

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

Электроэнергетические системы и сети Б1.В.ОД.11

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: 2018

**Автор(ы):** Ахметшин Р.С.

**Рецензент(ы):** Илюхин А.Н.

### **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.

Набережные Челны  
2019

## 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. (доцент) Ахметшин Р.С. (Кафедра электроэнергетики и электротехники, Отделение информационных технологий и энергетических систем), RSAhmetshin@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-5	готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности
ПК-6	способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности
ПК-9	способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные параметры элементов электроэнергетической системы и сетей, а также ознакомление с выбором оптимальных параметров элементов и их схем.

- основные категории, понятия и термины отрасли;

- перспективы развития электроэнергетических систем электроснабжения.

Уметь: определять параметры схем замещения и режимов работы оборудования ; рассчитывать установившиеся режимы; выбирать средства регулирования на?пряжения в электроэнергетических системах электроснабжения; рассчитывать технико-экономические показатели вариантов и выбрать рациональный вариант;

Владеть: навыками разработки чертежей, использования справочной, научно-технической и специальной литературой, анализа и оценки результатов расчетов режимов работы электростанций и подстанций в электроэнергетических системах

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.11 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника (Электроснабжение)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 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 9 зачетных(ые) единиц(ы) на 324 часа(ов).

Контактная работа - 144 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 54 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 144 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре; экзамен в 6 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. Общие сведения о развитии электрических сетей и систем.	5	2	0	4	14
2.	Тема 2. Потребление электроэнергии; электрические нагрузки по отраслям и регионам конструктивном исполнении воздушных линий как элементов электрических сетей	5	8	4	8	16
3.	Тема 3. Линии электропередач кабельные воздушные; конфигурации сетей, назначение; параметры	5	2	4	8	16
4.	Тема 4. Характеристики и параметры узлов нагрузок электрической сети	5	8	4	4	14
5.	Тема 5. Расчет установившихся режимов электрических сетей с одним и двумя источниками питания	5	8	2	4	14
6.	Тема 6. Анализ устойчивости режимов электрических сетей	5	8	4	8	16
7.	Тема 7. Пожарная безопасность электроустановок	6	2	0	2	4
8.	Тема 8. Нормативные документы по охране труда при эксплуатации электроустановок	6	2	2	0	4
9.	Тема 9. Расчет схем внешнего электроснабжения; внутренние сети предприятий	6	2	2	2	10
10.	Тема 10. Основы регулирования напряжения в электрической сети; компенсаторы	6	2	4	4	10
11.	Тема 11. Основные технико-экономические расчеты и показатели электрических сетей	6	4	4	4	8
12.	Тема 12. Выбор основных параметров электрических сетей при проектировании	6	2	4	2	8
13.	Тема 13. Механическая часть линий электропередач; конструкции	6	4	2	4	10
	Итого		54	36	54	144

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Общие сведения о развитии электрических сетей и систем.

1. Общие сведения об электрических сетях и системах. Классификация электрических сетей. Графическое изображение электрических сетей. Номинальное напряжение. Режимы нейтралей электрических сетей.

Энергетическая система (энергосистема) - совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей, соединенных между собой и связанных общностью режимов в непрерывном процессе производства, преобразования, передачи и распределения электрической и тепловой энергии при общем управлении этим режимом.

Электрическая часть энергосистемы - совокупность электроустановок электрических станций и электрических сетей энергосистемы.

Электроэнергетическая система - электрическая часть энергосистемы и питающиеся от неё приемники электрической энергии, объединенные общностью процесса производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

Система электроснабжения - совокупность электроустановок, предназначенных для обеспечения потребителей электрической энергией.

Электрическая подстанция - электроустановка, предназначенная для преобразования и распределения электрической энергии.

Электрическая сеть - совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных и кабельных линий электропередачи, работающих на определенной территории [ПУЭ, 7 изд.; ПТЭЭП, 2003].

Назначение: 1)обеспечение транспорта электрической энергии от источников энергии к потребителям с использованием нескольких ступеней напряжения; 2)объединение электростанций в энергосистему.

Электрические сети классифицируются по различным признакам:

1 По роду тока - на электрические сети постоянного и переменного тока, а сети переменного тока - на однофазные и трехфазные.

2 По номинальному напряжению - на электрические сети низкого (НН - до 1 кВ), среднего (СН - 6, 10 и 35 кВ), высокого (ВН - 110, 150 кВ) и сверхвысокого (СВН - 220, 330, 500, 750 и 1150 кВ) напряжения.

3 По месту расположения и характеру потребителей - на:

1)городские электрические сети, расположенные на территории города;

2)сельские электрические сети, расположенные в сельской местности;

3)промышленные электрические сети, являющиеся сетями промышленных предприятий; 4)системные электрические сети, предназначенные для передачи энергии внутри энергосистемы; 5)межсистемные электрические сети, по которым передается транзитная мощность между энергосистемами; частично указанная мощность может потребляться внутри данной энергосистемы.

4 По выполняемым функциям - на системообразующие, питающие и распределительные электрические сети.

5 По конфигурации различают разомкнутые и замкнутые электрические сети.

## **Тема 2. Потребление электроэнергии; электрические нагрузки по отраслям и регионам конструктивном исполнении воздушных линий как элементов электрических сетей**

Параметры элементов электрической системы. Активное и индуктивное сопротивления линий электропередачи, активная и емкостная проводимость воздушных и кабельных ЛЭП.Схемы замещения трансформаторов, автотрансформаторов и трансформаторов с расщепленной обмоткой НН. Определение параметров (авто)трансформаторов Электрические нагрузки и их графики в электроэнергетических сетях. Моделирование трансформаторов П- образными схемами замещения.

## **Тема 3. Линии электропередач кабельные воздушные; конфигурации сетей, назначение; параметры**

Потери электрической энергии в линиях и трансформаторах, Пути снижения потерь электрической энергии.Расчеты и анализ режимов работы электрических сетей. Схемы электрических сетей и систем. Линейные и нелинейные уравнения установившихся режимов. Анализ режимов работы ЛЭП с помощью векторных диаграмм.

## **Тема 4. Характеристики и параметры узлов нагрузок электрической сети**

4. Одной из первых и основополагающих частей проекта электроснабжения объекта является определение ожидаемых электрических нагрузок на всех ступенях электрических сетей. От характера нагрузки и ее уровня зависят требования, предъявляемые к электрической сети, технические характеристики элементов электрических сетей - сечения и марки проводников, мощности и типы трансформаторов, электрических аппаратов и другого электротехнического оборудования. Потребители электроэнергии различны по своему характеру: промышленные предприятия, жилые дома, коммунально-бытовые учреждения, электротранспорт, с/х потребители и т.д. Самый распространенный вид потребителей - АД. Они различаются по мощности, всегда потребляют реактивную мощность. Синхронные двигатели (СД) генерируют реактивную мощность. Коммунально-бытовая нагрузка - освещение, нагревательные приборы и т.д. Потребление электрической энергии на бытовые нужды растёт (вследствие увеличения числа двигателей пылесосов, стиральных машин, электробритв, а также телевизоров, кондиционеров, холодильников). Всё это приводит к увеличению потребления реактивной мощности. Растёт удельный вес специальных видов нагрузки - выпрямительной и инверторной, нагрузки электрохимии и электрометаллургии. Существенную часть в потреблении электрической энергии составляют потери в сетях. Характерный примерный состав комплексной нагрузки, %: Мелкие АД-34%, крупные АД-14, освещение-25%, выпрямители, инверторы, печи, нагревательные приборы-10%, синхронные двигатели-10%, потери в сетях 7-9%. Расчет режима линий электропередачи при заданной мощности нагрузки, а) задано напряжение в конце линии; б) задано напряжение вначале линии. Расчеты линии с равномерно распределенной нагрузкой. Расчет разомкнутой сети.

## **Тема 5. Расчет установившихся режимов электрических сетей с одним и двумя источником питания**

5. Основной целью расчетов режимов является определение их параметров, характеризующих условия, в которых работают оборудование сетей и потребители.

Результаты расчетов режимов сетей являются основой для оценки качества электроэнергии, выдаваемой потребителям, допустимости рассматриваемых режимов с точки зрения работы оборудования сети, а так же выявления оптимальных условий электроснабжения потребителей.

Исходными данными при расчетах режимов электрических сетей являются известные мощности потребительских подстанций, величины напряжения источников питания или подстанций систем, получающих энергию по электрическим сетям от электростанций, а также параметры и взаимосвязь элементов сетей, на основе которых составляется расчетная схема замещения. При этом учитываются характерные особенности сети и назначение расчетов, которые могут быть проектными или эксплуатационными.

Расчеты режимов электрической сети практически ведутся методом последовательных приближений.

Анализ режима местных сетей здесь ограничивается первым приближением - определением наибольших потерь напряжения при условии, что напряжение во всех узловых точках сети равно номинальному. Режим районных сетей рассчитывается в два этапа: на первом этапе находятся распределение мощностей и их потери; второе приближение позволяет определить напряжение на шинах нагрузочных подстанций, если задано напряжение источника питания. При проведении расчетов второго этапа в большинстве случаев ограничиваются последовательным определением потерь напряжения по участкам сети, начиная от узловой точки, где задано напряжение.

Иногда перед выполнением расчетов бывает целесообразно упростить схему замещения сети: найти расчетную нагрузку подстанций, объединить несколько источников питания в один, перенести промежуточные нагрузки, выполнить эквивалентные преобразования сети произвольной конфигурации с несколькими источниками питания, заменив их одним источником напряжения, сохраняя неизменным режим остальной сети.

Регулирование частоты в электроэнергетической системе. Баланс активной мощности и его связь с частотой. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Потребители реактивной мощности, их характеристика. Виды применяемых компенсирующих устройств.

### **Тема 6. Анализ устойчивости режимов электрических сетей**

Пропускная способность линий электропередач. Методы и способы повышения пропускной способности. Проверка сечения проводов и кабелей по условиям допустимого нагрева. Выбор аппаратов защищающих сеть от перегрева. Алгоритм выбора номинального тока защищающего аппарата и сечения проводника в сетях до 1 кВ.

### **Тема 7. Пожарная безопасность электроустановок**

Из общего числа пожаров, происходящих от используемого электрооборудования, по Данным статистики, возникает от коротких замыканий, 33,5% - от перегрева горючих материалов и предметов, находящихся вблизи оставленных без присмотра электронагревательных приборов, 12% - от перегрузки проводов, кабелей, обмоток электромашин и аппаратов, 4,5% - от оборудования больших переходных сопротивлений, 3,5% - от искрения и электрической дуги, 3% - от нагрева строительных конструкций при выносе (переходе) из них напряжения и др.

Из этих данных видно, что наиболее часто причинами пожаров от электроустановок являются токи короткого замыкания и нарушение противопожарного режима.

Коротким замыканием называется всякое не предусмотренное нормальными условиями работы замыкание через очень малое сопротивление различных фаз между собой, а в системах с заземленной нейтралью, кроме того, замыкание одной или нескольких фаз на землю или нулевой провод. При возникновении короткого замыкания общее сопротивление электрической сети резко уменьшается, что приводит к увеличению токов в ее ветвях по сравнению с токами нормального режима, снижению напряжения, которое особенно велико вблизи места короткого замыкания, и быстрому выделению большого количества тепла.

Основными причинами возникновения коротких замыканий являются: нарушения изоляции, вызванные перенапряжениями, прямыми ударами молнии, старением изоляции и механическими повреждениями; попадание на неизолированные участки проводов токовпроводящих предметов; воздействие химически активных веществ, пыли и сырости; недостаточно тщательный уход за электрооборудованием.

Особенности расчетов грозозащитных тросов, грозозащита ВЛ.

Заземляющие устройства объектов; нормативные параметры ЗУ

### **Тема 8. Нормативные документы по охране труда при эксплуатации электроустановок**

Краткие сведения по эксплуатации и монтажа воздушных линий. Конструктивные особенности кабелей всех напряжений. Кабельные ЛЭП. Конструкции опор всех типов и напряжений. Наиболее распространенные расположения проводов и тросов на опорах. Достоинства и недостатки деревянных, металлических и железобетонных опор.

### **Тема 9. Расчет схем внешнего электроснабжения; внутренние сети предприятий**

9. Выбор схемы и напряжения сети внешнего электроснабжения производится на основе технико-экономического сравнения возможных вариантов с учетом перспективы развития предприятия, чтобы осуществление первой очереди не приводило к большим затратам, связанным с последующим развитием.

При проектировании схемы электроснабжения промышленного предприятия следует учитывать потребность в электроэнергии всех потребителей района - городов и поселков, сельского хозяйства. Схема должна оптимизироваться с учетом интересов всех рассматриваемых потребителей.

Основным источником электроснабжения, как правило, являются энергетические системы. Исключение составляют предприятия с большим теплотреблением, для которых основным источником может являться ТЭЦ. При этом обязательно предусматривать связь ТЭЦ с энергосистемой, как правило, на напряжении 110 кВ и выше.

Общей тенденцией построения современных схем электроснабжения промышленных предприятий является применение глубоких вводов - максимальное приближение источников питания к электроустановкам предприятий, сведение к минимуму количества сетевых звеньев и ступеней трансформации, дробление ПС ВН при размещении предприятий на значительной территории.

Применяемые для внешнего электроснабжения промпредприятий напряжения зависят от напряжения электрических сетей энергосистемы в районе размещения предприятий и от их нагрузки.

Для электроснабжения предприятий с небольшой нагрузкой используются сети 10 кВ с питанием их от ближайших ПС 110 кВ энергосистемы; для электроснабжения средних и крупных предприятий, как правило, применяются сети 110 кВ, в отдельных случаях - 220-500 кВ.

Используются следующие основные схемы распределения электроэнергии:

главная понижающая ПС (ГПП) предприятия 220-500/110 кВ для распределения электроэнергии между ПС глубоких вводов (ПГВ) 110/10(6) кВ глубоких вводов; ГПП в отдельных случаях целесообразно совмещать с ПС энергосистемы, предназначенной для электроснабжения района;

ряд ПС 110/10(6) кВ, присоединяемых к сети 110 кВ системы;

ПГВ 220/10(6) кВ - для крупных предприятий с сосредоточенной нагрузкой.

подавляющее большинство крупных промышленных предприятий имеет потребителей 1-й и 2-й категорий, поэтому их внешнее электроснабжение осуществляется не менее чем по двум линиям. Предпочтительной является схема, при которой линии выполняются на отдельных опорах и идут по разным трассам (или каждая ПС питается по двум цепям, подвешенным на опорах разных двухцепных ВЛ). Выбор пропускной способности питающих линий производится таким образом, чтобы при выходе из работы одной из них оставшиеся обеспечивали питание приемников электроэнергии 1-й и 2-й категорий, необходимых для функционирования основных производств.

Выбор сечений по допустимой потере напряжения; из условия его равенства на всех участках линии; минимума потерь мощности; минимального расхода проводникового материала

#### **Тема 10. Основы регулирования напряжения в электрической сети; компенсаторы**

Регулирование напряжения - его намеренное изменение в целях технически допустимых условий работы системы электроснабжения или увеличения ее экономичности.

Задача регулирования напряжения - обеспечение нормальных технических условий и экономичности совместной работы электросетей и производственных механизмов. В сети каждой ступени трансформации напряжения, оно должно быть в соответствующих пределах.

Напряжение сети постоянно меняется вместе с изменением нагрузки, режима работы источника питания, сопротивления цепи. Отклонения напряжения не всегда находятся в интервалах допустимых значений.

Причинами этого являются:

- а) потери напряжения, вызываемые токами нагрузки (изменение активной мощности от минимального до максимального значения вызывает большие изменения потерь напряжения во времени),
- б) неправильный выбор сечений токоведущих элементов и мощности силовых трансформаторов,
- в) неправильно построенные схемы сетей.

Регулирование напряжения дает проведение следующих мероприятий:

1. Выбор средств регулирования, регулировочных диапазонов ступеней регулирования;
2. Выбор мощности и места установки регулирующих устройств в сети;
3. Выбор системы автоматического регулирования.

При этом надо выполнять технические требования и выбирать экономически выгодное решение. Задача регулирования напряжения обеспечивается регулируемыми и компенсирующими устройствами.

Вопросы регулирования напряжения должны решаться с вопросами баланса и распределения реактивной мощности, выбора компенсирующих устройств, повышения, повышения КПД сети в целом.

Методы и принципы регулирования напряжения. Регулирование напряжения на электростанциях.

Регулирование напряжения методом изменения потерь напряжения в сети. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности.

#### **Тема 11. Основные технико-экономические расчеты и показатели электрических сетей**

Электрооборудования, необходимые для сооружения и эксплуатации сети, а также некоторые удельные технико-экономические показатели, характеризующие обоснованность решений, принятых в процессе проектирования сети. К ним относятся:

- 1) капиталовложения на сооружение линий, подстанций и сети в целом (руб.);
- 2) ежегодные издержки по эксплуатации линий, подстанций и сети в целом (руб/год);
- 3) удельная себестоимость передачи электроэнергии по сети от шин заданного источника питания до шин вторичного напряжения (10 кВ) понижающих подстанций 35 - 220 кВ (коп/кВт×час);
- 4) потери активной мощности и потери электроэнергии в спроектированной сети, соответственно в кВт, кВт×ч/год, и в % от полезно отпущенной потребителям мощности и электроэнергии;

5) основные натуральные показатели сети, как-то: количество понижающих трансформаторов с разделением по номинальным напряжениям и мощностям; количество выключателей с разделением по номинальным напряжениям; количество километров проводов (по маркам и в однофазном исчислении); суммарная мощность компенсирующих устройств с разделением по типам и номинальным напряжениям.

При определении капиталовложений следует учитывать стоимость сооружения всех линий и подстанций спроектированной сети от шин заданного источника питания сети до шин 10 кВ подстанций включительно. При этом должны быть учтены стоимости электрооборудования конструктивной и строительной частей, а также стоимость строительно-монтажных работ. При оценке стоимости ячеек выключателей 10 кВ подстанции надо учитывать ячейки выключателей в цепях понижающих трансформаторов и автотрансформаторов, секционные выключатели и выключатели линий 10 кВ, отходящих от шин понижающих подстанций. Количество таких ячеек выключателей определяется, исходя из максимальной нагрузки подстанции и мощности, условно приходящейся на одну линию; так, при вторичном напряжении 10 кВ такой величиной может быть принято 1,5 - 2 МВт. Для одной наиболее крупной подстанции следует учесть стоимость сооружения щита районного диспетчерского управления, вспомогательных сооружений, масляного хозяйства, механической мастерской, гаража и т.д.

Эксплуатационные издержки также определяются с учетом всего указанного оборудования и стоимости потерь электроэнергии в сети в целом, от шин источника питания до шин вторичного напряжения понижающих подстанций. Следует помнить, что затраты на потери мощности и электроэнергии должны оцениваться с учетом региона сооружения сети.

Основные сведения о проектировании электрических сетей. Техничко-экономические показатели. (ТЭП), ТЭП сопоставление вариантов сооружения электрической сети. Дисконтирование затрат на сооружение и эксплуатацию сети.

### **Тема 12. Выбор основных параметров электрических сетей при проектировании**

Выбор вариантов сети с учетом надежности. Капитало-вложения на сооружение сети. Использование самонесущих изолированных проводов (СИП) в распределительных сетях

Выбор сечений по допустимой потере напряжения; из условия его равенства на всех участках линии; минимума потерь мощности; минимального расхода проводникового материала.

### **Тема 13. Механическая часть линий электропередач; конструкции**

Провода и грозозащитные тросы воздушных линий.

Опоры воздушных линий электропередачи.

Типы опор.

Материал опор.

Унификация опор.

Расположение проводов и тросов на опоре.

Расчет воздушных линий на механическую прочность. Удельные механические нагрузки на провода и тросы.

Основные причины повреждаемости ВЛ. Особенности расчета напряжений в сталеалюминовых проводах.

## **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 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "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 удаленного доступа к электронным образовательным ресурсам 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 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Контрольная работа	ПК-5	1. Общие сведения о развитии электрических сетей и систем.
2	Лабораторные работы	ПК-9 , ПК-6	2. Потребление электроэнергии; электрические нагрузки по отраслям и регионам конструктивном исполнении воздушных линий как элементов электрических сетей 3. Линии электропередач кабельные воздушные; конфигурации сетей, назначение; параметры
3	Письменная работа	ПК-6	5. Расчет установившихся режимов электрических сетей с одним и двумя источниками питания
	<b>Зачет</b>		
<b>Семестр 6</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Курсовая работа по дисциплине	ПК-9	10. Основы регулирования напряжения в электрической сети; компенсаторы
2	Тестирование	ПК-5	12. Выбор основных параметров электрических сетей при проектировании
3	Научный доклад	ПК-6	7. Пожарная безопасность электроустановок 8. Нормативные документы по охране труда при эксплуатации электроустановок
	<b>Экзамен</b>		

### 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 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
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 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.	1
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.	2
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.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		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 6</b>					
<b>Текущий контроль</b>					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
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.	1
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	2
Научный доклад	Тема полностью раскрыта. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Тема частично раскрыта. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Тема не раскрыта. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. 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 5**

**Текущий контроль**

**1. Контрольная работа**

Тема 1

1. Графическое изображение электрических сетей.
2. Требования к электрическим сетям, предъявляемые потребителям.
3. Активное и индуктивное сопротивления линий электропередачи и ее схема замещения.
4. Схемы замещения 2-х обмоточного трансформатора.
5. Схемы замещения 3-х обмоточного трансформатора.
6. Схемы замещения автотрансформатора.
7. Синхронные генераторы: назначение, типы, основные параметры и характеристики. Особенности конструкций.
8. Автоматическое регулирование возбуждения.
9. Синхронные компенсаторы. Использование турбогенераторов и гидрогенераторов в режиме синхронного компенсатора.
10. Включение генераторов на параллельную работу с электрической системой: способ точной синхронизации, способ самосинхронизации.

**2. Лабораторные работы**

Темы 2, 3

1. Изучение методов регулирования напряжения в электрической системе.
2. Исследование влияния емкости фаза-земля на соотношение реактивной мощности нагрузки.
3. Измерение сопротивление заземляющего устройства электроустановок.
4. Исследования работы стенда сигнализации замыканий на землю по напряжению  $3 \cdot U_0$ .
5. Исследования работы стенда сигнализации замыканий на землю по току  $3 \cdot I_0$ .
6. Расчет режима линий электропередач при заданной мощности нагрузки (при заданном напряжении в начале линии).
7. Потери электроэнергии в линиях и трансформаторах.

8. Падение и потеря напряжения в линии.
9. Определение параметров схемы замещения воздушных и кабельных линий электропередач
10. Определение параметров схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов

### **3. Письменная работа**

#### Тема 5

1. Определение потерь электроэнергии в линиях электропередач и трансформаторах
2. Падение и потери напряжения в электрических сетях
3. Почему конденсаторные батареи подключаются по схеме треугольника?
4. В каких случаях конденсаторные батареи подключаются по схеме звезда с заземленной нейтралью?
5. В каких сетях используется принцип сигнализации?
6. Как производится поиск места повреждения?
7. За счёт чего появляется  $3U_0$  на зажимах TV? Построить векторную диаграмму напряжений фаз  $3U_0$ .
8. Линии электропередач.
9. Конфигурации сетей.
10. Назначение, параметры электрических сетей.

### **Зачет**

Вопросы к зачету:

1. Графическое изображение электрических сетей.
2. Требования к электрическим сетям, предъявляемые потребителям.
3. Активное и индуктивное сопротивления линий электропередачи и ее схема замещения.
4. Схемы замещения 2-х обмоточного трансформатора.
5. Схемы замещения 3-х обмоточного трансформатора.
6. Схемы замещения автотрансформатора.
7. Провода и тросы воздушных линий.
8. Опоры воздушных линий.
9. Изоляторы и линейная арматура.
10. Конструкция кабелей и кабельных линий.
11. Схемы электрических систем и их элементы.
12. Расчет режима линий электропередач при заданном токе нагрузки (при заданном напряжении в конце линии).
13. Расчет режима линий электропередач при заданном токе нагрузки (при заданном напряжении в начале линии).
14. Векторная диаграмма токов и напряжений.
15. Расчет режима линий электропередач при заданной мощности нагрузки (при заданном напряжении в конце линии).
16. Расчет режима линий электропередач при заданной мощности нагрузки (при заданном напряжении в начале линии).
17. Потери электроэнергии в линиях и трансформаторах
18. Падение и потеря напряжения в линии.
19. Расчет разомкнутой сети (в 2 этапа).
20. Расчетные нагрузки подстанций.

### **Семестр 6**

#### **Текущий контроль**

##### **1. Курсовая работа по дисциплине**

#### Тема 10

1. Потребление активной и баланс реактивной мощности.
2. Выбор номинального напряжения.
3. Схемы и основных параметров ЛЭП и подстанций.
4. Расчет параметров основных режимов работы сети.
5. Регулирование напряжения на подстанциях.
6. Основные технико-экономические показатели проектируемой сети.
7. Графическая часть проекта
8. Схема электрической сети.
9. Схема замещения электрической сети.
10. Токораспределение в проектируемой сети

##### **2. Тестирование**

#### Тема 12

1. Напряжение понижающего трансформатора напряжением 6-10кВ регулируется:
  - РПН - автоматическое регулирование на трансформаторе;
  - ПБВ - ручное регулирование на трансформаторе.;

- генератором.

2. Для каких целей необходимо вольтодобавочное устройство?

- для увеличения токов замыкания на землю;
- исключить "провал" напряжения при коротком замыкании;
- регулирование напряжения на подстанции.

3. В каких случаях включают в работу компенсатор индуктивной мощности на ГРЭС?

- получить дополнительную активную мощность;
- увеличить пропускную мощность линий;
- повысить напряжение на шинах.

4. Для каких целей необходимо катодная защита металлического водоводов на электростанции?

- снятие ненужного потенциала на водоводе;
- для техники безопасности;
- предотвращение износа стенки водовода

5. Если на подстанции не достигается нормативная величина сопротивления заземления, то:

- укладывают в землю дополнительный металл;
- покрывают асфальтом рабочие места у электрооборудования;
- предусматривают выносное заземляющее устройство.

6. Как регулируют напряжение на шинах повышающей подстанции, если нет РПН на трансформаторе?

- переключение витков выполняют сезонно;
- не предусматривается регулирование;
- генератором.

7. В каких сетях по напряжению не заземляются нейтрали?

- 0,4кВ;
- 6,10,35кВ;
- 110,220кВ.

8. Нормативная величина сопротивления заземляющего устройства равна 0,5 Ом. В каких сетях по напряжению используется?

- 0,4кВ;
- 6,10,35кВ;
- 110,220кВ.

9. Заземление нейтрали увеличивает ли ток однофазного короткого замыкания?

- да;
- нет;
- не влияет.

10. Для среза волны перенапряжения используется разрядники и ограничители перенапряжения. В чем принципиальная разница?

- габаритными размерами;
- ремонтпригодностью;
- продолжительностью эксплуатации;
- иными целями (назвать). Ограничители перенапряжения (ОПН) работают в полосе высоких гармоник перенапряжений; разрядники работают в окрестности 50 Герц.

11. На каких напряжениях применяются трубчатый разрядник?

- 0,4кВ;
- 6,10,35кВ;
- 110,220кВ.

12. Подменяет ли Ограничитель перенапряжения нелинейный (ОПН) Вентильный разрядник?

- да;
- нет;
- нет разницы в работе.

13. Для каких целей предусматривают заземленный грозозащитный трос на подходах подстанции

- для защита электродвигателей от высокочастотных гармоник;
- в качестве молниезащиты линии;
- для заземления опор.

14. Назначение разъединителей:

- отключение нагрузки;
- дистанционное или ручное отключение;
- заземление токоведущих частей и видимое отключение

15. Назначение и параметры вторичного тока трансформаторов тока:

- подключение измерительных приборов (класс точности); до 1,5 - верный ответ.

- подключение токовых цепей РЗ (класс точности);
  - равенство вторичных и первичных токов (величина вторичных токов).
16. Назначение и параметры вторичного напряжения трансформаторов напряжения:
- подключение измерительных приборов (класс точности);
  - подключение цепей напряжения РЗ (класс точности);
  - равенство вторичных и первичных напряжений (величина вторичного напряжения).
17. Какими методами оценивается состояние обмоточной изоляции силовых трансформаторов?
- хроматографический анализ масла;
  - интенсивность частичных разрядов;
  - коэффициентом абсорбции.

### 3. Научный доклад

Темы 7, 8

1. Пожарная безопасность электроустановок
2. Нормативные документы по охране труда при эксплуатации электроустановок
3. Причины пожаров от электроустановок и меры их предупреждения.
4. Защита электрических сетей и электроустановок.
5. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).
6. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.
8. Средства ограждения.
9. Изолирующие приспособления.
10. Правила ПБ при эксплуатации оборудования выше 1000 В.

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Расчет сети с разными номинальными напряжениями.
2. Определение наибольшей потери напряжения.
3. Расчет линии с равномерно распределенной нагрузкой.
4. Техничко-экономические показатели сети.
5. Выбор варианта сети с учетом надежности.
6. Выбор номинального напряжения сети.
7. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока и экономическим интервалам.
8. Определение сечения проводов и кабелей в распределенных сетях по допустимой потере напряжения.
9. Проверка сечения проводов и кабелей по условиям допустимого нагрева.
10. Выбор аппаратов защищающих сеть от перегрева.
11. Схемы электрических сетей.
12. Способы присоединения подстанций к сети.
13. Баланс активной мощности и его связь с частотой.
14. Потребители реактивной мощности.
15. Методы регулирования напряжения.
16. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях.
17. Трансформаторы без регулирования под нагрузкой (ПБВ).
18. Трансформаторы с регулированием напряжения под нагрузкой (РПН).
19. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети.
20. Использование в качестве компенсирующих устройств синхронных компенсаторов батарей конденсаторов.
21. Расчет ВЛ на механическую прочность.
22. Удельные механические нагрузки на провода и тросы.
23. Напряжение провода при разных климатических условиях.
24. Критическая длина пролета.
25. Особенности применения самонесущих изолированных проводов.

### 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 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
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.	1	15
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.	2	20
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.	3	15
<b>Зачет</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 6</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
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.	1	20
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.	2	20
Научный доклад	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты оцениваются также ораторские способности.	3	10
<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. 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>
3. Киреева Э. А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Текст] : учебник / 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.)

### 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. 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. 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)

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

"Электрические системы и сети"(ЭОР) Р.С.Ахметшин - <https://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=2228>

"Электрические станции и подстанции"(ЭОР) Р.С.Ахметшин - <https://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=1731>

Электроэнергетические системы и сети - [http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/261/u\\_lectures.pdf](http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/261/u_lectures.pdf)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. При этом обращать внимание на определения и формулировки, раскрывающие содержание тех или иных понятий, явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости, можно задавать преподавателю вопросы с целью уточнения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
практические занятия	Планы практических работ, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи сообщаются преподавателем в соответствующих учебно-методических материалах. В ходе подготовки к практическим работам необходимо изучить учебно-методические материалы и, при необходимости, основную и дополнительную литературу. При этом следует учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением конспекта теоретической части работы. Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. Типовой алгоритм действий при проведении практической работы обычно приводится в соответствующих учебно-методических материалах. При необходимости, преподаватель и обучающиеся могут внести в него изменения и дополнения. Перед началом практической работы необходимо четко уяснить порядок проведения работы. В ходе выполнения практической работы обучающиеся проводят необходимые расчеты, заполняют таблицы, строят графики и завершают написание отчета выводами, содержащими собственный взгляд на проблему. В заключение преподаватель подводит итоги занятия. Он может (выборочно) проверить отчеты студентов и, если потребуется, внести в них исправления и дополнения.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>Планы лабораторных работ, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи сообщаются преподавателем в соответствующих учебно-методических материалах. В ходе подготовки к лабораторным работам необходимо изучить учебно-методические материалы и, при необходимости, основную и дополнительную литературу. При этом следует учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.</p> <p>Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.</p> <p>Заканчивать подготовку следует составлением конспекта теоретической части работы. Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. Типовой алгоритм действий при проведении лабораторной работы обычно приводится в соответствующих учебно-методических материалах. При необходимости, преподаватель и обучающиеся могут внести в него изменения и дополнения. Перед началом лабораторной/практической работы необходимо четко уяснить порядок проведения работы. В ходе выполнения лабораторной работы обучающиеся проводят необходимые расчеты, заполняют таблицы, строят графики и завершают написание отчета выводами, содержащими собственный взгляд на проблему.</p> <p>В заключение преподаватель подводит итоги занятия. Он может (выборочно) проверить отчеты студентов и, если потребуется, внести в них исправления и дополнения.</p>
самостоятельная работа	<p>Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. После каждой лекции преподаватель дает перечень тем на самостоятельное изучение (если это предусмотрено учебным планом). В ходе самостоятельного изучения тем дисциплины необходимо руководствоваться основной и дополнительной литературой, а также информационными источниками в сети Интернет.</p> <p>Студентам рекомендуется получить в библиотеке учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.</p> <p>Для более полного закрепления материала рекомендуется делать конспекты по темам и вопросам, заданным на самостоятельное изучение. Это позволит эффективнее их проработать и упростит подготовку к итоговому контролю.</p>
контрольная работа	<p>К выполнению контрольной работы студент должен приступать после тщательного изучения и соответствующих разделов курса по дисциплине.</p> <p>Работа оформляется в виде пояснительной записки с обязательным переписыванием условий задач. При решении задач студент указывает по какой формуле и в каких единицах измерения определяются величины, откуда взяты подставленные в формулу (если они не содержатся в условиях задачи).</p> <p>При использовании таблиц, диаграмм, эмпирических формул и других материалов необходимо сделать ссылку на литературный источник.</p> <p>Вычисление всех величин производится в развернутом виде. Если подставляемая в формулу величина определяется по какой-либо расчетной зависимости, это промежуточное вычисление подробно записывается. Обозначение величин и терминология в пояснительной записке должны соответствовать принятым в учебниках.</p> <p>Решение задач при необходимости должны иллюстрироваться схемами и графиками, тщательно выполненными в соответствующих местах.</p>
письменная работа	<p>Письменная работа представляет собой самостоятельное научное исследование студента в области определенной дисциплины. На основе изучения правовых актов и специальной литературы студент должен дать самостоятельное решение проблем в рамках избранной темы, показать свое видение тех или иных рассматриваемых вопросов. В процессе подготовки письменных работ у студентов развивается творческая активность, формируются умения выявлять имеющиеся проблемы и находить пути их решения.</p>
зачет	<p>Зачет является заключительным этапом изучения учебной дисциплины и имеет цель проверить теоретические знания обучающихся, их навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач. При подготовке к зачету необходимо опираться, прежде всего, на лекции и основную литературу по дисциплине, а также на источники, которые разбирались на лабораторных/практических занятиях в течение семестра.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
курсовая работа по дисциплине	Методические указания по выполнению курсовых работ дают указания относительно общих предъявляемых требований и рекомендаций по написанию и оформлению студенческих курсовых работ, а также требований в объеме программы учебной дисциплины. Выполняя курсовые работы, студенты приобретают опыт работы с научной литературой, вырабатывают и совершенствуют логику изложения материала, а также приобретают умения и навыки творческого применения теоретических положений, связывая их с современной действительностью.
тестирование	Тестовые задания предназначены для усвоения основных положений теории организации, для закрепления знаний, полученных в процессе лекционного курса, семинарской и самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой. Тесты - это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. В тестовых заданиях в каждом вопросе до 4 вариантов ответов, из них один вариант ответ правильный.
научный доклад	<p>Научный доклад представляет собой исследование по конкретной проблеме, изложенное перед аудиторией слушателей. Работа по подготовке научного доклада включает не только знакомство с литературой по избранной тематике, но и самостоятельное изучение определенных вопросов. Она требует от студента умения провести анализ изучаемых процессов, способности наглядно представить итоги проделанной работы, и что очень важно заинтересовать аудиторию результатами своего исследования. Следовательно, подготовка научного доклада требует определенных навыков.</p> <p>Научный доклад может быть подготовлен для выступления на семинарском занятии, конференции научного студенческого общества, или в рамках проводимого в КФУ круглого стола. В любом случае успешное выступление во многом зависит от правильной организации самого процесса подготовки научного доклада.</p> <p>Подготовка научного доклада включает несколько этапов работы:</p> <p>I. ВЫБОР ТЕМЫ НАУЧНОГО ДОКЛАДА.</p> <p>II. ПОДБОР МАТЕРИАЛОВ.</p> <p>III. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА ДОКЛАДА. РАБОТА НАД ТЕКСТОМ</p> <p>IV. ОФОРМЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ВЫСТУПЛЕНИЯ.</p> <p>V. ПОДГОТОВКА К ВЫСТУПЛЕНИЮ.</p>
экзамен	Экзамен является заключительным этапом изучения учебной дисциплины и имеет цель проверить теоретические знания обучающихся, их навыки и умение применять полученные знания при решении практических задач. При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции и основную литературу по дисциплине, а также на источники, которые разбирались на лабораторных/практических занятиях в течение семестра.

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

Освоение дисциплины "Электроэнергетические системы и сети" 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

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

Освоение дисциплины "Электроэнергетические системы и сети" 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 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" и профилю подготовки Электроснабжение .