

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

Проектирование систем автоматики в электроснабжении Б1.В.06

Направление подготовки: 13.04.02 - Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Проектирование электротехнических комплексов и систем

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Ильин В.И.

**Рецензент(ы):** Валиев Р.А.

### **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) доцент, к.н. Ильин В.И. (Кафедра электроэнергетики и электротехники, Отделение информационных технологий и энергетических систем), Vllin@kpfu.ru

### 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-4	Способен организовывать и выполнять работы по эксплуатации устройств и комплексов релейной защиты и противоаварийной автоматики
ПК-7	Способе управлять деятельностью по эксплуатации устройств и комплексов релейной защиты и противоаварийной автоматики

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

классификацию, назначение, основные решения устройств силовой электроники, основы теории систем автоматического управления; электрические аппараты, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем; физические явления в электрических аппаратах и основы теории электрических аппаратов; назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электро-привода с двигателями постоянного и переменного тока.

Должен уметь:

применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода, оборудования электрических станций и подстанций, электроэнергетических систем и сетей, систем электроснабжения, элементов релейной защиты и автоматики; формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой.

Должен владеть:

методами анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; методами расчета параметров электроэнергетических устройств и электроустановок, электроэнергетических сетей и систем, систем электроснабжения, релейной защиты и автоматики.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.06 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника (Проектирование электротехнических комплексов и систем)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 2 курсе в 4 семестре.

### 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 28 часа(ов), в том числе лекции - 4 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 24 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 4 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	
1.	Тема 1. Тема1. Основные виды повреждений и ненормальных режимов СПЭ.	4	1	0	0	4
2.	Тема 2. Тема 2. Требования предъявляемые к системам автоматизированного электроснабжения.	4	0	0	0	4
3.	Тема 3. Тема 3. Элементы релейной защиты и автоматики.	4	1	0	0	4
4.	Тема 4. Тема 4. Общие вопросы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем.	4	0	0	0	4
5.	Тема 5. Тема 5. Источники оперативного тока для питания элементов релейной защиты. Тема 6. Трансформатор тока.	4	0	0	0	4
6.	Тема 6. Тема 7. Элементы релейной защиты трансформаторов. Тема 8. Типы релейной защиты трансформаторов.	4	0	0	0	4
7.	Тема 7. Тема 9. Основные требования предъявляемые к устройствам автоматического повторного включения. Тема 10. Основные элементы устройств АВР	4	1	0	0	4
8.	Тема 8. Тема 11. Основные требования предъявляемые к устройствам АВР.	4	1	0	6	4
9.	Тема 9. Тема 12. Назначение систем регулирования частоты, схемы устройств АЧР	4	0	0	6	4
10.	Тема 10. Тема 13. Устройство автоматической частотной разгрузки с АПВ по частоте.	4	0	0	6	4
11.	Тема 11. Тема 14. Автоматическое регулирование компенсации реактивной мощности.	4	0	0	6	4
	Итого		4	0	24	44

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Тема1. Основные виды повреждений и ненормальных режимов СПЭ.

Основные понятия о релейной защите и автоматизации управления системами электроснабжения. Элементы релейной защиты и их разновидности. Принципы выполнения релейной защиты. Аварийные режимы в системах электроснабжения. Ненормальные режимы в системах электроснабжения. Векторные диаграммы в релейной защите.

Основным видом аварий в СПЭ .

##### Тема 2. Тема 2. Требования предъявляемые к системам автоматизированного электроснабжения.

Современные системы промышленного электроснабжения. Автоматические устройства пуска электродвигателей, регулирования напряжения и реактивной мощности, настройки дугогасящих реакторов. Устройства, осуществляющие автоматические переключения, направленные на предотвращение развития аварии, на восстановление питания электроприемников и нарушенных, в результате отключения устройствами релейной защиты, связей в системе электроснабжения.

##### Тема 3. Тема 3. Элементы релейной защиты и автоматики.

Структура комплексов автоматического управления становится многоуровневой и иерархической. Управление отдельными процессами производится в порядке декомпозиции общей задачи управления. Применение средств автоматизации, телемеханизации и компьютерной техники с учетом конкретных технологических и других особенностей работы потребителей обеспечивает надежное, рациональное и экономичное энергоснабжение промышленных предприятий. Виды телемеханизируемых автоматизированных систем электроснабжения.

#### **Тема 4. Общие вопросы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем.**

Режимы работы возникающие в энергетических системах. Повреждения: короткие замыкания - сверх ток, понижение напряжения - потеря устойчивости. Ненормальные режимы - отклонения напряжения, тока и частоты. Выявление нарушений нормального режима и подача предупредительных сигналов или проведение операций, необходимых для восстановления нормального режима. Связь РЗ с автоматикой - АПВ, АВР, АЧР.

#### **Тема 5. Источники оперативного тока для питания элементов релейной защиты. Тема 6. Трансформатор тока.**

Источники оперативного тока должны всегда, в любых аварийных режимах обеспечивать такие значения напряжения и мощности, которые гарантируют надежное действие защиты и электромагнитов управления коммутационных аппаратов.

На подстанциях распределительных сетей могут применяться следующие виды оперативного тока и их источники:

постоянный - аккумуляторные батареи;

переменный - измерительные трансформаторы тока ТТ и трансформаторы напряжения ТН, а также трансформаторы собственных нужд ТСН;

выпрямленный - блоки питания (токовые БПТ и напряжения БПН) и другие выпрямительные устройства;

ток разряда конденсаторов - предварительно заряженные конденсаторы, собранные в блоки БК, совместно с блоками для заряда конденсаторов УЗ или БПЗ.

#### **Тема 6. Элементы релейной защиты трансформаторов. Тема 7. Типы релейной защиты трансформаторов.**

Принцип действия. Параметры, влияющие на уменьшение намагничивающего тока. Требования к точности трансформаторов тока, питающих релейную защиту. Выбор трансформаторов тока и допустимой вторичной нагрузки. Соединение трансформаторов тока и обмоток реле в полную звезду. Включение реле на разность токов 2 - фаз (схема восьмерки). Соединение трансформаторов тока в фильтр токов нулевой последовательности. Последовательное соединение трансформаторов тока. Параллельное соединение трансформаторов. Работа электромагнитного реле на переменном токе. Электромагнитные реле тока и напряжения, принцип действия. Разновидности электромагнитных реле.

#### **Тема 7. Основные требования предъявляемые к устройствам автоматического повторного включения. Тема 9. Основные элементы устройств АВР**

Основные требования предъявляемые к устройствам АПВ: 1) устройства АПВ не должны действовать: при отключении выключателя персоналом дистанционно или при помощи телеуправления; при автоматическом отключении выключателя защитой непосредственно после включения его персоналом. 2) устройства АПВ должны быть выполнены так, чтобы была исключена возможность многократного включения на КЗ при любой неисправности в схеме устройства; 3) устройства АПВ должны выполняться с автоматическим возвратом; 4) при применении АПВ необходимо предусматривать ускорение действия защиты на случай неуспешного АПВ; 5) устройства трехфазного АПВ (ТАПВ) необходимо выполнять с пуском от несоответствия между ранее поданной оперативной командой и отключенным положением выключателя (допускается также пуск устройства АПВ от защиты). Устройства АПВ с выдержкой времени. Пуск устройства АПВ.

#### **Тема 8. Основные требования предъявляемые к устройствам АВР.**

Контроль уровня напряжения и частоты на шинах распределительных устройств в узле нагрузки. Два вида блоков устройств АВР питания шин ПС и РП. Выбор принципов выполнения устройств АВР, его ПО и логической части, особенно в тех случаях, когда измерительные реле ПО используются одновременно для осуществления защиты электродвигателей. Выполнение защиты трансформаторов и линий малой протяженности.

#### **Тема 9. Назначение систем регулирования частоты, схемы устройств АЧР**

Основные требования к устройствам АВР и их схемные решения. Автоматическое включение резервного питания и оборудования линий, силовых трансформаторов, генераторов, электродвигателей, электрического освещения после их отключения любыми видами защит, а также при ошибочных действиях обслуживающего персонала или самопроизвольном отключении выключателей.

#### **Тема 10. Устройство автоматической частотной разгрузки с АПВ по частоте.**

Принцип действия и устройство автоматической частотной разгрузки:

1) АЧР1 - быстродействующая, с временем действия 0,25 - 0,3 с, имеющая в пределах энергосистемы и отдельных ее узлов различные уставки по частоте срабатывания и предназначенная для прекращения снижения частоты до опасного уровня (46 Гц).

2) АЧРП - с общей уставкой по частоте и различными уставками по времени, предназначенная для подъема частоты после действия АЧР1 и для предотвращения ее "зависания" на уровне ниже 49 Гц.

3) Третья категория - дополнительная, действующая при возникновении местного глубокого дефицита активной мощности и предназначенная для ускорения и увеличения объема частотной разгрузки.

#### **Тема 11. Тема 14. Автоматическое регулирование компенсации реактивной мощности.**

Автоматическое регулирование КБ при одноступенчатом регулировании в зависимости от напряжения на шинах подстанции.

Автоматическое регулирование КБ при многоступенчатом регулировании в зависимости от напряжения на шинах подстанции.

Устранения переходных процессов при коммутации КБ. Применение реакторов для устранения резонансных явлений на частотах высших гармоник.

### **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 4</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-4, ПК-7	9. Тема 12. Назначение систем регулирования частоты, схемы устройств АЧР 10. Тема 13. Устройство автоматической частотной разгрузки с АПВ по частоте. 11. Тема 14. Автоматическое регулирование компенсации реактивной мощности.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
2	Контрольная работа	ПК-7, ПК-4	9. Тема 12. Назначение систем регулирования частоты, схемы устройств АЧР 10. Тема 13. Устройство автоматической частотной разгрузки с АПВ по частоте.
3	Отчет	ПК-7, ПК-4	9. Тема 12. Назначение систем регулирования частоты, схемы устройств АЧР 10. Тема 13. Устройство автоматической частотной разгрузки с АПВ по частоте. 11. Тема 14. Автоматическое регулирование компенсации реактивной мощности.
	<b>Экзамен</b>	ПК-4, ПК-7	

## 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 4</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
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
Контрольная 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 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
Отчет	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	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 4**

**Текущий контроль**

**1. Лабораторные работы**

Темы 9, 10, 11

Лабораторная работа 1

Тема: АПВ линии с автоматическим возвратом.

Цель: Изучение принципа работы элементов схемы АПВ.

Лабораторная работа 2

Тема: Схема устройства АПВ шин.

Цель: Изучение принципа работы элементов схемы АПВ шин

Лабораторная работа 3

Тема: АПВ двигателей.

Цель: Изучение принципа работы элементов схемы АПВ двигателей.

Лабораторная работа 4

Тема: АВР линий при наличии трех источников питания и трансформатора.

Цель: Изучение схемы АВР линий при четырех источниках питания.

Лабораторная работа 8

Тема: АВР секционного выключателя 6?10 кВ при наличии синхронной нагрузки (син-хронных двигателей).

Цель: Изучение АВР секционного выключателя 6?10 кВ при наличии синхронной нагрузки.

Лабораторная работа 9

Тема: АПВ-АВР двигателя напряжением до 1 кВ.

Цель: Изучение схемы АПВ-АВР двигателя напряжением до 1 кВ.

Лабораторная работа 11

Тема: Многоступенчатое автоматическое регулирование мощности конденсаторной батареи.

Цель: Изучение схемы многоступенчатого автоматического регулирования мощности конденсаторной батареи.

Лабораторная работа 12

Тема: Защита цехового трансформатора.



Цель: Ознакомление со схемой защиты цехового трансформатора.

## 2. Контрольная работа

Темы 9, 10

Темы рефератов:

1. АПВ линии с автоматическим возвратом.
2. Схема устройства АПВ шин.
3. АПВ двигателей.
4. АПВ двигателя напряжением до 1 кВ.
5. АВР на секционном выключателе.
6. АВР линий.
7. АВР линий при наличии трех источников питания и трансформатора.
8. АВР секционного выключателя 6/10 кВ при наличии синхронной нагрузки (син-хронных двигателей).
9. АПВ-АВР двигателя напряжением до 1 кВ.
10. Одноступенчатое управление конденсаторной установкой.
11. Многоступенчатое автоматическое регулирование мощности конденсаторной батареи.
12. Управление насосным агрегатом с электродвигателем напряжением ниже 1 кВ.
13. Защита цехового трансформатора.

## 3. Отчет

Темы 9, 10, 11

Лабораторная работа 1

Тема: АПВ линии с автоматическим возвратом

Цель: Изучение принципа работы элементов схемы АПВ

Отчет должен содержать:

1. Определить последовательность срабатывания YAC и YAT;
2. В каких случаях элемент YAC не будет срабатывать;
3. Какова необходимость реле КТ в схеме АПВ;
4. Для чего в схеме АПВ необходим элемент SA;
5. В каких случаях возможен запрет АПВ.

Лабораторная работа 2

Тема: Схема устройства АПВ шин

Цель: Изучение принципа работы элементов схемы АПВ шин

Отчет должен содержать:

1. Определить последовательность срабатывания YAC и YAT;
2. В каких случаях элемент YAC не будет срабатывать;
3. Какова необходимость реле КТ в схеме АПВ;
4. Для чего в схеме АПВ необходим элемент SA;
5. В каких случаях возможен запрет АПВ.
6. В чем необходимость в схеме реле KL;
7. Для чего в схеме АПВ необходим элемент SA1;
8. Для чего в схеме АПВ необходим элемент SA2;
9. Для чего в схеме АПВ необходим элемент SA3.

Лабораторная работа 3

Тема: АПВ двигателей.

Цель: Изучение принципа работы элементов схемы АПВ двигателей.

Отчет должен содержать:

1. В чем необходимость в схеме реле KL;
2. Для чего в схеме АПВ необходим элемент SA1;
3. Для чего в схеме АПВ необходим элемент SA2;
4. Для чего в схеме АПВ необходим элемент SA3.
5. Что является элементом защиты от минимального напряжения;
6. Для чего необходим элемент R в схеме рис. 1;
7. В каких случаях применяется элемент SX в схеме рис. 1;
8. Устройство реле минимального напряжения;
9. Принцип действия реле минимального напряжения.

Лабораторная работа 7

Тема: АВР линий при наличии трех источников питания и трансформатора.

Цель: Изучение схемы АВР линий при четырех источниках питания.

Отчет должен содержать:

1. Неустойчивые КЗ;
2. Устройство реле максимального напряжения;

3. Принцип действия реле максимального напряжения;
4. Особенность элемента KL на схеме АВР линий.
5. Последовательность операций выключателей;
6. Причины потери напряжения;
7. Время допустимого перерыва в электроснабжении в зависимости от категории надежности потребителя;
8. Необходимость блокировки АВР.

#### Лабораторная работа 8

Тема: АВР секционного выключателя 6?10 кВ при наличии синхронной нагрузки (син-хронных двигателей).

Цель: Изучение АВР секционного выключателя 6?10 кВ при наличии синхронной нагрузки.

Отчет должен содержать:

1. Последовательность операций выключателей;
2. Причины потери напряжения;
3. Время допустимого перерыва в электроснабжении в зависимости от категории надежности потребителя;
4. Необходимость блокировки АВР.
5. Особенности понижения питающего напряжения для нормальной работы электродвигателей;
6. Принцип действия резервирования двигателей;
7. Физический смысл самозапуска электродвигателей;
8. Принцип действия электродвигателей.

#### Лабораторная работа 9

Тема: АПВ-АВР двигателя напряжением до 1 кВ.

Цель: Изучение схемы АПВ-АВР двигателя напряжением до 1 кВ.

Отчет должен содержать:

1. Особенности понижения питающего напряжения для нормальной работы электродвигателей;
2. Принцип действия резервирования двигателей;
3. Физический смысл самозапуска электродвигателей;
4. Принцип действия электродвигателей.
5. Назначение АВР.
6. Принцип действия АВР.
7. Виды АВР.
8. Быстродействующее АВР.

#### Лабораторная работа 11

Тема: Многоступенчатое автоматическое регулирование мощности конденсаторной батареи.

Цель: Изучение схемы многоступенчатого автоматического регулирования мощности конденсаторной батареи.

Отчет должен содержать:

1. Как осуществляется функция ?самоудержание? в электрических схемах;
2. Устройство конденсаторных установок;
3. Принцип действия защиты от замыкания на землю;
4. Действие защиты на сигнал, возможные варианты реализации;
5. Как осуществляется контроль уровня напряжения сети.
6. Устройство синхронных компенсаторов.
7. Принцип действия синхронных компенсаторов.
8. Особенности настройки параметров срабатывания схемы.
9. Ручной режим работы схемы многоступенчатого автоматического регули?рования мощности конденсаторной батареи по току нагрузки.

#### Лабораторная работа 13

Тема: Защита цехового трансформатора.

Цель: Ознакомление со схемой защиты цехового трансформатора.

Отчет должен содержать:

1. Устройство насосного агрегата.
2. Принцип действия насосного агрегата.
3. Назначение самоблокировки в схеме управления автоматизированным насосным агрегатом;
4. Принцип действия контроля верхнего уровня емкости.
5. Способы отключения агрегата при заполнении емкостей.
6. Способы включения агрегатов при снижении уровня емкостей

#### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Основные понятия о релейной защите систем электроснабжения.
2. Основные понятия об автоматизации управления системами электроснабжения.
3. Элементы релейной защиты.
4. Требования к элементам релейной защиты.
5. Принципы выполнения релейной защиты.

6. Режимы работы системы электроснабжения.
7. Аварийные режимы в системах электроснабжения.
8. Ненормальные режимы в системах электроснабжения.
9. Векторные диаграммы в релейной защите.
10. Элементы и устройства систем управления, их роль в обеспечении заданных технических характеристик систем управления.
11. Тенденции развития элементов и устройств систем управления.
12. Измерительные преобразователи в системах электроснабжения.
13. Расчет токов короткого замыкания в системах электроснабжения.
14. Измерительные преобразователи в релейной защите.
15. Схемы соединения трансформаторов тока.
16. Схемы соединения трансформаторов напряжения.
17. Расчет токов короткого замыкания в системе электроснабжения.
18. Релейная защита оборудования систем электроснабжения.
19. Токовые защиты в системах электроснабжения.
20. Токовые направленные защиты в системах электроснабжения.
21. Дистанционные защиты в системах электроснабжения.
22. Релейная защита ЛЭП.
23. Релейная защита трансформаторов.
24. Дифференциальные защиты элементов электроснабжения.
25. Основные защиты линий электропередач напряжением 110 кВ.
26. Релейная защита силовых трансформаторов.
27. Релейная защита электродвигателей.
28. Элементы релейной защиты электродвигателей.
29. Релейная защита синхронных электродвигателей.
30. Принципы выполнения релейной защиты в автоматических системах.
31. Устройства автоматических систем электроснабжения.
32. Назначение устройств автоматического повторного включения.
33. Требования к устройствам автоматического повторного включения.
34. Расчет параметров устройств автоматического повторного включения.
35. Схемы устройств автоматического повторного включения.
36. Особенности устройств автоматического повторного включения линий с двухсторонним питанием.
37. Устройства трехфазного автоматического повторного включения без контроля синхронизма линий с двухсторонним питанием.
38. Устройства трехфазного автоматического повторного включения с контролем синхронизма линий с двухсторонним питанием.
39. Требования к устройству АВР.
40. Принципы выполнения требований к АВР.
41. Расчет параметров АВР.
42. Схемы устройств автоматического включения резерва.
43. Требования к устройствам автоматической частотной разгрузки.
44. Принципы выполнения устройств автоматической частотной разгрузки.
45. Выбор параметров устройств автоматической частотной разгрузки.
46. Схема устройств автоматической частотной разгрузки.
47. Схема устройства частотного автоматического повторного включения.
48. Устройства автоматики деления.
49. Согласование действий устройств АВР, АПВ, АЧР и АД.
50. Устройства системной противоаварийной автоматики.

#### **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 4</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
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
Отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.	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. 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. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 282. - Рек. ФГУ. - Прил.: с.281. - В пер. - ISBN 978-7695-5896-2. (25 экз.)
2. 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. - Допущено УМО вузов России. - ISBN 978-5-383-00467-8. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383004678.html>
3. Водовозов А. М. Элементы систем автоматики [Текст] : учебное пособие / А. М. Водовозов. - 2-е изд, стер. - Москва : Академия, 2008. - 221 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 217-218. - Гриф УМО. - В пер. - ISBN 978-5-7695-5604-3. (12 экз.)

### 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. - Библиогр.: с. 625-634. - Предм. указ.: с. 621-624. - Гриф МО. - В пер. - ISBN 978-5-06-004826-1. (29 экз.)
2. Аполлонский, С.М. Электрические аппараты управления и автоматики [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев, В.Я. Фролов. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 256 с. - ISBN 978-5-8114-2605-8. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96241>.
3. Фролов, Ю.М. Основы электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 480 с. - ISBN 978-5-8114-1385-0. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4544>

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

Ершов А. М. Автоматизация систем электроснабжения - [twirpx.com>file/213245/](http://twirpx.com>file/213245/)

Почаевич В. С. Защита и автоматика. Устройства электроснабжения. - [StudFiles.net>preview/601360/](http://StudFiles.net>preview/601360/)

Тельманова Е. А. Автоматизация управления системами электроснабжения: электронный учебник. - window.edu.ru>resource/581/75581  
ЭБС "Знаниум" - www.znanium.com  
ЭБС "Консультант студента" - www.studentlibrary.ru  
ЭБС "Лань" - www.elanbook.ru

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления. В процессе работы на лекции необходимо выполнять в конспектах схемы и т.д. Для подготовки к занятиям рекомендуется прорабатывать материалы, затрагиваемые преподавателем на предыдущих лекциях, а также использовать рекомендованную литературу, в том числе, доступную в интернете.
лабораторные работы	Для подготовки к лабораторным занятиям рекомендуется прорабатывать лекционные материалы и методические указания, а также использовать литературу в том числе доступную в Интернете. Работа на лабораторных занятиях предполагает проведение экспериментов и изучение принципиальных и их работа. Рекомендуется предварительная подготовка схем, таблиц, куда далее следует внести экспериментальные данные.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа предполагает самостоятельное изучение студентами вопросов, не рассматриваемых на лекциях и практических занятиях и работу над конспектом лекции. С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать непринятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе.
контрольная работа	Объем контрольной работы до 10 страниц машинописного текста через 1.5 интервала. В контрольной работе должны быть отражены ответы на предложенные вопросы. Оформляется контрольная работа в тетради или на листах формата А-4. В тексте необходимо предложить собственное отношение к рассматриваемому вопросу. В контрольной работе должны активно использоваться не менее 2 источников.
отчет	При подготовке к отчету студентам рекомендуется прорабатывать лекционные материалы и теоретические и методические рекомендации по соответствующей лабораторной работе, а также использовать рекомендованную литературу. Следует также выполнить самостоятельные задания. Непременным условием глубокого усвоения учебного материала проведение лабораторных работ и освоение материалов по рекомендуемой литературе.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекционный материал. Экзамен проводится либо в виде тестирования, либо ответов на билеты. В каждом билете - два вопроса и задача. В тестовых заданиях в каждом вопросе - 4 варианта ответа, из них правильный только один. Если Вам кажется, что правильных ответов больше, выбирайте тот, который, на ваш взгляд, содержит больше информации.

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

Освоение дисциплины "Проектирование систем автоматики в электроснабжении" 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 "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 "Проектирование систем автоматики в электроснабжении" 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, выступления 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 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" и магистерской программе Проектирование электротехнических комплексов и систем .