

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Релейная защита электроэнергетических систем Б1.В.04

Направление подготовки: 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Дрогайлова Л.Н.

**Рецензент(ы):** Гумеров А.З.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Башмаков Д. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) Дрогайлова Л.Н.

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-6	Готов определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

конструкции реле различного типа и назначения, схемы релейной защиты генераторов, трансформаторов, сборных шин, линий и другого оборудования, а также системы возбуждения генераторов, автоматов гашения поля и др.

знать современную приборную базу, разбираться во вторичных цепях: в схемах оперативного управления, в схемах сигнализации, аварийного освещения, в цепях постоянного тока.

Должен уметь:

проектировать некоторые системы релейной защиты

Должен владеть:

основными принципами выполнения защит, как отдельных элементов, так и системы в целом, а также основными положениями по расчету систем релейной защиты

Должен демонстрировать способность и готовность:

- готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
- готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике
- способность составлять и оформлять типовую техническую документацию
- способность участвовать в пусконаладочных работах

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника (Электроснабжение)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 4 курсе в 7, 8 семестрах.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы) на 252 часа(ов).

Контактная работа - 102 часа(ов), в том числе лекции - 42 часа(ов), практические занятия - 42 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 123 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 27 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет с оценкой в 7 семестре; экзамен в 8 семестре.

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

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения.	7	2	0	2	10
2.	Тема 2. Общие принципы выполнения РЗ. Электромеханические реле.	7	0	4	0	10
3.	Тема 3. Общие сведения о РЗ. Источники оперативного тока.	7	4	0	4	10
4.	Тема 4. Максимальные токовые защиты. Токовые отсечки.	7	0	4	0	10
5.	Тема 5. Токовые направленные защиты.	7	4	0	4	10
6.	Тема 6. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью.	7	2	4	0	10
7.	Тема 7. Защита от однофазных КЗ на землю в сети с глухозаземленной нейтралью.	7	4	0	4	10
8.	Тема 8. Дифференциальная защита линий	7	0	4	0	10
9.	Тема 9. Поперечная дифференциальная защита линий	7	2	0	4	7
10.	Тема 10. Дистанционная защита линий.	7	0	2	0	3
11.	Тема 11. Защита силовых трансформаторов. Общие сведения.	8	4	0	0	3
12.	Тема 12. Защита трансформаторов от внешних КЗ.	8	2	6	0	5
13.	Тема 13. Газовая защита трансформаторов. Схемы защиты трансформаторов.	8	4	0	0	3
14.	Тема 14. Защита электродвигателей от междофазных КЗ.	8	2	6	0	5
15.	Тема 15. Защита электродвигателей от однофазных КЗ на землю.	8	4	0	0	3
16.	Тема 16. Защита сборных шин	8	2	6	0	5
17.	Тема 17. Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения.	8	4	0	0	3
18.	Тема 18. Токовая цифровая защита. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения. Виды коротких замыканий. Трекфазные КЗ, двухфазные КЗ. Однофазные КЗ на землю. Основные требования к РЗ от повреждений и ненормальных режимов. Коэффициент чувствительности. Токи срабатывания и токи возврата реле. Качения в энергосистемах.	12	4	2	10	6

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения.**

Введение. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения. Виды коротких замыканий. Трекфазные КЗ, двухфазные КЗ. Однофазные КЗ на землю. Основные требования к РЗ от повреждений и ненормальных режимов. Коэффициент чувствительности. Токи срабатывания и токи возврата реле. Качения в энергосистемах.

**Тема 2. Общие принципы выполнения РЗ. Электромеханические реле.**

Общие принципы выполнения релейной защиты. Структурная схема релейной защиты. Принципиальные схемы релейной защиты, условные обозначения. Устройство, принцип действия электромеханических реле. Электромагнитные реле тока и напряжения. Промежуточные реле, реле времени. Реле с герметизированными магнитоуправляемыми контактами

### **Тема 3. Общие сведения о РЗ. Источники оперативного тока.**

Общие сведения о РЗ. Источники оперативного тока и их характеристика. Назначение источников оперативного тока. Постоянный оперативный ток. Переменный оперативный ток. Максимальные токовые защиты. Токовые отсечки. Устройство, принцип действия. Согласование, селективность, выбор тока срабатывания, выдержки времени, схемы.

### **Тема 4. Максимальные токовые защиты. Токовые отсечки.**

Токовые защиты. Максимальная токовая защита. Токовая отсечка. Принцип действия и селективность максимальной токовой защиты. Выбор тока срабатывания. Выбор выдержки времени. Схемы МТЗ. Согласование защит по чувствительности. Оценка МТЗ. Назначение и принцип действия токовой отсечки. Мгновенные ТО на линиях с односторонним и двусторонним питанием. Оценка ТО.

### **Тема 5. Токовые направленные защиты.**

Токовые направленные защиты. Назначение и принцип действия токовых направленных защит. Зона каскадного действия и мертвая зона направленных максимальных токовых защит. Выбор тока срабатывания направленных максимальных токовых защит. Выдержки времени направленных максимальных токовых защит. Реле направления мощности. Схемы.

### **Тема 6. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью.**

Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью. Назначение и принцип действия защит от замыканий на землю. Требования к защита от замыканий на землю. Выполнение защит от замыканий на землю. Оценка токовой защиты нулевой последовательности в сети с изолированной нейтралью.

### **Тема 7. Защита от однофазных КЗ на землю в сети с глухозаземленной нейтралью.**

Защита от однофазных коротких замыканий на землю в сети с глухозаземленной нейтралью. Назначение и принцип действия защит от однофазных коротких замыканий на землю в сети с глухозаземленной нейтралью. Схема и принцип действия максимальной токовой защиты нулевой последовательности. Оценка токовой защиты нулевой последовательности в сети с глухозаземленной нейтралью.

### **Тема 8. Дифференциальная защита линий**

Дифференциальная защита линий. Назначение и принцип действия продольной дифференциальной защиты линий. Определение параметра срабатывания продольной дифференциальной защиты линий. Выполнение продольной дифференциальной защиты линий. Оценка продольной дифференциальной защиты линий. Схемы продольной дифференциальной защиты линий.

### **Тема 9. Поперечная дифференциальная защита линий**

Поперечная дифференциальная защита линий. Назначение и принцип действия поперечной дифференциальной защиты линий. Определение параметра срабатывания поперечной дифференциальной защиты линий. Выполнение поперечной дифференциальной защиты линий. Оценка поперечной дифференциальной защиты линий. Схемы поперечной дифференциальной защиты линий.

### **Тема 10. Дистанционная защита линий.**

Дистанционная защита линий. Назначение и принцип действия дистанционной защиты линий. Определение параметра срабатывания дистанционной защиты линий. Основные элементы дистанционной защиты линий. Выполнение и работа дистанционной защиты линий. Оценка дистанционной защиты линий. Схемы дистанционной защиты линий.

### **Тема 11. Защита силовых трансформаторов. Общие сведения.**

Защита силовых трансформаторов. Основные виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов. Защита силовых трансформаторов от междуфазных коротких замыканий в обмотках и на их выводах. Токовая отсечка. Дифференциальная токовая защита силовых трансформаторов. Токи небаланса в дифференциальной токовой защите трансформаторов.

### **Тема 12. Защита трансформаторов от внешних КЗ.**

Защита трансформаторов от внешних коротких замыканий. Максимальная токовая защита трансформаторов. Токовая отсечка трансформаторов. Принципиальные схемы токовых защит понижающего трансформатора от внешних коротких замыканий и перегрузки. Принципиальные схемы МТЗ нулевой последовательности повышающего трансформатора от замыканий на землю.

### **Тема 13. Газовая защита трансформаторов. Схемы защиты трансформаторов.**

Газовая защита трансформаторов. Назначение и принцип действия газовой защиты трансформаторов. Принципиальная схема устройства газового реле. Основные требования при монтаже газовой защиты. Достоинства и недостатки газовых защит. Защита трансформаторов от перегрузки. Выбор тока срабатывания защиты. Схемы защиты трансформаторов от перегрузки.

### **Тема 14. Защита электродвигателей от междуфазных КЗ.**

Основные виды повреждений и ненормальных режимов работы электродвигателей. Защита электродвигателей от междуфазных коротких замыканий. Назначение и принцип действия. Выбор тока срабатывания, выдержки времени защиты электродвигателей от междуфазных коротких замыканий. Схемы защиты электродвигателей от междуфазных коротких на постоянном оперативном токе.

#### **Тема 15. Защита электродвигателей от однофазных КЗ на землю.**

Защита электродвигателей от однофазных коротких замыканий на землю. Назначение и принцип действия. Выбор тока срабатывания, выдержки времени защиты электродвигателей от однофазных коротких замыканий на землю. Принципиальная схема защиты от однофазных коротких замыканий на землю с применением фильтра токов нулевой последовательности.

#### **Тема 16. Защита сборных шин**

Защита сборных шин. Причины возникновения коротких замыканий на шинах в системах электроснабжения. Назначение и принцип действия защиты. Дифференциальная защита шин. Токораспределение во вторичных цепях дифференциальной защиты шин при внешних коротких замыканиях и КЗ на шинах. Выбор тока срабатывания дифференциальной защиты шин.

#### **Тема 17. Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения.**

Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения. Характеристики основных узлов цифровых устройств релейной защиты. Проводные каналы связи. Схема передачи информации с использованием волоконно-оптического канала связи. Обработка информации в цифровых релейных защитах. Программное обеспечение и измерительные органы цифровой защиты.

#### **Тема 18. Токовая цифровая защита.**

Токовая цифровая защита. Назначение и принцип действия токовой цифровой защиты. Цифровая защита от перегрузки. Функциональная схема цифровой защиты от перегрузок. Цифровая токовая отсечка. Функциональная схема цифровой токовой отсечки. Цифровая защита от междуфазных коротких замыканий. Оценка цифровых РЗ.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 7</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Лабораторные работы	ПК-6	1. Введение. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения. 3. Общие сведения о РЗ. Источники оперативного тока. 5. Токовые направленные защиты. 7. Защита от однофазных КЗ на землю в сети с глухозаземленной нейтралью. 9. Поперечная дифференциальная защита линий
2	Письменное домашнее задание	ПК-6	4. Максимальные токовые защиты. Токовые отсечки.
3	Курсовая работа по дисциплине	ПК-6	4. Максимальные токовые защиты. Токовые отсечки. 6. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью. 7. Защита от однофазных КЗ на землю в сети с глухозаземленной нейтралью. 8. Дифференциальная защита линий 9. Поперечная дифференциальная защита линий 10. Дистанционная защита линий.
	<i>Зачет с оценкой</i>	ПК-6	
<b>Семестр 8</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Тестирование	ПК-6	11. Защита силовых трансформаторов. Общие сведения. 12. Защита трансформаторов от внешних КЗ. 14. Защита электродвигателей от междуфазных КЗ. 17. Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения. 18. Токовая цифровая защита.
2	Письменная работа	ПК-6	12. Защита трансформаторов от внешних КЗ. 16. Защита сборных шин
3	Устный опрос	ПК-6	11. Защита силовых трансформаторов. Общие сведения. 12. Защита трансформаторов от внешних КЗ. 13. Газовая защита трансформаторов. Схемы защиты трансформаторов. 14. Защита электродвигателей от междуфазных КЗ. 15. Защита электродвигателей от однофазных КЗ на землю. 16. Защита сборных шин 17. Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения. 18. Токовая цифровая защита.
	<i>Экзамен</i>	ПК-6	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 7</b>					
<b>Текущий контроль</b>					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Курсовая работа по дисциплине	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. Работа характеризуется оригинальностью, теоретической и/или практической ценностью. Оформление соответствует требованиям.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном соответствует требованиям.	Продемонстрирован низкий уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Оформление частично соответствует требованиям.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Оформление не соответствует требованиям.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Зачет с оценкой</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
<b>Семестр 8</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	1
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 7**

**Текущий контроль**

**1. Лабораторные работы**

Темы 1, 3, 5, 7, 9

1. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения.
2. Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ.
3. Устройство и принцип действия электромагнитных реле.
4. Устройство и принцип действия индукционных реле.
5. Токовые защиты.
6. Максимальная токовая защита.
7. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью.
8. Схемы защит от замыканий на землю.
9. Схема АВР.
10. Резервирование потребителей 1-ой категории по надежности электроснабжения.
11. Резервирование потребителей 2-ой категории по надежности электроснабжения.
12. Защита трансформаторов от внешних КЗ.

**2. Письменное домашнее задание**

Тема 4

1. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения.
2. Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ.
3. Расчет токов КЗ.
4. Выбор сечения проводов и кабелей.
5. Выбор трансформаторов тока для схем релейной защиты.
6. Токовые защиты.
7. Максимальная токовая защита.
8. Определение токов срабатывания МТЗ.
9. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью.

10. Схемы защит от замыканий на землю.
11. Выбор уставок МТЗ нулевой последовательности. трансформаторов.
12. Резервирование потребителей 1-ой категории по надежности электроснабжения.
13. Резервирование потребителей 2-ой категории по надежности электроснабжения.

### **3. Курсовая работа по дисциплине**

Темы 4, 6, 7, 8, 9, 10

1. Повреждения и ненормальные режимы работы систем электроснабжения.
2. Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ.
3. Расчет токов КЗ.
4. Выбор сечения проводов и кабелей.
5. Выбор трансформаторов тока для схем релейной защиты.
6. Токовые защиты.
7. Максимальная токовая защита .
8. Определение токов срабатывания МТЗ.
9. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с изолированной нейтралью.
10. Схемы защит от замыканий на землю.
11. Выбор уставок МТЗ нулевой последовательности трансформаторов.

### **Зачет с оценкой**

Вопросы к зачету с оценкой:

1. Повреждения в электроустановках.
2. Ненормальные режимы.
3. Основные требования, предъявляемые к РЗ. Селективность, быстрота действия.
4. Чувствительность, надежность РЗ.
5. Устройство и общие принципы действия РЗ.
6. Устройство и принцип действия электромагнитных реле.
7. Токи срабатывания и возврата, коэффициент возврата.
8. Электромагнитные реле тока и напряжения.
9. Промежуточные электромагнитные реле. Герконовые реле.
10. Электромагнитные указательные реле, реле времени.
11. Электромагнитные поляризованные реле.
12. Принцип действия индукционных реле.
13. Индукционные реле тока.
14. Индукционные реле направления мощности
15. Источники оперативного тока. Постоянный оперативный ток.
16. Переменный оперативный ток.
17. Принцип действия и селективность МТЗ.
18. Общие принципы выполнения РЗ.
19. Схема АВР
20. автоматическое повторное включение линии

### **Семестр 8**

#### **Текущий контроль**

##### **1. Тестирование**

Темы 11, 12, 14, 17, 18

Примерный тест

1. Назначение основных реле в схемах РЗ и А
  - А. срабатывают при отклонении параметров электроэнергии от допустимых значений. (\*)
  - В. замыкают контакты при срабатывании реле сигнализации.
  - С. обеспечивают селективность действия РЗ и А.
  - Д. подчиняются командам не основных реле.
  - Е. обеспечивают надежность действия защиты
2. Работа с частотой 48,5 Гц не должна быть более...
  - А. 5-10 с;
  - В. 10-15 с;
  - С. 15-20 с;
  - Д. 20-30 с;
  - Е. 60с. (\*)
3. Работа с частотой 47 Гц не должна быть более...
  - А. 10 с;
  - В. 15 с;
  - С. 20 с; (\*)

- D. 30с;  
E. 40 с.
4. Нельзя допускать даже кратковременного снижения частоты ниже ?  
A. 48 Гц  
B. 49 Гц  
C. 48,5 Гц  
D. 45 Гц(\*)  
E. 47 Гц.
5. Коэффициент схемы - это...  
A. отношение тока в обмотке реле к номинальному току вторичной обмотки трансформатора тока;  
B. отношение тока в обмотке реле к номинальному току вторичной обмотки трансформатора напряжения;(\*)  
C. отношение тока вторичной обмотки трансформатора тока к току в обмотке реле;  
D. отношение тока первичной обмотки трансформатора тока к току в обмотке реле;  
E. отношение тока в обмотке реле к номинальному току первичной обмотки трансформатора тока
6. Какое реле является основным элементом схемы АПВ:  
A. РТ-40;  
B. ИВЧ-011;  
C. РПВ-58;(\*)  
D. ДЗТ-21;  
E. РБМ.
7. Способность защиты отключать при к.з. только поврежденный участок это:  
A. чувствительность;  
B. селективность;(\*)  
C. быстродействие;  
D. надежность.
8. Время срабатывания индукционного элемента реле РТ-80 регулируется:  
A) Начальным положением сегмента и величиной тока в катушке реле  
B) Изменением воздушного зазора якоря и переключением числа витков (\*)  
C) Перемещением магнитов  
D) Переключением числа витков  
E) Изменением воздушного зазора якоря
9. Важное преимущество предохранителей перед реле:  
A) Быстродействующие  
B) Чувствительны  
C) Дешевы  
D) Надежны  
E) Долговечны
10. В реле РТ-40 регулирование уставки производят:  
A) Изменением схемы соединения катушек реле, изменением натяжения пружины  
B) Изменением схемы соединения катушек реле  
C) Изменением натяжения пружины  
D) Изменением воздушного зазора между якорем и магнитопроводом  
E) Изменением количества витков обмотки
11. В цепи установлен ТТ-100/5, Амперметр показывает 3А; Ток в первичной цепи будет:  
A) 60А  
B) 15 А  
C) 120 А  
D) 20 А  
E) 100А
12. Аварийная сигнализация выполняется:  
A) Индивидуальной  
B) Групповой  
C) Зависит от объекта  
D) Индивидуальной и комбинированной  
E) Комбинированной
13. Вид симметричного короткого замыкания  
A) Трехфазное короткое замыкание  
B) Двухфазное короткое замыкание  
C) Все виды короткого замыкания  
D) Двухфазное короткое замыкание, на землю  
E) Однофазное короткое замыкание

14. Вторичный ток трансформаторов тока:

- A) Зависит от удалённости ТТ от реле и может быть 1А или 5А
- B) Зависит от размеров О.Р.У.
- C)  $I_2 = 1 \text{ A}$
- D)  $I_2 = 5 \text{ A}$
- E) Зависит от нагрузки ТТ

14. АЧР делают в несколько очередей для:

- A) Уменьшения числа отключенных потребителей
- B) Обеспечения устойчивости
- C) Быстрого подъема частоты
- D) Ускорения АЧР
- E) Разгрузки генератора

15. АЧР в несколько очередей обеспечивает частоту:

- A) 50 Гц
- B) 48 Гц
- C) 48 - 49 Гц
- D) 48,5 Гц
- E) 49,5 Гц

16. В настоящее время применяется маркировка:

- A) Кодовая
- B) Буквенная
- C) Зависит от объекта
- D) Числовая
- E) Смысловая

17. В первичном реле:

- A) Воспринимающий орган включается непосредственно в цепь защищаемого элемента
- B) Воспринимающий орган включается через измерительные трансформаторы
- C) Воспринимающий орган включается между фазами трансформатора
- D) Воспринимающий орган включается между катушками отключения выключателя
- E) Воспринимающий орган включается между измерительными трансформаторами

18. Выберите тип защиты для следующей схемы:  $U = 10 \text{ kV}$

- A) МТЗ в сочетании с токовой отсечкой
- B) направленная МТЗ
- C) токовая отсечка
- D) дистанционная защита
- E) МТЗ

19. Даны реле РТ-40 РТ-80 РВ-235 РП-256 РУ-21. Вспомогательными реле являются:

- A) РП-256, РВ-235, РУ-21
- B) РВ-235, РУ-21
- C) РТ-80
- D) РТ-40
- E) РП-256

20. В поляризованном реле равновесие сил действующих на якорь нарушается:

- A) При возникновении не симметрии в воздушных зазорах
- B) При изменении направлении поляризирующего магнитного потока
- C) При изменении направления рабочего тока
- D) При изменении полярности рабочего напряжения
- E) При изменении направления рабочего магнитного потока

21. В схеме продольной дифференциальной защиты линий имеется контроль:

- A) Контроль замыкания на землю соединительных проводов, сигнализация о замыканий на землю соединительных проводов
- B) Сигнализация о замыкании на землю соединительных проводов
- C) Контроль замыкания на землю соединительных проводов
- D) Изолирующий трансформатор
- E) Контроль уровня  $I_{нб}$

21. Дифзащита на ТСН блока отстраивается:

- A) КЗ. за трансформатором (ТСН)
- B) Тока нагрузки
- C) Тока КЗ. на высоком напряжении ТСН
- D) Тока небаланса
- E) Броска тока намагничивания

22. Для защиты сетей напряжением до 1000 В применяют:

- A) Предохранители
- B) Автоматику и релейную защиту
- C) Разъединители
- D) Воздушные выключатели
- E) Отделители

## 2. Письменная работа

Темы 12, 16

Решение типовых задач.

Исходные данные:

Номинальная мощность трансформатора -  $S_{TP} = 2500$  кВА,

напряжение короткого замыкания  $u_{K3} = 5,5\%$

высокое напряжение  $U_B = 10$  кВ

коэффициент трансформации  $K_T = 10/0,4$

ток короткого замыкания на стороне 6/10 кВ  $I_{K3}(6/10) = 3200$  А

ток короткого замыкания на стороне 0,4 кВ  $I_{K3}(0,4) = 2000$  А

номинальные токи трансформатора : первичный и вторичный  $I_{1T\text{ НОМ}} = 144,3$  А

$I_{2T\text{ НОМ}} = 3608$  А

Решение.

Основными видами повреждений в цеховых трансформаторах являются следующие:

- 1) многофазные (междуфазные) КЗ в обмотках и на их выводах;
- 2) однофазные замыкания, которые бывают двух видов: на землю и между витками одной фазы.

Замыкание одной фазы на землю опасно для обмоток, присоединенных к сетям с глухозаземленными нейтралью. В этом случае защита должна отключать трансформатор. В сетях с нейтралью, изолированными или заземленными через дугогасящие катушки (реакторы), защита от однофазных замыканий на землю с действием на отключение устанавливается на трансформаторе в том случае, если такая защита имеется в сети. Отключение таких замыканий в сетях 6 или 10 кВ необходимо по условиям техники безопасности.

При витковых замыканиях в замкнувшихся витках возникает значительный ток, разрушающий изоляцию и магнитопровод трансформатора. Поэтому такие повреждения должны отключаться быстродействующей защитой. Но использовать для этой цели имеющиеся в настоящее время защиты не представляется возможным из-за малого тока замкнувшихся витков (когда число этих витков мало).

3) внутренние повреждения (к ним относятся и витковые замыкания, о которых говорится выше); ?пожар стали? магнитопровода, который возникает при нарушении изоляции между листами магнитопровода, что ведёт к увеличению потерь на перемагничивание и вихревые токи. Потери вызывают местный нагрев стали, ведущий к разрушению изоляции. Для масляных трансформаторов защитой от внутренних повреждений является газовая защита, дополненная токовой отсечкой (ТО).

Ненормальными режимами являются следующие:

- 1) внешние КЗ, при которых через обмотки трансформатора могут проходить токи, превышающие номинальные, что приводит к нагреву изоляции обмоток и её старению или повреждению;
- 2) перегрузка трансформаторов, которая не влияет на работу системы электроснабжения, так как токи перегрузки, как правило, невелики и их прохождение допустимо в течении некоторого времени, достаточного, чтобы персонал принял меры к разгрузке трансформатора (например,  $I_{ПЕР} = 1,4 \cdot I_{T\text{ НОМ}}$  допускается в течении 45 мин.);
- 3) недопустимое понижение уровня масла, которое может произойти при повреждении бака трансформатора.

Рассмотрим защиту цехового трансформатора при междуфазных КЗ в обмотках и на выводах высокого напряжения (ВН), при внешних КЗ, при однофазных КЗ и при перегрузках.

Для защиты трансформатора при междуфазных КЗ в обмотках и на выводах ВН принимаем ТО без выдержки времени с использованием реле типа РТ-40. Схема соединения ТТ - неполная звезда.

Токи срабатывания защиты (отсечки) и реле определяем по формулам

$$I_{C.3.} = k_{OTC} \cdot I_{K\text{ MAX}} = 1,4 \cdot 2624 = 3673 \text{ А}$$

$$I_{CP} = 1 \cdot 3673 / 150 / 5 = 122,44 \text{ А}$$

где  $I_{K\text{ MAX}}$  ? ток, проходящий через ТТ защиты при трехфазном КЗ на стороне низкого напряжения (НН).

$$I_{K\text{ MAX}} = I_{K(3)} = 144,3 \cdot 100 / 5,5 = 2624 \text{ А}$$

По условиям задания  $I_{K(3)} = 2000$  А

Выбираем реле тока РТ-40/200 и промежуточное реле РТ-26.

Для защиты трансформатора при внешних КЗ и резервирования ТО газовой защиты принимаем МТЗ с выдержкой времени. Схема соединений ТТ - неполная звезда. Максимальную токовую защиту отстраиваем от тока самозапуска полностью заторможенных ответственных двигателей, присоединённых к шинам НН. Токи срабатывания защиты и реле находим по формулам:

$$I_{C3} = 1,2 \cdot 3 \cdot 144,3 / 0,8 = 649,35 \text{ А}$$

$$I_{CP} = 1 \cdot 649,35 / 400 / 5 = 8,12 \text{ А,}$$

где  $k_{CAM}$  ? коэффициент самозапуска, принимаемый равным 3-3,5, когда нет данных о присоединенных двигателях; в этом случае можно считать, что ток в трансформаторе возрастает в 3-3,5 раза по сравнению с номинальным током.

Принимаем реле тока РТ-40/10.

Коэффициент чувствительности защиты определяем при трёхфазном КЗ за трансформатором (т.е. на стороне НН) по формуле

$$kЧ = 2000/649,35 = 3,08$$

Приведённая формула справедлива для МТЗ (в двухфазном трёхрелейном исполнении) трансформаторов со схемой соединения обмоток ?треугольник ? звезда с нулём?. В этом случае два токовых реле включают на фазные токи, а одно реле - на сумму токов двух фаз; за счёт такого включения повышается чувствительность защиты к двухфазным КЗ на стороне НН цеховых трансформаторов.

Для МТЗ в двухфазном двухрелейном исполнении реактированных линий, трансформаторов со схемой соединения обмоток ?звезда - звезда с нулём? коэффициент чувствительности  $kЧ$  находят по формуле

$$kЧ = 0,87 \cdot 2000/649,35 = 2,68$$

Выдержку времени МТЗ трансформатора выбирают из условия избирательности на ступень выше наибольшей выдержки времени защит присоединений тПР, питающихся от трансформатора, т.е.

$$tТ = tПР + 0,5 + 0,5 = 1,0 \text{ с}$$

МТЗ трансформатора удовлетворяет нормативным требованиям, т.к.  $kЧ > 1,5$ .

Для защиты цехового трансформатора при однофазных КЗ в обмотке и на выводах НН, а также в сети НН принимаем МТЗ нулевой последовательности с выдержкой времени с использованием реле РТ-40. Защиту выполняем с помощью одного токового реле, включенного на ТТ, установленный в цепи заземления нейтрали цехового трансформатора. В реле протекает полный ток однофазного КЗ.

Токи срабатывания защиты и реле определим по формулам

$$I_{C3} = k_{OTC1} \cdot I_{C31} = k_{OTC1} \cdot I_{OT} \cdot k_{OTC2} = 1,1 \cdot 1800 \cdot 1,2 = 2400 \text{ А}$$

где  $I_{C31}$  ? ток срабатывания защиты нулевой последовательности на стороне 0,4 кВ, который согласуется, в свою очередь, с током отсечки автоматического выключателя;  $k_{OTC1} = 1,1$  и  $k_{OTC2} = 1,2$ .

$$I_{CP} = 2400/1500/5 = 8 \text{ А}$$

Принимаем реле тока с запасом по шкале РТ-40/10.

Коэффициент чувствительности защиты нулевой последовательности определяем при однофазном КЗ на выводах НН трансформатора по формуле

$$kЧ = 65600/2400 = 27,3$$

где  $I_{K(1)}$  ? минимальный ток однофазного КЗ на шинах НН; для цеховых трансформаторов с соединением обмоток ?треугольник ? звезда с нулем?  $I_{K(1)} = I_{K(3)}$

$$I_{K(3)} = 3608 \cdot 100/5,5 = 65600 \text{ А}$$

Выдержку времени защиты нулевой последовательности, установленной в нейтрали цехового трансформатора, отстраивают от времени срабатывания автоматических выключателей двигателей и принимают равной 0,5 с.

Для защиты цехового трансформатора от перегрузки принимаем МТЗ, устанавливаемую со стороны ВН трансформатора, выполняемую с помощью одного токового реле, включенного на фазный ток, и действующую на сигнал с выдержкой времени. Максимальную токовую защиту отстраиваем от номинального тока трансформатора.

Токи срабатывания защиты и реле определяем по формулам

$$I_{C3} = 1,05/0,8 \cdot 144,3 = 189,4 \text{ А}$$

$$I_{CP} = 1 \cdot 189,4/200/5 = 4,73 \text{ А}$$

где  $k_{OTC} = 1,05$ ;  $I_{1TNOM}$  ? первичный номинальный ток трансформатора.

Выдержку времени МТЗ в этом случае выбирают больше времени защиты трансформатора от КЗ.

### 3. Устный опрос

Темы 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

1. Каковы задачи комплексной автоматизации электрических систем?
2. Каковы основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты и автоматики?
3. Каковы основные виды повреждений и нарушений режимов работы объектов ЭЭС?
4. Чему равны коэффициенты схемы для различных соединений трансформаторов тока.
5. Как выставляется уставка на микроэлектронных реле.
6. Из каких основных органов состоит максимальная токовая защита?
7. Что называется током срабатывания и током возврата реле?
8. В чем отличие максимальной токовой защиты от токовой отсечки?
9. Как определяется выдержка времени максимальной токовой защиты?
10. Для какой цели в схемах защит применяются промежуточные реле?
11. Чему равен коэффициент чувствительности максимальных токовых защит?
12. Зачем применяется пуск минимального напряжения?
13. Чем характеризуются основная и резервная защиты?
14. Какие требования предъявляются к зоне действия резервной защиты?
15. Какие защиты применяются в качестве основных для сетей напряжений 35 и 110
16. Почему в сетях с большим током замыкания на землю на линиях применяется отдельная защита

от однофазных коротких замыканий?

17. В чем заключается принцип действия токовой направленной защиты?

18. Каков принцип расстановки органов направления мощности в кольцевой сети с одним источником питания?

19. Что такое "мертвая зона" у направленной токовой защиты и как ее подсчитать?

20. В чем основные достоинства дистанционных защит?

21. Как проводится согласование выдержек времени дистанционных защит со ступенчатой характеристикой?

22. Каковы основные характеристики срабатывания реле сопротивления?

23. Схемы включения дистанционных органов защиты.

24. Как рассчитать уставки трехступенчатой дистанционной защиты и выставить их на реле?

25. Укажите основные отличия дифференциальной защиты линий от других видов защиты.

26. Объясните причины возникновения токов небаланса в дифференциальной защите.

27. Чем определяется зона каскадного действия поперечной дифференциальной направленной защиты?

28. Для какой цели на параллельных линиях, защищенных поперечной дифференциальной защитой, должна быть предусмотрена дополнительная резервная защита?

29. Объясните принципы действия дифференциально-фазной высокочастотной защиты и направленной фильтровой высокочастотной защиты.

30. В чем основное преимущество высокочастотной защиты перед дистанционной защитой линии?

31. Почему газовая защита не может быть основной защитой трансформатора?

32. Почему в дифференциальной защите трансформаторов вторичные обмотки трансформаторов тока а стороне обмотки, соединенной в звезду, соединяются в треугольник, а на стороне треугольника - в звезду?

33. В каких случаях целесообразно применять для трансформаторов максимальную токовую защиту с пуском минимального напряжения?

34. Как осуществляется отстройка в дифференциальной защите от бросков тока намагничивания?

35. Почему в дифференциальной защите трансформаторов токи небаланса имеют повышенное значение по сравнению с этими же токами в дифференциальной защите генератора?

36. Почему для трансформаторов более желательна дифференциальная защита с торможением в отличие от защиты генераторов?

37. Как осуществляется защита трансформаторов, не имеющих выключателей на стороне высшего напряжения?

38. Как выбирается ток срабатывания продольной дифференциальной защиты генератора?

39. Почему на генераторах большой мощности целесообразно применять защиту обратной последовательности?

40. Для чего применяется устройство гашения поля генератора?

41. Как действует защита цепей ротора при замыканиях на землю в двух точках?

42. Способы повышения чувствительности в защите генератора от замыкания на землю в обмотке статора.

43. Как выполняется защита генераторов, реагирующая на ток обратной последовательности? Чем опасны токи обратной последовательности для генератора?

44. В каких случаях целесообразно устанавливать кроме общей продольной дифференциальной защиты блока отдельную дифференциальную защиту генератора и трансформатора?

45. Есть ли необходимость в дифференциальной защите блока генератор- трансформатор отстраиваться от бросков тока намагничивания?

46. Как выполняется защита от замыканий на землю в блоках генератор- трансформатор?

47. Какие напряжения (фазные или линейные) следует подводить к реле минимального напряжения защиты от сверхтоков, вызванных внешними короткими замыканиями?

48. От какого тока отстраивается защита от междуфазных коротких замыканий?

49. В каких случаях требуется установка на двигателях защиты от замыканий на землю? От какого тока отстраивается защита?

50. В каких случаях применяют защиту минимального напряжения?

51. Объясните явление самозапуска асинхронных двигателей и порядок его расчета.

52. Как выбирают выдержку времени в защите двигателя от перегрузки?

53. Как ведет себя асинхронный двигатель при симметричном и несимметричном понижении напряжения на его зажимах?

54. Как выполняется защита от асинхронного режима на синхронных двигателях? Какую опасность представляет длительный асинхронный режим?

55. В каких случаях применяются специальные защиты шин?

56. Как выбирается ток срабатывания дифференциальной защиты шин?

57. От какого тока отстраивается токовая отсечка в защите шин?

58. Что дает ускорение действия защиты при АПВ?

59. В чем преимущества АПВ с улавливанием синхронизма перед несинхронным АПВ?
60. Для чего необходимо контролировать отсутствие напряжения на шинах?
61. Когда применяются устройства ОАПВ?
62. В чем отличие действия избирательных органов ОАПВ для тупиковых линий и линий с двухсторонним питанием?
63. В чем особенности работы устройств АВР на подстанциях с синхронным компенсатором?
64. Как проводится расчет уставок АВР?
65. В чем состоит согласование выдержек времени схем АВР?
66. Как обеспечивается однократность работы устройств АВР?
67. В чем особенность расчета уставок АВР для обеспечения самозапуска двигателей?

#### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Требования, предъявляемые к релейной защите.
2. Требование селективности в релейной защите.
3. Требование чувствительности в релейной защите; коэффициент чувствительности.
4. Классификация реле и устройств РЗА.
5. Условия работы трансформаторов тока и требования к ним в схемах РЗА.
6. Типовые схемы соединения трансформаторов тока.
7. Трансформаторы напряжения в схемах РЗА.
8. Достоинства и недостатки максимальной токовой защиты.
9. Ток срабатывания максимальной токовой защиты.
10. Принцип выбора выдержки времени срабатывания максимальной токовой защиты.
11. Достоинства и недостатки токовой отсечки.
12. Ток срабатывания токовой отсечки.
13. Способы расширения защищаемой зоны токовой отсечки.
14. Токовая ступенчатая защита.
15. Назначение и принцип действия максимальной токовой направленной защиты (МТНЗ).
16. Назначение и принцип действия дистанционной защиты.
17. Виды дифференциальных токовых защит.
18. Назначение и принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты.
19. Ток небаланса в дифференциальной защите.
20. Способы повышения чувствительности дифференциальной защиты.
21. Назначение и принцип действия устройства защитного отключения (УЗО).
22. Назначение и принцип действия дифференциально-фазной защиты.
23. Назначение и принцип действия поперечной дифференциальной токовой защиты.
24. Назначение и принцип действия поперечной дифференциальной токовой направленной защиты.
25. Защита от замыканий на землю в сетях с малым током замыкания на землю.
26. Требования к устройствам автоматического включения резерва (АВР), их назначение.
27. Требования к устройствам автоматического повторного включения (АПВ), их назначение.
28. Требования к устройствам автоматической частотной разгрузки (АЧР), их назначение.
29. Токовые защиты трансформаторов.
30. Газовая защита трансформатора.
31. Дифференциальные защиты трансформаторов и особенности их выполнения.
32. Виды устройств релейной защиты, применяемые на электродвигателях.
33. Виды устройств РЗА, применяемые на синхронных генераторах.
34. Особенности РЗА трансформаторов дуговых электропечных установок.
35. Виды устройств РЗА, применяемые на конденсаторных установках.
36. Виды устройств РЗА шин и токопроводов.
37. Устройства резервирования при отказе выключателей (УРОВ).
38. Назначение и принцип действия устройств телемеханики.
39. Способы передачи информации по каналам связи.
40. Основные элементы систем телемеханики ближнего и дальнего действия.
41. Интеграция РЗА в АСУ ТП энергообъектов.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
Курсовая работа по дисциплине	Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.	3	20
<b>Зачет с оценкой</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 8</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	1	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	15
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	20
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

## 7.1 Основная литература:

1. Бодрухина С. С. Правила устройства электроустановок [Текст] : вопросы и ответы : учебно-практическое пособие / авт.-сост. С. С. Бодрухина. - Москва : КНОРУС, 2011. - 288 с. - ISBN 978-5- 406-00936-9. (40 экз.)
2. Щеглов А.И. Релейная защита электрических сетей [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. И. Щеглов. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - ISBN 978-5-7782-2653-1. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226531.html>
3. Ершов Ю. А. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. А. Ершов, О. П. Халезина, А. В. Малеев. - Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2012. - 68 с. - ISBN 978-5-7638-2555-8. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/492157>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 'Электроснабжение' направления подготовки 'Электроэнергетика' / В. А. Андреев. - 6-е изд., стер. - Москва : Высшая школа, 2008. - 639 с : ил. - Гриф МО. - В пер. - Библиогр.: с. 625-634. - Предм. указ.: с. 621-624. - ISBN 978-5-06-004826-1 (29 экз.)
2. Санакулов А. Х. Электрические аппараты в устройствах релейной защиты систем электроснабжения [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным и практическим занятиям по дисциплине 'Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения' / А. Х. Санакулов, К. З. Фатыхов. - Набережные Челны: Изд-во НЧИ К(П)ФУ, 2016. - 88 с. - Режим доступа: [https://kpfu.ru/publication?p\\_id=175506](https://kpfu.ru/publication?p_id=175506)
3. Дьяков А.Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А.Ф. Дьяков, Н.И. Овчаренко. - 2-е изд., стер. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2010. - ISBN 978-5-383-00467-8. -Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383004678.html>
4. Киреева Э. А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Текст] : учебник для среднего профессионального образования по специальности 'Электрические станции, сети и системы' / Э.А. Киреева, С.А. Цырук. - Москва : Академия, 2010. - 288 с : ил. - Рек. ФГУ. - Прил.: с.281. - В пер. - Библиогр.: с. 282. - ISBN 978-7695-5896-2 (25 экз.)

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

bibliorossika.com - <http://bibliorossika.com>

e.lanbook.com - <http://e.lanbook.com/>

znanium.com - <http://znanium.com>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	При подготовке к лекциям прежде всего необходимо руководствоваться материалом, излагаемым преподавателем на предыдущих лекционных, практических и лабораторных занятиях, его методическими указаниями и рекомендациями. Для закрепления теоретического материала необходимо самостоятельное выполнение и оформление лабораторных работ с проведением всех необходимых расчетов, построением графиков, подготовкой к защите по контрольным вопросам. При этом руководствоваться рекомендуемой преподавателем литературой. Самостоятельное изучение теоретического материала необходимо сопровождать конспектированием, что также способствует его лучшему усвоению.
практические занятия	Посещение и работа студента на практическом занятии позволяет в процессе решения практических задач и коллективного обсуждения результатов их решения глубже усвоить теоретические положения, сформировать отдельные практические умения и навыки, научиться правильно обосновывать методику выполнения расчетов, четко и последовательно проводить расчеты, формулировать выводы и предложения. Работа на практическом занятии дает возможность студенту всесторонне изучить дисциплину и подготовиться для самостоятельной работы. В процессе выполнения аудиторных практических работ студент подтверждает полученные знания, умения и навыки, которые формируют соответствующие компетенции.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	При подготовке к лабораторным работам прежде всего необходимо руководствоваться материалом, излагаемым преподавателем на лекционных, практических и лабораторных занятиях, его методическими указаниями и рекомендациями. Для закрепления теоретического материала необходимо самостоятельное выполнение и оформление лабораторных работ с проведением всех необходимых расчетов, построением графиков, подготовкой к защите по контрольным вопросам. При этом руководствоваться рекомендуемой преподавателем литературой. При выполнении лабораторных работ особое внимание уделять технике безопасности, устройству и принципу действия стенда, порядку выполнения и оформления работ.
самостоятельная работа	При самостоятельном изучении теоретического материала, предусмотренного рабочей программой, прежде всего необходимо руководствоваться материалом, излагаемым преподавателем на лекционных, практических и лабораторных занятиях, его методическими указаниями и рекомендациями. Для закрепления теоретического материала необходимо самостоятельное выполнение и оформление лабораторных работ с проведением всех необходимых расчетов, построением графиков, подготовкой к защите по контрольным вопросам. При этом руководствоваться рекомендуемой преподавателем литературой. То же самое относится к выполнению домашних заданий по практике, которые способствуют закреплению теоретического материала, приобретаются практические навыки выполнения расчетов, столь необходимые на производстве. Самостоятельное изучение теоретического материала необходимо сопровождать конспектированием, что также способствует его лучшему усвоению.
письменное домашнее задание	При подготовке к выполнению домашних заданий необходимо руководствоваться материалом, излагаемым преподавателем на лекционных, практических и лабораторных занятиях, его методическими указаниями и рекомендациями. При этом руководствоваться рекомендуемой преподавателем литературой. Выполнение домашних заданий способствует закреплению теоретического материала, приобретаются практические навыки выполнения расчетов, столь необходимые на производстве.
курсовая работа по дисциплине	При выполнении курсовой работы необходимо руководствоваться материалом, излагаемым преподавателем на лекционных, практических занятиях, его методическими указаниями и рекомендациями, пользуясь при подготовке рекомендуемой преподавателем литературой по релейной защите и автоматизации систем электроснабжения.
зачет с оценкой	При подготовке к дифференцированному зачету необходимо руководствоваться материалом, излагаемым преподавателем на лекционных, практических и лабораторных занятиях, его методическими указаниями и рекомендациями. При этом руководствоваться рекомендуемой преподавателем литературой. Использовать материалы оформления лабораторных, практических, домашних заданий, самостоятельной проработки теоретического материала в виде конспектов при подготовке к зачету с оценкой.
устный опрос	При подготовке к устному опросу необходимо руководствоваться материалом, излагаемым преподавателем на лекционных занятиях. Для закрепления теоретического материала необходимо самостоятельное выполнение и оформление лабораторных работ с проведением всех необходимых расчетов, построением графиков, подготовкой к защите по контрольным вопросам. При этом руководствоваться рекомендуемой преподавателем литературой.
письменная работа	Письменная работа может выполняться всей группой и индивидуально. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи, а затем приступить к расчетам и сделать качественный вывод. При выполнении письменной работы необходимо пользоваться лекционным материалом.
тестирование	Для успешного прохождения теста рекомендуется проходить тесты на интернет-тренажерах в режиме обучения и самоконтроля. Вопросы тестирования охватывают лекционный материал и раскрывают его с другой стороны, заставляя студента задумываться над изучаемой темой. Рекомендуется изучать теоретический материал по основной и дополнительной литературе.

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	Завершающим этапом изучения дисциплины является аттестация в виде письменного (устного) экзамена. При этом студент должен показать все те знания, умения и навыки, которые он приобрел в процессе текущей работы по изучению дисциплины. Дисциплина считается освоенной студентом, если он в полном объеме сформировал установленные компетенции и способен выполнять указанные в данной программе основные виды профессиональной деятельности. Освоение дисциплины должно позволить студенту осуществлять как аналитическую, так и научно-исследовательскую деятельность, что предполагает глубокое знание теории и практики данного курса.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Релейная защита электроэнергетических систем" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

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

Освоение дисциплины "Релейная защита электроэнергетических систем" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступлений с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" и профилю подготовки Электроснабжение .