


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

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
ГГТУ им. П.О. Сухого

  
\_\_\_\_\_ О.Д. Асенчик

" 09 " \_\_\_\_\_ 12 . 2015 г.

Регистрационный № УД-55-14 /уч.

## КОНСТРУКЦИИ И РЕЖИМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

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

2015 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» ОСВО-1-43 01 02-2013 и учебного плана специальности учреждения высшего образования № I 43-1-21/уч. (утверждён 17.02.2013).

#### СОСТАВИТЕЛИ:

К.М. Медведев, доцент кафедры «Электроснабжение» ГГТУ им. П.О. Сухого, кандидат технических наук, доцент

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.В. Брель, доцент кафедры «Автоматизированный электропривод» ГГТУ им. П.О. Сухого, кандидат технических наук, доцент;

В.Н. Петренко, начальник производственной лаборатории диагностики энергооборудования и качества электроэнергии филиала «Энергонадзор» РУП «Гомельэнерго»

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Электроснабжение» ГГТУ им. П.О. Сухого  
(протокол № 3 от 02.11.2015 г.);

Научно-методическим советом энергетического факультета ГГТУ им. П.О. Сухого  
(протокол № 3 от 24.11.2015 г.);

Научно-методическим советом ГГТУ им. П.О. Сухого  
(протокол № 2 от 08.12.2015).

УДЗ - 05-16/42

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью преподавания учебной дисциплины является формирование у студентов знаний об основных конструктивных элементах электрических сетей и умений рассчитывать установившиеся режимы электрических сетей, в том числе с использованием ЭВМ.

Задачами изучения учебной дисциплины «Конструкции и режимы электрических сетей» являются:

- ознакомление с основными элементами электрических сетей;
- изучение конструкций воздушных и кабельных линий электропередачи;
- получение базовых знаний о конструктивных элементах электрических подстанций;
- ознакомление с видами компенсирующих устройств в электрических сетях;
- получение теоретических знаний о методах расчёта установившихся режимах электрических сетей;
- ознакомление с особенностями расчёта несимметричных и несинусоидальных режимов электрических сетей;
- формирование у студентов понятий о сходимости, существовании и неоднозначности решения уравнений установившихся режимов;
- получение базовых знаний о способах оптимизации установившихся режимов электрических сетей;
- приобретение навыков по расчёту установившихся режимов электрических сетей итерационными методами;
- приобретение практических навыков расчёта установившихся режимов электрических сетей на ЭВМ с использованием специализированных промышленных программ.

Учебная дисциплина является одной из основных, в которых закладывается и формируется фундамент профессиональной подготовки инженеров-энергетиков. Дисциплина «Конструкции и режимы электрических сетей» взаимосвязана с такими учебными дисциплинами как «Математика», «Физика», «Информатика», «Теоретические основы электротехники», «Математическое моделирование в энергетике», «Электрические сети», «Электроэнергетические системы», «Конструкции и расчёт механической части линий электропередачи».

Знания и умения, полученные студентами при изучении учебной дисциплины «Конструкции и режимы электрических сетей», необходимы для освоения последующих специальных учебных дисциплин, связанных с проектированием, монтажом и эксплуатацией электрических сетей.

В результате изучения учебной дисциплины «Конструкции и режимы электрических сетей» студент должен знать:

- элементы электрических сетей и их конструкции;
- основные теоретические подходы к расчёту установившихся режимов электрических сетей;

– способы оптимизации режимов электрических сетей;

уметь:

– составлять уравнения установившихся режимов электрических сетей и решать их итерационными методами;

– выполнить расчёт и анализ установившихся режимов электрических сетей на ЭВМ с использованием современных программных комплексов;

– решать основные оптимизационные задачи электрических сетей;

владеть:

– методами расчёта установившихся режимов электрических сетей;

– навыками работы с современными компьютерными программами, позволяющими рассчитывать, анализировать и оптимизировать установившиеся режимы электрических систем и сетей.

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;

– быть способным к социальному взаимодействию;

– обладать способностью к межличностным коммуникациям;

– уметь работать в команде;

– взаимодействовать со специалистами смежных профилей;

– рассчитывать и анализировать режимы работы, надёжность работы электроэнергетических систем и сетей и намечать пути их улучшения в условиях энергорынка;

– ставить задачу и обосновано выбирать метод оптимизации электрической сети по реактивной мощности и режиму напряжения;

– в составе группы специалистов осуществлять выбор оптимальных режимов работы электрических сетей с высокой степенью замкнутости для повышения технико-экономических показателей режимов их работы;

– обосновано организовывать функционирование устройств автоматического регулирования активной и реактивной мощности, частоты и напряжения в электроэнергетических системах;

– осуществлять оперативный контроль за функционированием электрических сетей и их элементов и режимами их работы.

Учебная программа дисциплины разработана для дневной формы получения высшего образования и рассчитана на 170 часов, в том числе 80 часов аудиторных занятий. Трудоемкость дисциплины - 4 зачет. единицы.

Дисциплина «Конструкции и режимы электрических сетей» изучается на 3-м курсе в 6-м семестре. Распределение аудиторных часов по видам занятий:

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

Форма текущей аттестации – экзамен *в сем.*

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Раздел 1. Конструкции электрических сетей

Тема 1.1 Конструкции воздушных линий с неизолированными проводами

Область применения и условия работы. Основные конструктивные элементы воздушных линий. Опоры линий электропередачи: назначение, типы, материалы изготовления. Неизолированные провода: конструкции и область применения. Изоляторы линий. Грозозащитные тросы. Линейная арматура. Одноцепные и многоцепные воздушные линии. Конструкции воздушных линий со сближенными фазами. Современные тенденции развития конструкций воздушных линий.

Тема 1.2 Воздушные линии с изолированными и покрытыми (защищёнными) проводами

Область применения и особенности исполнения воздушных линий с изолированными проводами на напряжение до 1 кВ (ВЛИ). Основные конструктивные элементы ВЛИ. Разновидности и особенности конструкций самонесущих изолированных проводов для ВЛИ. Преимущества ВЛИ по сравнению с традиционными воздушными линиями с неизолированными проводами. Конструктивные особенности воздушных линий электропередачи напряжением выше 1 кВ с покрытыми изоляцией проводами (ВЛП). Конструктивные элементы ВЛП. Провода, применяемые на ВЛП: типы, конструктивные особенности, виды изоляционных покрытий. Изоляторы ВЛП. Арматура ВЛП. Устройства грозозащиты на ВЛП. Преимущества и недостатки ВЛП по сравнению с традиционными воздушными линиями.

Тема 1.3 Конструктивные элементы кабельных линий

Область применения и условия работы. Основные элементы конструкции кабельных линий. Классификация и маркировка силовых кабелей. Основные конструкции силовых кабелей. Материалы и конструкции токопроводящих жил, виды изоляции и оболочек, защитные покровы кабелей. Арматура кабельных линий. Способы прокладки кабелей. Особенности конструкции, основные характеристики, маркировка, достоинства и недостатки кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ-кабелей).

Тема 1.4 Электрические подстанции

Назначение и устройство электрических подстанций. Силовые трансформаторы: назначение, типы, устройство, принцип работы. Распределительные устройства электрических подстанций. Измерительные трансфор-

маторы. Силовые выключатели: назначение, классификация, устройство. Разъединители, отделители, короткозамыкатели: устройство и принцип действия. Предохранители: назначение, конструкции, принцип работы. Молниезащита и заземление на подстанциях.

#### Тема 1.5 Компенсирующие устройства в электрических сетях

Назначение и область применения. Классификация компенсирующих устройств. Устройства поперечной компенсации: область применения, виды, конструкции, принцип работы. Устройства продольной компенсации: назначение, конструктивные особенности.

### Раздел 2. Расчёты и оптимизация режимов электрических сетей

#### Тема 2.1 Режимы электрических сетей и их классификация

Классификация режимов электрических сетей. Основные задачи расчётов режимов и их место при анализе, планировании и оптимизации электрических систем и сетей. Современные компьютерные программы для расчёта и анализа установившихся режимов электрических сетей.

#### Тема 2.2 Расчёты установившихся режимов электрических сетей

Основные понятия и определения. Контурные уравнения установившихся режимов электрических сетей. Системы линейных уравнений узловых напряжений установившихся режимов. Составление нелинейных уравнений узловых напряжений установившихся режимов. Решение систем нелинейных уравнений узловых напряжений методом простой итерации. Решение систем нелинейных уравнений узловых напряжений методом Зейделя. Решение систем нелинейных уравнений узловых напряжений методом Ньютона. Запись и решение систем нелинейных уравнений узловых напряжений итерационными методами при задании части узлов активной мощностью и модулем напряжения. Физический смысл и способы учёта ограничений по реактивной мощности в узлах с фиксированным модулем напряжения. Запись уравнений узловых напряжений в узлах, к которым примыкают трансформаторные ветви с действительными и комплексными коэффициентами трансформации. Решение уравнений установившихся режимов для сети, содержащей трансформаторы с неуравновешенными действительными и комплексными коэффициентами трансформации. Применение современных компьютерных программ для расчёта установившихся режимов.

Тема 2.3 Расчёт установившихся режимов с учётом статических характеристик нагрузок

Статические характеристики нагрузок по напряжению и частоте и способы их представления. Составление и решение систем нелинейных уравнений узловых напряжений установившихся режимов итерационными методами с учётом статических характеристик по напряжению. Влияние статических характеристик на сходимость итерационных процессов. Определение частоты в несбалансированных по мощности режимах путем решения уравнений узловых напряжений методом Ньютона. Учёт статических

характеристик нагрузок при расчёте установившихся режимов с помощью компьютерных программ.

#### Тема 2.4 Несимметричные режимы электрических сетей

Причины и характер несимметрии в электрических сетях. Показатели качества электроэнергии, характеризующие несимметричные режимы. Влияние несимметрии напряжения на работу электроприёмников. Методы расчёта несимметричных режимов – метод фазных координат и метод симметричных составляющих.

#### Тема 2.5 Несинусоидальные режимы электрических сетей

Причины появления высших гармонических составляющих в электрических сетях. Показатели качества электроэнергии, характеризующие несинусоидальность напряжения. Методы расчёта несинусоидальных режимов.

Тема 2.6 Сходимость, существование и неоднозначность решения уравнений установившихся режимов

Нелинейность уравнений установившихся режимов как причина неоднозначности их решения. Сходимость итерационного процесса и существование решения. Влияние метода решения установившегося режима на сходимость итерационного процесса. Неоднозначность и единственность решения. Сходимость, чувствительность и слабоустойчивость решений.

#### Тема 2.7 Основы оптимизации режимов электрических сетей

Виды, задачи и критерии оптимизации. Оптимизация размещения средств поперечной компенсации реактивной мощности. Управление потоками мощности в замкнутых электрических сетях. Выбор установки трансформаторов поперечного регулирования в замкнутой сети. Оптимизация режимов работы замкнутых электрических сетей с помощью установок продольной компенсации.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
1.	Конструкции электрических сетей	20				
1.1	Конструкции воздушных линий с неизолированными проводами.	4				Экзамен
1.2	Воздушные линии с изолированными и покрытыми (защищёнными) проводами.	4				Экзамен
1.3	Конструктивные элементы кабельных линий.	4				Экзамен
1.4	Электрические подстанции.	4				Экзамен
1.5	Компенсированные устройства в электрических сетях.	4				Экзамен
2.	Расчёты и оптимизация режимов электрических сетей	28	16	16		
2.1	Режимы электрических сетей и их классификация.	4				Экзамен
2.2	Расчёты установившихся режимов электрических сетей.	4	8	10		Экзамен, защита л/р
2.3	Расчёт установившихся режимов с учётом статических характеристик нагрузок.	4	2	2		Экзамен, защита л/р
2.4	Несимметричные режимы электрических сетей.	4				Экзамен
2.5	Несинусоидальные режимы электрических сетей.	4				Экзамен
2.6	Сходимость, существование и неоднозначность решения уравнений установившихся режимов.	4	2			Экзамен
2.7	Основы оптимизации режимов электрических сетей.	4	4	4		Экзамен, защита л/р
	Всего	48	16 ✓	16 ✓		



## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Идельчик, В.И. Расчеты и оптимизация режимов электрических сетей и систем / В. И. Идельчик. - Москва : Энергоатомиздат, 1988. - 288 с.
2. Поспелов, Г.Е. Электрические системы и сети : учебник для вузов / Г.Е. Поспелов, В.Т. Федин, П.В. Лычев, под ред. В.Т. Фебина. - Минск : Технопринт, 2004. - 710 с.
3. Лычев, П.В. Электрические системы и сети. Решение практических задач : учебное пособие для вузов / П.В. Лычев, В.Т. Федин. - Минск : Дизайн ПРО, 1997. - 192 с.
4. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии : учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. - Ростов-на-Дону : Феникс : Красноярск : Издательские проекты, 2006. - 718 с.
5. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : НЦ ЭНАС, 2006.

### Дополнительная литература

1. Электрические системы: Режимы работы электрических сетей и систем / Под ред. В.А. Веникова. – М. : Высшая школа, 1975.
2. Гурский С.К. Алгоритмизация задач управления режимами сложных систем в электроэнергетике. – Минск : Наука и техника, 1977.
3. Электрические системы. Математические задачи электроэнергетики / Под ред. В.А. Веникова. – М. : Высшая школа, 1981.
4. Петренко, Л.И. Электрические системы и сети / Л.И. Петренко. – Киев : Высшая школа, 1981.
5. Правила устройства электроустановок. 6-е изд. доп. с испр. – М. : Госэнергонадзор, 2000.
6. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. – М. : Энергоатомиздат, 1989.
7. Крюков, К.П. Конструкции и механический расчет линий электропередачи / К.П. Крюков, В.П. Новгородцев. – Л. : Энергия, 1979. - 349 с.
8. Идельчик, В.И. Расчеты установившихся режимов электрических систем / В.И. Идельчик ; под ред. В.А. Веникова. - Москва : Энергия, 1977. - 190 с.
9. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций : учебник / Л.Д. Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В. Чиркова. - 3-е изд.. - Москва : Академия, 2006. - 446 с.

### Учебно-методические комплексы

1. Лычев, П.В. Электрические сети : электронный учебно-методический комплекс дисциплины / П.В. Лычев, К.М. Медведев ; кафедра "Электроснабжение". - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. - 1 папка + 1 электрон. опт. диск. Режим доступа: [elib.gstu.by](http://elib.gstu.by).

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

1. Мультимедийный проектор.

2. Компьютерная программа для расчёта установившихся режимов электрических сетей RastrWin. Находится в открытом доступе, студенческая лицензия выдаётся бесплатно.

3. Фадеева, Г.А. Установившиеся режимы электрических систем и сетей. Лабораторные работы для студентов специальности Т.01.01.00 "Электроэнергетика" / Г.А. Фадеева, В.Т. Федин, Т.А. Шиманская. – Минск : Техноперспектива, 2000.

4. Электрические системы и сети: пособие по курсовому и дипломному проектированию / П.В. Лычѳв, О.М. Головач. – Гомель, ГГТУ им. П.О. Сухого, 2006.

5. Компьютерные расчеты установившихся режимов электрических сетей [Электронный ресурс] : лабораторный практикум по дисциплине "Передача и распределение электрической энергии" для студентов специальности 1-43 01 03 "Электроснабжение" дневной и заочной форм обучения / О.М. Головач, Ю.Д. Головач ; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого", Кафедра "Электроснабжение". - Гомель : ГГТУ, 2010. - 47 с. Режим доступа: elib.gstu.by.

6. Передача и распределение электрической энергии [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям и дипломному проектированию для студентов специальности 1-43 01 03 "Электроснабжение (по отраслям)" дневной и заочной форм обучения / О. М. Головач, Ю. Д. Головач ; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого", Кафедра "Электроснабжение". - Гомель : ГГТУ, 2011. - 60 с. Режим доступа: elib.gstu.by.

*Список литературы к работе (Систова Ч. В.)*  
 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. Изучение промышленной программы расчёта установившегося режима RastrWin и методики работы с программой.
2. Расчёт и анализ режимов разомкнутой электрической сети.
3. Расчёт и анализ режимов замкнутой электрической сети одного номинального напряжения.
4. Регулирование напряжений в узлах электрической сети с помощью ответвлений трансформаторов.
5. Расчёт и анализ режимов электрической сети с учётом статических характеристик нагрузок по напряжению.
6. Расчёт, анализ и оптимизация режимов замкнутой электрической сети двух номинальных напряжений.
7. Расчёт и анализ режимов электрической сети с фиксированными напряжениями в нескольких узлах.
8. Оптимизация режима электрической сети путём установки устройств поперечной компенсации.

### Примерный перечень тем практических занятий

1. Составление нелинейных уравнений узловых напряжений электрической сети.
2. Решение нелинейных уравнений узловых напряжений электрической сети методом простой итерации.
3. Решение нелинейных уравнений узловых напряжений электрической сети методом Зейделя.
4. Решение нелинейных уравнений узловых напряжений электрической сети методом Ньютона.
5. Расчёт нелинейных уравнений узловых напряжений электрической сети в утяжелённых режимах.
6. Решение нелинейных уравнений узловых напряжений электрической сети с учётом статических характеристик нагрузок.
7. Оптимизация режима электрической сети с помощью устройств поперечной компенсации.
8. Оптимизация режима электрической сети с помощью устройств продольной компенсации.

### Примерный перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы

1. Область применения и условия работы воздушных линий с неизолированными проводами.
2. Основные конструктивные элементы воздушных линий.
3. Опоры линий электропередачи: назначение, типы, материалы изготовления.
4. Неизолированные провода: конструкции и область применения.
5. Изоляторы линий.

6. Грозозащитные тросы.
7. Линейная арматура.
8. Одноцепные и многоцепные воздушные линии.
9. Конструкции воздушных линий со сближенными фазами.
10. Современные тенденции развития конструкций воздушных линий.
11. Область применения и особенности исполнения воздушных линий с изолированными проводами на напряжение до 1 кВ (ВЛИ).
12. Основные конструктивные элементы ВЛИ.
13. Разновидности и особенности конструкций самонесущих изолированных проводов для ВЛИ.
14. Преимущества ВЛИ по сравнению с традиционными воздушными линиями с неизолированными проводами.
15. Конструктивные особенности воздушных линий электропередачи напряжением выше 1 кВ с покрытыми изоляцией проводами (ВЛП).
16. Конструктивные элементы ВЛП.
17. Провода, применяемые на ВЛП: типы, конструктивные особенности, виды изоляционных покрытий.
18. Изоляторы ВЛП.
19. Арматура ВЛП.
20. Устройства грозозащиты на ВЛП.
21. Преимущества и недостатки ВЛП по сравнению с традиционными воздушными линиями.
22. Область применения и условия работы кабельных линий.
23. Основные элементы конструкции кабельных линий.
24. Классификация и маркировка силовых кабелей.
25. Основные конструкции силовых кабелей.
26. Материалы и конструкции токопроводящих жил, виды изоляции и оболочек, защитные покровы кабелей.
27. Арматура кабельных линий.
28. Способы прокладки кабелей.
29. Особенности конструкции, основные характеристики, маркировка, достоинства и недостатки кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ-кабелей).
30. Назначение и устройство электрических подстанций.
31. Силовые трансформаторы: назначение, типы, устройство, принцип работы.
32. Распределительные устройства электрических подстанций. Измерительные трансформаторы.
33. Силовые выключатели: назначение, классификация, устройство.
34. Разъединители, отделители, короткозамыкатели: устройство и принцип действия.
35. Предохранители: назначение, конструкции, принцип работы. Молниезащита и заземление на подстанциях.
36. Назначение и область применения.
37. Классификация компенсирующих устройств.

38. Устройства поперечной компенсации: область применения, виды, конструкции, принцип работы.
39. Устройства продольной компенсации: назначение, конструктивные особенности.
40. Классификация режимов электрических сетей.
41. Основные задачи расчётов режимов и их место при анализе, планировании и оптимизации электрических систем и сетей.
42. Современные компьютерные программы для расчёта и анализа установившихся режимов электрических сетей.
43. Основные понятия и определения при расчётах установившихся режимов электрических сетей.
44. Контурные уравнения установившихся режимов электрических сетей.
45. Системы линейных уравнений узловых напряжений установившихся режимов.
46. Составление нелинейных уравнений узловых напряжений установившихся режимов.
47. Решение систем нелинейных уравнений узловых напряжений методом простой итерации.
48. Решение систем нелинейных уравнений узловых напряжений методом Зейделя.
49. Решение систем нелинейных уравнений узловых напряжений методом Ньютона.
50. Запись и решение систем нелинейных уравнений узловых напряжений итерационными методами при задании части узлов активной мощностью и модулем напряжения.
51. Физический смысл и способы учёта ограничений по реактивной мощности в узлах с фиксированным модулем напряжения.
52. Запись уравнений узловых напряжений в узлах, к которым примыкают трансформаторные ветви с действительными и комплексными коэффициентами трансформации.
53. Решение уравнений установившихся режимов для сети, содержащей трансформаторы с неуравновешенными действительными и комплексными коэффициентами трансформации.
54. Применение современных компьютерных программ для расчёта установившихся режимов.
55. Статические характеристики нагрузок по напряжению и частоте и способы их представления.
56. Составление и решение систем нелинейных уравнений узловых напряжений установившихся режимов итерационными методами с учётом статических характеристик по напряжению.
57. Влияние статических характеристик на сходимость итерационных процессов.
58. Определение частоты в несбалансированных по мощности режимах путем решения уравнений узловых напряжений методом Ньютона.

59. Учёт статических характеристик нагрузок при расчёте установившихся режимов с помощью компьютерных программ.
60. Причины и характер несимметрии в электрических сетях.
61. Показатели качества электроэнергии, характеризующие несимметричные режимы.
62. Влияние несимметрии напряжения на работу электроприёмников.
63. Методы расчёта несимметричных режимов – метод фазных координат и метод симметричных составляющих.
64. Причины появления высших гармонических составляющих в электрических сетях.
65. Показатели качества электроэнергии, характеризующие несинусоидальность напряжения.
66. Методы расчёта несинусоидальных режимов.
67. Нелинейность уравнений установившихся режимов как причина неоднозначности их решения.
68. Сходимость итерационного процесса и существование решения.
69. Влияние метода решения установившегося режима на сходимость итерационного процесса.
70. Неоднозначность и единственность решения.
71. Сходимость, чувствительность и слабоустойчивость решений.
72. Виды, задачи и критерии оптимизации электрических сетей.
73. Оптимизация размещения средств поперечной компенсации реактивной мощности.
74. Управление потоками мощности в замкнутых электрических сетях.
75. Выбор установки трансформаторов поперечного регулирования в замкнутой сети.
76. Оптимизация режимов работы замкнутых электрических сетей с помощью установок продольной компенсации.

## 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. Оптимизация режимов энергосистем	Электроснабжение	Согласовано	№ 3 от 02.11.2015
2. Монтаж и эксплуатация электрических сетей	Электроснабжение	Согласовано	№ 3 от 02.11.2015