

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Елабужский институт (филиал)  
Факультет математики и естественных наук



**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор Елабужского института КФУ  
Мерзон Е.Е.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Электрические системы и сети Б1.О.08.06

Направление подготовки: 44.03.04 - Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль подготовки: Автоматизация энергетических систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Латипов З.А.

**Рецензент(ы):** Сабирова Ф.М.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Сабирова Ф. М.

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

Учебно-методическая комиссия Елабужского института КФУ (Факультет математики и естественных наук):

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

## Содержание

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

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Латипов З.А. (Кафедра физики, Факультет математики и естественных наук), ZALatipov@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-1	Способен реализовывать программы профессионального обучения, среднего профессионального образования и(или) дополнительной профессиональной переподготовке по учебным предметам, курсам, дисциплинам (модулям), практикам
ПК-4	Способен использовать педагогически обоснованные формы, методы и средства контроля в процессе промежуточной и итоговой аттестации
ПК-8	Способен выполнять деятельность и(или) демонстрировать элементы осваиваемой обучающимися деятельности, предусмотренной программой учебного предмета, курса, дисциплины (модуля), практики

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

общие закономерности физических процессов в электроэнергетических системах, линиях электропередачи; схемах и режимах основного оборудования, о новых способах и средствах транспортировки электрической энергии

Должен уметь:

формулировать основные технико-экономические требования к электроэнергетическим объектам, знать существующие научно-технические средства их реализации; - использовать основы теории передачи и распределения электрической энергии при решении задач проектирования и эксплуатации, математические модели и программные комплексы для анализа режимов в электрических сетях и системах, современные методы расчета установившихся режимов, знания по технологии выработки, передачи и распределения электрической энергии и по контролю за ее качеством; - использовать современную вычислительную технику для решения задач проектирования, анализа режимов и эксплуатации электрических сетей и систем.

Должен владеть:

о роли дисциплины 'Электрические системы и сети' при освоении смежных дисциплин по выбранной специальности и в сфере профессиональной деятельности

Должен демонстрировать способность и готовность:

способность оценивать значимость энергетического образования в системе среднего специального образования; готовность применять теоретические знания и практический опыт в организации учебно-воспитательного процесса энергетического образования в системе среднего специального образования.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.О.08.06 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 44.03.04 "Профессиональное обучение (по отраслям) (Автоматизация энергетических систем)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 семестре.

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

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

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Общие сведения об электрических сетях и системах. Потери мощности и энергии в электрических сетях.	8	12	0	4	12
2.	Тема 2. Электрический расчет разомкнутых и замкнутых сетей. Качество электрической энергии и меры по его обеспечению.	8	12	0	14	12
3.	Тема 3. Схемы электрических сетей. Режимы работы электроэнергетических систем.	8	12	0	2	12
4.	Тема 4. зачет	8	0	0	16	0
	Итого		36	0	36	36

##### 4.2 Содержание дисциплины

###### Тема 1. Общие сведения об электрических сетях и системах. Потери мощности и энергии в электрических сетях.

Краткий исторический обзор развития, современное состояние и перспективы техники производства, передачи и распределения электрической энергии в России. Понятие об электроэнергетических системах. Виды замкнутых сетей и их применение в системах электроснабжения. Расчет распределения токов (мощностей) и потери напряжения в линиях с двусторонним питанием. Потери мощности (энергии) в замкнутых сетях. Снижение потерь принудительным распределением мощностей. Основные принципы и методы расчета сложнзамкнутых сетей. Уравнение состояния электрической сети.

###### Тема 2. Электрический расчет разомкнутых и замкнутых сетей. Качество электрической энергии и меры по его обеспечению.

Виды замкнутых сетей и их применение в системах. Расчет. Потери мощности. Снижение потерь. Матрица узловых проводимостей. Методы решения нелинейной системы узловых напряжений и методы решения линейных систем уравнений. Качество и показатели электрической энергии. Регулирование напряжения в электрических сетях. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Потребители и источники реактивной мощности. Номинальные уровни напряжения генераторов и первичных и вторичных обмоток трансформаторов.

###### Тема 3. Схемы электрических сетей. Режимы работы электроэнергетических систем.

Принципы построения схемы электрической сети. Оптимизационные и оценочные методы выбора вариантов конфигурации электрических сетей. Выбор номинального напряжения электрических сетей. Общие сведения о схемах электрических сетей. Организационные и технические мероприятия по снижению потерь энергии в электрических сетях. Выбор экономически целесообразной мощности компенсирующего устройства. Экономические режимы работы трансформаторов.

###### Тема 4. зачет

1. Понятие об электроэнергетических системах. Преимущество объединения электрических станций в энергосистемы. Создание Единой энергетической системы России (ЕЭС).
2. Классификация электрических сетей. Категории электроприемников по степени ответственности. Номинальные напряжения электрических сетей и области их применения.
3. Графики нагрузок электроприемников. Время использования максимальной нагрузки. Методы определения расчетных нагрузок.

##### 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 удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

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

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

Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии : учеб . пособие / А . А . Герасименко , В . Т . Федин . - Ростов - н / Д . : Феникс , 2006. -720 с. - <http://padabum.com/d.php?id=20762>

Идельчик В.И. Электрические системы и сети. -М.: Энергоатомиздат. - 1989. - <http://www.proektant.org/books/0008-ELE-1989.pdf>

Костин, В. Н. Передача и распределение электроэнергии : учеб . пособие / В . Н . Костин , Е . В . Распопов , Е . А . Родченко . - СПб . : Изд - во СЗТУ , 2003 -147 с. - <http://window.edu.ru/resource/989/24989/files/nwpi076.pdf>

## 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 8</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Устный опрос	ПК-1 , ПК-4	1. Общие сведения об электрических сетях и системах. Потери мощности и энергии в электрических сетях. 2. Электрический расчет разомкнутых и замкнутых сетей. Качество электрической энергии и меры по его обеспечению.
2	Тестирование	ПК-4 , ПК-8	1. Общие сведения об электрических сетях и системах. Потери мощности и энергии в электрических сетях. 2. Электрический расчет разомкнутых и замкнутых сетей. Качество электрической энергии и меры по его обеспечению. 3. Схемы электрических сетей. Режимы работы электроэнергетических систем.
3	Отчет	ПК-1 , ПК-4	3. Схемы электрических сетей. Режимы работы электроэнергетических систем.
	<b>Зачет</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 8</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	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
Отчет	Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Продemonстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	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.		

## 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 8

#### Текущий контроль

##### 1. Устный опрос

Темы 1, 2

1. Активное сопротивление
2. Реактивное сопротивление
3. Активная проводимость
4. Реактивная проводимость
5. Потребители реактивной мощности
6. Генерация реактивной мощности генераторами ЭС
7. Синхронные компенсаторы
8. Батарея конденсаторов
9. Поперечная компенсация

10. Продольная компенсация
11. Регулирование напряжения в центрах питания
12. Регулирование напряжения на электростанциях
13. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях

## 2. Тестирование

Темы 1, 2, 3

1. Здание с эффективным использованием энергии

А) Здание жилого и промышленного назначения

Б) Здание малоэтажной застройки

В) Здание и оборудование, использующие тепловую энергию для поддержания в здании нормируемых параметров, спроектированные и возведенные таким образом, чтобы было обеспечено заданное энергосбережение и чтобы здание и названное оборудование использовалось так, чтобы было обеспечено это энергосбережение

2. Энергетический паспорт здания

А) Документ, содержащий геометрические, энергетические и теплотехнические характеристики существующих и проектируемых зданий и их ограждающих конструкций и устанавливающий соответствие их требованиям нормативных документов, а также эксплуатируемых зданий проектному решению

Б) Паспорт теплового узла

В) Паспорт системы отопления

3. Теплозащита зданий

А) Устройство пароизоляции

Б) Оборудования полов

В) Свойство совокупности ограждающих конструкций, образующих замкнутый объем внутреннего пространства здания, сопротивляться переносу теплоты между помещениями и наружной средой, а также между помещениями с различной температурой воздуха

4. Инфильтрация

А) Конвективный перенос теплоты

Б) Перемещение воздуха через материал и неплотности ограждающих конструкций вследствие ветрового и гравитационного напоров, формируемых разностью температур и давлений воздуха снаружи и внутри помещений

В) Потери теплоты светопрозрачными конструкциями

5. Градусо-сутки отопительного периода

А) Показатель, равный произведению разности температуры внутреннего воздуха и средней температуры наружного воздуха за отопительный период на продолжительность отопительного периода

Б) Продолжительность отопительного периода

В) Потери теплоты строительными конструкциями

6. Коэффициент остекленности фасада здания

А) Общая площадь остекления фасада

Б) Площадь остекления цокольных сооружений здания

В) Отношение площади вертикального остекления к общей площади наружных стен

7. Показатель компактности здания

А) Отношение объема к периметру здания

Б) Отношение общей площади поверхности наружных ограждающих конструкций здания к заключенному в них отапливаемому объему

В) Отношение объема строительных конструкций к весу здания

8. Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания

А) Количество теплоты за отопительный период, необходимое для поддержания в здании нормируемых параметров теплового комфорта, отнесенное к единице общей отапливаемой площади здания или его объему и градусо-суткам отопительного периода

Б) Количество теплоты за отопительный период, необходимое для поддержания в здании нормируемых параметров теплового комфорта, отнесенное к единице отапливаемой и неотапливаемой площади здания или его объему и градусо-суткам отопительного периода

В) Количество теплоты за отопительный период, необходимое для поддержания в здании нормируемых параметров теплового комфорта, отнесенное к единице отапливаемого объема отопительного периода

9. Тариф на тепловую и электрическую энергию

А) Система ценовых ставок, по которым осуществляются расчеты за тепловую и электрическую энергию (мощность)

Б) Разность между прибылью и себестоимостью отпускаемой энергии

В) Менеджмент рынка услуг на энергоносители

10. Индивидуальный тариф

А) Экономически обоснованный тариф на период регулирования

Б) Тариф, установленный РЭК

В) Тариф, установленный потребителем

### 11. Регулируемая деятельность

А) Деятельность в сфере производства, передачи и распределения тепловой и электрической энергии (мощности), подлежащая государственному регулированию в соответствии с Федеральным законом "Об энергосбережении" ♦261

Б) Деятельность в сфере производства, передачи и распределения тепловой и электрической энергии (мощности), подлежащая государственному регулированию в соответствии с Федеральным законом "О государственном регулировании тарифов на электрическую и тепловую энергию в Российской Федерации"

В) Деятельность в сфере производства, передачи и распределения тепловой и электрической энергии (мощности), подлежащая государственному регулированию в соответствии с другими нормативными актами

### 12. Энергоэффективное использование топлива

А) Применение альтернативного топлива (ТЭР)

Б) Использование топлива в энергоустановках с максимальным КПД его использования

В) Использование энергетических ресурсов возобновляемых источников

### 13. Рациональное использование топлива

А) Использование топлива на предприятиях с учётом сохранения баланса его использования в регионе

Б) Использование топлива по максимальному значению с минимальной его оплатой

В) Отключение отдельных потребителей в часы максимума потребления энергоресурсов

## 3. Отчет

### Тема 3

Лабораторные занятия - это одна из разновидностей практического занятия, являющаяся эффективной формой учебных занятий в организации высшего образования. Лабораторные занятия имеют выраженную специфику в зависимости от учебной дисциплины, углубляют и закрепляют теоретические знания. На этих занятиях студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения.

### Зачет

Вопросы к зачету:

1. Понятие об электроэнергетических системах. Преимущество объединения электрических станций в энергосистемы. Создание Единой энергетической системы России (ЕЭС).

2. Классификация электрических сетей. Категории электроприемников по степени ответственности. Номинальные напряжения электрических сетей и области их применения.

3. Графики нагрузок электроприемников. Время использования максимальной нагрузки. Методы определения расчетных нагрузок.

4. Основные элементы воздушных линий. Типы опор, изоляторы и арматура, схемы расположения проводов и тросов на опорах, маркировка проводов, тросов, изоляторов. Геометрические параметры воздушных линий. Кабельные линии, конструкция и устройство.

5. Схемы замещения линии. Активное сопротивление, индуктивность и индуктивное сопротивление фазы трехфазной линии. Активная и емкостная проводимости линий.

6. Схемы замещения и параметры двух- и трех-обмоточных трансформаторов и автотрансформаторов.

7. Потери активной и реактивной мощности в линиях с одной нагрузкой, в линии с равномерно распределенной нагрузкой, в линии с несколькими нагрузками. Время потерь и способы его определения. Потери активной и реактивной мощности в трансформаторах.

8. Экономическое сечение и экономическая плотность тока. Определение сечений проводов линий с несколькими нагрузками, в том числе и по эквивалентному току. Нормы ПУЭ экономической плотности тока.

9. Допустимые температуры нагрева и перегрева проводников при различных условиях прокладки. Условия теплоотдачи и длительно допустимые нагрузки на изолированные провода и кабели.

10. Определение допустимого по нагреву тока и коррекция этого значения с учетом условий окружающей среды и условий прокладки.

11. Плавкие предохранители и условия их выбора. Правило селективности. Характеристики расцепителей автоматических выключателей.

12. Схемы и особенности расчета распределительных сетей. Отклонение, потеря и падение напряжения в линии трехфазного тока при симметричной нагрузке.

13. Потеря напряжения в линии с несколькими нагрузками и с равномерно распределенной нагрузкой. Допустимые потери напряжения. Определение потери напряжения в линии с нулевым проводом.

14. Выбор сечений проводников по заданной потере напряжения.

15. Расчет линии передачи для П-образной схемы замещения сети с трансформаторами по концам. Режим холостого хода линии передачи и его особенности.

16. Методика электрического расчета разомкнутых питающих сетей.

17. Анализ режимов работы электрических сетей с помощью векторных диаграмм.

18. Натуральная мощность и пропускная способность линии электропередач.

19. Виды замкнутых сетей и их применение в системах электроснабжения железных дорог. Расчет распределения токов (мощностей) и потери напряжения в линиях с двусторонним питанием.

20. Потери мощности (энергии) в замкнутых сетях. Снижение потерь принудительным распределением мощностей.



21. Основные принципы и методы расчета сложносвязанных сетей. Уравнение состояния электрической сети. Построение матрицы уравнения состояния с использованием методов теории графов.
22. Определение сечения проводов сложносвязанной сети на основе уравнения состояния. Уравнение узловых напряжений. Матрица узловых проводимостей.
23. Методы решения нелинейной системы узловых напряжений и методы решения линейных систем уравнений. Расчетные формулы для определения мощностей комплексной схемы замещения электропередач, определение потерь мощности.
24. Качество электрической энергии. Показатели качества электрической энергии. Влияние качества электрической энергии на функционирование технических средств.
25. Обеспечение качества электроэнергии. Регулирование напряжения в электрических сетях. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Потребители и источники реактивной мощности.
26. Номинальные уровни напряжения генераторов и первичных и вторичных обмоток трансформаторов. Регулирование напряжения изменением возбуждения генераторов и коэффициента трансформации трансформаторов. Выбор коэффициентов трансформации трансформаторов с ПБВ и РПН (практические примеры).
27. Принципы регулирования напряжения. Встречное регулирование напряжения. Регулирование напряжения на станциях по заданному графику нагрузки. Регулирование напряжения изменением потери напряжения.
28. Установки продольной и поперечной емкостной компенсации. Выбор мощности синхронного компенсатора или мощности батареи конденсаторов.
29. Организационные и технические мероприятия по снижению потерь энергии в электрических сетях. Выбор экономически целесообразной мощности компенсирующего устройства. Экономические режимы работы трансформаторов.
30. Капитальные вложения, годовые издержки производства. Методика технико-экономических расчетов. Приведенные затраты и их составляющие. Учет ущерба при нарушении питания потребителей. Себестоимость передачи электроэнергии и принципы построения отпускных тарифов.
31. Принципы построения схемы электрической сети. Оптимизационные и оценочные методы выбора вариантов конфигурации электрических сетей. Выбор номинального напряжения электрических сетей. Общие сведения о схемах электрических сетей. Схемы разомкнутых нерезервированных электрических сетей. Схемы разомкнутых резервированных и замкнутых электрических сетей.
32. Режимы работы энергосистем. Совмещенный график нагрузки и распределение нагрузки между электростанциями.
33. Баланс активных мощностей в энергетической системе, резервы генерирующей мощности, автоматическая частотная разгрузка. Регулирование активной и реактивной мощности генераторов. Понятие о регулировании частоты и активной мощности, частоторегулирующие станции.
34. Понятие об устойчивости систем. Характеристика передаваемой мощности.
35. Статическая устойчивость станции, связанной электропередачей с системой большой мощности. Идеальный и действительный пределы мощности.
36. Динамическая устойчивость и правило площадей. Способы и средства повышения устойчивости параллельной работы электростанций и систем.
37. Трехфазные сети с незаземленными нейтральными. Трехфазные сети с нейтральными, заземленными через дугогасящие катушки. Трехфазные сети с глухозаземленными нейтральными. Заземление нейтралей в сетях до 1000В.
38. Уравнения несимметричных режимов в фазных и симметричных координатах. Симметрирование режима с использованием батарей конденсаторов.

#### **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 8</b>			
<b>Текущий контроль</b>			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	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
Отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.	3	10
<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

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

### 7.1 Основная литература:

1. Кудрин, Б.И. Системы электроснабжения : Учеб.пособие для студ.учреждений высш.проф.образования. - М. : Академия, 2011. - 352с. (10 экз)
2. Михеев Г.М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования. - 'ДМК Пресс', 2010 г. - 297 с. URL:<https://e.lanbook.com/reader/book/61009/#1>
3. Фролов Ю. М., Шелякин В. П. Основы электроснабжения.- 'Лань', 2012 г. - 432 с. URL:<https://e.lanbook.com/reader/book/4544/#3>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Никулин В. И. Теория электрических цепей: Учебное пособие / В.И. Никулин. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 240 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=363299>
2. Стрельников Н. А. Электроснабжение промышленных предприятий/Стрельников Н.А. - Новосибир.: НГТУ, 2013. - 100 с. URL:<http://znanium.com/bookread2.php?book=546194>
3. Ополева Г. Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: Учебное пособие / Ополева Г.Н. - М.:ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 416 с. URL:<http://znanium.com/bookread2.php?book=545292>
4. Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений : учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. - 2-е изд., перераб. и доп. -М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. - 415 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=326458>
5. Кузнецов, А.Ю. Электропривод и электрооборудование. Ч.1: Регулирование асинхронного электропривода в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Кузнецов, П. В. Зонов; Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т. - Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2012. - 100 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=515987>
6. Иванов, Г.Я. Электропривод и электрооборудование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.Я. Иванов, А.Ю. Кузнецов, В.В. Дмитриев; Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т. - Новосибирск, 2011. - 56 с. - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=515950>
7. Панфилов, В.А. Электрические измерения : Учебник для студ.учреждений сред.проф.образования. - 7-е изд. - М. : Академия, 2012. - 288с. (5 экз)

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

- Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии : учеб . пособие / А . А . Герасименко , В . Т . Федин . - Ростов - н / Д . : Феникс , 2006. -720 с. - <http://padabum.com/d.php?id=20762>
- Идельчик В.И. Электрические системы и сети. -М.: Энергоатомиздат. - 1989. 1989. - <http://www.proektant.org/books/0008-ELE-1989.pdf>

Костин, В. Н. Передача и распределение электроэнергии : учеб . пособие / В . Н . Костин , Е . В . Распопов , Е . А . Родченко . - СПб .: Изд - во СЗТУ , 2003 -147 с . - <http://window.edu.ru/resource/989/24989/files/nwpi076.pdf>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий и предполагают активное участие студентов. Для подготовки к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.
лабораторные работы	Лабораторные занятия - это одна из разновидностей практического занятия, являющаяся эффективной формой учебных занятий в организации высшего образования. Лабораторные занятия имеют выраженную специфику в зависимости от учебной дисциплины, углубляют и закрепляют теоретические знания. На этих занятиях студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов по дидактической сути представляет собой комплекс условий обучения, организуемых преподавателем и направленных на самоподготовку учащихся. Учебная деятельность протекает без непосредственного участия преподавателя и заключается в проработке лекционного материала, подготовке к устному опросу и тестированию, к лабораторным занятиям; изучении учебной литературы из основного и дополнительного списка
устный опрос	Устный опрос как контроль знаний студентов осуществляется в виде фронтальной и индивидуальной проверки. При фронтальном опросе за короткое время проверяется состояние знаний студентов всей группы по определенному вопросу или группе вопросов. Эта форма проверки используется для: выяснения готовности группы к изучению нового материала; определения сформированности понятий; проверки домашних заданий; поэтапной или окончательной проверки учебного материала, только что разобранный на занятии;- при подготовке к выполнению практических и лабораторных работ.
тестирование	При разработке тестовых заданий использовались следующие формы заданий: - задания с выбором одного из 3-4 ответов; - задания с выбором несколько из 3-4 ответов. Вероятна не только контактная форма тестирования, но и такая форма текущего контроля, как компьютерное тестирование на дистанционном курсе по дисциплине или с помощью программы MyTest.
отчет	Отчет формируется по выполненным лабораторным работам. каждая лабораторная работа содержит теоретическую, практическую части. По каждой выполненной работе необходимо представить практические расчеты, ответить на контрольные вопросы. По результатам отчета по работе студенту выставляется оценка "зачтено" или "не зачтено". Защита отчета может проводиться в форме устного опроса по проделанной работе.
зачет	Зачет является формой оценки качества освоения студентом образовательной программы по дисциплине. По результатам зачета студенту выставляется оценка "зачтено" или "не зачтено". Зачет может проводиться в форме устного опроса по билетам (вопросам) или без билетов, с предварительной подготовкой или без подготовки, по усмотрению кафедры. Преподаватель может проставить зачет без опроса или собеседования тем студентам, которые активно участвовали на практических занятиях.

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

Освоение дисциплины "Электрические системы и сети" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

#### Adobe Reader XI

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

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

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

Освоение дисциплины "Электрические 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.

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.

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 44.03.04 "Профессиональное обучение (по отраслям)" и профилю подготовки Автоматизация энергетических систем .