

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭЭ  
\_\_\_\_\_ И.В. Ившин

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **Б1.В.ДВ.11.1 Расчет и регулирование режимов электроэнергетических систем**

(указывается индекс и наименование дисциплины согласно учебному плану в соответствии с ФГОС ВПО)

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"  
(указывается код и наименование)

Профиль подготовки \_\_\_\_\_ Электроэнергетические системы и сети (ЭЭ-ЭС-15+)

Квалификация (степень) выпускника \_\_\_\_\_ бакалавр

Форма обучения \_\_\_\_\_ Заочная (3,5 года)  
(очная, очно-заочная, заочная)

г. Казань

2016

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

Целью освоения дисциплины «Расчет и регулирование режимов электроэнергетических систем» является получение необходимых знаний в области проектирования электроэнергетических систем и сетей и расчета их режимов.

Задачи освоения дисциплины:

- овладение методами проектирования электроэнергетических систем и их алгоритмами;
- ознакомление с методами энергосбережения в электроэнергетических системах и методами регулирования частоты и напряжения;
- основами расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО**

Дисциплина «Расчет и регулирование режимов электроэнергетических систем» относится к дисциплине по выбору профессионального цикла основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Электроэнергетические системы и сети» (ЭЭ-ЭС-15+) направления подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника".

Дисциплина «Расчет и регулирование режимов электроэнергетических систем» базируется на курсах цикла естественнонаучных дисциплин (Б1.Б) – Б1.Б.5 Высшая Математика, Б1.Б.7 Физика, Б1.Б.10 Теоретические основы электротехники и Б1.Б.18 Электроэнергетические системы и сети, читаемых в 1 – 10 сессиях.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

- способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3);
- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
- способностью к организации работы малых коллективов исполнителей (ПК-19);
- готовностью к оценке основных производственных фондов (ПК-21).

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны:

1. Знать:

- основные виды организационных решений, принимаемых при управлении электроэнергетическими системами (ПК-19);
- основные методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических сетей (ОПК-3);
- основы технико-экономического сравнения различных вариантов электроэнергетических сетей (ПК-21);
- конструктивное выполнение различных элементов электроэнергетических систем (ПК-5);
- методы составления расчетных схем и схем замещения электроэнергетических систем (ОПК-3)

- методы расчета режимов электроэнергетических систем (ОПК-3)
- методы расчета и проектирования электрических сетей с использованием программно-вычислительных комплексов (ОПК-3).

## 2. Уметь:

- принимать организационные решения при управлении электроэнергетическими системами (ПК-19);
- анализировать и моделировать линейные и нелинейные электрические сети (ОПК-3);
- проводить технико-экономическое сравнение различных вариантов электроэнергетических сетей (ПК-21);
- систематизировать информацию по оборудованию электроэнергетических систем (ПК-5);
- составлять расчетные схемы и схемы замещения электроэнергетических систем (ОПК-3)
- рассчитывать режимы электроэнергетических систем (ОПК-3)

## 3. Владеть:

- основными видами организационных решений, принимаемых при управлении электроэнергетическими системами (ПК-19);
- основными методами анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических сетей (ОПК-3);
- основами технико-экономического сравнения различных вариантов электроэнергетических сетей (ПК-21);
- видами конструктивного выполнения различных элементов электроэнергетических систем (ПК-5);
- методами составления расчетных схем и схем замещения электроэнергетических систем (ОПК-3)
- методами расчета режимов электроэнергетических систем (ОПК-3)

## 4. Структура и содержание дисциплины «Расчет и регулирование режимов электроэнергетических систем»

Общая трудоемкость дисциплин составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

### 4.1. Структура дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	сессия			
			11			
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	180	51	180			
<b>АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:</b>	18		18			
Лекции (Лк)	6		6			
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	8	4	8			
Лабораторные работы (ЛР)	4	8	4			
и(или) другие виды аудиторных занятий						
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:</b>	144		144			

Курсовой проект (работа)	36		36			
Расчетно-графические работы						
Реферат						
и (или) другие виды самостоятельной работы	108		108			
<b>ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ</b> (З – зачет, Э – экзамен)	Э (18)		Э (36)			

#### 4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов на раздел	Сессия	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				ЛК	ЛР	ПР	сам.	
1	Расчеты рабочих режимов сложных электрических сетей с применением методов матричной алгебры	20	11	1	1	2	16	Тестовые задания, решение задач 1 уровень, решение задач 2 уровень
2	Нелинейные уравнения установившегося режима	19	11	1		2	16	Тестовые задания, решение задач 1 уровень, решение задач 2 уровень
3	Особые режимы электрических сетей	19	11	1	2		16	Тестовые задания, решение задач 1 уровень, решение задач 2 уровень
4	Неполнофазные режимы	22	11	1	1	4	16	Тестовые задания, решение задач 1 уровень, решение задач 2 уровень
5	Регулирование качества электрической энергии	16,5	11	0,5			16	Тестовые задания, решение задач 1 уровень, решение задач 2 уровень
6	Регулирование частоты в ЭЭС	17	11	1			16	Тестовые задания, решение задач 1 уровень, решение задач 2 уровень
7	Регулирование напряжения в электрических сетях	12,5	11	0,5			12	Тестовые задания, решение задач 1 уровень, решение задач 2 уровень
8	Курсовая работа	36	11				36	Выполнение курсового проекта
9	Промежуточная аттестация	18	11				18	Экзамен
	<b>Итого:</b>	<b>180</b>		<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>162</b>	

### 4.3. Содержание разделов дисциплины

#### *Раздел 1.*

**Расчеты рабочих режимов сложных электрических сетей с применением методов матричной алгебры.** Основы расчета нормальных режимов сложных электрических сетей методами матричной алгебры. Описание схем с помощью матриц соединения. Закон Ома в матричной форме, законы Кирхгоффа. Расчет режима электрической сети «прямым» методом и методом узловых напряжений. Расчеты токораспределения методом контурных токов. Итерационный метод решения узлового уравнения. Итерационные методы.

#### *Раздел 2.*

**Нелинейные уравнения установившегося режима.** Причины нелинейности уравнений режима. Формы записи нелинейных уравнений. Решение уравнений методом Гаусса. Применение метода Зейделя для решения нелинейных уравнений узловых напряжений.

#### *Раздел 3.*

**Особые режимы электрических сетей.** Причины возникновения несимметрии параметров режима. Искажения синусоиды тока и напряжения в электрических сетях. Особенности расчета несимметричных режимов, фазные и симметричные координаты. Параметры элементов сети и составление схем замещения при несимметричных режимах.

#### *Раздел 4.*

**Неполнофазные режимы.** Расчет режима работы линии при обрыве одной и двух фаз. Методы симметрирования параметров режима в электрических сетях, симметрирующий эффект батареи статических конденсаторов.

#### *Раздел 5.*

**Регулирование качества электрической энергии.** Взаимосвязь изменений частоты, напряжений, активных и реактивных мощностей в системе. Условия обеспечения нормальных значений частоты и напряжений в сетях электроэнергетической системы. Характеристики зависимости активной и реактивной мощностей потребителей от частоты и напряжения.

#### *Раздел 6.*

**Регулирование частоты в ЭЭС.** Первичное регулирование частоты в энергосистеме. Принцип действия регулятора скорости турбины. Статизм характеристики регулятора частоты. Вторичное регулирование частоты. Участие электростанций различного типа в покрытии суммарной нагрузки энергосистем.

#### *Раздел 7.*

**Регулирование напряжения в электрических сетях.** Методы и принципы регулирования напряжения. Регулирование напряжения на электростанциях. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях с двухобмоточными и трехобмоточными трансформаторами, а также автотрансформаторами. Регулирование напряжения методом изменения потерь напряжения в сети.

#### 4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема практических (семинарских) занятий	Сессия	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1.	Описание схем замещения с помощью матриц соединения. Работа с матрицами.	11	1	1
2.	Составление линейных уравнений установившегося режима. Решение систем узловых уравнений различными методами. Итерационные методы решения уравнений.	11	1	1
3	Нелинейные уравнения узловых напряжений.	11	2	1
4	Методы решения нелинейных узловых уравнений.	11	2	1
5	Составление схем замещения при несимметричных режимах. Расчет режимов электрической сети при одностороннем отключении одного и двух фазных проводов. Расчет фазных токов и напряжений в различных элементах электрической сети. Учет емкостной составляющей ЛЭП при несимметричном режиме. Составление схем замещения при двустороннем отключении фазных проводов.	11	4	4
	Итого:	–	–	8

#### 4.5. Лабораторные занятия

№ п/п	Тема лабораторного занятия	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1.	Расчет режима ЭЭС с разными номинальными напряжениями	11	1	1
2.	Расчет неполнофазных режимов электрической сети	11	3,4	2
3.	Исследование несимметричного установившегося режима работы трехфазной электрической сети с односторонним питанием	11	3	1
	Итого:	–	–	4

Курсовая работа (36 час.) выполняется в рамках самостоятельного обучения с использованием методических указаний:

Гарифуллин М.Ш., Козлов В.К. Электроэнергетические системы и сети. Программа, методические указания и задания к курсовому проекту. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2006 – 1,3 п.л.

#### 4.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

№ п/п	Раздел дисциплины, участвующий в формировании компетенций	Часов на раздел	КОМПЕТЕНЦИИ				Количество компетенций
			ОПК-3	ПК-5	ПК-19	ПК-21	
1	Расчеты рабочих режимов сложных электрических сетей с применением методов матричной алгебры	24	З, У, В	З, У, В	З, У, В	В	4
2	Нелинейные уравнения установившегося режима	8	З, В	З, У, В	З, В	З, У, В	4
3	Особые режимы электрических сетей	16	З, У, В	З, У, В	З, В	З, У, В	4
4	Неполнофазные режимы	23	З, У, В	З, У, В	З, У, В	З, У, В	4
5	Регулирование качества электрической энергии	6	З, У, В	З, У, В	З, У, В	З, У, В	4
6	Регулирование частоты в ЭЭС	14	З, У, В	В	З, У, В	З, У, В	4
7	Регулирование напряжения в электрических сетях	17	З, У, В	З, У, В	З, У, В	З, У, В	4
8	Курсовая работа	36	З, У, В	З, У, В	З, У, В	З, У, В	4

Условные обозначения: З – знать,  
У – уметь,  
В – владеть

## 5. Образовательные технологии

№, п/п	Раздел дисциплины	Компетенция	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	Расчеты рабочих режимов сложных электрических сетей с применением методов матричной алгебры	ОПК-3, ПК-5, ПК-19, ПК-21	Проблемная лекция. Практические занятия с использованием наглядных пособий. Лабораторные работы	Тестовые задания, решение задач 1 уровень, решение задач 2 уровень
2	Нелинейные уравнения установившегося режима	ОПК-3, ПК-5, ПК-19, ПК-21	Проблемная лекция. Практические занятия с использованием наглядных пособий.	Тестовые задания, решение задач 1 уровень, решение задач 2 уровень
3	Особые режимы электрических сетей	ОПК-3, ПК-5, ПК-19, ПК-21	Проблемная лекция. Лабораторные работы	Тестовые задания
4	Неполнофазные режимы	ОПК-3, ПК-5, ПК-19, ПК-21	Проблемная лекция. Практические занятия с использованием наглядных пособий. Лабораторные работы	Тестовые задания, решение задач 1 уровень, решение задач 2 уровень
5	Регулирование качества электрической энергии	ОПК-3, ПК-5, ПК-19, ПК-21	Проблемная лекция.	Тестовые задания
6	Регулирование частоты в ЭЭС	ОПК-3, ПК-5, ПК-19, ПК-21	Проблемная лекция. Практические занятия с использованием наглядных пособий.	Тестовые задания
7	Регулирование напряжения в электрических сетях	ОПК-3, ПК-5, ПК-19, ПК-21	Проблемная лекция. Практические занятия с использованием наглядных пособий.	Тестовые задания
8	Курсовая работа	ОПК-3, ПК-5, ПК-19, ПК-21	Собеседование	Защита КР

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

#### 6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Для текущей оценки качества освоения дисциплины разработаны и используются следующие средства:

- фонд тестовых заданий;
- комплект задач 1-го уровня сложности по вариантам;
- комплект задач 2-го уровня сложности по вариантам.

#### 6.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины



Для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины разработаны и используются следующие средства:

- вопросы к экзамену.

Оценочные средства представлены в документе «Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины Б1.В.ДВ.11.1 «Расчет и регулирование режимов электроэнергетических систем» образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Электроэнергетические системы и сети» (ЭЭ-ЭС-15+) направления подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника".

### 6.3. Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Сессия	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	Преобразование сети и исключение узлов; расчеты однородных сетей; методы эквивалентирования сети	11	1	16
2	Методы решения уравнений режима электрической сети: методом Ньютона, выделением диагональной подматрицы	11	2	16
3	Источники несимметрии и несинусоидальности в электрических сетях.	11	3	16
4	Учет емкости ЛЭП при неполнофазных режимах	11	4	16
5	Автоматическое регулирование частоты и активной мощности.	11	5	16
6	Учет фактора надежности при проектировании электрических сетей. Изменения частоты в эксплуатации: причины и следствия.	11	6	16
7	Регулирование напряжения в распределительных сетях методом характеристического узла	11	7	12
8	Курсовая работа	11	1,2,3,4, 7	36
9	Подготовка к экзамену	11	1-7	18
10	Итого:	–	–	162

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Ростов-н/Д.: Феникс; Красноярск: Издательские проекты, 2006. – 720 с.
2. Лыкин А.В. Электрические системы и сети. – М.: Университетская книга; Логос, 2007. – 254 с.
3. Коротков В.Ф. Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах [электронный ресурс] / В.Ф. Коротков. – М.: Издательский дом МЭИ, 2013. – 416 с. – Режим доступа://e.lanbook.com.

### б) дополнительная литература:

1. Авербух А.М. Решение задач по неполнофазным режимам и сложным видам коротких замыканий. – Л.: «Энергия», 1972. – 160 с.
2. Маркович И.М. Режимы энергетических систем. М.: Энергия, 1969. – 352 с.
3. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. М.: Энергоатомиздат, 1989, 592с.
4. Электрические системы в примерах и иллюстрациях. Под ред. В.А.Веникова. М.: Высшая школа, 1983, 504 с.
5. Поспелов Г.Е.,Федин В.Т. Проектирование электрических сетей и систем. Мн.: Высшая школа 1978, 304 с.
6. Справочник по проектированию электроэнергетических систем. Под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: Энас, 2007, 352 с.
7. Гарифуллин М.Ш. Расчет и регулирование режимов электроэнергетических систем: учебное пособие /М.Ш. Гарифуллин, В.К. Козлов. – Казань: КГЭУ, 2010. – 95 с.

*периодические издания (журналы)*

1. Ежемесячный научно-технический журнал "Электрические станции".
2. Ежемесячный научно-технический журнал "Электричество".
3. Приложение к журналу "Энергетик" – "Энергетика за рубежом".

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения лекционных и практических занятий на кафедре «Электроэнергетические системы и сети» (ЭСиС) имеется компьютерный проектор в комплекте с ноутбуком и экраном с соответствующим демонстрационным материалом.

Для выполнения практических работ используются аудитории кафедры ЭСиС с мультимедийной техникой, а также лаборатории (Б-306 и Б-315) с современной техникой.

Для выполнения заданий на самостоятельную работу используется дисплейный класс кафедры ЭСиС (Д-3026) с персональными компьютерами, а также имеется конспект лекций и задания к практическим занятиям в электронной форме.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.11.1 «Расчет и регулирование режимов электроэнергетических систем» образовательной программы «Электроэнергетические системы и сети» разработана в соответствии с требованиями ФГОС и с учетом рекомендаций ПрООП по направлению подготовки бакалавров «13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"».

Автор \_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «\_\_\_» от \_\_\_ 2016 г., протокол № \_\_\_\_.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
«ЭСиС» (подпись, дата) Козлов В.К.

На заседании методического совета института от \_\_\_ 2016 г., протокол №\_\_\_ программа рекомендована к утверждению.

Директор института ИЭЭ \_\_\_\_\_ Ившин И.В.  
(подпись, дата)

Согласовано:

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
«ЭСиС» (подпись, дата) Козлов В.К.

Заведующий \_\_\_\_\_  
библиотекой (подпись, дата)

Эксперты \_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

