



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ХТИ - филиала СФУ

Е.А. Бабушкина

" 9 " 12 2019 г.

## **Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки «Электроэнергетика. Электроэнергетические системы и сети»**

### **1 Цель и задачи программы**

Программа профессиональной переподготовки «Электроэнергетика. Электроэнергетические системы и сети» разработана с учетом основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника».

Данная учебная программа предназначена для проведения курсов профессиональной переподготовки в сфере электроэнергетики.

*Цель обучения:* получение знаний и навыков расчета в области электроэнергетических сетей и систем.

*Задачи обучения:*

1. Сформировать целостное представление об устройстве, назначении электроэнергетических систем и сетей.
2. Развитие навыков анализа и расчета электрических сетей.

### **2 Характеристика профессиональной деятельности слушателя**

Область профессиональной деятельности включает: технические средства, способы и методы человеческой деятельности для производства, передачи, распределения, преобразования электрической энергии, управления потоками энергии, разработки и изготовления элементов, устройств и систем, реализующих эти процессы.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу являются:

- установки высокого напряжения различного назначения, высоковольтные электротехнологии;
- энергетические установки, электроэнергетические сети;
- проекты в электроэнергетике.

Уровень квалификации: руководители, специалисты проектировщики, производители электромонтажных работ.

### **3 Планируемые результаты обучения**

Освоение программы профессиональной переподготовки должно обеспечить слушателям формирование и развитие следующих *профессиональных компетенций* :

Компетенции	Умения	Знания
готовность эксплуатировать, проводить испытания и ремонт технологического оборудования электроэнергетической и электротехнической промышленности;	в соответствии с целями системы выделить её основные контролируемые параметры; определить методы диагностирования, охарактеризовать необходимые виды диагностики для данного вида оборудования; определять основные причины отказов и признаки проявления дефектов.	основные методы и способы диагностики электрооборудования; эксплуатационный контроль оборудования; объем и нормы профилактических испытаний
способность к монтажу, регулировке, испытаниям, наладке и сдаче в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования	охарактеризовать необходимые виды диагностики для данного вида оборудования; определять основные причины отказов и признаки проявления дефектов	испытание оборудования постоянным током; испытание оборудования переменным током; неэлектрические исследования изоляции

В результате освоения программы слушатели должны:

**знать:**

принципы передачи и распределения электроэнергии; основы конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи, методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей, методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях, общий алгоритм проектирования электрических сетей, алгоритм выбора номинальных напряжений, конфигурации сети, параметров элементов электрических сетей;

**уметь:**

определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей; выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов сети и выбирать рациональный вариант схемы сети;

**Иметь опыт (владеть):**

навыками проектирования районных электрических сетей, использования справочной литературы и анализа результатов расчетов режимов работы электроэнергетических систем и сетей.

*Материально-технические условия:* аудитория, мультимедийное оборудование для преподавателя.

**1. Оснащение кабинета:**

- техническое оборудование;
- компакт-диски БД «Промышленные каталоги на электротехнические изделия»;

- защитные средства;
- компьютерная техника и оргтехника;
- программное обеспечение.

## 2. Оборудование:

<b>ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ</b>		
Наименование	Производитель	Инвентарный №
Универсальный стенд «Электрические аппараты» ЭА2-С-Р №1	Челябинск: ООО «Учебная техника»	№ 10090890100
Универсальный стенд «Электрические аппараты» ЭА2-С-Р № 2	Челябинск: ООО «Учебная техника»	№ 10090890101
Универсальный стенд «Модель электрической сети с узлом комплексной нагрузки, релейной защитой и автоматикой» ЭЭ1-СНЗА-С-К № 3	Челябинск: ООО «Учебная техника»	№ 100908901074
Универсальный стенд «Модель электрической сети с узлом комплексной нагрузки, релейной защитой и автоматикой» ЭЭ1-СНЗА-С-К № 4	Челябинск: ООО «Учебная техника»	№ 100908901075
Универсальный стенд «Электрические промышленные предприятия» СЭС2-С-К № 5	Челябинск: ООО «Учебная техника»	№ 100908901078
Универсальный стенд «Электрические промышленные предприятия» СЭС2-С-К № 6	Челябинск: ООО «Учебная техника»	№ 100908901079

## 3. Технические средства обучения:

- компьютер ПК;
- принтер, сканер;
- видеофильмы с презентациями;

### Перечень необходимого программного обеспечения

- операционная система Windows XP (комплект офисных приложений MS OFFICE).
- средства просмотра Web – страниц
- программное обеспечение в комплекте с универсальными стендами «Модель электрической сети с узлом комплексной нагрузки, релейной защитой и автоматикой» ЭЭ1-СНЗА-С-К; MATLAB.

### Комплект учебно-методической документации:

- рабочая программа;
- методическая литература;

### Раздаточные дидактические материалы:

- карточки-задания для выполнения расчетных работ на лабораторно-практических занятиях.

## 4. Перечень необходимых информационных справочных систем

Перечень информационных справочных систем (ЭБС Книгафонд, ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»).

Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>

Научная библиотека Сибирского федерального университета. Режим доступа: [bik@sfu-kras.ru](mailto:bik@sfu-kras.ru).

Консультант Плюс: <http://www.consultant.ru>.

Электронная библиотечная система «ИНФРА-М»;

Электронная библиотечная система «Лань»;

Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт».

Научная библиотека СФУ предоставляет доступ к ЭБС «ИНФРА-М», «Лань», «Национальный цифровой ресурс «Руконт», рекомендованным для использования в высших учебных заведениях.

#### *Система оценки качества освоения программы*

Промежуточными формами контроля является выполнения тестовых заданий по отдельным темам программы или зачет в устной форме по контрольным вопросам тем.

#### **4 Учебный план**

№ п/п	Наименование разделов	Всего	В том числе					Форма контроля
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные занятия	Дистанционно	КР, ргз	
1	Электротехника и основы электроники	30	10	8	4	8	–	экзамен
2	Информационно-измерительная техника и электроника	20	10	–	6	4	–	зачет
3	Электроэнергетические системы и сети	40	10	8	6	6	10	экзамен
4	Энергосбережение и энергоаудит	20	10	6	–	4	–	зачет
5	Электробезопасность	30	8	8	8	6		экзамен
6	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	30	10	10	–	4	6	зачет
7	Стажировка	50	–	–	–			отчет
8	Выпускная работа	40	–	–	–			ВР
9	Итого	260	58	40	24	32	16	–

#### **5 Календарный учебный график:**

См.расписание

**6 Рабочая программа «Электроэнергетика. Электроэнергетические системы и сети» состоит из следующих разделов:**

#### **Раздел 1 Электротехника и основы электроники**

*1.1 Основы теории электрических цепей*

*1.2 Электрические машины*

### 1.3 Основы электроники

#### Основная литература:

1. Белов, Николай Витальевич. Электротехника и основы электроники [Текст] : учебное пособие / Н. В. Белов, Ю. С. Волков. - СПб. : Лань, 2012. - 432 с. (12 экз.).
2. Иванов, Иван Иванович. Электротехника и основы электроники [Текст] : учебник.; рекомендовано УМО по университетскому политехническому образованию / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. - 7-е изд., испр. и доп. - СПб. : Лань, 2012. - 736 с. (12 экз.).
3. Иванов, Иван Иванович. Электротехника [Текст] : учебное пособие.; рекомендовано УМО по университетскому политехническому образованию / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев. - 6-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2009. - 496 с. (46 экз.).
4. Электротехника : методические указания / сост. А. С. Торопов ; Сиб. федер. ун-т; ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : Ред.-изд. сектор ХТИ – филиала СФУ, 2014. – 64 с. (60 экз.).

#### Дополнительная литература

1. Б.А. Вольнский и др. Электротехника М. Энергоатомиздат 1987 – 530 с.
2. А.С. Касаткин, М.В. Немцов Электротехника 1983 – 440 с.
3. Л.В. Усс и др. Общая электротехника с основами электроники М. ВШ, 1990 – 415 с.
4. Электротехника и электроника. Учеб. для вузов / Под ред. В.Г. Герасимова – М.: Энергоатомиздат, 1996 – 288 с.
5. Электротехника под ред. В.Г. Герасимова М., «В.Ш.», 1985. – 480 с.
6. Электротехника и основы электроники: методические указания и контрольные задания для студентов заочных строительной и химико-технической специальностей вузов / Г.Н. Глушков, П.А. Фукс – М.: ВШ, 1990 – 128 с.: ил.
7. Рекус Г.Г., Белоусов А.И. Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники: Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. шк., 2001. – 416 с.
8. Сборник задач по электротехнике и основам электроники под ред. В.Г. Герасимова М.: ВШ, 1987.

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

#### Интернет – ресурсы

1. [http://www.edu.ru/modules.php?cid=1474&l\\_op=viewlink&name=Web\\_Links](http://www.edu.ru/modules.php?cid=1474&l_op=viewlink&name=Web_Links) – Электротехника
  2. <http://electrono.ru> – электротехника
  3. <http://electricalschool.info/spravochnik/electroteh/> – школа для электрика
  4. <http://elektro-tex.ru> – электротехника
  5. <http://bourabai.ru/toe/> – Теоретические основы электротехники и электроники
  6. <http://www.eleczon.ru/ucheba/osnovi.html> – основы электротехники и электроники
  7. <http://catalog.sfu-kras.ru/>
  8. <http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
  9. [bik@sfu-kras.ru](mailto:bik@sfu-kras.ru). Научная библиотека Сибирского федерального университета
- <http://www.consultant.ru>. Консультант Плюс

## Раздел 2 Информационно-измерительная техника и электроника

### 2.1 Измерения. Средства измерений

### 2.2 Полупроводниковые приборы (диод, стабилитрон, транзисторы, тиристор, светодиод, фотодиод)

- 2.3 Усилители. Операционный усилитель. Схемы на операционных усилителях  
2.4 Цифровые устройства

*Основная литература:*

1. Белов, Николай Витальевич. Электротехника и основы электроники [Текст] : учебное пособие / Н. В. Белов, Ю. С. Волков. - СПб. : Лань, 2012. - 432 с. (12 экз.).
2. Иванов, Иван Иванович. Электротехника и основы электроники [Текст] : учебник.; рекомендовано УМО по университетскому политехническому образованию / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. - 7-е изд., испр. и доп. - СПб. : Лань, 2012. - 736 с. (12 экз.).

*Дополнительная литература*

1. Л.В. Усс и др. Общая электротехника с основами электроники М. ВШ, 1990 – 415 с.
2. Электротехника и электроника. Учеб. для вузов / Под ред. В.Г. Герасимова – М.: Энергоатомиздат, 1996 – 288 с.
3. Электротехника и основы электроники: методические указания и контрольные задания для студентов заочных строительной и химико-технической специальностей вузов / Г.Н. Глушков, П.А. Фукс – М.: ВШ, 1990 – 128 с.: ил.
4. Рекус Г.Г., Белоусов А.И. Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники: Учеб. пособие для вузов. М.: Высш. шк., 2001. – 416 с.
5. Сборник задач по электротехнике и основам электроники под ред. В.Г. Герасимова М.: ВШ, 1987.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

*Интернет – ресурсы*

10. [http://www.edu.ru/modules.php?cid=1474&l\\_op=viewlink&name=Web\\_Links](http://www.edu.ru/modules.php?cid=1474&l_op=viewlink&name=Web_Links) – Электротехника
  11. <http://electrono.ru> – электротехника
  12. <http://electricalschool.info/spravochnik/electroteh/> – школа для электрика
  13. <http://elektro-tex.ru> – электротехника
  14. <http://bourabai.ru/toe/> – Теоретические основы электротехники и электроники
  15. <http://www.eleczon.ru/ucheba/osnovi.html> – основы электротехники и электроники
  16. <http://catalog.sfu-kras.ru/>
  17. <http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
  18. [bik@sfu-kras.ru](mailto:bik@sfu-kras.ru). Научная библиотека Сибирского федерального университета
- <http://www.consultant.ru>. Консультант Плюс

**Раздел 3 Электроэнергетические системы и сети**

- 3.1 Электроэнергетические системы и электрические сети
- 3.2 Анализ и расчет режимов распределительных электрических сетей
- 3.3 Управление режимами распределительных электрических сетей
- 3.4 Проектирование распределительных электрических сетей

*Основная литература:*

1. Лыкин А.В. Электрические системы и сети. Учебное пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002.
2. Герасименко, Федин. Передача и распределение электрической энергии.

3. Правила устройства электроустановок. – Спб: ДЕАН, 2002.

*Дополнительная литература:*

1. Электрические системы. Электрические сети. Учебник для электроэнерг. спец.вузов/В.А.Веников, А.А.Глазунов, Л.А.Жуков и др.: Под ред. В.А.Веникова, В.А.Строева, – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 1998.
2. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
3. Справочник по проектированию электроэнергетических систем/В.В.Ершевич, А.Н.Зейлигер, Г.А.Илларионов и др.; Под ред. С.С.Рокотяна и И.М.Шапиро, - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
4. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочник материала для курсового и дипломного проектирования: Учебное пособие для вузов, - 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
5. Методы оптимизации режимов энергосистем/В.М.Горнштейн, Б.П.Мирошниченко А.В.Пономарев и др.; Под ред. В.М.Горнштейна. – М.: Энергия, 1981.
6. Веников В.А. и др. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: Учебник для вузов/ В.А.Веников, В.Г.Журавлев, Т.А.Филиппова. – М.: Энергоиздат, 1981.
7. Идельчик В.И. Расчеты и оптимизация режимов электрических сетей и систем. М.: Энергоатомиздат, 1988.
8. Блок В.Н. Электрические сети и системы: Учеб. пособие. – М.: высшая школа, 1986. – 430 с.: ил.
9. Толстихина Л.В. Проектирование электрической части подстанций: Учебное пособие: Красноярск: КГТУ, 2002.
10. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору оборудования/Под ред. Б.Н.Неклепаева – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2000.
11. Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях: Учебное пособие для электроэнергетических специальностей/В.В.Ежков, Г.З.Зарудский, Э.Н.Зуев и др.; Под ред. В.А.Строева. – М.: Высш.шк., 1999

#### **Раздел 4 Энергосбережение и энергоаудит**

- 4.1 Нормативно-правовая база энергосбережения
- 4.2 Практические вопросы энергосбережения в области электроэнергетических систем и сетей

##### *Основная литература*

1. Андрижиевский, А. А. Энергосбережение и энергетический менеджмент : учеб. пособие / А. А. Андрижиевский, В. И. Володин. - Минск : Высш. шк., 2005. - 294 с.
2. Самойлов, М. В. Основы энергосбережения : учеб. пособие / М. В. Самойлов, В. В. Паневчик, А. Н. Ковалев. - Минск : БГЭУ, 2002. -198 с.
3. Хрестоматия энергосбережения : справ. изд-е : в 2 кн. / под ред. В. Г. Лисиенко. - М. : Теплоэнергетик, 2002. - 688 с.
4. Брызгалов, В. И. Гидростанции : учеб. пособие / В. И. Брызгалов, Л. А. Гордон. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2002. - 541 с.
5. Веников, А. А. Энергосберегающая технология народного хозяйства : в 5 кн. : практ. пособие / А. А. Веников ; под ред. В. А. Веникова. Кн. 5. Экономия электроэнергии на промышленных предприятиях / Т. В. Анчарова, С. И. Гамазин, В. В. Шевченко. - М. : Высш. шк., 1990. - 143 с.
6. Веников, А. А. Энергосберегающая технология народного хозяйства : в 5 кн. : практ. пособие / под ред. В. А. Веникова. Кн. 1. Снижение технологического расхода

энергии в электрических сетях / Д. А. Арзамасцев, А. В. Липес. - М. : Высш. шк., 1989. - 127 с.

7. Веников, А. А. Энергосберегающая технология народного хозяйства : в 5 кн. : практ. пособие / А. А. Веников ; под ред. В. А. Веникова. Кн. 3. Надежность и эффективность сетей электрических систем / Ю. А. Фокин. - М. : Высш. шк., 1989. - 151 с.

8. Веников, А. А. Энергосберегающая технология народного хозяйства : в 5 кн. : практ. пособие / А. А. Веников ; под ред. В. А. Веникова. Кн. 4. Потребление электрической энергии - надежность и режимы / В. В. Михайлов, М. А. Поляков. - М. : Высш. шк., 1989. - 143 с.

9. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения : учеб. пособие / В. В. Стафиевская, А. М. Велентеенко, В. А. Фролов. - Красноярск : ИПК СФУ, 2008. - 431 с. - (Методы и средства энерго- и ресурсосбережения : УМКД № 10-2007 / рук. творч. коллектива В. В. Стафиевская).

10. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения : терминологический словарь / сост. : В. В. Стафиевская, А. М. Велентеенко, В. А. Фролов. - Красноярск : ИПК СФУ, 2008. - 107 с. - (Методы и средства энерго- и ресурсосбережения : УМКД № 10-2007 / рук. творч. коллектива В. В. Стафиевская).

#### Дополнительная литература

1. Данилов, Н. И. Основы энергосбережения : учеб. / Н. И. Данилов, Я. М. Щелоков ; под общ. ред. Н. И. Данилова. - Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ - УПИ, 2007. - 346 с.

2. Сибикин, Ю. Д. Технология энергосбережения : учеб. / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. - М. : ФОРУМ ; ИНФРА-М, 2006. - 352 с.

3. Данилов, Н. И. Энергосбережение для всех / Н. И. Данилов, Я. М. Щелоков. - Екатеринбург : Уралэнерго-Пресс., 2004. - 120 с.

4. Данилов, Н. И. Энциклопедия энергосбережения / Н. И. Данилов, Я. М. Щелоков. - Екатеринбург : ИД «Сократ», 2004. - 368 с.

5. Губин, В. Е. Малоотходные и ресурсосберегающие технологии в энергетике / В. Е. Губин, С. А. Косяков. - Томск : Изд-во НТЛ, 2002. - 252 с.

6. Нормативно-правовая база энергообеспечения и энергосбережения в Томской области (1997-2001 гг) : сб. документов. - Томск, 2001. - 216 с.

7. Лукутин, Б. В. Энергоэффективность преобразования и транспортировки электроэнергетики : учеб. пособие / Б. В. Лукутин. - Томск : Изд-во «Курсив», 2000. - 130 с.

8. Справочник для экспертов по энергосбережению. Нормативная база / сост. : С. В. Весновская, С. А. Воприков, А. Б. Гвоздецкий, Е. В. Зыль, Г. П. Игнатович, О. В. Кокрева, Б. А. Мартынов, Г. Т. Пастухова, Г. А. Росс, В. А. Фролов ; под ред. Б. А. Мартынова. - Красноярск : АО «Компьютерные технологии», 2000. - 291 с.

9. Справочник для экспертов по энергосбережению. Проведение энергетических обследований / сост. : А. Б. Гвоздецкий, Е. В. Зыль, Г. П. Игнатович, О. В. Кокарева, Б. А. Мартынов, Г. Т. Пастухова, Г. А. Росс, А. А. Клецов, Н. Н. Сочнев, Н. Б. Пронина, В. А. Фролов ; под ред. Б. А. Мартынова. - Красноярск : АО «Компьютерные технологии», 2000. 261 с.

10. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения : метод. указания к практ. занятиям / В. В. Стафиевская, А. М. Велентеенко, В. А. Фролов. - Красноярск : ИПК СФУ, 2008. - (Методы и средства энерго- и ресурсосбережения : УМКД № 10-2007 / рук. творч. коллектива В. В. Стафиевская).

11. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения : метод. указания по лаб. работам / сост. : В. В. Стафиевская, А. М. Велентеенко, В. А. Фролов. - Красноярск :



ИПК СФУ, 2008. - 64 с. - (Методы и средства энерго- и ресурсосбережения : УМКД № 10-2007 / рук. творч. коллектива В. В. Стафиевская).

12. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения : метод. указания по самостоятельной работе / сост. : В. В. Стафиевская, А. М. Велентеенко, В. А. Фролов. - Красноярск : ИПК СФУ, 2008. - (Методы и средства энерго- и ресурсосбережения : УМКД № 10-2007 / рук. творч. коллектива В. В. Стафиевская).

23. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения : организац.-метод. указания / сост. : В. В. Стафиевская, А. М. Велентеенко, В. А. Фролов. -Красноярск : ИПК СФУ, 2008. - (Методы и средства энерго- и ресурсосбережения : УМКД № 10-2007 / рук. творч. коллектива В. В. Стафиевская).

## **Раздел 5 Электробезопасность**

5.1 Действие электрического тока на организм человека

5.2 Анализ опасности поражения электрическим током

5.3 Защитные меры, применяемые в электроустановках

5.4 Электрозащитные средства

5.5 Организация безопасного производства работ в электроустановках

### *Основная литература:*

1. Безопасность жизнедеятельности: Курс лекций для студентов специальности 140.211.65(100400) и направления 100200.62 Электроэнергетика для дневной и заочной формы обучения. / Л.Л. Латушкина Красноярск, КГТУ, 2005, 159 с. – 100 экз.
2. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках. Методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 100400 «Электроснабжение», / Сост. Л.Л. Латушкина, КГТУ, Красноярск, 2003г, 32 с. – 100 экз.
3. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках, 28 с.. Методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 100400 «Электроснабжение», / Сост. Л.Л. Латушкина, КГТУ, Красноярск, 2003г. – 100 экз.
4. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в электроснабжении: курс лекций / Л. Л. Латушкина. – Абакан: Сиб. федер.ун-т; ХТИ – Филиал СФУ, 2008. – 184 с. – 100 экз.

## **Раздел 6 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем**

6.1 Назначение и принцип действия устройств релейной защиты

6.2 Токовые защиты электрических сетей

6.3 Устройства автоматики электрических сетей

6.4 Защита и автоматика электрических сетей напряжением до 1 кВ

6.5 Защита и автоматика элементов электрических станций, подстанций и потребителей электроэнергии

### *Основная литература*

1. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. - М.: Высшая школа, 2006.
2. Овчаренко Н.И. Аппаратные и программные элементы автоматических устройств энергосистем. – М.: НЦ ЭНАС, 2004.
3. Басс Э.И., Дорогунцев В.Г. Релейная защита электроэнергетических систем. – М.: Термика-М, 2005.

4. Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики и распределительных сетей: Монография. – СПб.: ПЭИПК, 2003.

#### Интернет-ресурсы

8. Консультант плюс [Электронный ресурс]: электронная система. – Режим доступа : <http://www.consultant.ru/>.

### Раздел 7 Стажировка

Дополнительная профессиональная программа «Электроэнергетика. Электроэнергетические системы и сети» реализуется частично в форме стажировки. Стажировка осуществляется в целях изучения передового опыта, а также с целью закрепления теоретических знаний, полученных при освоении программы профессиональной переподготовки.

Содержание стажировки предполагает совершенствование профессиональных компетенций в процессе практической деятельности и определяется индивидуально с каждым слушателем.

Срок стажировки определен исходя из цели освоения программы и составляет 50 часов.

### 7 Оценочные материалы

№ п/п	Формы контроля	Процедура оценки, используемые оценочные материалы
1	Текущий контроль	Зачетные и экзаменационные примерные контрольные вопросы разделов 1-5.
2	Итоговая аттестация	Защита выпускной квалификационной работы

#### 7.1 Текущий контроль

##### *Вопросы к зачету по разделу 1. Электротехника и основы электроники*

1. Закон Ома для участка цепи.
2. Электрическая мощность в цепи постоянного тока, баланс мощностей в простейшей цепи.
3. Режим работы электрической цепи: номинальный, согласованный, холостого хода, короткого замыкания.
4. Законы Кирхгофа.
5. Расчет смешанной цепи с одной ЭДС путем последовательного упрощения.
6. Преобразование треугольника сопротивлений в эквивалентную звезду при отсутствии источников ЭДС.
7. Преобразование трехлучевой звезды сопротивлений к эквивалентному треугольнику.
8. Применение законов Кирхгофа для расчета сложных цепей.
9. Расчет электрических цепей методом наложения.
10. Метод узлового напряжения.
11. Метод эквивалентного генератора.
12. Основные величины, характеризующие синусоидальные функции времени: период, частота, начальная фаза, сдвиг фаз, действующее и среднее значения синусоидальных токов и напряжений.
13. Закон Ома для цепи с активной нагрузкой при синусоидальном напряжении источника. Активная мощность.
14. Индуктивная нагрузка в цепи переменного тока. Индуктивное сопротивление. Реактивная мощность.

15. Емкостная нагрузка в цепи переменного тока. Емкостное сопротивление. Реактивная мощность.
16. Цепь с R и L. Полное сопротивление. Активная мощность. Реактивная мощность.
17. Цепь с R и C. Полное сопротивление. Треугольники напряжений, сопротивлений и мощностей.
18. Последовательное соединение активных и реактивных сопротивлений. Векторная диаграмма.
19. Параллельное соединение электроприемников.
20. Резонанс напряжений.
21. Резонанс токов.
22. Законы Кирхгофа в комплексной форме

**Вопросы к зачету по разделу 2. Информационно-измерительная техника и электроника**

1. Термoeлектрические датчики температуры. Схемы включения.
2. Термометры сопротивления проволочные и полупроводниковые. Четырехпроводная схема включения.
3. Измерение деформаций. Схемы включения тензорезисторов.
4. Потенциометрические датчики.
5. Емкостные датчики.
6. Индуктивные датчики.
7. Трансформаторные (взаимноиндуктивные) датчики.
8. Гальваномангнитные датчики Холла.
9. Датчики скорости вращения.
10. Инкрементальные оптические энкодеры. Абсолютные оптические энкодеры
11. Полупроводниковые диоды. Стабилитроны. Диоды Шотки.
12. Тиристоры. Симисторы.
13. Биполярные транзисторы. Схемы включения.
14. Полевые транзисторы.
15. Операционные усилители. Допущения при идеализации ОУ.
16. Инвертирующий и неинвертирующий усилители на основе ОУ. Повторитель напряжения.
17. Сумматор напряжения (инвертирующий сумматор на ОУ).
18. Вычитающий усилитель на ОУ.
19. Интегратор (инвертирующий интегратор на ОУ).
20. Аналоговый компаратор. Триггер Шмидта на ОУ.
21. Логические элементы (вентили И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ, Исключающее ИЛИ).
22. Комбинационные цифровые устройства. Шифратор. Дешифратор.
23. R-S- триггеры. D- триггеры. Параллельные регистры.
24. Полупроводниковые и жидкокристаллические индикаторы.
25. Аналого-цифровые преобразователи. Цифро-аналоговые преобразователи.
26. Управляемые выпрямители.

**Вопросы к зачету по разделу 3. Электроэнергетические системы и сети**

1. Требования к электрическим сетям
2. Классификация электрических сетей
3. Основные элементы воздушных ЛЭП

4. Статические характеристики потребления активной и реактивной мощностей по частоте и напряжению
5. Классификация опор ВЛ
6. Конструктивное выполнение силовых трансформаторов
7. Кабельные линии
8. Схемы замещения воздушных и кабельных линий
9. Схемы замещения двухобмоточных и трехобмоточных трансформаторов
10. Конструктивное выполнение, параметры и схема замещения автотрансформаторов
11. Электрические нагрузки и их графики
12. Статические характеристики нагрузки по напряжению и частоте
13. Схемы замещения электрических нагрузок
14. Режимы нейтралей электрических сетей
15. Натуральная мощность и пропускная способность ЛЭП
16. Падение напряжения и потеря напряжения
17. Выработка реактивной мощности на электростанциях
18. Баланс активных мощностей в энергосистеме
19. Баланс реактивных мощностей в энергосистеме
20. Первичное регулирование частоты в энергосистеме
21. Регулирование частоты в энергосистеме методом ведущей станции по частоте
22. Вторичное регулирование частоты в энергосистеме
23. Понятие лавины частоты и лавины напряжения
24. Компенсация реактивной мощности с помощью конденсаторных батарей
25. Компенсация реактивной мощности с помощью СК и СД
26. Компенсация реактивной мощности с помощью шунтирующих реакторов
27. Статические тиристорные компенсаторы

#### ***Вопросы к экзамену по разделу 4 Энергосбережение и энергоаудит***

1. Классификация энергоресурсов
2. Мировой опыт энергосбережения
3. Энергетическая политика России
4. Нормативно-правовая и техническая база государственной энергосберегающей политики
5. Нетрадиционные источники энергии
6. Влияние качества электроэнергии на энергосбережение
7. Учет электроэнергии
8. Учет тепловой энергии и теплоносителей
9. Методики энергетических обследований
10. Проведение энергетических обследований
11. Энергетические паспорта

#### ***Вопросы к экзамену по разделу 5 Электробезопасность***

1. Что такое защитное заземление? Каковы причины его сооружения.
2. В каких установках обязательно сооружение заземления?
3. Каким образом выполняется заземление?
4. Что может, взято в качестве естественных заземлителей?
5. Перечислите достоинства и недостатки применения естественных заземлителей.
6. Когда можно не сооружать искусственные заземлители?
7. Как определить сопротивление фундамента, как естественного заземлителя?
8. Что применяют в качестве искусственных заземлителей?

9. Каковы допустимые величины  $R_3$  для установок выше 1000 В.
10. То же, для установок ниже 1000 В.
11. Что такое ток замыкания на землю?
12. Как определяется  $I_3$  в сетях с изолированной нейтралью?
13. То же в сетях с эффективно-заземленной нейтралью?
14. В каких пределах должно быть  $R_3$  у по отношению к  $R_3$  доп?
15. Чем объяснить различие требований к расчету защитного заземления в ЭУ с изолированной и с заземленной нейтралью?
16. Чем конструктивно отличается заземляющее устройство в установках с изолированной и заземленной нейтралью?
17. В чем заключается расчет сопротивления ЗУ по методу коэффициента использования?
18. Когда учитывается многослойность земли при расчете сопротивления заземляющего устройства и как? Чем это объяснить?
19. От чего зависит сопротивление сетчатого заземлителя?
20. От чего зависит допустимое напряжение прикосновения ?
21. От чего зависит расчетная длительность воздействия тока замыкания на землю?
22. Каковы допустимые нормы для напряжения на заземлителе?
23. Каковы условия попадания человека под напряжение?
24. Как влияет удаленность человека от заземлителя на:
  - а)напряжение шага;
  - б)напряжение прикосновения?
25. Что такое "напряжение шага" ?
26. Что такое "напряжение прикосновения" ?
27. Как рассчитывается "напряжение шага" ?
28. По какому закону распределяется потенциал при одиночном заземлителе ?
29. В каком случае групповой заземлитель эффективнее ?
30. Как зависит шаговое напряжение от величины шага ?

**Вопросы к зачету по разделу 6 Релейная защита и автоматизация  
электроэнергетических систем**

1. Назначение релейной защиты и автоматики в системах электроснабжения
2. Элементы и функциональные части релейной защиты и автоматики
3. Функции релейной защиты и автоматики и основные требования, предъявляемые к этим устройствам
4. Основные принципы действия релейной защиты и автоматики
5. Классификация реле.
6. Токовая отсечка. Назначение, принцип выполнения, достоинства, недостатки.
7. Максимальная токовая защита. Назначение, принцип выполнения, достоинства, недостатки.
8. Вторая ступень токовой защиты - токовая отсечка с выдержкой времени.
9. Токовая направленная защита. Назначение, принцип выполнения, достоинства, недостатки.
10. Схемы включения реле направления мощности.
11. Принцип действия, основные органы и выбор параметров токовой направленной защиты и токовой направленной защиты нулевой последовательности.
12. Дистанционная защита. Назначение, принцип выполнения, достоинства, недостатки.

13. Схемы и выбор параметров срабатывания дистанционной защиты.
14. Токовая ступенчатая защита, ее составляющие. Пример.
15. Назначение и виды дифференциальных защит.
16. Особенности реле дифференциальной защиты трансформаторов на примере реле РНТ-565.
17. Особенности реле дифференциальной защиты трансформаторов на примере реле ДЗТ-11.
18. Особенности реле дифференциальной защиты трансформаторов на примере реле РСТ-15.
19. Особенности и принцип действия полупроводниковых реле тока (на примере РСТ-80АВ)
20. Особенности и принцип действия индукционных реле тока (на примере РТ-80)
21. Особенности и принцип действия электромагнитных реле тока (на примере РТ-40)
22. Устройства автоматической частотной разгрузки. Принцип действия и основные требования.
23. Устройства автоматического повторного включения. Принцип действия и основные требования.
24. Устройства автоматического включения резерва. Принцип действия и основные требования.
25. Принцип действия и основные требования к автоматическим регуляторам возбуждения синхронных генераторов.
26. Регулирование напряжения и реактивной мощности в системах электропитания устройствами автоматического регулирования возбуждения.
27. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики.

## 7.2 Итоговая аттестация

Требования к оформлению и изложению выпускной квалификационной работы

### *Общие требования*

Текстовые документы выполняют печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210x297 мм), шрифтом Times New Roman 14 размера, межстрочный интервал принимают полуторный. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту документа и равен пяти знакам (12,5 мм).

Текст печатают на листах (без рамки) с соблюдением следующих размеров полей: левого – 30 мм; верхнего и нижнего – 20 мм; правого – 10 мм.

### *Нумерация страниц*

Страницы текстового документа нумеруют арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему документу. На листах без рамки номер страницы проставляют в центре нижней части листа. Титульный лист текстового документа включают в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

### *Изложение текста*

Текст должен быть четким, не допускающим различных толкований, логически последовательным, необходимым и достаточным для понимания сути документа (темы).

В тексте следует применять научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

Рекомендуется использовать сокращения слов, установленные соответствующими стандартами (буквенные аббревиатуры, условные графические сокращения по начальным буквам и частям слов, сложносокращенные слова).

Объем ВКР – 25-30 стр.

Примерная структура выпускной квалификационной работы (ВКР):

- титульный лист;
- задание на аттестационную работу;
- реферат;
- содержание;
- список сокращений, условных обозначений, символов, терминов (при необходимости);
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

## 8 Литература

Основная и дополнительная литература отражена после каждого раздела программы. Список электронных информационных ресурсов представлен ниже.

*Электронные информационные ресурсы, библиотеки и базы данных:*

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронная система. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, локальная сеть ХТИ – филиала СФУ.
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]: электронная библиотека. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>
3. [www.ie.boom.ru](http://www.ie.boom.ru)
4. [www.libertarium.ru](http://www.libertarium.ru)
5. [http://portal.tolgas.ru/edt/ef\\_eo/edt4399/index.htm?e=4399&sc=1784](http://portal.tolgas.ru/edt/ef_eo/edt4399/index.htm?e=4399&sc=1784).
6. <http://document-ved.ru>

Согласовано:

Начальник отдела по НМСиДО

 Т. Н. Плотникова

Зав. кафедрой ЭЭ

 Г. Н. Чистяков

Разработчик

 А. С. Торопов