20 %
  - 30 %
  - 40 %
  - 50 %
  - 100 %
41. Назначение трансформаторного масла в высоковольтном малообъемном выключателе.
- для гашения дуги
  - для изоляции токоведущих частей
  - для улучшения работы выключателя
  - для улучшения электрической связи
  - для охлаждения токоведущих частей
42. Электрический аппарат, предназначенный для переключения участков сети находящихся под напряжением и создания видимого разрыва, это:
- высоковольтный выключатель
  - отделитель
  - разъединитель
  - короткозамыкатель
  - предохранитель
43. Разъединители типа РЛНД по конструкции:
- рубящего типа
  - вертикально-поворотного типа
  - горизонтально-поворотного типа
  - подвесного типа
  - катящегося типа
44. Отделитель отличается от разъединителя:
- наличием дугогасительной камеры
  - способностью отключать цепи под нагрузкой и в режиме короткого замыкания
  - контактами
  - пружинным приводом
  - ничем не отличается
45. В схемах ОРУ ГПП устанавливаются разрядники:
- вентильные

- фибровые
- текстолитовые
- винипластовые
- газогенерирующие

46. В каком режиме работает измерительный трансформатор тока?

- в режиме короткого замыкания
- в режиме холостого хода
- в режиме перегрузки
- в нормальном режиме
- в режиме недогрузки

47. Устройство РПН является:

- устройством регулирования напряжения без нагрузки
- промежуточным реле
- реле напряжения
- устройством регулирования напряжения под нагрузкой
- разъединителем наружной установки

48. Малообъемные масляные выключатели отличаются от многообъемных:

- размером бака
- объемом масла
- назначением трансформаторного масла
- изоляцией токоведущих частей

49. Для внутренних установок напряжением 6-10 кВ применяются разъединители

- рубящего типа
- вертикально-поворотного типа
- горизонтально поворотного типа
- подвесного типа
- катящего типа

50. Высоковольтные выключатели предназначены для:

- коммутации электрических цепей в нормальном режиме
- коммутации электрических цепей в нормальном режиме, а также автоматического отключения этих цепей в аварийных режимах
- создания видимого разрыва
- защиты от перенапряжений
- защиты от коротких замыканий

51. Трансформатор тока предназначен для питания:

- осветительных сетей
- потребителей собственных нужд
- измерительных приборов и средств релейной защиты
- силовой нагрузки
- бытовых электрических приборов

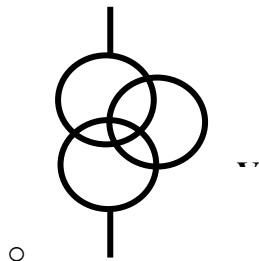
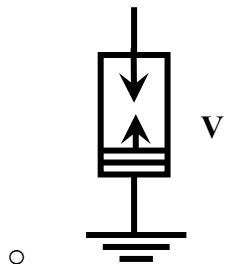
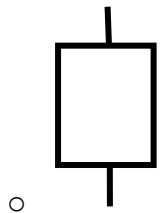
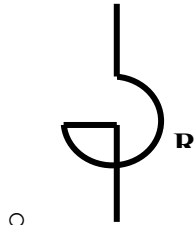
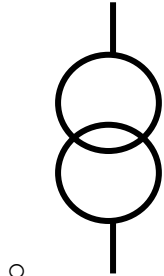
52. Metallurgical effect in fuses is used for:
- ☐ increase of the operating time of the fuse
  - ☐ weakening of the arc
  - ☐ decrease of the melting temperature of the insert
  - ☐ increase of the melting temperature of the insert
  - ☐ extinguishing of the arc
53. In which units is the calculation of short-circuit currents in electrical installations with a voltage up to 1000 V?
- ☐ in named units
  - ☐ in relative units
  - ☐ in Amperes
  - ☐ in Ohms
54. In which units is the calculation of short-circuit currents in electrical installations with a voltage above 1000 V?
- ☐ in named units
  - ☐ in relative units
  - ☐ in Amperes
  - ☐ in Ohms
55. Types of short circuits:
- ☐ two-phase
  - ☐ single-phase
  - ☐ three-phase
  - ☐ double short circuit to ground
56. Causes of short circuits.
- ☐ damage to the insulation of individual parts of the ES
  - ☐ incorrect actions of the servicing personnel
  - ☐ short circuits of the current-carrying parts
57. Which schemes are used for the calculation of short-circuit currents?
- ☐ calculation scheme
  - ☐ replacement scheme
  - ☐ structural scheme
58. Which basic quantities are used when calculating short-circuit currents?
- ☐  $S_b$  and  $U_b$
  - ☐  $U_b$  and  $I_b$
  - ☐  $S_b$  and  $I_b$
  - ☐  $I_b$  and  $X_b$
  - ☐  $S_b$  and  $X_b$
59. Reactors are intended:
- ☐ for protection against overvoltages
  - ☐ for protection against short-circuit currents.
  - ☐ for limitation of short-circuit currents.
  - ☐ for protection against short-circuit overloads

- для отключения электрической цепи

60. Какие по конструкции бывают реакторы?

- вертикальной установки
- горизонтальной установки
- ступенчатой установки

61. Как обозначается на электрической схеме реактор?



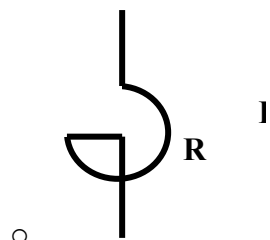
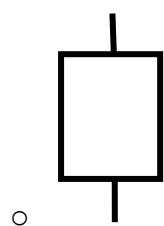
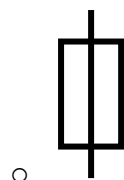
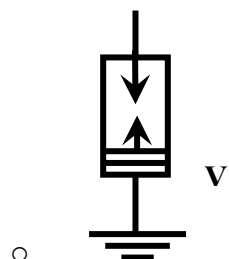
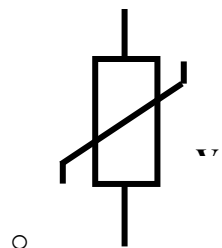
62. Какое условие не относится к выбору и проверке шин?

- проверка на нагрев
- проверка на динамическую устойчивость
- проверка на термическую устойчивость

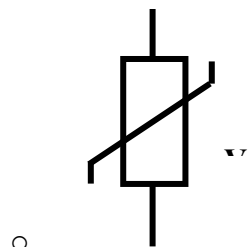
- выбор по экономической плотности тока
63. Какое условие не относится к условию выбора и проверки высоковольтного выключателя?
- по напряжению и току
  - по классу точности работы
  - по отключающей способности
  - на динамическую устойчивость
  - на термическую устойчивость
64. Для ограничения токов короткого замыкания предназначены:
- разрядники
  - разъединители
  - предохранители
  - реакторы
  - короткозамыкатели
65. Какое условие не относится к выбору и проверке ВЛ выше 1000 В?
- выбор по экономической плотности тока
  - проверка по току
  - проверка по потере напряжения
  - проверка на термическую стойкость
  - проверка по условиям коронирования
66. Ниже перечислены условия выбора и проверки проходных изоляторов. Какое условие верное?
- по напряжению, току
  - по напряжению, току, на динамическую устойчивость
  - по напряжению, на динамическую устойчивость
  - по току, на динамическую и термическую устойчивость
  - по напряжению, току, классу точности
67. Токоограничивающий реактор представляет собой:
- индуктивную катушку без сердечника
  - индуктивную катушку с сердечником
  - ящики активного сопротивления
  - реостат
  - конденсаторную батарею
68. Какое условие не относится к условиям выбора и проверки кабельной линии выше 1000 В?
- выбор по экономической плотности тока
  - проверка по току
  - проверка на динамическую стойкость
  - проверка на термическую стойкость
  - проверка по потере напряжения

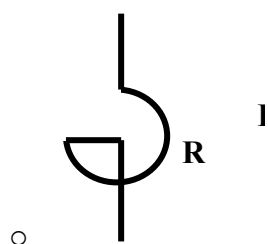
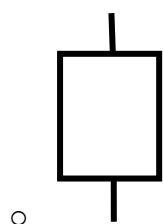
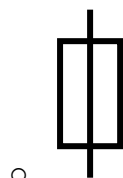
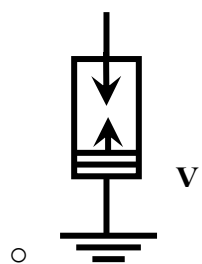
69. Ниже перечислены условия выбора и проверки разъединителя. Укажите в каком пункте допущена ошибка?
- ☐ по напряжению и роду установки
  - ☐ по току нагрузки
  - ☐ по отключающему току
  - ☐ на динамическую устойчивость
  - ☐ на термическую устойчивость
70. Электроаппарат автоматического действия, включающий или отключающий электрические цепи защиты и управления под действием импульсов, называется:
- ☐ автоматическим выключателем
  - ☐ реле
  - ☐ предохранителем
  - ☐ магнитным пускателем
  - ☐ контактором
71. Какой вид автоматизации используется на подстанциях, питающих потребителей I категории?
- ☐ АВР
  - ☐ АПВ
  - ☐ АЧР
  - ☐ АРТ
72. Основные требования, предъявляемые к устройствам автоматики?
- ☐ простота
  - ☐ надежность
  - ☐ быстрое действие
  - ☐ селективность
73. Расшифровать АЧР:
- ☐ автоматический частотный регулятор
  - ☐ автономное частотное реле
  - ☐ автоматическая частотная разгрузка
  - ☐ автоматическое реле частого использования
74. Электроаппарат, предназначенный для защиты электроустановок от перенапряжения:
- ☐ разрядник
  - ☐ ограничитель перенапряжения - ОПН
  - ☐ предохранитель
  - ☐ реактор
75. Расшифровать ОПН:
- ☐ ограничитель перенапряжения
  - ☐ одноразовый предохранитель наружной установки
  - ☐ однополюсный переключатель напряжения
  - ☐ определитель повышенного напряжения

76. Как обозначается на электрической схеме вентиляльный разрядник?



77. Как обозначается на электрической схеме ограничитель перенапряжения?





78. Какими выполняют разрядники?

- ☐ вентильные
- ☐ трубчатые
- ☐ газогенерирующие

79. Перенапряжения, возникающие в электроустановках:

- ☐ режимные
- ☐ коммутационные
- ☐ дуговые
- ☐ атмосферные

80. Разрядники в электрических схемах распределительных устройств служат для:

- ☐ защиты от перенапряжения
- ☐ ограничения токов короткого замыкания
- ☐ защиты электрооборудования от токов короткого замыкания
- ☐ заземления нейтрали трансформатора
- ☐ компенсации емкостных токов

**Краткое описание и регламент выполнения**

Задание выполняется письменно. Оценивается правильность выполнения задания и количество допущенных при выполнении задания ошибок.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент ответил больше чем на половину вопросов теста;
- оценка «не зачтено» - если студент ответил на половину или меньше вопросов теста.

### **7.2.3. Лабораторные занятия**

#### **Краткое описание и регламент выполнения**

Лабораторная работа № 1. Расчет трехфазного КЗ на стороне ниже 1000 В (в цепи, питаемой источником бесконечной мощности).

Лабораторная работа № 2. Расчет трехфазного КЗ в цепи, питаемой источником конечной мощности. Расчет трехфазного КЗ в сложной схеме ЭЭС. Метод расчетных кривых.

Лабораторная работа № 3. Расчет несимметричных аварий в ЭЭС, питаемой источником конечной мощности. Метод симметричных составляющих. Построение комплексной схемы замещения НКЗ и обрывов.

Лабораторная работа № 4. Моделирование и анализ переходных процессов для случая трехфазного КЗ на стороне ниже 1000 В.

Лабораторная работа № 5. Моделирование и анализ переходных процессов для случая несимметричных КЗ в ЭЭС. Построение векторных диаграмм НКЗ и обрывов.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент выполнил и защитил лабораторную работу;
- оценка «не зачтено» - если студент не выполнил и не защитил лабораторную работу.

### **7.2.4. Опрос на лабораторных занятиях по теоретическому материалу**

#### **Контрольные вопросы:**

- 1.1. Как привести к базисной ступени сопротивление питающей сети?
- 1.2. Как привести к базисной ступени сопротивление линии?
- 1.3. Как рассчитать приведенное к базисной ступени реактивное сопротивление трансформатора?
- 1.4. Как рассчитать приведенное к базисной ступени активное сопротивление трансформатора?
- 1.5. Какие элементы аварийной цепи определяют, в основном, величину тока КЗ?
- 1.6. Опишите порядок вывода типовых формул для расчета токов КЗ на стороне ниже 1000В.
- 1.7. Приведите алгоритм расчета трехфазных токов КЗ на стороне ниже 1000В.
- 2.1. Сверхпереходный ток КЗ – что это такое? Какими параметрами он определяется?
- 2.2. Переходный ток КЗ – что это такое? Какими параметрами он определяется?
- 2.3. Установившийся ток КЗ – что это такое? Какими параметрами он определяется?

- 2.4. Какие паспортные параметры описывают синхронный генератор?
- 2.5. Почему генератор замещается сопротивлением по продольной оси?
- 2.6. Как влияет АРВ генератора на характер переходного процесса при КЗ?
- 2.7. Как изменяется  $I_{nk}=f(T)$  по мере удаления точки КЗ от источника питания?
- 2.8. Дайте определение ударному току КЗ, от каких параметров схемы он зависит?
- 3.1. В чем суть метода симметричных составляющих? Какой порядок чередования фаз в системах прямой, обратной и нулевой последовательностей?
- 3.2. Как по известным симметричным составляющим фазы "А" построить векторные диаграммы токов и напряжения во всех фазах при НКЗ?
- 3.3. Как строятся схемы прямой, обратной и нулевой последовательностей при НКЗ?
- 3.4. Какими параметрами замещаются генератор для схем различных последовательностей?
- 3.5. Как замещаются параметры линий (ВЛ и КЛ) для схем различных последовательностей?
- 3.6. Какими параметрами замещены двухобмоточные трансформаторы в схемах нулевой последовательности в зависимости от точки КЗ. Почему?
- 3.7. Как оказывает влияние на схему нулевой последовательности автотрансформатор, трехобмоточный трансформатор? Укажите на схеме.
- 3.8. Правило эквивалентности прямой последовательности. Что такое «добавочное сопротивление»? Что характеризует коэффициент  $m(n)$ ?
- 3.9. Правило эквивалентности тока прямой последовательности. Укажите расчетные формулы.
- 4.1. Как изменяется во времени слагающие тока КЗ при питании аварийной схемы источником бесконечной мощности?
- 4.2. Какие элементы аварийной цепи определяют в основном величину тока КЗ на стороне ниже 1000 В?
- 4.3. Амплитудное, мгновенное и действующие токи КЗ. Дайте определения.
- 4.4. Чем отличаются расчётные условия от допущений при анализе аварий в СЭС?
- 4.5. Чем обусловлено затухание периодической составляющей тока КЗ во времени (тепловой спад тока)?
- 4.6. Опишите понятие "источник бесконечной мощности (неизменного питания)".
- 5.1. Основные виды несимметричных нарушений нормальной работы и особенности их расчета?
- 5.2. Отличия расчетов несимметричного КЗ в сети напряжением выше 1000 В от несимметричного КЗ в сети напряжением ниже 1000 В?
- 5.3. Как по известным симметричным составляющим фазы "А" построить векторные диаграммы токов и напряжения во всех фазах при НКЗ?
- 5.4. Как влияет режим нейтрали двухобмоточных трансформаторов на сопротивления схемы нулевой последовательности?
- 5.5. Токи простых КЗ. В чём опасность токов простых КЗ? Порядок расчета и методы ограничения.
- 5.6. Продольная несимметрия. Как её моделируют и рассчитывают?
- 5.7. Почему сопротивление линии электропередачи для тока нулевой последовательности больше, чем для прямой? Что оказывает влияние на него?
- 5.8. Как влияют автотрансформаторы на суммарное сопротивление схемы нулевой последовательности?

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент ответил больше чем на половину контрольных вопросов;
- оценка «не зачтено» - если студент ответил на половину или меньше контрольных вопросов.

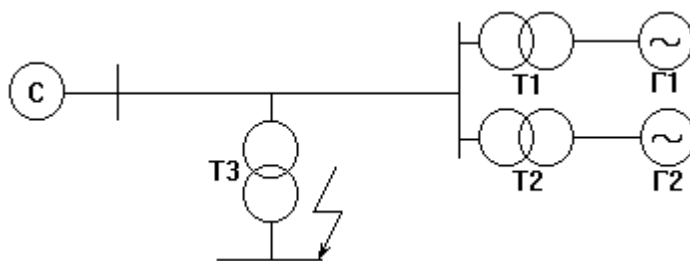
### 7.2.5. Задачи для контрольных работ:

#### 1. Типовые формулы

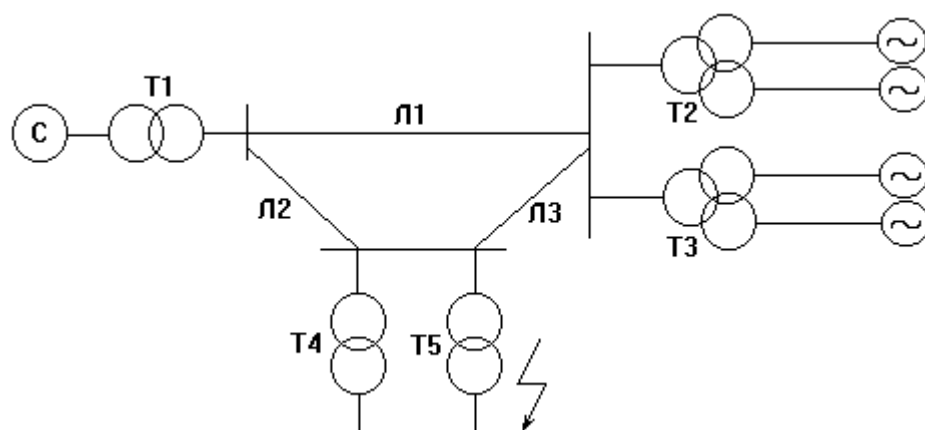
- 1.1. Получить формулу для приведения к базисной ступени в именованных единицах сопротивления  $X$ , заданного в именованных единицах.
- 1.2. Получить формулу для приведения к базисной ступени в именованных единицах сопротивления  $X$ , заданного в относительных единицах, при известных  $U_n$ ,  $S_n$ .
- 1.3. Получить формулу для приведения к базисной ступени в именованных единицах сопротивления  $X$ , заданного в относительных единицах, при известных  $U_n$ ,  $I_n$ .
- 1.4. Получить формулу для приведения к базисной ступени в именованных единицах сопротивления  $X$ , заданного в % к номиналу, при известных  $U_n$ ,  $S_n$ .
- 1.5. Получить формулу для приведения к базисной ступени в именованных единицах сопротивления  $X$ , заданного в % к номиналу, при известных  $U_n$ ,  $I_n$ .

#### 2. Расчёт трёхфазных токов короткого замыкания от шин бесконечной мощности.

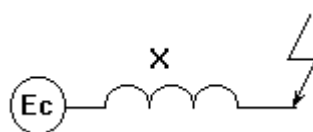
- 2.1. Построить и преобразовать к удобному для расчёта тока трёхфазного к.з. виду расчётную схему (нарисовать схему).



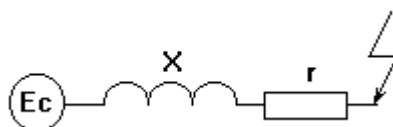
- 2.2. Построить расчётную схему и преобразовать её к виду, удобному для расчёта токов трехфазного к.з.



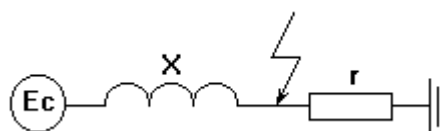
2.3. Построить во времени ток переходного процесса после 3-фазного к.з. если доаварийный режим - холостой ход,  $E_{cm}=1$ ,  $x=1$ , для  $\alpha=0$  и  $\pi/2$ .



2.4. Построить во времени ток переходного процесса после 3-фазного к.з., если  $E_c=\sqrt{2}$ ,  $X=1$ ,  $r=1$ , для  $\alpha=0$  и  $\alpha=\pi/2$ .

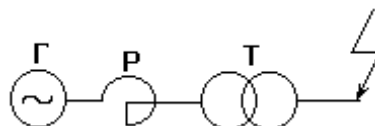


2.5. Построить во времени ток переходного процесса после 3-фазного к.з., если  $E_{cm}=\sqrt{2}$ ,  $X=1$ ,  $r=1$ , для  $\alpha=-\pi/4$  и  $\alpha=\pi/4$ .



### 3. Расчёт трёхфазных коротких замыканий от источников конечной мощности.

3.1. Рассчитать сверхпереходный и ударный ток при трёхфазном к.з. в схеме:

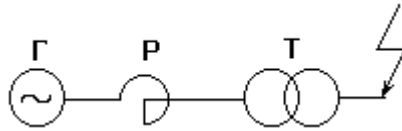


Параметры элементов схемы:

$\frac{r}{S_H}$	$\frac{P}{U_H}$	$\frac{T}{U_1/U_2}$
$S_H=50 \text{ MVA}$	$U_H=10 \text{ кВ}$	$U_1/U_2=10/110 \text{ кВ}$
$U_H=10 \text{ кВ}$	$I_H=3 \text{ кА}$	$S_H=100 \text{ MVA}$
$x''_d=0.20$	$x_p=15\%$	$u_K=0.1$

3.2. Методом расчётных кривых определить переходный процесс в точке к.з. при трёхфазном

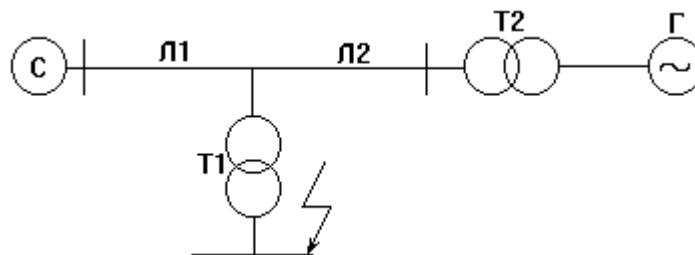
к.з. в схеме:



Параметры схемы:

Г	Р	Т
ТГ с АРВ	$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_1/U_2 = 10/110 \text{ кВ}$
$x''_d = 0,144$	$I_H = 10 \text{ кА}$	$u_K = 10 \%$
$S_H = 100 \text{ МВА}$	$x_p = 10\%$	$S_H = 100 \text{ МВА}$

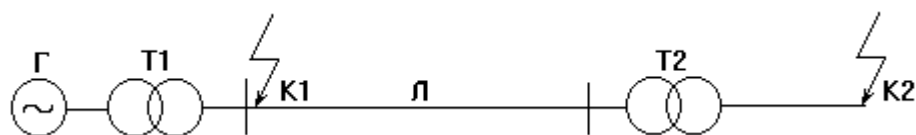
3.3. Рассчитать сверхпереходный и ударный ток в точке двухфазного к.з. в схеме:



Параметры схемы:

С	Л	Т1	Т2	Г
$x_C = 0$	$X_0 = 0.45 \text{ Ом/км}$	$110/10 \text{ кВ}$	$100/35 \text{ кВ}$	$P_H = 80 \text{ МВт}$
	$\ell_1 = 40 \text{ км}$	$S_H = 100 \text{ МВА}$	$S_H = 10 \text{ МВА}$	$\cos \varphi_H = 0.80$
	$\ell_2 = 60 \text{ км}$	$u_K = 10\%$	$u_K = 6\%$	$x''_d = 0.15$
	$U_H = 110 \text{ кВ}$			

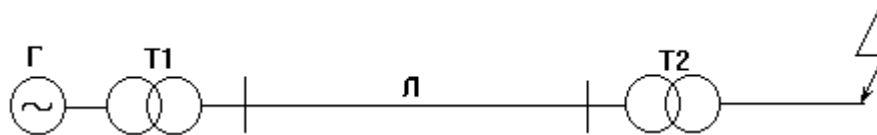
3.4. Определить сверхпереходный и установившийся ток трёхфазного к.з. в точке к.з. схемы при наличии и отсутствии АРВ.



Параметры схемы:

Г	Т1	Т2	Л
$S_H = 100 \text{ МВА}$	$U_1/U_2 = 110/220 \text{ кВ}$	$U_1/U_2 = 220/35 \text{ кВ}$	$X_0 = 0.50 \text{ Ом/км}$
$x''_d = 0.200$	$u_K = 5 \%$	$u_K = 10\%$	$\ell = 106 \text{ км}$
$x_d = 1.0$	$S_H = 100 \text{ МВА}$	$S_H = 10 \text{ МВА}$	$U_H = 220 \text{ кВ}$
$U_H = 10 \text{ кВ}$			
АРВ К=3			

3.5. Методом расчётных кривых определить переходный процесс во времени при 3-фазном к.з. в схеме (для точки к.з.):

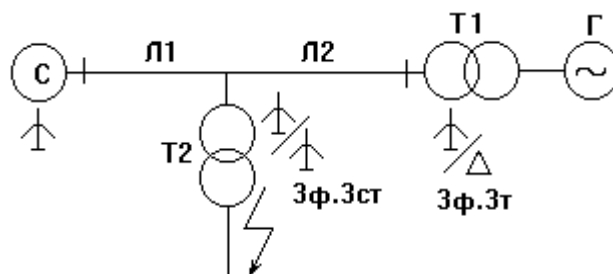


Параметры схемы:

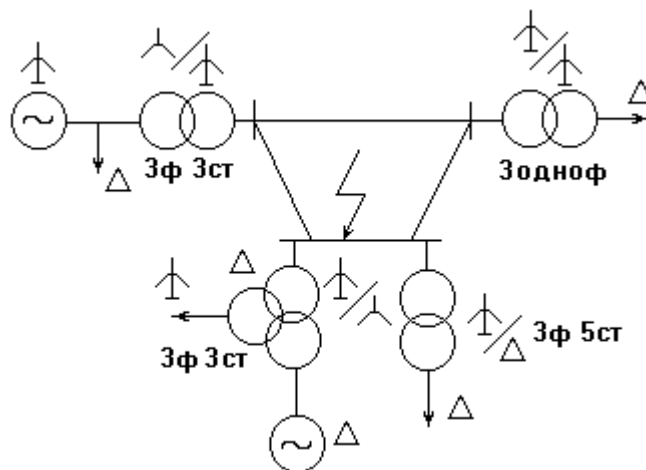
Г	Т1	Т2	Л
$S_H = 50 \text{ МВА}$	$U_1/U_2 = 10/110 \text{ кВ}$	$U_1/U_2 = 110/35 \text{ кВ}$	$X_0 = 0.40 \text{ Ом/км}$
$x''_d = 0.200$	$u_K = 8\%$	$u_K = 8\%$	$\ell = 50 \text{ км}$
ГГ с демпф.	$S_H = 100 \text{ МВА}$	$S_H = 100 \text{ МВА}$	$U_H = 110 \text{ кВ}$
АРВ - есть			

#### 4. Расчёт несимметричных коротких замыканий.

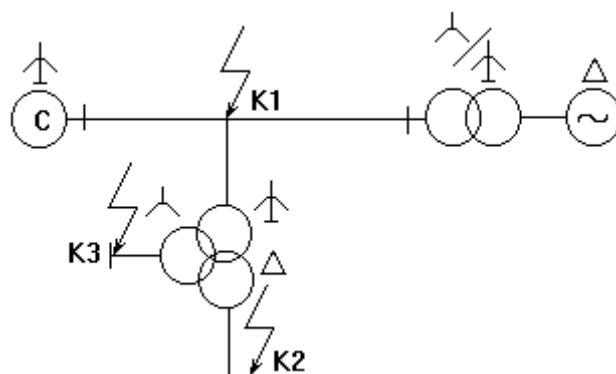
4.1. Построить схемы прямой, обратной и нулевой последовательности для элементов  $t = 0$  и  $t = \infty$  (АРВ нет).



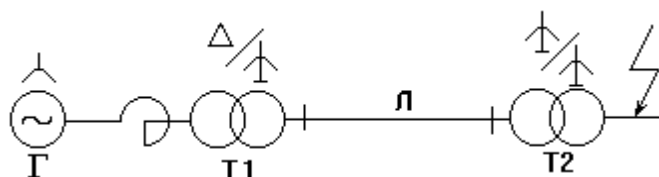
4.2. Построить схему нулевой последовательности для схемы:



4.3. Построить схему нулевой последовательности для схемы:



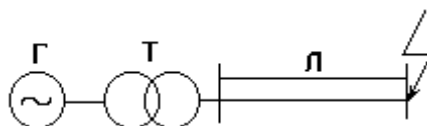
4.4. Рассчитать сверхпереходный и установившийся ток в точке к.з. при однофазном к.з. в схеме:



Параметры схемы:

Г	Р	Т1	Т2	Л
$S_H=100 \text{ МВА}$	$U_H=10 \text{ кВ}$	10/110 кВ	10/110 кВ	$U_H=110 \text{ кВ}$
$x''_d=0,10$	$I_H = 10 \text{ кА}$	$u_K = 10 \%$	$u_K = 10 \%$	$X_O=0.4 \text{ Ом/км}$
АРВ - нет	$x_p = 5 \%$	$S_H=100 \text{ МВА}$	$S_H=100 \text{ МВА}$	$\ell = 50 \text{ км}$
$x_d=2,00$				$X_{O(o)}=1.2 \text{ Ом/км}$

4.5. Рассчитать сверхпереходный ток в точке к.з. при 2-фазном к.з. в схеме:



Параметры схемы:

Г	Т	Л
$P_H = 80 \text{ МВА}$	$S_H = 100 \text{ МВА}$	2 цепи
$\cos \varphi_H = 0.80$	$u_K = 10 \%$	$U_H= 110 \text{ кВ}$
$x''_d = 0,150$	$U_1/U_2 = 10/110 \text{ кВ}$	$X_O=0.45 \text{ Ом/км}$
		$\ell = 60 \text{ км}$

### 7.2.5. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)

Тема курсовой работы: «Расчет симметричных и несимметричных коротких замыканий в системах электроснабжения и выбор выключателей» (выполняется по вариантам).

#### Критерии и нормы оценки курсовых работ

Оценки	Критерии и нормы оценки
«отлично»	«Отлично» ставится, если студент выполнил все разделы курсовой

	работы правильно, сдал его в зачетную неделю и ответил при защите курсовой работы на все вопросы.
«хорошо»	«Хорошо» ставится, если студент выполнил разделы курсовой работы с несущественными неточностями, сдал курсовую работу в зачетную неделю и ответил при защите курсовой работы на все вопросы.
«удовлетворительно»	«Удовлетворительно» ставится, если студент выполнил разделы курсовой работы с некоторыми неточностями и затруднился в некоторых ответах при защите курсовой работы.
«неудовлетворительно»	«Неудовлетворительно» ставится, если студент не выполнил курсовую работу в срок.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 6

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Назначение и основные функции силовых коммутационных аппаратов.
2	Общие определения и классификация СКА. Условные обозначения на схемах.
3	Основные требования, предъявляемые к СКА и средствам защиты в электроснабжении.
4	Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Назначение. Обозначение на электрических схемах. Классификация.
5	Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Конструкция, принцип действия.
6	Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Параметры этих аппаратов. Условия выбора.
7	Отключение цепей переменного тока. Процессы, сопровождающие отключение цепей. Восстановление напряжения на контактах выключателя.
8	Высоковольтные выключатели. Назначение. Обозначение на электрических схемах. Классификация.
9	Высоковольтные выключатели. Параметры, характеризующие выключатели. Условия их выбора.
10	Масляные выключатели. Конструкция, принцип действия. Достоинства и недостатки.
11	Маломасляные выключатели. Конструкция, принцип действия. Достоинства и недостатки.
12	Воздушные выключатели. Конструкция, принцип действия. Достоинства и недостатки.
13	Элегазовые выключатели. Свойства элегаза. Конструкция, принцип действия. Достоинства и недостатки.
14	Электромагнитные выключатели. Конструкция, принцип действия. Достоинства и недостатки.
15	Вакуумные выключатели. Конструкция, принцип действия. Достоинства и недостатки.
16	Выключатели нагрузки. Назначение. Обозначение на электрических схемах. Классификация.
17	Предохранители. Назначение. Обозначение на электрических схемах. Классификация.
18	Реклоузеры. Назначение. Область использования. Элементы конструкции. Преимущества использования реклоузеров на сельских линиях.
19	Токоограничивающие реакторы. Конструкция, принцип действия, назначение.
20	Общие вопросы выбора СКА. Нормативные документы и рекомендации.
21	Общие вопросы выбора СКА. Пример выбора СКА.
22	Причины и следствия КЗ. Задачи, вызывающие необходимость расчёта переходных процессов (ПП).
23	Основные допущения при расчёте КЗ.
24	Приведение величин напряжений, токов и сопротивлений к одной ступени напряжения.
25	Вывод типовых формул для расчетов режимов КЗ с номинальным напряжением

№ п/п	Вопросы к экзамену
	ниже 1 кВ.
26	Порядок расчёта трёхфазного КЗ в цепи, питаемой источником бесконечной мощности, на ступени напряжением ниже 1 кВ.
27	Система относительных единиц.
28	Вывод типовых формулы для расчетов режимов КЗ с напряжением выше 1 кВ.
29	Правила составления схем замещения. Правила преобразование схем замещения.
30	Переходный процесс в простейшей трёхфазной цепи. Полный ток КЗ и его составляющие.
31	Апериодическая слагающая тока КЗ, ее начальное значение, постоянная времени затухания.
32	Сверхпереходный ток КЗ.
33	Ударный ток КЗ.
34	Эквивалентная постоянная времени затухания апериодических слагающих трехфазного тока КЗ. Методы их точного и приближенного расчета.
35	Установившийся режим трёхфазного КЗ в цепи, питаемой источником конечной мощности.
36	Параметры синхронного генератора при разных режимах КЗ. Синхронные, переходные и сверхпереходные ЭДС и сопротивления.
37	Влияние АРВ генераторов на режимы КЗ.
38	Начальный момент трёхфазного КЗ в цепи, питаемой источником конечной мощности.
39	Установившийся режим трехфазного КЗ синхронного генератора.
40	Элементы нагрузки ЭЭС и систем электроснабжения. Их влияние на ПП при трехфазном КЗ. Обобщенная нагрузка – характеристики и учет.
41	Метод расчётных кривых. Допущения. Порядок расчёта.
42	Расчет сверхпереходных и ударных токов трехфазного КЗ в цепях с номинальным напряжением ниже 1 кВ.
43	Расчет полного тока КЗ в цепях с номинальным напряжением ниже 1 кВ. Тепловой спад тока. Ударный ток КЗ. Учет подпитки от мелких АД.
44	Метод симметричных составляющих для анализа несимметричных КЗ.
45	Схемы различных последовательностей и правила их построения.
46	Однофазное КЗ. Симметричные составляющие тока и напряжения в точке КЗ. Фазные токи и напряжения. Векторная диаграмма.
47	Двухфазное КЗ. Симметричные составляющие тока и напряжения в точке КЗ. Фазные токи и напряжения. Векторная диаграмма.
48	Двухфазное КЗ на землю. Симметричные составляющие тока и напряжения в точке КЗ. Фазные токи и напряжения. Векторная диаграмма.
49	Правило эквивалентности прямой последовательности.
50	Сравнение КЗ по тяжести. Ударный ток НКЗ.
51	Сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательности для различных элементов схемы (кроме трансформаторов).
52	Влияние групп соединений и конструкций двухобмоточных трансформаторов на схему нулевой последовательности.
53	Влияние групп соединений и конструкций трёхобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов на схему нулевой последовательности.
54	Правила построения схемы нулевой последовательности
55	Однократная продольная несимметрия. Сопротивление в одной фазе (обрыв одной фазы).
56	Однократная продольная несимметрия. Сопротивление в двух фазах (обрыв двух

№ п/п	Вопросы к экзамену
	фаз).
57	Комплексные схемы замещения для несимметричных КЗ и однократной продольной несимметрии.
58	Однофазное КЗ в системах электроснабжения с изолированной нейтралью. Векторная диаграмма и схема замещения. Емкостной ток и его компенсация
59	Расчет однофазного КЗ в системах электроснабжения с изолированной нейтралью. Критический ток простого КЗ. Режимы перекомпенсации и недокомпенсации.
60	Современные методы расчетов переходных режимов в СЭС. Использование промышленных программных пакетов для расчета и анализа КЗ и других аварий

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
6	Экзамен (письменный опрос студентов по билетам)	«отлично»	Студент обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; при ответе продемонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение; правильно сформулировал понятия и закономерности по вопросу.
		«хорошо»	Студент обладает достаточно полным знанием программного материала; его ответ представляет грамотное изложение учебного материала по существу; отсутствуют существенные неточности в формулировании понятий; правильно применены теоретические положения, подтвержденные примерами.
		«удовлетворительно»	Студент имеет общие знания основного материала без усвоения некоторых существенных положений; формулирует основные понятия с некоторой неточностью; затрудняется в приведении примеров, подтверждающих теоретические положения.
		«неудовлетворительно»	Студент не знает значительную часть программного материала; допустил существенные ошибки в процессе

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
			изложения; не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Вахнина В. В.	Системы электроснабжения	Учебно-практическое пособи	2015	Репозиторий ТГУ
2	Сазыкин В. Г.	Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах	Учебник	2018	ЭБС «IPRbooks»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Кривова Л. В.	Выбор и обоснование оборудования, токоведущих частей и коммутационных аппаратов с применением вероятностных технологий	Монография	2014	ЭБС «IPRbooks»
2	Алиев И. И.	Электротехника и электрооборудование	Справочник	2014	ЭБС «IPRbooks»
3	Стрельников Н. А.	Электроснабжение промышленных предприятий	Учебное пособие	2013	ЭБС «IPRbooks»

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
2	Office Standard	Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно
3	Специальное программное обеспечение к лабораторным стендам	Договор № 61935138 от 28.05.2012г., срок действия - бессрочно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-211)	Проектор, экран; стол ученический (моноблок) двухместный, стол ученический (моноблок) трехместный, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная., экран, проектор, жалюзи.

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
2	<p>Лаборатория «Моделирование электрических систем. Внутриводское электро-снабжение и режимы».</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.</p> <p>Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).</p> <p>Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>(Э-210)</p>	<p>Экран, столы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска ИНТЕРАКТИВНАЯ, комплект типового лабораторного оборудования , ПК лабораторные столы с оборудованием , жалюзи., проектор.</p>
3	<p>Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)</p>	<p>Стол� ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет</p>