

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Парлюк Екатерина Петровна

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 23.10.2023 14:32:59

Уникальный программный ключ:

7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики и

энергетики имени В.П. Горячкина

Е.П. Парлюк

2023 г.



**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
Б1.В.01.06 «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»**

для подготовки бакалавров

Направление: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки: 2022

Курс 4

Семестр 7,8

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуальна для 2023 года начала подготовки

Разработчик: Лещинская Т.Б., д.т.н., профессор

*Лещинская*

«07» 06 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры электроснабжения и электротехники им. академика И.А. Будзко протокол № 12 от «07» 06 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

*Стушкина*

**Лист актуализации принят на хранение:**

И.о. заведующего выпускающей кафедрой электроснабжения и электротехники им. академика И.А. Будзко

Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

*Стушкина*

(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

«07» 06 2023 г.

Методический отдел УМУ

« »

2023 г.



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики  
и энергетики имени В.П. Горячкина  
И.Ю. Игнаткин

“ 05 ” 09 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.01.06 «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Направленность: Электроснабжение

Курс 4  
Семестр 7,8

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки: 2022

*стр. 4, 8, 9*

Москва, 2022

Разработчик: Лещинская Т.Б., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Лещинская  
(подпись)

« 01 » 09 2022 г.

Рецензент: Андреев С.А., к. т. н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Андреев С.А.  
(подпись)

« 01 » 09 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко протокол № 2 от « 01 » 09 2022 г.

И.о. заведующего кафедрой Стушкина Н.А., к. т. н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Стушкина Н.А.

« 01 » 09 2022 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Дидманидзе О.Н.

Протокол № 2 « 15 » 09 2022 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой электроснабжения и электротехники

имени академика И.А. Будзко Стушкина Н.А., к. т. н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Стушкина Н.А.

« 01 » 09 2022 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Ермилова Я.В.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>2</b>
<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>6</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	9
4.4 САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>12</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>13</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	14
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	18
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	20
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	20
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	20
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	20
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....</b>	<b>21</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>21</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>22</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..</b>	<b>23</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	24
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>24</b>

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01.06 «Электроэнергетические системы и сети» для подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение

**Цель освоения дисциплины:** освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области проектирования и эксплуатации электроэнергетических систем и электрических сетей различного класса напряжений и способностью:

- использовать методы анализа и моделирования электрических цепей;
- использовать методы решения задач анализа и расчета параметров электрических цепей;
- рассчитывать параметры режимов работы электроэнергетических систем и сетей.

Обучение принципам и методам разработки, создания, распространения и использования цифровых технологий в электроэнергетике; получение базовых знаний о современных цифровых технологиях, используемых в профессиональной деятельности и практические навыки их использования.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, профессиональный модуль по направленности Электроснабжение учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенций): ПКос-2 (ПКос-2.3; ПКос-2.4)

### **Краткое содержание дисциплины:**

Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях. Основные понятия и определения. Модели, параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем и электрических сетей. Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры. Расчет и анализ с помощью цифровых технологий установившихся режимов работы электрических сетей. Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации. Расчет электрических линий 110 кВ с использованием П-образной схемы замещения в случае, когда нагрузка задана мощностью. Расчет режимов замкнутых сетей. Понятие точки токораздела. Особенности послеаварийных режимов. Балансы мощностей в электроэнергетической системе. Задачи расчета балансов активной и реактивной мощности. Основы регулирования напряжения и частоты в электроэнергетической системе. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе. Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем. Основные сведения о характере потерь мощности и электроэнергии в различных элементах электрических сетей.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 6 зач. единиц (216 часов). / в т.ч. практическая подготовка 2 ч.

**Промежуточный контроль:** курсовой проект, экзамен.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области проектирования и эксплуатации электроэнергетических систем и электрических сетей различного класса напряжений, и способностью:

- использовать методы анализа и моделирования электрических цепей в программном комплексе Simulink;
- использовать методы решения задач анализа и расчета параметров электрических цепей;
- рассчитывать параметры режимов работы электроэнергетических систем и сетей.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны знать:

- конструкцию, параметры и схемы замещения элементов электрических систем;
- параметры и математические модели электрических цепей;
- критерии экономической эффективности проектов;
- методы расчета линейных электрических цепей;
- основные типы электрических станций, их характеристики.

Применение цифровых технологий в обучении позволит студентам изучить процессы, протекающие в системах электроснабжения, провести моделирование работы электрических сетей в различных режимах работы, оценить влияние секционирования и защитного оборудования на надежность и эффективность работы систем электроснабжения. Так же цифровые технологии позволят упростить выполнение и оформление отчетов, технической и чертежной документации.

## 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений. Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение (академический бакалавриат).

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» являются курсы: информатика (1 курс, 1 семестр), математика (1 курс, 1-2 семестры; 2 курс, 3 семестр), физика (1 курс, 2 семестр; 2 курс, 2-3 семестры), теоретические основы электротехники (2 курс, 3-4 семестры), компьютерное проектирование КОМПАС (2 курс, 3 семестр), компьютерное проектирование AUTOCAD (2 курс, 3 семестр), информационные технологии (2 курс, 4 семестр), передача и распределение электроэнергии (3 курс, 5 семестр), электрические машины (3 курс; 5 и 6 семестры), переходные процессы в электроэнергетических системах (3 курс, 6 семестр).

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» является сопутствующей для изучения следующих дисциплин: автономные системы электроснабжения (4 курс, 8 семестр), надежность систем электроснабжения (4 курс, 8 семестр), электромеханические переходные процессы (4 курс, 8 семестр).

Данная дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» используется при подготовке студентами выпускных квалификационных работ.

Рабочая программа дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций (индикаторов достижения компетенций), представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ПКос-2	Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПКос-2.3 Обосновывает выбор целесообразного проектного решения энергетических и электротехнических систем	методы анализа и моделирования электрических цепей в программном комплексе Simulink	применять методы анализа и моделирования электрических цепей в программном комплексе Simulink	методами анализа и моделирования электрических цепей в программном комплексе Simulink
			ПКос-2.4 Участвует в проектировании энергетических и электротехнических систем	расчет параметров режимов работы электроэнергетических систем и сетей	рассчитывать параметры режимов работы электроэнергетических систем и сетей	методами расчета параметров режимов работы электроэнергетических систем и сетей



## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ в семестре № 7,8 представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость,		
	Час	Семестр №7	Семестр №8 всего/*
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>216</b>	<b>36</b>	<b>180/2</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>14,4/2</b>	<b>2</b>	<b>12,4/2</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>14,4/2</b>	<b>2</b>	<b>12,4/2</b>
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	6	2	4
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	4/2		4/2
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	2		2
<i>курсовой проект (КП) (консультация, защита)</i>	2		2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4		0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>201,6</b>	<b>34</b>	<b>167,6</b>
<i>курсовой проект (КП) (подготовка)</i>	36		36
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)</i>	157	34	123
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	8,6		8,6
Вид промежуточного контроля:			Экзамен, КП

\* в том числе практическая подготовка

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего /*	ЛР	ПКР	
Раздел 1 « Общие сведения об электро-	36	2				34

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего /*	ЛР	ПКР	
энергетических системах и электрических сетях»						
<b>Итого в семестре 7</b>	36	2				34
Раздел 2 «Модели, параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем и электрических сетей»	26	1				25
Раздел 3 «Расчет и анализ установившихся режимов работы электрических сетей»	29	1	1	1		25
Раздел 4 «Балансы мощностей в электроэнергетической системе»	27	1	1			25
Раздел 5 «Основы регулирования напряжения и частоты в электроэнергетической системе»	28/1	1	1/1	1		24
Раздел 6 «Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем»	25/1		1/1			24
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4				0,4	
<i>Курсовой проект (подготовка)</i>	36					36
<i>курсовой проект (КП) (консультация, защита)</i>	2				2	
Экзамен	8,6					8,6
<b>Итого в семестре 8</b>	<b>180/2</b>	<b>4</b>	<b>4/2</b>	<b>2</b>	<b>2,4</b>	<b>167,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>216/2</b>	<b>6</b>	<b>4/2</b>	<b>2</b>	<b>2,4</b>	<b>201,6</b>

\* в том числе практическая подготовка

## Раздел 1. Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях

### Тема 1. Основные понятия и определения

#### Рассматриваемые вопросы.

Исторический обзор развития электрических сетей в России, современное состояние и перспективы дальнейшего развития. Преимущества объединенных электроэнергетических систем. Классификация электрических сетей. Номинальные напряжения электрических сетей. Требования, предъявляемые к электрическим сетям при их проектировании, сооружении и эксплуатации. Рабочие режимы работы электрических сетей. Задачи, решаемые при расчетах режимов электрических сетей.

Основные элементы электроэнергетических систем: генераторы, линии электропередачи, трансформаторы и автотрансформаторы, узлы комплексных нагрузок. Основные сведения о конструкции воздушных линий. Конструктивные элементы воздушных линий: провода и тросы, изоляторы, линейная арматура, опоры и основания.

Основные сведения о конструкциях кабельных электрических линий. Конструкции силовых кабелей.

## **Раздел 2. Модели, параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем и электрических сетей**

**Тема 1.** Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры

### **Рассматриваемые вопросы.**

Полные и упрощенные схемы замещения электрических линий и их параметры. Активные и индуктивные сопротивления и проводимости линий. Зарядные мощности линий. Используемые сечения проводов. Транспозиция фаз. Расщепление проводов фаз линий.

Полные и упрощенные схемы замещения трансформаторов (автотрансформаторов) и их параметры. Активные и индуктивные сопротивления и проводимости трансформаторов (автотрансформаторов).

Понятие комплексной нагрузки. Статические характеристики нагрузок потребителей. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей.

## **Раздел 3. Расчет и анализ установившихся режимов работы электрических сетей**

**Тема 1.** Расчет режимов работы электрических сетей различной конфигурации

### **Рассматриваемые вопросы.**

Построение схемы замещения электрической сети. Подготовка схемы замещения электрической сети к расчету режима. Расчетные схемы электрических сетей.

Расчет электрических линий 35-110 кВ с использованием векторных диаграмм напряжений и токов и П-образной схемы замещения в случае, когда нагрузка задана током. Анализ различных режимов работы электрической линии. Влияние емкостных токов на режимные параметры. Аналитическая зависимость между напряжениями начала и конца линии. Понятие потери и падения напряжения. Допущения, используемые при расчете сетей 110 кВ.

**Тема 2.** Расчет электрических линий 110 кВ с использованием П-образной схемы замещения

### **Рассматриваемые вопросы.**

Случай, когда нагрузка задана мощностью. Четыре возможных случая постановки задачи расчета режима (по данным начала, по данным конца передачи, итерационным методом «в 2 этапа»). Допущения, используемые при расчете сетей 110 кВ. Моделирование работы электрической сети в программном комплексе Simulink.

Расчет магистральных и разветвленных сетей. Совместный расчет сетей двух номинальных напряжений. Расчет электрических сетей с учетом статических характеристик нагрузок. Метод систематизированного подбора.

**Тема 3.** Расчет режимов замкнутых сетей

### **Рассматриваемые вопросы.**

Понятие точки токораздела. Особенности послеаварийных режимов. Краткие сведения об электрическом расчете сложных замкнутых электрических сетей. Расчет режимов сетей напряжением до 35 кВ. Особенности расчета ре-

жимов. Расчет режимов работы электрических сетей с двумя источниками питания.

#### **Раздел 4. Балансы мощностей в электроэнергетической системе**

**Тема 1. Задачи расчета балансов активной и реактивной мощности**

##### **Рассматриваемые вопросы.**

Составляющие балансов активной и реактивной мощности в электрических сетях. 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. Источники реактивной мощности в электроэнергетических системах, их технические и экономические характеристики. Выработка реактивной мощности генераторами электростанций. Компенсация реактивной мощности.

#### **Раздел 5. Основы регулирования напряжения и частоты в электроэнергетической системе**

**Тема 1. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе**

##### **Рассматриваемые вопросы.**

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.

#### **Раздел 6. Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем**

**Тема 1. Основные сведения о характере потерь мощности и электроэнергии в различных элементах электрических сетей**

##### **Рассматриваемые вопросы.**

Виды потерь мощности. Определение потерь мощности и электроэнергии в электрических линиях и трансформаторах (автотрансформаторах) с помощью графиков нагрузки и с использованием времени максимальных потерь. Мероприятия по снижению потерь мощности и электроэнергии. Выбор оптимальных добавок в программном комплексе RastrWin3.

### **4.3 Лекции/лабораторные/практические занятия**

Таблица 4

**Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия**

№ п/п	Номер и наименование разделов, тем	№ и название лекций/лабораторных/практических/ занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1. Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях</b>				<b>2</b>
	Тема 1. Основные понятия и определения	<b>Лекция № 1.</b> Основные элементы электроэнергетических систем и их параметры.	ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)		2
2.	<b>Раздел 2. Модели, параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем и электрических сетей</b>				<b>1</b>
	Тема 1. Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры	<b>Лекция № 2.</b> Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей	ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)		1
3.	<b>Раздел 3. Расчет и анализ установившихся режимов работы электрических сетей</b>				<b>3</b>
	Тема 1. Моделирование режимов работы электрических сетей различной конфигурации	<b>Лекция № 5.</b> Анализ режимов работы электрической линии в программном комплексе Simulink.	ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)		1
		<b>Лабораторная работа № 2.</b> Анализ режимов работы электрической линии.	ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)	Защита лабораторной работы	1
		<b>Практическое занятие № 3.</b> Расчет максимальных и минимальных режимов работы электрических сетей.	ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)	Устный опрос	1
4.	<b>Раздел 4. Балансы мощностей в электроэнергетической системе</b>				<b>2</b>
	Тема 1. Задачи расчета балансов активной и реактивной мощности	<b>Лекция № 11.</b> Составляющие балансов активной и реактивной мощности в электрических сетях.	ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)		1
		<b>Практическое занятие № 5.</b> Расчет баланса мощностей в максимальных и минимальных режимах.	ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)	Устный опрос	1
5.	<b>Раздел 5. Основы регулирования напряжения и частоты в электроэнергетиче-</b>				<b>3/1</b>

№ п/п	Номер и наименование разделов, тем	№ и название лекций/лабораторных/практических/ занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов из них практическая подготовка
	<b>ской системе</b>				
	Тема 1. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе	<b>Лекция № 14.</b> Встречное регулирование напряжения, технические средства регулирования	ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)		1
		<b>Лабораторная работа № 5.</b> Способы и технические средства регулирования напряжения.	ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)	Защита лабораторной работы	1
		<b>Практическое занятие № 6.</b> Определение допустимой потери напряжения в сетях 10 и 0,38 кВ. Выбор оптимальных надбавок трансформаторов в программном комплексе RastrWin3	ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)	Устный опрос Решение типовых задач	1/1
6.	<b>Раздел 6. Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем</b>				<b>1/1</b>
	Тема 1. Основные сведения о характере потерь мощности и электроэнергии в различных элементах электрических сетей	<b>Практическое занятие № 7.</b> Расчет потерь электроэнергии в сетях 0.4-10 кВ.	ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)	Устный опрос Решение типовых задач	1/1

#### 4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 5

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Номер и наименование разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях</b>		
1.	Тема 1. Основные понятия и определения	Элементы электроэнергетических систем. Конструкции воздушных и кабельных электрических линий (ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)).
<b>Раздел 2. Модели, параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем и электрических сетей</b>		
2.	Тема 1. Схемы замещения элементов	Схемы замещения электрических линий и их параметры. Активные и индуктивные сопротивления и проводимости ли-

№ п/п	Номер и наименование разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры	ний (ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)).
<b>Раздел 3. Расчет и анализ установившихся режимов работы электрических сетей</b>		
3.	Тема 1. Моделирование режимов работы электрических сетей различной конфигурации	Схемы замещения электрических сетей (ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)).
	Тема 2. Расчет электрических линий 110 кВ с использованием П-образной схемы замещения	Расчет электрических линий 110 кВ с применением П-образной схемы замещения. Расчет магистральных и разветвленных сетей (ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)).
	Тема 3. Моделирование режимов замкнутых сетей	Расчет режимов замкнутых сетей (ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)).
<b>Раздел 4. Балансы мощностей в электроэнергетической системе</b>		
4.	Тема 1. Задачи расчета балансов активной и реактивной мощности	Расчет балансов реактивной и активной мощности (ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)).
<b>Раздел 5. Основы регулирования напряжения и частоты в электроэнергетической системе</b>		
5.	Тема 1. Регулирование напряжения и частоты в электроэнергетической системе	Способы и средства регулирования напряжений в электрических сетях (ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)).
<b>Раздел 6. Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем</b>		
6	Тема 1. Основные сведения о характере потерь мощности и электроэнергии в различных элементах электрических сетей	Расчет потерь мощности и электроэнергии в элементах электрических сетей Мероприятий по снижению потерь мощности и электроэнергии (ПКос-2 (ПКос-2.3 ПКос-2.4)).

## 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используются элементы инновационных технологий.

Для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) и активные и интерактивные технологии (проблемное обучение, информационно-коммутационная технология, контекстное обучение).

Основные формы теоретического обучения: лекции, лекция-визуализация, консультация, экзамен.

Основные формы практического обучения: практические занятия и лабораторные работы.

Дополнительные формы организации обучения: курсовая работа и самостоятельная работа студентов.

Таблица 6

**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Основные элементы электроэнергетических систем и их параметры.	Л	Технология проблемного обучения (лекция визуализация)
2.	Сопротивления и проводимости линий электропередач, зарядные мощности линий 110 кВ.	Л	Технология проблемного обучения (лекция визуализация)
3.	Расчет распределения электрической нагрузки на участках замкнутых сетей. Определение точки токораздела.	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач)
4.	Определение допустимой потери напряжения в сетях 10 и 0,38 кВ. Выбор оптимальных надбавок трансформаторов	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач)
5.	Расчет потерь электроэнергии в сетях 0.4-10 кВ.	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач)
6.	Активные и индуктивные сопротивления и проводимости линий.	ЛР	Технология проблемного обучения
7.	Способы и технические средства регулирования напряжения.	ЛР	Технология проблемного обучения

**6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

При изучении разделов дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает посещение лекций, устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях, защита лабораторных работ, решение типовых задач, проведение дискуссий.

**Промежуточный контроль знаний:** защита курсового проекта, экзамен.



## **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

1). При изучении дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» учебным планом предусмотрено выполнение курсового проекта.

Курсовой проект посвящен разработке электроэнергетической системы по заданным мощностям. Курсовой проект включает: выбор систем напряжения, выбор оптимальной схемы сетей, расчет баланса мощностей, выбор силовых трансформаторов, выбор сечений проводов в высоковольтных линиях, регулирование напряжения.

Курсовой проект выполняется студентом во внеурочное время с использованием специализированных информационных материалов. Курсовой проект носит расчетно-графический характер. Оформляется курсовой проект в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel для построения диаграмм и графиков.

Примерная тема курсового проекта «Проектирование электрических сетей напряжением 35 кВ –110 кВ»

Исходя из нормативных материалов и условий, рассмотренных на лекционных и практических занятиях.

Курсовой проект выполняется согласно номеру варианта индивидуального задания выданного преподавателем.

2). Пример дискуссии для текущего контроля знаний обучающихся:

**По разделу 1.** Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях

Теме 1. Основные понятия и определения

**Тема дискуссии** «Элементы электроэнергетических систем. Конструкции воздушных и кабельных электрических линий»

Вопросы к дискуссии

1. Какие типы электростанций применяются для выработки электроэнергии?
2. Расшифруйте обозначения типов электростанций ТЭС, КЭС, ТЭЦ, ГЭС, ГРЭС, АЭС.
3. Чем отличаются электростанции ТЭЦ и КЭС?
4. Назовите этапы производства электроэнергии на ТЭЦ.
5. Каковы преимущества ГЭС по сравнению с ТЭС?
6. Назовите преимущества объединенной энергосистемы.
7. Какие номинальные напряжения в Российской единой энергетической системе?
8. Устройство воздушных ЛЭП.
9. Типы проводов и изоляторов ЛЭП.
10. Устройство кабельных ЛЭП.

3). Пример типовой задачи для текущего контроля знаний обучающихся:

**По разделу 3.** Расчет и анализ установившихся режимов работы электрических сетей

Теме 3. Моделирование режимов замкнутых сетей

Задача 1. Определить сечение сталеалюминевых проводов замкнутой воздушной сети напряжением 10кВ. Среднее геометрическое расстояние между проводами  $D_{ср}=1250$  км. Напряжение источника питания 10,5 кВ, нагрузки в киловольтамперах и расстояния в километрах указаны на рисунке 1. Допустимая потеря напряжения в сети в нормальном режиме  $\Delta U_{доп} = 4 \%$ .

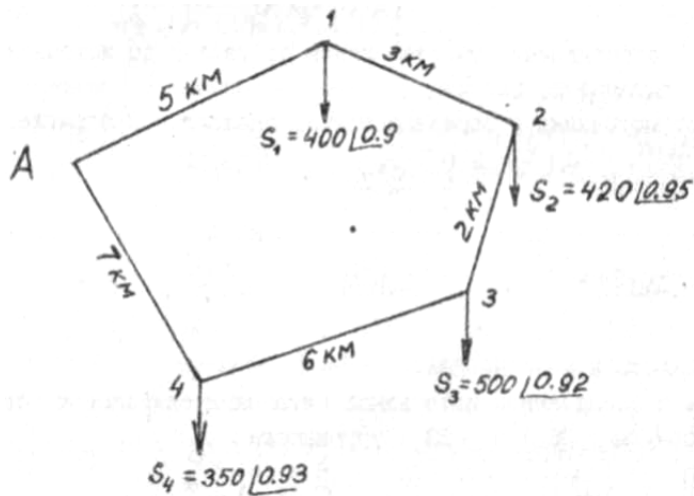


Рис 1. Схема сети 10 кВ.

4). Пример контрольных вопросов при защите лабораторной работы для текущего контроля знаний обучающихся.

**По разделу 2.** Модели, параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем и электрических сетей

Теме 1. Схемы замещения элементов электроэнергетических систем и электрических сетей и их параметры

Лабораторная работа № 1. Активные и индуктивные сопротивления и проводимости линий.

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы:

1. От каких параметров зависит активное сопротивление?
2. Как рассчитать внешнее индуктивное сопротивление линии электропередачи?
3. Поясните явление «самоиндукции» и «взаимоиндукции» в трехфазных ЛЭП. Свяжите эти понятия с индуктивным сопротивлением ЛЭП.
4. Что такое «зарядная мощность», и для ЛЭП какого класса напряжений характерно это явление?
5. Сопоставьте понятия «сопротивление» и «проводимость» ЛЭП.
6. Как осуществляется транспозиция фаз на ЛЭП, что это дает с точки зрения режимов?
7. Поясните явление «расщепление фаз», свяжите это понятие со «скин-эффектом».

5) Пример перечня вопросов для устного опроса студентов для текущего контроля знаний обучающихся:

## **По разделу 1.** Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях

### Теме 1. Основные понятия и определения

#### Практическое занятие № 1. Изучение типов электростанций и принципиальные электрические схемы.

##### Перечень вопросов для устного опроса

1. Поясните понятие «Энергетическая система».
  2. Какие элементы входят в электроэнергетическую систему?
  3. Назовите номинальные напряжения систем электроснабжения России.
  4. Перечислите типы электростанций.
  5. Принципы получения электроэнергии на электростанциях различных типов.
  6. Конструкции воздушных линий 0,4–10 кВ.
  7. Конструкции воздушных линий 35–110 кВ.
  8. Провода изолированные и неизолированные, их типы и особенности конструкции.
  9. Изоляторы, назначение, устройство и типы.
  10. Конструкции кабельных линий и типы кабелей.
- б). Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):
1. Развитие электроэнергетики России и зарубежных стран.
  2. Типы районных электрических станций – тепловые, гидравлические и др. Объединение станций в энергосистемы.
  3. Номинальные напряжения электроустановок.
  4. Надежность электроснабжения. Способы обеспечения надежности сельского электроснабжения, выбор средств повышения надежности
  5. Расчетная нагрузка. Расчетный период. Определение расчетной нагрузки на вводе в жилой дом.
  6. Схема соединений подстанций 10/0,4 кВ
  7. Определение расчетной нагрузки на участках ВЛ 0,38 кВ и на шинах ТП 10/0,4 кВ.
  8. Защита установок от прямых ударов молнии. Стержневые и тросовые молниеотводы.
  9. Определение расчетной нагрузки на участках ВЛ 10 кВ и на шинах РТП 35(110)/10 кВ.
  10. Замыкания на землю (ЗНЗ) в системе с изолированной нейтралью, ток ЗНЗ.
  11. Выбор сечений проводов для ВЛ 10 кВ.
  12. Конструкции и марки проводов для воздушных линий и внутренних проводов. Активные и индуктивные сопротивления проводов и кабелей.
  13. Устройство наружных и внутренних электрических сетей. Активные и индуктивные сопротивления проводов и кабелей.
  14. Конструкция и марки силовых кабелей для напряжений до 10 кВ.
  15. Классификация опор ВЛ. Способы пропитки деревянных опор.
  16. Определение токов к.з. в сельских сетях напряжением выше 1000 В от системы неограниченной мощности.
  17. Время использования максимума нагрузки и время потерь.

18. Выбор плавких вставок и автоматических выключателей в сетях напряжением до 1000 В.
19. Допустимая токовая нагрузка на проводе и кабели. Вывод формула  $I_{доп}$
20. АПВ: назначение, область применения, принцип выполнения и работа схемы АПВ. (по выбору студента).
21. Порядок выбора сечений проводов по условиям нагрева.
22. Трубчатые разрядники: конструкция, выбор параметров, типы и область применения
23. Расчет по нагреву внутренних сетей, защищаемых автоматами.
24. Плавкие предохранители. Устройство, типы, гашение дуги.
25. Типы районных электрических станций – тепловые, гидравлические и др. Объединение станций в энергосистемы.
26. Выбор проводов по экономической плотности тока и экономическим интервалам.
27. Потери мощности энергии в воздушных линиях и трансформаторах.
28. Расчет линии с двусторонним питанием. Вывод формулы для тока из источника питания.
29. Типы выключателей.
30. Частные случаи формулы тока из источника питания для линии с двусторонним питанием.
31. Защита электроустановок высокого напряжения от волн перенапряжения.
32. Падение и потеря напряжения в трехфазных электрических сетях переменного тока.
33. Падение и потеря напряжения в электрических сетях переменного тока. Вывод формулы.
34. Определение допустимой потери напряжения в электрических сетях 10 и 0,38 кВ.
35. Техничко-экономические показатели систем электроснабжения (Затраты на систему электроснабжения).
36. Расчет трехфазных сетей с неравномерной нагрузкой фаз при соединении однофазных нагрузок в треугольник (конспект).
37. Трехфазно-однофазные сети.
38. Методы регулирования напряжения в сельских электрических сетях. стабилизация и встречное регулирование напряжения.
39. Основные средства регулирования напряжения. Встречное регулирование напряжения.
40. Определение допустимой потери напряжения по таблицам отклонений напряжения.
41. Расчет электрических сетей 10 кВ по экономическим интервалам.
42. Выключатели (масляный, элегазовый)
43. Выключатели (воздушный, вакуумный)
44. Выключатель масляный баковый и маломасляный.
45. Разъединитель РЛНДЗ: назначение, устройство
46. Отделитель и короткозамыкатель
47. Предохранитель ПКТ-10: устройство и назначение
48. Разрядник вентильный: назначение, устройство

49. Измерительный трансформатор тока: назначение, типы.
50. Измерительный трансформатор напряжения
51. Назначение молниеотводов стержневых и тросовых
52. Моделирование электрических сетей в программном комплексе Simulink
53. Расчет рабочих режимов сетей в программном комплексе RastrWin3

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для допуска к экзамену по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, лабораторных занятий, практических занятий, выполнение и защиту курсового проекта (КП).

Таблица 8

**Критерии оценивания выполнения КП**

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, выполнивший и представивший КП к защите в установленный срок; КП оформлена в соответствии с предъявляемыми требованиями; в полной мере объясняет полученные результаты расчетов; не затрудняется с ответом при видоизменении условий задания; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, выполнивший и представивший КП к защите в установленный срок; КП оформлена в соответствии с предъявляемыми требованиями; не допускающий существенных неточностей в ответе на вопросы; не затрудняется с ответом при видоизменении условий задания; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший тематику КП; освоил теоретический материал только по обязательному минимуму содержания. Студент допускает неточности в ответе, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала, четкость и убедительность ответа выражена слабо.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания и теоретический материал по КП; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки при объяснении результатов КП.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» применяется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника. Критерии выставления оценок по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» представлены в таблице 7.

## Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
<p><b>Высокий уровень «5» (отлично)</b></p>	<p>оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, глубоко и прочно освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно. Студент, выполнивший и защитивший КП на высоком качественном уровне; не затрудняется с ответом при видоизменении задания; справляется с нестандартными задачами, вопросами и другими видами применения знаний; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины; показывает разносторонние знания основной и дополнительной литературы; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции</b>, закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий.</b></p>
<p><b>Средний уровень «4» (хорошо)</b></p>	<p>оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала. Студент, выполнивший и защитивший КП; усвоивший основную литературу, рекомендованную программой дисциплины; обладающий основными профессиональными компетенциями; в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции</b>, закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний).</b></p>
<p><b>Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)</b></p>	<p>оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал только по обязательному минимуму содержания предмета, определенному программой дисциплины; выполнивший и защитивший КП; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент допускает неточности в ответе, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала, четкость и убедительность ответа выражена слабо, испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b>, закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b></p>
<p><b>Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)</b></p>	<p>оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа экзаменационных вопросов; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки при выполнении типовых практических заданий. Студент, выполнивший и защитивший КП; основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b>, закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы.</b></p>

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

1. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: учебник для вузов / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов – М.: БИБКМ, ТРАНСЛОГ, 2015. – 656 с.
2. Лещинская, Т.Б. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / Т.Б. Лещинская, И.А. Наумов – М.: БИБКМ-ТРАНСЛОГ, 2015. – 455 с.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: ЭНАС, 2009. – 392 с.
2. Костин, В.Н. Электроэнергетические системы и сети: Учебное пособие. – СПб.: Троицкий мост, 2015. – 304 с.: ил.
3. Безик, В. А. Электроэнергетические системы и сети : методические указания / В. А. Безик. — Брянск : Брянский ГАУ, 2020. — 32 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172051> (дата обращения: 08.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Электроэнергетические системы и сети : лабораторный практикум/ составители Ю. Г. Кононов [и др.]. — Ставрополь : СКФУ, 2017. — 161 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155181> (дата обращения: 08.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Капитанов, Д. В. Введение в MatLab : учебное пособие / Д. В. Капитанов, О. В. Капитанова. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2016. — 65 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153039> (дата обращения: 26.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **7.3 Нормативные правовые акты**

Правила устройства электроустановок. 7-е изд. (ПУЭ-7).

### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» являются лекции, лабораторные работы и практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции проводятся на потоке, практические занятия в группах, лабораторные работы в подгруппах. По курсу предусмотрено выполнение курсового проекта.

На лекциях излагается теоретический материал, лабораторные работы и практические занятия проводятся для закрепления теоретических знаний.

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

Программы: Microsoft Office (Word, Excel, Power Point), AutoCAD. Интернет, электронные ресурсы технических библиотек (открытый доступ)

а) Каталоги электрических машин и трансформаторов, изготавливаемых заводами России, etc. (интернет ресурс):

– Свердловский завод трансформаторов тока (трансформаторы и другая электротехническая продукция) <http://www.cztt.ru/main.html> (открытый доступ);

– Российские предприятия-производители трансформаторов и трансформаторных подстанций <https://productcenter.ru/> (открытый доступ);

б) Информационные центры России, обрабатывающие и распространяющие научно-техническую информацию <http://www.feip.ru/> (открытый доступ);

с) Всероссийский институт научной и технической информации РАН (ВИНИТИ РАН) <http://www.viniti.ru/> (открытый доступ);

д) Всероссийский научно-технический информационный центр (ВНТИЦ) <http://www.vntic.org.ru> (открытый доступ);

е) Защита интеллектуальной собственности (Роспатент) <https://rupto.ru/ru> (открытый доступ);

ф) Российский научно-технический центр по стандартизации (Стандартин форм) <http://www.gostinfo.ru/> (открытый доступ).

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1. Общие сведения об электроэнергетических системах и электрических сетях	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2010
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2010
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2009
		Power Point	Презентация	Microsoft	2010
2.	Раздел 2. Модели, параметры и характеристики элементов электроэнергетических систем и электрических сетей	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2010
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2010
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2009
		Power Point	Презентация	Microsoft	2010



3.	Раздел 3. Расчет и анализ установившихся режимов работы электрических сетей	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация	Microsoft Microsoft  Autodesc  Microsoft	2010 2010  2009  2010
4.	Раздел 4. Балансы мощностей в электроэнергетической системе	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация	Microsoft Microsoft  Autodesc  Microsoft	2010 2010  2009  2010
5.	Раздел 5. Основы регулирования напряжения и частоты в электроэнергетической системе	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация	Microsoft Microsoft  Autodesc  Microsoft	2010 2010  2009  2010
6.	Раздел 6. Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях электроэнергетических систем	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация	Microsoft Microsoft  Autodesc  Microsoft	2010 2010  2009  2010

### 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

#### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы *
1	2
Корпус № 24, аудитория № 101 учебная лаборатория для проведения занятий семинарского, лабораторно-практического типа, компьютерный класс с интерактивной доской	1. Парты – 8 шт. 2..Стулья – 16 шт. 3. Доска меловая – 1 шт. 4. Лабораторный стенд «Исследование измерительных трансформаторов тока»

	(Инв. № 410124000603096)
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом.	
Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки.	

**\* оборудование , используемое для практической подготовки**

### **11.Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины**

Учебный курс «Электроэнергетические системы и сети» является основополагающим для студентов, обучающихся по направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение. В этом курсе студент получает знания о современных методах расчета параметров электрических сетей различных классов напряжений. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по выбранному направлению.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на *лекциях*. Самостоятельно производить расчеты при обработке экспериментальных данных и осуществлять их графическую интерпретацию с использованием интерактивных программных сред.
2. К выполнению *лабораторной работы* необходимо заранее самостоятельно изучить теоретический материал указанный преподавателем литературы: учебники, лекции, методические указания, а также по методическим указаниям подготовить протокол для проведения экспериментальных исследований. Подготовить ответы на контрольные вопросы, предложенные преподавателем к защите данной лабораторной работе. На лабораторных занятиях необходимо обдуманно выполнять задания, произвести расчеты, начертить схемы и проанализировать полученные результаты. Защищать лабораторную работу по возможности следует в день ее выполнения или ближайшее время.
3. На *практических занятиях* обдуманно выполнять задания, анализировать полученные результаты. Максимально использовать возможности производственных практик на предприятии для изучения всего электрооборудования, имеющегося на предприятии, стремиться принять участие в ремонте электротехнического оборудования
4. Регулярно посещать тематические выставки, например, международный форум «Электрические сети» и др.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

практические занятия

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся;

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

**Самостоятельная работа студентов** предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции.

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

**Курсовой проект** рекомендуется выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему и ответить в устной форме на вопросы задаваемые преподавателем по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему, решить задачи и ответить в устной форме на вопросы задаваемые преподавателем по теме практического занятия.

Студент, пропустивший лабораторную работу, должен самостоятельно изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, порядок ее проведения и отработать ее в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок лабораторных работ.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Формы организации учебного процесса по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» являются лекции, лабораторные занятия, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов.

Преподавание дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» требует особых методических подходов вследствие специфики общей подготовки студентов.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий. Они должны дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных и узловых вопросах.

Объем читаемых лекций определяется графиком изучения дисциплины. Каждая лекция должна делиться на три части: введение, основная часть (учебные вопросы) и заключение.

Лекции должны иметь логическую связь с ранее изученным материалом и быть ориентированы на последующее применение излагаемого материала.

Для этой цели во введении к лекции преподаватель формулирует тему, учебные вопросы, отражающие содержание лекции, и четко определяет цель данной лекции. Начиная изложение рассматриваемого материала, преподаватель устанавливает логическую связь данной лекции с предыдущим материалом и изучаемыми ранее дисциплинами. Введение должно занимать не более 10 минут, но должно полностью подготовить студента к восприятию излагаемого далее основного содержания.

Поскольку объем лекций ограничен, то планируемый в лекциях материал должен отражать только основное содержание изучаемого вопроса, сочетаясь с примерами и, при необходимости, иллюстрируется плакатами и другими техническими средствами обучения. При этом не следует, по возможности, включать в лекцию громоздкие выводы, пояснения и тому подобный материал, однако в таких случаях необходимо обязательно указывать разделы рекомендуемой литературы, где можно получить убедительные ответы на возникшие вопросы. Кроме этого, в лекции обращается внимание студентов на те вопросы изучаемого материала, которые он должен изучить самостоятельно по указанной в методических указаниях по данной дисциплине литературе.

В заключительной части лекций преподаватель должен подвести итог и сформулировать общие выводы, вытекающие из содержания основной части лекции, и еще раз обратить внимание на тот объем материала, который подлежит самостоятельному изучению.

Самостоятельная работа студентов включает проработку лекционного материала, подготовку к лабораторным работам, выполнение курсового проекта, изучение дополнительной литературы, подготовку к сообщению на практических занятиях и конференциях.

Изучение курса сопровождается постоянным контролем самостоятельной работы студентов, разбором и обсуждением выполненных домашних заданий, с последующей корректировкой принятых ошибочных решений. Контроль выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляет ведущий дисциплину преподаватель.

Преподавание дисциплины основано на максимальном использовании активных форм обучения и самостоятельной работы студентов. Под руководством преподавателя студенты должны самостоятельно осуществлять поиск необходимой информации и принимать обоснованные решения по конкретным ситуациям.

**Программу разработал:**

Лещинская Т.Б., д.т.н., профессор

---