

Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОТКРЫТЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

«Утверждаю»



Проректор по УМР

О.М. Вальц

«07» сентября 2017 г.

## Рабочая программа дисциплины

# «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

Направление подготовки:

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профили подготовки:

**13.03.02.1 Электромеханика**

**13.03.02.3 Электрические и электронные аппараты**

Квалификация (степень):

**бакалавр**

Форма обучения:

**заочная**

Санкт-Петербург, 2017

Рабочая программа дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» разработана в соответствии с требованиями ФГО ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Основным документом для разработки рабочей программы является рабочий учебный план по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Профили подготовки:

13.03.02.1 Электромеханика

13.03.02.3 Электрические и электронные аппараты

*Учебные и методические материалы по учебной дисциплине размещены в электронной информационно-образовательной среде университета университета.*

**Разработчик:** В.Я. Кучер к.т.н., доцент

**Рецензент:** М.И. Божков к.т.н., доцент, специалист ООО «Городского центра экспертиз»

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры Электроэнергетики и автомобильного транспорта от «06» сентября 2017 года, протокол №1

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ .....	5
4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	10
5.1. Темы контрольной работы.....	10
5.2. Темы курсовой работы .....	10
5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену .....	10
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	12
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	13
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	13
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ.....	14
12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ .....	14
Приложение.....	16

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Целями освоения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» является:

получение знаний в проектирования и эксплуатации электроэнергетических систем и электрических сетей различного уровня, что позволит им успешно решать практические задачи в их профессиональной деятельности.

1.2. Изучение дисциплины « Электроэнергетические системы и сети» способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

сформировать у студентов правильное представление о системах электроэнергетики различного уровня,

уметь проектировать электрическую сеть, выполнять расчеты установившихся режимов электрических сетей, оценивать потери мощности и электроэнергии в электрической сети.

1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

## **Профессиональные (ПК)**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование и (или) описание компетенции</b>
<b>ПК-1</b>	способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике
<b>ПК-4</b>	Способностью проводить обоснование проектных решений
<b>ПК-12</b>	Готовностью к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования

1.4. В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:** конструктивное выполнение электрических сетей, методы и средства регулирования их режимов; принципы передачи и распределения электроэнергии; методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей; методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях.

**Уметь:** определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей; проектировать электрическую сеть; выполнять расчеты установившихся режимов электрических сетей; оценивать потери мощности и электроэнергии в электрической сети.

**Владеть:** методикой расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей и потерь мощности электроэнергии в электрической сети.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» относится к вариативной части обязательных дисциплин блока Б.1.

Дисциплина взаимосвязана с дисциплинами опорных учебных дисциплин учебного плана: высшая математика; начертательная геометрия и инженерная графика; физика; информатика; основы научных знаний; теоретическая механика; физические основы электроники; электрическое и конструкционное материаловедение; теоретические основы электротехники; прикладная механика; основы электромеханики; метрология, стандартизация и сертификация; экономика предприятия; электрические станции и подстанции; общая энергетика; электрические машины; теория автоматического управления; электрические и электронные аппараты.

Дисциплина является предшествующей для изучения специальных дисциплин.

Приобретённые знания будут непосредственно использованы студентами при изучении последующих дисциплин, прохождении производственной практики, написании выпускных квалификационных работ.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ

№ п/п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа	Экзамен
1	<b>Модуль 1. Общие сведения о системах передачи и распределения электроэнергии</b>	<b>90/2,5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	–	82	–	–	
2	Тема 1.1. Конструктивное выполнение линий электропередачи	20/0,55	1		–	19	–	–	
3	Тема 1.2. Схемы замещения электрических сетей	20/0,55	1		–	19	–	–	
4	Тема 1.3. Схемы электрических сетей	24/0,66	1	2	–	21	–	–	
5	Тема 1.4. Режимы работы электроэнергетических систем	26/0,72	1	2	–	23	–	–	
6	<b>Модуль 2. Регулирование напряжения в электрических сетях</b>	<b>90/2,5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	–	<b>80</b>	–	–	
7	Тема 2.1. Регулирование напряжения на подстанциях	36/0,66	1	2	–	33	–	–	
8	Тема 2.2. Проектирование электрических сетей	24/1	2	2	–	20	–	–	

9	Тема 2.3. Потери электроэнергии в электрических сетях. Заключение	30/0,83	1	2	–	27	–	–	
10	<b>Всего</b>	<b>180/5</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	–	<b>162</b>	<b>1</b>		<b>1</b>

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Модуль 1. Общие сведения о системах передачи и распределения электроэнергии (90 часов)

##### Тема 1.1. Конструктивное выполнение линий электропередачи (20 часов)

Классификация по напряжению, территории, назначению, характеру потребителей, конфигурации, конструктивному выполнению, роду тока.

Конструкции воздушных линий электропередачи. Провода. Опоры. Изоляция. Арматура. Грозозащитный трос.

Конструкции кабельных линий электропередачи. Изоляция кабелей. Способы прокладки кабелей. Кабельные муфты.

##### *Виды учебных занятий:*

Лекции      Конструктивное выполнение линий электропередачи      1 час

##### Тема 1.2. Схемы замещения элементов электрических сетей (20 часов)

Схема замещения линии электропередачи. Продольные и поперечные параметры схемы замещения. Активное сопротивление. Индуктивное сопротивление. Транспозиция проводов. Активная проводимость. Явление короны. Емкостная проводимость. Зарядная мощность.

Расщепление фаз линии. Влияние расщепления фазы на параметры схемы замещения.

Погонные параметры и их порядок для линий различной конструкции и напряжения. Выбор схемы замещения линии в зависимости от ее конструкции и номинального напряжения.

Схемы замещения двухобмоточных трансформаторов. Определение параметров схемы замещения по паспортным данным. Потери холостого хода и нагрузочные потери мощности в трансформаторе. Расщепление обмотки низкого напряжения трансформатора. Определение параметров схемы замещения трансформатора с расщепленной обмоткой. Схемы замещения и параметры трехобмоточного трансформатора и автотрансформатора.

Синхронные генераторы, двигатели, компенсаторы. Основные аналитические выражения. Представление синхронных машин в расчетных схемах. Схемы замещения синхронных машин. Векторные диаграммы.

Приемник и потребитель электроэнергии. Комплексная нагрузка узла, ее состав. Представление нагрузок в расчетных схемах. Статические характеристики нагрузки по напряжению и частоте.

- составление баланса активной мощности и выбор генераторов ТЭЦ

##### *Виды учебных занятий:*

**Тема 1. 3. Схемы электрических сетей (24 часа)**

Схемы распределительных сетей напряжением до 35 кВ. Радиальные, магистральные, смешанные и петлевые сети. Резервированные сети.

Схемы распределительных сетей напряжением 110...220 кВ.

Классификация подстанций по способу присоединения к сети. Типовые схемы распределительных устройств подстанций и область их применения. Типовые схемы распределительных устройств 6-10 кВ.

Структура и схемы межсистемных передач переменного тока напряжением 330 кВ и выше. Способы повышения пропускной способности передач.

Структура и схемы межсистемных передач постоянного тока. Преобразовательные подстанции. Пропускная способность линий и передач постоянного тока.

**Виды учебных занятий:**

Лекции	Схемы электрических сетей	1 час
Практические занятия	Схемы электрических сетей	2 часа

**Тема 1. 4. Режимы работы электроэнергетических систем (26 часов)**

Характеристика составляющих баланса. Связь баланса активной мощности с частотой. Нормально допустимые и предельно допустимые отклонения частоты. Влияние частоты на производительность механизмов. Принцип работы автоматической частотной разгрузки.

Баланс реактивной мощности. Характеристика составляющих баланса. Связь баланса реактивной мощности с напряжением в узлах нагрузки. Лавина напряжения.

Характеристики нагрузки по частоте. Нерегулируемая турбина. Астатическое и статическое регулирование турбины. Коэффициент статизма регулятора турбины. Первичное и вторичное регулирование частоты. Станции, регулирующие частоту. Основы оптимального распределения активной мощности между агрегатами одной станции и между станциями в электроэнергетической системе.

Синхронные машины, статические конденсаторы, статические регулируемые источники реактивной мощности. Основные сведения о размещении компенсирующих устройств в электроэнергетической системе.

Расчетные режимы электрических сетей. Задачи расчета установившихся режимов. Приведение нагрузок к стороне высшего напряжения трансформаторов.

Расчет режима разомкнутой сети по напряжению и мощности нагрузки, заданных в конце сети. Векторная диаграмма напряжений. Продольная и поперечная составляющие падения напряжения. Потеря напряжения.

Расчет режима разомкнутой сети по напряжению, заданному в начале сети. Метод последовательных приближений. Расчет напряжения на вторичной стороне

трансформатора. Упрощения при расчетах электрических сетей напряжением ниже 35 кВ.

Расчет режима замкнутой (кольцевой) электрической сети напряжением 110...220 кВ. Представление замкнутой сети сетью с двухсторонним питанием. Расчет потоков мощности на головных участках замкнутой сети. Приведение замкнутой сети к расчету двух разомкнутых схем. Понятие об однородной и неоднородной замкнутой сети. Упрощения при расчете режима однородной замкнутой сети.

Понятие о сложнзамкнутой электрической сети. Представление активных элементов в электрической сети задающими токами. Формирование уравнений узловых напряжений для сети постоянного тока. Балансирующий узел по току (мощности). Базисный узел по напряжению. Взаимные проводимости ветвей, собственные проводимости узлов. Матрица собственных и взаимных проводимостей.

Уравнения для сети переменного тока с комплексными коэффициентами и переменными. Разделение действительных и мнимых частей. Запись уравнений узловых напряжений для сети переменного тока в матричной и полной формах.

***Виды учебных занятий:***

Лекции	Режимы работы электроэнергетических систем	1 час
Практическое занятие:	Составление баланса активной мощности и выбор генераторов ТЭЦ	2 часа

**Модуль 2. Регулирование напряжения в электрических сетях (90 часов)**

**Тема 2.1. Регулирование напряжения на электростанциях (36 часа)**

Характеристика электрической сети по напряжению.

Диапазон регулирования напряжения генераторами и трансформаторами электростанции. Использование генераторов для регулирования напряжения у местных потребителей.

Устройство ПБВ. Трансформаторы и автотрансформаторы с регулированием напряжения под нагрузкой (РПН). Принципиальная схема РПН. Диапазон регулирования. Выбор регулировочных ответвлений трансформаторов. Требования ПУЭ к уровням напряжения в центре питания. Централизованное регулирование напряжения. Средства местного регулирования напряжения: линейные регулировочные трансформаторы, компенсация реактивной мощности, компенсация индуктивного сопротивления сети.

Методы определения электрических нагрузок. Определение годового потребления электроэнергии и максимальной электрической нагрузки объекта. Коэффициент разновременности максимумов и коэффициент попадания в максимум нагрузки энергосистемы.

Области применения различных напряжений. Исторически сложившиеся системы напряжений. Оценка напряжения линии электропередачи. Выбор номинального напряжения электрической сети.



Расчетные временные уровни. Области применения различных конфигураций электрических сетей. Технические ограничения.

Нормированная экономическая плотность тока. Стандартные сечения проводников. Основные технические ограничения при выборе сечений проводников воздушных и кабельных линий. Допустимые перегрузки кабелей.

Выбор проводников по допустимому длительному току и допустимой потере напряжения. Выбор количества и мощности трансформаторов на подстанциях. Допустимые перегрузки трансформаторов. Требования ГОСТ-14209-97.

***Виды учебных занятий:***

Лекции	Регулирование напряжения в электрических сетях	1 час
Практическое занятие:	Выбор и проверка сечений проводов линий электропередачи	2 часа

**Тема 2.2. Проектирование конструктивной части воздушных линий (24 часов)**

Климатические районы. Ветровые и гололедные нагрузки. Влияние температуры. Физико-механические характеристики проводов. Основные режимы при расчете проводов на прочность.

Выбор опор. Расстановка опор. Шаблон. Габаритный, ветровой и весовой пролеты. Приведенный пролет.

Нагрузки от собственного веса, веса гололеда, ветра. Параметры расчетных режимов. Уравнение состояния провода. Определение исходного режима. Решение уравнения состояния провода. Проверка условий прочности провода. Построение монтажных графиков. Особенности расчета на прочность грозозащитного троса.

***Виды учебных занятий:***

Лекции	Проектирование конструктивной части воздушных линий	1 час
Практическое занятие:	Расчет установившегося режима электрической сети	2 часа

**Тема 2.3. Потери электроэнергии в электрических сетях (30 часов)**

Величина потерь электроэнергии в электрических сетях в процентах от ее отпуска с электростанций. Ориентировочные значения потерь электроэнергии в сетях различных напряжений. Переменные и постоянные потери электроэнергии и их соотношение. Потери на корону, от токов утечки через изоляцию, в сердечниках трансформаторов.

Годовой график нагрузки по продолжительности. Продолжительность использования наибольшей нагрузки. Время наибольших потерь мощности.

Перспективные направления в области электроэнергетических систем и электрических сетей. Основные нормативные документы в области

электроэнергетики. Сведения из Интернета. Возможности персональных компьютеров. Адаптация бакалавра в современных рыночных отношениях в энергетике.

Лекции	Потери электроэнергии в электрических сетях	1 час
Практическое занятие:	Регулирование напряжения в узлах нагрузки	2 часа

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **5.1. Темы контрольной работы**

Проектирование электроэнергетических сетей.

### **5.2. Темы курсовой работы**

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

### **5.3. Перечень методических рекомендаций**

№ п/п	Наименование
1	Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

### **5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Дать определение ВЛ.
2. Назвать основные геометрические характеристики ВЛ.
3. На какие напряжения выполняются ВЛ?
4. Из каких элементов состоит ВЛ?
5. Назвать конструкции проводов ВЛ.
6. Назвать стандартные сечения проводов ВЛ.
7. Какое назначение имеет грозозащитный трос? Назвать материал и сечения тросов.
8. Пояснить буквенно-цифровое обозначение провода.
9. Какую конструкцию имеют СИП?
10. Какая изоляция применяется в СИП?
11. Каковы основные преимущества и недостатки СИП?
12. Пояснить назначение опор ВЛ. Назвать основные материалы, используемые для опор.
13. Перечислить достоинства и недостатки опор из различных материалов.
14. Пояснить буквенно-цифровое обозначение опоры ВЛ.
15. Классифицировать опоры по конструктивному исполнению.
16. Назвать опоры специальной конструкции.
17. Что такое унификация опор ВЛ?
18. Пояснить термин “транспозиция проводов”.

19. Пояснить буквенно-цифровое обозначение изоляторов.
20. Назвать основные материалы, из которых изготавливаются изоляторы.
21. Какие конструкции изоляторов применяются на ВЛ?
22. Дать классификацию линейной арматуры ВЛ.
23. Назвать основные элементы сцепной арматуры.
24. Какие зажимы применяются для крепления проводов и тросов?
25. Как осуществляется соединение проводов ВЛ?
26. Какая защитная арматура применяется на ВЛ?
27. Из каких элементов состоит кабельная линия?
28. Назвать основные конструкционные материалы, из которых изготавливаются кабели.
29. Дать характеристику конструкции кабеля напряжением 6...10 кВ.
30. Каково назначение герметичной оболочки кабеля?
31. Какую роль играет поясная изоляция кабеля?
32. Какова картина электрического поля кабеля напряжением 10 кВ.
33. Назвать отличительные особенности конструкции кабелей напряжением 20...35 кВ.
8. На какие напряжения изготавливаются кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена?
9. Пояснить конструкцию кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена.
34. Назвать достоинства кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена?
35. Как прокладываются кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена?
36. Каковы причины создания маслонаполненных кабелей?
37. Какую конструкцию имеют кабели напряжением 110 кВ и выше?
38. При каких давлениях работают маслонаполненные кабели?
39. В чем заключаются отличия конструкций маслонаполненных кабелей высокого и низкого давлений?
40. Охарактеризовать основные способы прокладки КЛ.
41. Какие меры пожарной безопасности применяются при прокладке кабелей в галереях, тоннелях и по эстакадам.
42. Что такое кабельная арматура?
43. Как осуществляется соединение кабелей?
44. Как осуществляется разделка кабеля?
45. Назвать основные типы кабельных муфт.
46. Как осуществляется оконцевание кабелей?
47. В чем заключаются особенности термоусаживаемых муфт?
48. В чем отличие концевой муфты от концевой заделки?
49. Пояснить буквенно-цифровое обозначение кабеля.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине по решению кафедры оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература:**

1. Митрофанов С.В. Моделирование в электроэнергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ С.В. Митрофанов, Л.А. Семенова— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 144 с.—  
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61379>
2. Ковалев И.Н. Электроэнергетические системы и сети [Электронный ресурс]: учебник/ И.Н. Ковалев— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2015.— 364 с.—  
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45349>
3. Моделирование в электроэнергетике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Ф. Шаталов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2014.— 140 с.—  
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47317>
4. Борисов Б. Д. Снижение рисков каскадных аварий в электроэнергетических системах [Электронный учебник] / Борисов Б. Д.. - Сибирское отделение РАН, 2011. - 303 с. -  
Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/15818>
5. Жежеленко И. В. Электромагнитная совместимость в электрических сетях [Электронный учебник] : учебное пособие / Жежеленко И. В.. - Высшая школа, 2012. - 197 с. –  
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20304>.

### **Программное обеспечение**

1. ППП MS Office 2010
2. Тестовый редактор Блокнот
3. Браузеры IE, Google Chrome, Opera и др.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО "СЗТУ" (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>

2. Электронная библиотека АНО ВО "СЗТУ" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
5. Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При изучении учебной дисциплины студенту необходимо руководствоваться следующими методическими указаниями.

9.1. При изучении тем из модулей повторить лекционный учебный материал, изучить рекомендованную литературу, а также учебный материал, находящийся в указанных информационных ресурсах.

На завершающем этапе изучения тем необходимо, воспользовавшись предложенными вопросами для самоконтроля, размещенных в электронной информационной образовательной среде (ЭИОС), проверить качество усвоения учебного материала.

В случае затруднения в ответах на поставленные вопросы рекомендуется повторить учебный материал.

9.2. После изучения модуля дисциплины необходимо пройти контрольный тест по данному модулю с целью оценивания знаний и получения баллов.

9.3. После изучения модулей приступить к выполнению контрольной работы, руководствуясь методическими рекомендациями

9.4. В завершении изучения учебной дисциплины в семестре студент обязан пройти промежуточную аттестацию. Вид промежуточной аттестации определяется рабочим учебным планом. Форма проведения промежуточной аттестации – компьютерное тестирование с использованием автоматизированной системы тестирования знаний студентов в ЭИОС.

9.5. К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие требования рабочего учебного плана и набравшие достаточное количество баллов за учебную работу в соответствии с балльно-рейтинговой системой.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

1. Internet – технологии:

WWW (англ. World Wide Web – Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами;

FTP (англ. File Transfer Protocol – протокол передачи файлов) – технология передачи по сети файлов произвольного формата;

IRC (англ. Internet Relay Chat – поочередный разговор в сети, чат) – технология ведения переговоров в реальном масштабе времени, дающая возможность разговаривать с другими людьми по сети в режиме прямого диалога;

ICQ (англ. I seek you – я ищу тебя, можно записать тремя указанными буквами) – технология ведения переговоров один на один в синхронном режиме.

2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle.

3. Технология мультимедиа в режиме диалога.

4. Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).

5. Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии) и т.д.

## 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

1. Библиотека.

2. Справочно-правовая система Консультант Плюс.

3. Электронная информационно-образовательная среда университета.

4. Локальная сеть с выходом в Интернет

## 12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Формирование оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины осуществляется с использованием балльно-рейтинговой оценки работы студента.

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0-5
Тест по модулю 1	0-17
Тест по модулю 2	0-18
<b>Контрольная работа</b>	<b>0-30</b>
<b>Итого за учебную работу</b>	<b>0-70</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0-30</b>
<b>Всего</b>	<b>0-100</b>

<b>БОНУСЫ</b> (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	<b>Баллы</b>
- за активность	0 - 10
- за участие в олимпиаде	0 - 50
- за участие в НИРС	0-50
- за оформление заявок на полезные методы (рац. предложения)	0-50

### Балльная шкала оценки

<b>Оценка (экзамен)</b>	<b>Баллы</b>
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

### Оценка по контрольной работе

<b>Оценка</b>	<b>Количество баллов</b>
отлично	27-30
хорошо	23-26
удовлетворительно	18-22
неудовлетворительно	менее 18

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1. Перечень формируемых компетенций

#### *Профессиональные (ПК)*

Код компетенции	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
ПК-1	способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике
ПК-4	Способностью проводить обоснование проектных решений
ПК-12	Готовностью к участию в испытаниях вводимого в эксплуатацию электроэнергетического и электротехнического оборудования

### 2. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	<b>Модуль 1.</b> Общие сведения о системах передачи и распределения электроэнергии	ПК-1,4,12	Контрольный тест 1
2	<b>Модуль 2</b> Регулирование напряжения в электрических сетях	ПК-1,4,12	Контрольный тест 2
3	<b>Модуль 1-2</b>	ПК-1,4,12	Контрольная работа* Итоговый контрольный тест



### 3. Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы освоения компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап	<b>Знать</b> ПК-1,4,12 конструктивное выполнение электрических сетей, методы и средства регулирования их режимов; принципы передачи и распределения электроэнергии; методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей; методы регулирования напряжения, компенсации параметров реактивной мощности в электрических сетях	Не знает	Знает принципы конструктивного выполнения электрических сетей, методы и средства регулирования их режимов; принципы передачи и распределения электроэнергии; методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей; методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических.	Знает конструктивное выполнение электрических сетей, методы и средства регулирования их режимов; принципы передачи и распределения электроэнергии; методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей, но не знает методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях	Знает конструктивное выполнение электрических сетей, методы и средства регулирования их режимов; принципы передачи и распределения электроэнергии; методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей; методы регулирования напряжения, но не знает компенсации параметров и реактивной мощности в электрических	Знает конструктивное выполнение электрических сетей, методы и средства регулирования их режимов; принципы передачи и распределения электроэнергии; методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей; методы регулирования напряжения, компенсации параметров и реактивной мощности в электрических сетях
Второй этап	<b>Уметь</b> ПК-1,4,12 определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей; проектировать электрическую сеть; выполнять расчеты установившихся режимов электрических сетей; оценивать потери мощности и электроэнергии в электрической сети	Не умеет	Ошибается в определении параметров схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей, в расчетах установившегося режима электроэнергетических систем и сетей; в проектировании электрических сетей;	Умеет определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей; проектировать электрическую сеть но не умеет выполнять расчеты установившихся режимов электрических сетей; оценивать потери мощности и электроэнергии	Умеет определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей; проектировать электрическую сеть; выполнять расчеты установившихся режимов электрических сетей, но ошибается в оценке потерь мощности и	Умеет определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей; рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических сетей; оценивать потери мощности и электроэнергии в электрической

				в электрической сети	электроэнергии в электрической сети	сети
Третий этап	<b>Владеть</b> ПК-1,4,12 методикой расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей и потерь мощности электроэнергии в электрической сети.	Не владеет	Владеет понятием о методике расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей и потерь мощности электроэнергии в электрической сети	Владеет навыками методикой расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей, но ошибается при расчете потерь мощности электроэнергии в электрической сети	Владеет навыками методикой расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей и потерь мощности электроэнергии в электрической сети	Владеет методикой расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей и потерь мощности электроэнергии в электрической сети.

**4. Шкалы оценивания**  
(балльно-рейтинговая система)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0-5
Тест по модулю 1	0-17
Тест по модулю 2	0-18
<b>Контрольная работа *</b>	<b>0-30</b>
<b>Итого за учебную работу</b>	<b>0-70</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0-30</b>
<b>Всего</b>	<b>0-100</b>

Балл

**Балльная шкала оценки**

Оценка (экзамен)	Баллы
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

- 5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы**

## 5.1. Типовой вариант задания на контрольную работу

Задача1 Для промышленного предприятия определить сечение питающих линий 110 кВ.

### Исходные данные

Установленная энергоснабжающей организацией максимально допустимая реактивная нагрузка на границе раздела сетей предприятия и энергоснабжающей организацией в часы максимума энергосистемы  $Q_{\max}$  доп. 14500 кВ·А

Коэффициенты использования по  $K_u = 0,5$

$\operatorname{tg}\varphi$  - коэффициент реактивной мощности 0,8

$P_{\text{ном}}$  – номинальная активная нагрузка – 27000

$\Delta P_{\text{xx}} = 25 \text{кВ}\cdot\text{А}$

$\Delta P_{\text{кз}} = 120 \text{кВ}\cdot\text{А}$

$j_3$  – экономическая плотность тока (для неизолированных сталеалюминиевых проводов, при  $T_m = 3770$  ч/год использования максимума нагрузки  $j_3 = 1,1 \text{А}/\text{мм}^2$ ).

12. Вычертить:

а) ситуационный план предприятия с нанесением на него картограммы нагрузок, мест расположения ГПП, ТП и РП, трасс воздушных и кабельных линий;

б) принципиальную схему электроснабжения предприятия.

## 5.2. Типовой тест промежуточной аттестации

1. Приемник электрической энергии есть

1. Аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования тепловой энергии в электрическую энергию.

2. Аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

3. Аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования механической энергии в электрическую энергию.

4. Аппарат, агрегат и др., предназначенный для выработки электроэнергии

2. Количество уровней системы электроснабжения

1; 2. 3; 3. 4; 4. 6.

3. Допустимый перерыв электроснабжения электроприемников 2 категории

1. На время ввода резервного питания оперативным персоналом.
2. На время автоматического ввода резервного питания.
3. На время ремонта повреждения.
4. На время замены поврежденного оборудования.

4. Число часов использования максимума нагрузки это время, за которое потребитель работая

1. Со средней нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику.
2. Со среднеквадратичной нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику.
3. С минимальной нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику.
4. С максимальной нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику.

5. Основой определения расчетных нагрузок городов и поселков является

1. Операторный метод.
2. Метод удельных нагрузок.
3. Метод коэффициента спроса.
4. Метод потенциалов.

6. Формула для оценки номинального напряжения линии,  $L$ , км;  $P$ , МВт

1.  $U_{\text{ном}} = 4,34\sqrt{L+P}$ .
2.  $U_{\text{ном}} = 4,34\sqrt{L+16P}$ .
3.  $U_{\text{ном}} = 16\sqrt{L+4,34P}$ .
4.  $U_{\text{ном}} = 16\sqrt{4,34L+P}$ .

7. Экономическая плотность тока соответствует

1. Минимуму потерь напряжения в линии.
2. Минимуму потерь мощности в линии.
3. Минимуму потерь энергии в линии.
4. Минимуму затрат на сооружение и эксплуатацию линии.

8. Минимальные сечения проводов ВЛ 110 кВ по условиям ограничения потерь на корону:

1. 50 мм<sup>2</sup>.
2. 70 мм<sup>2</sup>.
3. 120 мм<sup>2</sup>.
4. 240 мм<sup>2</sup>.
5. 400 мм<sup>2</sup>.

9. Наиболее часто имеют место

1. Трехфазные КЗ
2. Двухфазные КЗ на землю
3. Двухфазные КЗ
4. Однофазные КЗ
5. Обрыв фазы

10-. Ударный ток есть

1. Минимальное значение тока КЗ.
2. Среднее значение тока КЗ.
3. Действующее значение тока КЗ.
4. Максимальное значение тока КЗ.
5. Установившееся значение тока КЗ.

11. Тепловой импульс тока рассчитывается по формуле

1.  $B_k = I_{п0} [t_k + T_a]$ .
2.  $B_k = I_{п0}^2 [t_k + T_a]$ .
3.  $B_k = I_{п0} [t_k + T_a]^2$ .
4.  $B_k = I_{п0}^2 [t_k + T_a]^2$ .
5.  $B_k = I_{п0} / [t_k + T_a]$ .

12. Выбор электрических аппаратов осуществляется по

1. Номинальным напряжению и току.
2. Термической стойкости к току КЗ.
3. Отключающая способность.
4. Динамической стойкости к току КЗ.
5. Отключающей способности.

13. Разъединители предназначены для

1. Переключений без нагрузки и создания видимого разрыва электрической цепи.
2. Включения и отключения электрической цепи в любых ее режимах от холостого хода до короткого замыкания.
3. Отключения рабочих токов.
4. Отключения цепи при превышении током определенного значения.

14. Показатели качества электроэнергии нормирует

1. ГОСТ 13109-97
2. ПУЭ
3. ПТЭ
4. Питающая энергосистема

15. Нормально допустимое и предельно допустимое значения отклонения напряжения на зажимах электроприемников

1.  $\delta U_{у\text{ норм}} = \pm 10\%$ ;  $\delta U_{у\text{ пред}} = \pm 5\%$ .
2.  $\delta U_{у\text{ норм}} = \pm 2,5\%$ ;  $\delta U_{у\text{ пред}} = \pm 5\%$ .
3.  $\delta U_{у\text{ норм}} = \pm 0,2\%$ ;  $\delta U_{у\text{ пред}} = \pm 0,4\%$ .
4.  $\delta U_{у\text{ норм}} = \pm 5\%$ ;  $\delta U_{у\text{ пред}} = \pm 10\%$ .

16. Чередование фаз в системах прямой и обратной последовательности

1. ABC и ACB.
2. ABC и ABC.
3. ABC и BCA.
4. ABC и CAB.
5. ABC и AAB.

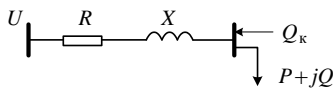
17. Выражение для реактивной мощности в трехфазной сети

1.  $Q = \sqrt{3}IU \cos\varphi$ .
2.  $Q = \sqrt{3}IU \operatorname{tg}\varphi$ .
3.  $Q = 3IU \sin\varphi$ .
4.  $Q = IU \cos\varphi$ .
5.  $Q = \sqrt{3}IU \sin\varphi$ .

18. Выражение для реактивной мощности в трехфазной сети

1.  $Q = \sqrt{3}IU \cos\varphi$ .
2.  $Q = \sqrt{3}IU \operatorname{tg}\varphi$ .
3.  $Q = 3IU \sin\varphi$ .
4.  $Q = IU \cos\varphi$ .
5.  $Q = \sqrt{3}IU \sin\varphi$ .

19. Потери напряжения в передаче



1.  $\Delta U = \frac{PR + (Q + Q_k)X}{U}$ .
2.  $\Delta U = \frac{PR + (Q - Q_k)X}{U}$ .
3.  $\Delta U = \frac{PR - (Q + Q_k)X}{U}$ .
4.  $\Delta U = \frac{PR - (Q - Q_k)X}{U}$ .
5.  $\Delta U = \frac{PX + (Q - Q_k)R}{U}$ .

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

6.1. Итоговый контрольный тест доступен студенту только во время тестирования, согласно расписания занятий или в установленное деканатом время.

6.2. Студент информируется о результатах текущей успеваемости.

6.3. Студент получает информацию о текущей успеваемости, начислении бонусных баллов и допуске к процедуре итогового тестирования от преподавателя или в ЭИОС.

6.4. Производится идентификация личности студента.

6.5. Студентам, допущенным к промежуточной аттестации, открывается итоговый контрольный тест.

6.6. Тест закрывается студентом лично по завершении тестирования или автоматически по истечении времени тестирования.