

**Северский технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(СТИ НИЯУ МИФИ)**

**Кафедра «Электрооборудования и автоматизации технологических процессов»**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Электроснабжение**

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
5	5	180	16	16	16	0	132	Экз.
Итого	5	180	16	16	16	0	132	

## **Аннотация**

Рабочая программа дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программы «Электроснабжение».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

### **1) знать:**

- 3.1 принципы передачи и распределения электроэнергии;
- 3.2 схемы электроэнергетических систем и сетей;
- 3.3 конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи;
- 3.4 методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей;
- 3.5 методы регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности в электрических сетях.

### **2) уметь:**

- У.1 определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей;
- У.2 рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей;
- У.3 выбирать средства регулирования напряжения на понижающих подстанциях.

### **3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

- В.1 методами расчета параметров электроэнергетических устройств и электроустановок, электроэнергетических сетей и систем;
- В.2 методами анализа режимов работы электроэнергетического оборудования и систем;
- В.3 навыками использования справочной литературы.

## **1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» являются: получение необходимых знаний в области расчета и анализа режимов работы электроэнергетических систем и сетей

Основными задачами дисциплины являются:

- овладеть основами расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей;
- познакомить с методами энергосбережения в электроэнергетических системах и электрических сетях
- дать информацию о методах регулирования частоты и напряжения.

## **2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» (Б1.Б.3.11) - Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения следующих курсов: "Теоретические основы электротехники", "Электрические машины", "Электрические станции и подстанции".

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении научно-исследовательской работы, выпускной квалификационной работы и изучении дисциплин: "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем", "Электроснабжение", "Переходные процессы в системах электроснабжения", "Эксплуатация систем электроснабжения".

### 3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
<b>ОПК-3</b> Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<b>З-ОПК-3</b> Знать: основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности, а также аппарат теоретического и экспериментального исследования <b>У-ОПК-3</b> Уметь: применять основные законы математики, физики и технических наук при моделировании технологических процессов <b>В-ОПК-3</b> Владеть: математическим аппаратом, методами теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
<b>ОПК-4</b> Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	<b>З-ОПК-4</b> Знать: методику расчетов режимов работы электрических цепей и электрических машин; методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока <b>У-ОПК-4</b> Уметь: контролировать и анализировать режимы работы электрооборудования с учетом заданных параметров и характеристик <b>В-ОПК-4</b> Владеть: способами регулирования заданных параметров режимов работы; навыками анализа и моделирования

### 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

### 5 Структура и содержание учебной дисциплины

#### 5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программе «Электроснабжение».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 5, 180 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 5.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

– **раздел 1** – «Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и их параметры»

– **раздел 2** – «Режимы работы и балансы мощности электроэнергетических систем и электрических сетей»

– **раздел 3** – «Регулирование параметров и потери мощности в электроэнергетических системах и электрических сетях»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
<b>5 семестр (18 недель)</b>								
1	Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и их параметры	6	4	4	26	3/ЛР1, 2/Д31, 4/Д32		11
2	Режимы работы и балансы мощности электроэнергетических систем и электрических сетей	6	6	4	31	7/ЛР2, 6/Д33, 8/Д34, 10/Д35		14
3	Регулирование параметров и потери мощности в электроэнергетических системах и электрических сетях	4	6	8	39	11/ЛР3, 15/ЛР4, 12/Д36, 14/Д37, 16/Д38	17/КР1	35
	Экзамен				36			40
<b>Итого за 5 семестр:</b>		16	16	16	132			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать: основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности, а также аппарат теоретического и экспериментального исследования ( <b>3-ОПК-3</b> )	1, 2, 3	ЛР1, Д31, Д32, ЛР2, Д33, Д34, Д35, ЛР3, ЛР4, Д36, Д37, Д38, КР1, Экзамен (5 сем.)

– Уметь: применять основные законы математики, физики и технических наук при моделировании технологических процессов ( <b>У-ОПК-3</b> )	1, 2, 3	ЛР1, ДЗ1, ДЗ2, ЛР2, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ЛР3, ЛР4, ДЗ6, ДЗ7, ДЗ8, КР1, Экзамен (5 сем.)
– Владеть: математическим аппаратом, методами теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач ( <b>В-ОПК-3</b> )	1, 2, 3	ЛР1, ДЗ1, ДЗ2, ЛР2, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ЛР3, ЛР4, ДЗ6, ДЗ7, ДЗ8, КР1, Экзамен (5 сем.)
– Знать: методику расчетов режимов работы электрических цепей и электрических машин; методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока ( <b>З-ОПК-4</b> )	1, 2, 3	ЛР1, ДЗ1, ДЗ2, ЛР2, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ЛР3, ЛР4, ДЗ6, ДЗ7, ДЗ8, КР1, Экзамен (5 сем.)
– Уметь: контролировать и анализировать режимы работы электрооборудования с учетом заданных параметров и характеристик ( <b>У-ОПК-4</b> )	1, 2, 3	ЛР1, ДЗ1, ДЗ2, ЛР2, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ЛР3, ЛР4, ДЗ6, ДЗ7, ДЗ8, Экзамен (5 сем.)
– Владеть: способами регулирования заданных параметров режимов работы; навыками анализа и моделирования ( <b>В-ОПК-4</b> )	1, 2, 3	ЛР1, ДЗ1, ДЗ2, ЛР2, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ЛР3, ЛР4, ДЗ6, ДЗ7, ДЗ8, КР1, Экзамен (5 сем.)

## 5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и их параметры</b>	
<b>1.1 Введение.</b> Классификация электрических сетей. Номинальные напряжения электрических сетей. Требования, предъявляемые к электрическим сетям при их проектировании, сооружении и эксплуатации	2
<b>1.2 Схемы замещения электрических линий и их параметры.</b> Полные и упрощенные схемы замещения электрических линий и их параметры. Расчет активных и индуктивных сопротивлений и проводимостей линий.	2
<b>1.3 Схемы замещения трансформаторов и расчет их параметров.</b> Полные и упрощенные схемы замещения трансформаторов (автотрансформаторов) и их параметры. Расчет активных и индуктивных сопротивлений и проводимостей трансформаторов (автотрансформаторов).	2

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<i>Итого по разделу 1:</i>	6
<b>Раздел 2 Режимы работы и балансы мощности электроэнергетических систем и электрических сетей</b>	
<b>2.1 Расчет электрических линий с различными номинальными напряжениями.</b> Построение схемы замещения электрической сети. Расчетные схемы электрических сетей. Расчет магистральных и разветвленных сетей. Совместный расчет сетей двух номинальных напряжений. Расчет режимов замкнутых сетей. Понятие точки потокораздела. Особенности послеаварийных режимов. Краткие сведения об электрическом расчете сложных замкнутых электрических сетей	2
<b>2.2 Баланс активной и реактивной мощности в электрических сетях.</b> Баланс активной мощности в электроэнергетической системе и его связь с частотой. Баланс реактивной мощности в электроэнергетической системе и его связь с напряжением. Потребители реактивной мощности.	2
<b>2.3 Источники реактивной мощности в электроэнергетических системах.</b> Источники реактивной мощности в электро-энергетических системах, их технические и экономические характеристики. Выработка реактивной мощности генераторами электростанций. Компенсация реактивной мощности.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	6
<b>Раздел 3 Регулирование параметров и потери мощности в электроэнергетических системах и электрических сетях</b>	
<b>3.1 Основы регулирования параметров в электроэнергетических системах.</b> Основы регулирования напряжения. Способы и технические средства регулирования напряжения. Регулирующие устройства в электрических сетях. Особенности регулирования напряжения в системообразующих сетях и сетях низших напряжений. Основы регулирования частоты. Задачи, допустимые отклонения частоты, регулировочные характеристики генераторов, методы регулирования частоты	2
<b>3.2 Потери мощности.</b> Основные сведения о характере потерь мощности и электроэнергии в различных элементах электрических сетей. Виды потерь мощности. Определение потерь мощности и электроэнергии в электрических линиях и трансформаторах (автотрансформаторах) с помощью графиков нагрузки и с использованием времени максимальных потерь	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	4
<b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b>	<b>16</b>

### 5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и их параметры</b>	
<b>1.1 Характеристики графиков нагрузки.</b> Лабораторная работа 1. УСТАНОВИВШИЕСЯ РЕЖИМЫ ЭЛЕМЕНТОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
<b>Раздел 2 Режимы работы и балансы мощности электроэнергетических систем и электрических сетей</b>	
<b>2.1 Исследование простых электрических линий .</b> Лабораторная работа 2. УСТАНОВИВШИЕСЯ РЕЖИМЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	4
<b>Раздел 3 Регулирование параметров и потери мощности в электроэнергетических системах и электрических сетях</b>	
<b>3.1 Основы регулирования напряжения в электрических сетях.</b> Лабораторная работа 3. РЕГУЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ	4
<b>3.2 Оптимизация режима работы электроэнергетической сети.</b> Лабораторная работа 5. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА МЕСТНОЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	8
<b>Всего по лабораторному практикуму дисциплины:</b>	<b>16</b>

#### 5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и их параметры</b>	
<b>1.1 Расчет параметров схем замещения.</b> Практическая работа 1. Расчет параметров схемы замещения линий электропередачи.	2
<b>1.2 Расчет параметров схем замещения.</b> Практическая работа 2. Расчет параметров схемы замещения трансформаторного оборудования	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
<b>Раздел 2 Режимы работы и балансы мощности электроэнергетических систем и электрических сетей</b>	
<b>2.1 Расчет простых линий электропередач.</b> Практическая работа 5. Расчет режимов электрических сетей двух номинальных напряжений.	2
<b>2.2 Расчет электрических линий с различными номинальными напряжениями.</b> Практическая работа 4. Расчет режимов разомкнутых электрических сетей.	2

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>2.3 Расчет замкнутых линий электропередач.</b> Практическая работа 6. Расчет режимов замкнутых электрических сетей	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	6
<b>Раздел 3 Регулирование параметров и потери мощности в электроэнергетических системах и электрических сетях</b>	
<b>3.1 Основы регулирования параметров в электроэнергетических системах.</b> Практическая работа 7. Регулирование напряжения в электроэнергетической системе	2
<b>3.2 Потери мощности.</b> Практическая работа 8. Расчет потерь активной мощности и электроэнергии в электроэнергетической системе	2
<b>3.3 Источники реактивной мощности в электроэнергетических системах.</b>	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	6
<b>Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:</b>	<b>16</b>

### 5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

### 6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Case-study, Обучение на основе опыта.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Обучение на основе опыта, Исследовательский метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Поисковый метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Опережающая самостоятельная работа.

### 7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ОПК-3	З-ОПК-3	ЛР1, ДЗ1, ДЗ2, ЛР2, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ЛР3, ЛР4, ДЗ6, ДЗ7, ДЗ8, КР1, Экзамен (5 сем.)
ОПК-3	У-ОПК-3	ЛР1, ДЗ1, ДЗ2, ЛР2, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ЛР3, ЛР4, ДЗ6, ДЗ7, ДЗ8, КР1, Экзамен (5 сем.)
ОПК-3	В-ОПК-3	ЛР1, ДЗ1, ДЗ2, ЛР2, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ЛР3, ЛР4, ДЗ6, ДЗ7, ДЗ8, КР1, Экзамен (5 сем.)
ОПК-4	З-ОПК-4	ЛР1, ДЗ1, ДЗ2, ЛР2, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ЛР3, ЛР4,



		ДЗ6, ДЗ7, ДЗ8, КР1, Экзамен (5 сем.)
ОПК-4	У-ОПК-4	ЛР1, ДЗ1, ДЗ2, ЛР2, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ЛР3, ЛР4, ДЗ6, ДЗ7, ДЗ8, Экзамен (5 сем.)
ОПК-4	В-ОПК-4	ЛР1, ДЗ1, ДЗ2, ЛР2, ДЗ3, ДЗ4, ДЗ5, ЛР3, ЛР4, ДЗ6, ДЗ7, ДЗ8, КР1, Экзамен (5 сем.)

**Шкалы оценки образовательных достижений.** Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

#### Аттестация в 5 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
ЛР1	Лабораторная работа	5	3
ДЗ1	Домашнее задание	3	1.8
ДЗ2	Домашнее задание	3	1.8
ЛР2	Лабораторная работа	5	3
ДЗ3	Домашнее задание	3	1.8
ДЗ4	Домашнее задание	3	1.8
ДЗ5	Домашнее задание	3	1.8
ЛР3	Лабораторная работа	5	3
ЛР4	Лабораторная работа	5	3
ДЗ6	Домашнее задание	4	2.4
ДЗ7	Домашнее задание	4	2.4
ДЗ8	Домашнее задание	4	2.4
КР1	Контрольная работа	13	7.8
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Экзамен		<b>40</b>	<b>24</b>
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>60</b>

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х балльной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### **Вопросы для Экзамена (5 семестр):**

- 1 Свойства электроэнергии.
- 2 Электрическая сеть, как часть электрической системы.
- 3 Номинальные напряжения. Область их использования.
- 4 Классификация электрических сетей.
- 5 Режимы работы нейтрали.
- 6 Воздушные линии электропередач. Определение. Конструкция. Достоинства и недостатки.
- 7 Кабельные линии электропередач. Определение. Конструкция. Достоинства и недостатки.
- 8 Транспозиция: определение, назначение, основное использование.
- 9 Схемы замещения и параметры элементов электрических сетей. Активное сопротивление. Реактивное сопротивление. Активная проводимость. Реактивная проводимость. Схема замещения ЛЭП.
- 10 Параметры схемы замещения трансформаторов: двухобмоточный трансформатор; трехобмоточный трансформатор; двухобмоточный трансформатор с расщепленной обмоткой низкого напряжения; автотрансформатор.
- 11 Потери мощности в элементах сети. Расчет потерь мощности в линиях электропередач. Расчет потерь мощности в трансформаторах.
- 12 Приведенные и расчетные нагрузки потребителей.
- 13 Расчет потерь электроэнергии. Мероприятия по снижению потерь мощности.
- 14 Задача расчета режимов. Основные допущения.
- 15 Расчет режима при заданном напряжении в конце ЛЭП.
- 16 Расчет режима при заданном напряжении в начале ЛЭП (на источнике питания).
- 17 Расчет сетей разных номинальных напряжений.
- 18 Расчет сечений проводов из условия постоянства сечений на участках.
- 19 Расчет сечений проводов из условия минимального расхода проводникового материала.
- 20 Расчет сечений проводов из условия минимума потерь мощности в сети.
- 21 Расчет линий с двухсторонним питанием.
- 22 Расчет кольцевой линий.
- 23 Баланс мощностей в энергосистеме.
- 24 Активная мощность в энергосистеме.
- 25 Реактивная мощность в энергосистеме. Потребители реактивной мощности.
- 26 Компенсация реактивной мощности.
- 27 Методы регулирования напряжения. Устройства регулирования напряжения.
- 28 Способы регулирования частоты в энергосистеме. Балансирующая электростанция: назначение, способы регулирования с одной и двумя балансирующими электростанциями в энергосистеме.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **8.1 Основная литература**

Л1.1 Ананичева С. С. Электроэнергетические системы и сети. Примеры и задачи: учебное пособие для вузов / С. С. Ананичева, С. Н. Шелюг - Москва: Юрайт, 2020 - 177 с.

Л1.2 Ушаков В. Я. Электроэнергетические системы и сети [Текст]: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. Я. Ушаков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) - Москва: Юрайт, 2016 - 446 с.

Л1.3 Хрущёв Ю. В. Электроэнергетические системы и сети. Электромеханические переходные процессы [Текст]: учебное пособие для прикладного бакалавриата / Ю. В. Хрущёв, К. И. Заповодников, А. Ю. Юшков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) - Москва: Юрайт, 2016 - 153 с.

Л1.4 Электроэнергетика [Текст]: учебное пособие / Ю. В. Шаров [и др.] - Москва: Инфра-М, 2013 - 384 с.

### **8.2 Дополнительная литература**

Л2.1 Климова Г. Н. Электроэнергетические системы и сети. Энергосбережение [Текст]: учебное пособие для прикладного бакалавриата / Г. Н. Климова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) - Москва: Юрайт, 2016 - 179 с.

Л2.2 Неклепаев Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций [Текст]: справочные материалы для курсового и дипломного проектирования / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков - СПб.: БХВ-Петербург, 2015 - 605, [3] с.

Л2.3 Основное оборудование электрических сетей [Текст]: справочник / под ред. И. Г. Карапетян - Москва: ЭНАС, 2014 - 208 с.

Л2.4 Старшинов В. А. Электрическая часть электростанций и подстанций [Текст]: учебное пособие / В. А. Старшинов, М. В. Пиратов, М. А. Козина - Москва: Издательский дом МЭИ, 2015 - 296 с.

### **8.3 Информационно-образовательные ресурсы**

Э1 Э1 Информационный портал «Энергетика и промышленность России». Свободный доступ по адресу: [www.eprussia.ru](http://www.eprussia.ru);

Э2 Э2 Информационно-справочное издание «Новости электротехники». Свободный доступ по адресу: [www.news.elteh.ru](http://www.news.elteh.ru);

Э3 Э3 Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. Свободный доступ по адресу: [www.minenergo.gov.ru](http://www.minenergo.gov.ru);

Э4 Э4 Официальный сайт ФГБУ Российское энергетическое агентство Министерства энергетики Российской Федерации. Свободный доступ по адресу: [www.rosenergo.gov.ru](http://www.rosenergo.gov.ru).

Э5 Э5 Энергетик : производственно-массовый журнал / Минэнерго России, ОАО "ФСК ЕЭС" .— М. : Энергопрогресс, 1953- .— Издается с 1928 г. — ежемесячно .— ISSN 0013-7278 .— . №8 -12 (2014), № 1-6 (2015)

## 9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

## 10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

**Лекции.** Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: помечать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурус). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

**Практические занятия.** Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

**Лабораторные работы.** Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для записи результатов измерения в отчете должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;
- 4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;
- 5) расчет искомой величины и ее значение;
- 6) расчет ошибки измерения;
- 7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;
- 8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

**Промежуточная аттестация.** Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

## **11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей**

На лекционных, практических, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Выполнение домашних заданий
- Подготовка к экзамену
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (5 семестр)

В течение 5 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

\*\*\*

Автор(ы): Е.С. Логинова