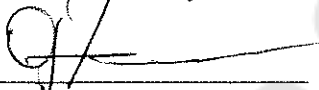


Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический университет  
имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
ГГТУ им. П.О. Сухого

  
\_\_\_\_\_ О.Д. Асенчик

" 06 " 07 2015 г.

Регистрационный № УД-55-11 /уч.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети»

2015 г.

Учебная программа разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования первой ступени по специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» ОСВО-1-43 01 02-2013 и учебными планами учреждения образования, регистрационные №№ 1 43-1-21/уч. 17.09.2013; 1 43 -1-08/уч. 12.02.2014

#### СОСТАВИТЕЛИ:

П.В.Лычев, доцент кафедры «Электроснабжение» ГГТУ им. П.О. Сухого, кандидат технических наук, доцент

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.В.Козлов, доцент кафедры «Теоретические основы электротехники» ГГТУ им. П.О. Сухого, кандидат технических наук, доцент;

А.В. Жуковский, начальник Гомельского РЭС филиала «Гомельские электрические сети» РУП «Гомельэнерго»

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Электроснабжение» ГГТУ им. П.О. Сухого (протокол № 11 от 11.05.2015 г.);

Научно-методическим советом энергетического факультета (протокол № 10 от 30.6.2015); регистрационный № РЭЭ -05-09/уч

Научно-методическим советом ГГТУ им. П.О. Сухого (протокол № 5 от 01.04.2015)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина является одной из базовых, в которых закладывается фундамент специальной подготовки по электроэнергетическим системам и сетям.

Общая цель дисциплины – формирование знаний по физическим принципам функционирования электрических сетей, их проектированию, эксплуатации, методам расчета и анализа.

Основными задачами являются:

- изучение принципов передачи и распределения электроэнергии;
- изучение методов электрического расчета и анализа электрических сетей;
- изучение методов технико-экономического анализа электрических сетей;
- изучение основ проектирования электрических сетей.

В результате изучения учебной дисциплины «Электрические сети» студент должен знать:

- принципы расчета параметров линий электропередачи, трансформаторов, компенсирующих устройств;
- физическую сущность потерь мощности в электрических сетях;
- возможные режимы электропередач;
- типовые схемы электрических сетей и области их применения;
- технико-экономические критерии принятия решений в электрических сетях;

уметь:

- рассчитывать потери электроэнергии в электрических сетях различными методами;
- проводить расчеты режимов разомкнутых и простых замкнутых электрических сетей;
- выбирать номинальные напряжения электрических сетей, площади сечения проводников линий электропередачи;
- анализировать режимы электропередач;

владеть:

- методами расчёта установившихся режимов разомкнутых и простейших замкнутых электрических сетей;
- методами расчёта потерь электроэнергии в электрических сетях.

Учебная программа разработана на основе компетентностного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте по специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» ОСВО-1-43 01 02-2013.

В рамках учебной программы требуются следующие академические, социально-личностные и профессиональные компетенции:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения

теоретических и практических задач;

- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- уметь работать в команде;
- создавать условия для соответствия действующим стандартам, правилам и нормам, используя показания технологического процесса производства, передачи, распределения и потребления тепловой и электрической энергии;
- в составе группы специалистов осуществлять выбор оптимальных режимов эксплуатации энергетических объектов (систем) для повышения технико-экономических показателей режимов их работы;
- анализировать и оценивать собранные данные;
- работать с научной, технической и патентной литературой в области энергетики и смежных областях.

Учебная программа дисциплины разработана для дневной формы обучения.

Обучение на дневной форме проходит на 3-м курсе в 5-м семестре и рассчитано на 180 часов, в том числе 80 часов аудиторных занятий.

Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий для дневной формы обучения:

- лекции – 48 часов;
- лабораторные занятия – 16 часов;
- практические занятия – 16 часов.

Форма текущей аттестации – экзамен, 5 семестр, трудоёмкость дисциплины – 4 зачетных единицы.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Тема 1. Общая характеристика электрических систем и сетей

Основные понятия и определения. Краткий исторический обзор и перспективы развития электрических сетей и систем. Структура и основные элементы энергосистем. Электрические сети и их классификация. Номинальные напряжения электрических сетей. Нормативные материалы по электрическим системам.

### Тема 2. Характеристики и параметры элементов электрических сетей

Конструкции и параметры воздушных и кабельных линий электропередачи. Соотношение между параметрами разных линий. Схемы замещения линий. Параметры и схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Характеристики узлов нагрузки электрической сети. Виды компенсирующих устройств и их назначение. Представление элементов электрических систем и сетей в электрических расчетах.

### Тема 3. Потери мощности и электроэнергии

Потери мощности в линиях. Потери мощности в трансформаторах. Потери мощности в компенсирующих устройствах. Методы определения потерь электроэнергии в электрических сетях.

### Тема 4. Расчеты режимов разомкнутых электрических сетей

Задачи расчетов режимов. Зависимости между напряжениями и мощностью начала и конца звена электрической сети. Расчет режима линии электропередачи. Учет трансформаторов при расчете режима электрической сети. Расчет режима неразветвленных и разветвленных разомкнутых сетей одного номинального напряжения. Расчет режима разомкнутых сетей нескольких номинальных напряжений. Расчет режима местных электрических сетей. Допустимые потери напряжения в местных электрических сетях.

### Тема 5. Расчеты и анализ режимов электропередач

Общая характеристика электропередач и порядок их электрического расчета. Основные уравнения, определяющие режим линии электропередачи. Линия без потерь. Режим натуральной мощности. Методы электрического расчета электропередач. Предельная передаваемая мощность. Режим реактивной мощности при расчете линии без перепада и с перепадом напряжений. Режимы напряжения вдоль линии.

Тема 6. Основы методов расчета режимов замкнутых электрических сетей.

Общие сведения о замкнутых сетях и особенностях их режимов. Определение потокораспределения в линиях с двухсторонним питанием. Приведение параметров схем замещения сети к одной ступени напряжения. Метод контурных уравнений. Метод уравнений узловых напряжений.

Тема 7. Основы проектирования электрических сетей.

Построение конфигурации сети и выбор ее номинального напряжения. Подход к выбору сечений проводов и жил кабелей. Выбор сечений проводов по нормативной экономической плотности тока. Выбор сечений проводов линий и жил кабелей по условиям нагревания, механической прочности, допустимой потере напряжения и термической стойкости. Выбор сечений проводов воздушных линий по условию короны. Выбор числа и мощности трансформаторов подстанций.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ДНЕВНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1.	Общая характеристика электрических систем и сетей	4				экзамен
2.1.	Конструкции и параметры воздушных и кабельных линий электропередачи. Соотношение между параметрами разных линий. Схемы замещения линий.	4	2	4		экзамен, защита л/р
2.2.	Параметры и схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Характеристики узлов нагрузки электрической сети.	4	2			экзамен
2.3.	Виды компенсирующих устройств и их назначение. Представление элементов электрических систем и сетей в электрических расчетах.	2				экзамен
3.	Потери мощности и электроэнергии	6	4			экзамен
4.1.	Задачи расчетов режимов. Зависимости между напряжениями и мощности начала и конца звена электрической сети. Расчет режима линии электропередачи. Учет трансформаторов при расчете режима электрической сети.	4	2	2		экзамен, защита л/р
4.2.	Расчет режима неразветвленных и разветвленных разомкнутых сетей одного номинального напряжения. Расчет режима разомкнутых сетей нескольких номинальных напряжений. Расчет режима местных электрических сетей. Допустимые потери напряжения в местных электрических сетях.	4	4	6		экзамен, защита л/р
5.	Расчеты и анализ режимов электропередач	4		2		экзамен, защита л/р
6.	Основы методов расчета режимов замкнутых электрических сетей	6	2	2		экзамен, защита л/р
7.1.	Построение конфигурации сети и выбор ее номинального напряжения.	2				экзамен
7.2.	Подход к выбору сечений проводов и жил кабелей. Выбор сечений проводов	6				экзамен

	по нормативной экономической плотности тока. Выбор сечений проводов линий и жил кабелей по условиям нагрева, механической прочности, допустимой потере напряжения и термической стойкости. Выбор сечений проводов воздушных линий по условию короны.					
7.3.	Выбор числа и мощности трансформаторов подстанций.	2				экзамен
	Всего	48	16	16		



## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Основная литература

1. Электрические системы. Электрические сети/ Под ред. В.А. Веникова и В.А. Строева. – М.: Высшая школа, 1998.
2. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
3. Поспелов Г.Е. Электрические системы и сети: Учебник / Г.Е. Поспелов, В.Т. Федин, П.В. Лычев. – Мн.: УП «Технопринт», 2004. – 720с.
4. Поспелов Г.Е., Федин В.Т. Электрические системы и сети. Проектирование. – Минск: Высшэйшая школа, 1988.
5. Блок В.М. Электрические сети и системы. – М.: Высшая школа, 1986.
6. Лычев П.В., Федин В.Т. Электрические системы и сети. Решение практических задач. – Минск: Дизайн ПРО, 1997.
7. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Ростов-Н/Д, 2006.
8. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.А. Файбисовича. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во НЦЭНАС, 2006.

## Дополнительная литература

1. Лычев П.В., Федин В.Т. Электрические сети энергетических систем. – Минск: Універсітэцкае, 1999.
2. Сыч Н.М., Федин В.Т. Основы проектирования электрических сетей электроэнергетических систем. – Мн.: УП «Технопринт», 2001.
3. Поспелов Г.Е., Федин В.Т. Проектирование электрических сетей и систем. – Минск: Высшэйшая школа, 1978.
4. Поспелов Г.Е., Сыч Н.М. Потери мощности и энергии в электрических сетях. – М.: Энергоатомиздат, 1981.
5. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / Под ред. С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро. – М.: Энергоатомиздат, 1985.

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения

1. Мультимедийный проектор.
2. Лычев П.В. Электрические сети: электронный учебно-методический комплекс дисциплины / П.В. Лычев, К.М. Медведев. - Гомель: ГГТУ, 2013. – режим доступа: *eliv.gstu.by*.
3. Электрические сети: практикум / П.В. Лычев. – Гомель: ГГТУ, 2010.
4. Электрические сети: лабораторный практикум / П.В. Лычев, К.М. Медведев. – Гомель, ГГТУ, 2012.
5. Программа расчета установившихся режимов электрических сетей RASTR.

*Список литературы сверен Мозз (Мороз Л.К.)*

### Средства диагностики результатов учебной деятельности

Оценка уровня знаний студентов производится по десятибалльной шкале.

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита выполненных и оформленных лабораторных работ;
- устный и письменный опрос во время практических занятий;
- защита выполненных на практических занятиях индивидуальных заданий;
- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;
- сдача экзамена.

### Примерный перечень лабораторных занятий

1. Конструктивные элементы воздушных линий.
2. Конструктивные элементы кабельных линий.
3. Исследование режимов работы линии электропередачи
4. Исследование режимов работы разомкнутой электрической сети.
5. Исследование режимов замкнутой электрической сети.
6. Исследование влияния устройств поперечной компенсации на режимные параметры электрической сети
7. Исследование влияния устройств продольной компенсации на режимные параметры электрической сети

### Примерный перечень тем практических занятий

1. Определение и анализ параметров схем замещения линий электропередачи, трансформаторов и автотрансформаторов.
2. Определение потерь мощности и электроэнергии в линиях и трансформаторах.
3. Основные соотношения между напряжениями и мощностями начала и конца звена электрической сети.
4. Электрический расчет разомкнутой электрической сети.
5. Расчёт режима электрической сети одного номинального напряжения с двухсторонним питанием.

### Примерный перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы

1. Основные понятия и определения: электрическая сеть, система, линия и т.д.
2. Классификация электрических сетей.
3. Номинальные напряжения электрических сетей и их элементов.

4. Воздушные линии: область применения, конструкции кабелей, условия работы.
5. Кабельные линии: область применения, конструкции кабелей, условия прокладки.
6. Графики нагрузок и их показатели.
7. Представление нагрузок в расчетах режимов электрических сетей. Статические характеристики нагрузок по напряжению и частоте.
8. Виды компенсирующих устройств и их назначение.
9. Схемы замещения линий разного напряжения и конструктивного исполнения.
10. Параметры схем замещения линий и их определение.
11. Схемы замещения различных силовых трансформаторов.
12. Параметры схем замещения разных трансформаторов и их определение.
13. Потери мощности в линиях.
14. Потери мощности в трансформаторах
15. Методы определения потерь электроэнергии в электрических сетях.
16. Задачи расчетов режимов электрических сетей.
17. Соотношение между напряжениями и мощностями начала и конца звена электрической сети для характерных случаев.
18. Расчет режимов линий.
19. Расчет режимов трансформаторов.
20. Расчетные схемы и расчетные нагрузки.
21. Расчет режимов разомкнутых сетей напряжением 110-220 кВ.
22. Расчет режимов сетей нескольких номинальных напряжений.
23. Особенности расчета режимов распределительных сетей напряжением 35 кВ и ниже.
24. Расчет режимов простейших замкнутых сетей.
25. Задачи проектирования электрических сетей.
26. Учет надежности электроснабжения потребителей при проектировании электрических сетей.
27. Выбор номинального напряжения электрических сетей.
28. Выбор числа и мощности трансформаторов на понижающих подстанциях.
29. Выбор сечений проводников по разным условиям.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Электроэнергетические системы	Электроснабжение	Согласовано	№ 11 от 11.05.2015