



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

**АКТУАЛИЗИРОВАНО**  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол №7 от 16.04.2024

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института  
Электроэнергетики и электроники

\_\_\_\_\_ Ахметова Р.В.

«30» мая 2023 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.09.09 Оптимизация в электроэнергетических системах

---

Направление  
подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность  
(профиль)

Электроэнергетические системы и сети

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
ЭСиС	Доцент, к.т.н., доцент	Маклецов А.М.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭСиС	17.05.2023	№32	_____ Зав.каф., к.т.н., доц. Максимов В. В.
Согласована	Учебно- методический совет ИЭЭ	30.05.2023	№8	_____ Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	30.05.2023	№9	_____ Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины Б1.В.ДЭ.02.09.09 Оптимизация в электроэнергетических системах является получение теоретических и практических навыков оптимизации режимов анализа результатов оптимизационных расчетов электроэнергетических систем. При этом основное внимание уделяется методам научно обоснованного поиска оптимальных решений по повышению

Задачей изучения дисциплины является овладение методами оптимального управления режимами электроэнергетических систем.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1. Способен применять методы выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, понимать закономерности функционирования электротехнологического оборудования, электрических сетей и энергосистем	ПК-1.1. Разбирается в способах выработки, передачи, распределения электрической энергии, закономерностях функционирования сетей и энергосистем
ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.3. Обосновывает проектное решение объектов электроэнергетических систем и сетей
ПК-3. Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК-3.2. Рассчитывает режимы работы объектов электроэнергетических систем и сетей обеспечивающие заданные параметры функционирования

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины:

Б1.О.12 Математика

Б1.О.18 Теоретические основы электротехники

Б1.В.ДЭ.01.01.01 Электроэнергетические системы и сети

Б1.В.ДЭ.02.09.03 Расчет и регулирование режимов электроэнергетических систем

Последующие дисциплины:

Б3.01.01(Д) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)			
			8			
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108			
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	32	32			
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,67	24	24			
Лекции	0,17	6	6			
Практические (семинарские) занятия	0,17	6	6			
Лабораторные работы	0,34	12	12			
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,33	84	84			
Проработка учебного материала	2,33	84	84			
Курсовой проект						
Курсовая работа						
Подготовка к промежуточной аттестации	0	0	0			
Промежуточная аттестация:			3			

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)			
			10			
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108	108			
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	-	25	25			
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,33	12	12			
Лекции	0,11	4	4			
Практические (семинарские) занятия	0,11	4	4			
Лабораторные работы	0,11	4	4			
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,66	96	96			
Проработка учебного материала	2,55	92	92			
Курсовой проект						
Курсовая работа						
Подготовка к промежуточной аттестации	0,11	4	4			
Промежуточная аттестация:			3			

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	36	2	4	2	28		ПК- 1.1
Раздел 2	36	2	4	2	28		ПК-2.3
Раздел 3	36	2	4	2	28		ПК-3.2
Зачет	0	0	0	0	0		
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>84</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

**Раздел 1. Общие понятия об ЭЭС как объекте управления в процессе ее развития.**

Тема 1.1. Задачи оптимизации режимов энергосистемы

Тема 1.2. Оптимизация результатов измерений. Задача оценивания состояния электрических сетей.

**Раздел 2. Методы оптимального управления ЭЭС**

Тема 2.1. Метод неопределенных множителей Лагранжа в задачах оптимизации в ЭЭС

Тема 2.2. Градиентные методы в задачах оптимизации в ЭЭС

Тема 2.3. Метод динамического программирования в задачах оптимизации в ЭЭС

**Раздел 3. Оптимальное управление интеллектуальными энергетическими системами**

Тема 3.1. Оптимизация развития распределенной генерации

Тема 3.2. Оптимизация электрических сетей

Тема 3.3. Оптимизация управления режимами интеллектуальных энергетических систем.

### 3.4. Тематический план практических занятий

1. Оптимизация исходной информации о режимах электрических сетей.
2. Оптимизация распределение нагрузок между генераторами методом неопределенных множителей Лагранжа
3. Оптимизация размещения УКРМ методом неопределенных множителей Лагранжа
4. Оптимизация размещения УКРМ градиентным методом
5. Выбор оптимальной мощности УКРМ
6. Оптимизация распределение нагрузок между генераторами методом динамического программирования

7. Оптимизация трассы кабельно ЛЭП методом динамического программирования

### **3.5. Тематический план лабораторных работ**

1. Определение режимов сети с учетом и без учета генерации реактивной мощности ЛЭП.
2. Определение оптимального коэффициента трансформации подстанционных трансформаторов.
3. Анализ влияния разрыва в кольцевых сетях на их режим.
4. Оптимизация места установки ВДТ в распределительных сетях.

### **3.6. Курсовой проект /курсовая работа**

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

## **4. Оценивание результатов обучения**

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1 Способен применять методы выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, понимать закономерности функционирования электротехнологического оборудования, электрических сетей и энергосистем	ПК-1.1. Разбирается в способах выработки, передачи, распределения электрической энергии, закономерностях функционирования сетей и энергосистем	<b>знать:</b> Основные свойства энергетической системы и закономерности ее функционирования	Уровень знаний об энергетических системах и закономерностях ее функционирования систематически сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний об энергетических системах и закономерностях ее функционирования систематически сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки, имеет место несколько не грубых ошибок	Уровень знаний об энергетических системах и закономерностях ее функционирования систематически сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки и имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний об энергетических системах и закономерностях ее функционирования систематически ниже минимальных требований, фрагментарен, имеют место грубые ошибки.

		уметь:				
<p>Разбираться в способах выработки электрической и тепловой энергии, анализировать эффективность передачи и распределения электроэнергии</p>	<p>Продемонстрированы все основные умения анализа эффективности выработки, передачи и распределения электроэнергии, выполнены все задания в полном объеме с отдельными несущественными недочетами.</p>	<p>Продемонстрированы все основные умения анализа эффективности выработки, передачи и распределения электроэнергии, выполнены все задания в полном объеме с наличием нескольких негрубых ошибок</p>	<p>Продемонстрированы все основные умения анализа эффективности выработки, передачи и распределения электроэнергии выполнены все задания, но не в полном объеме</p>	<p>Недостаточно продемонстрированы все основные умения анализа эффективности выработки, передачи и распределения электроэнергии, выполнены не все задания не в полном объеме</p>		
владеть:						
<p>Навыками оценки особенностей функционирования электрических систем и сетей различного напряжения</p>	<p>Успешно и систематическое владение навыками оценки особенностей функционирования электрических систем и сетей различного напряжения, формализации и решения нестандартных задач</p>	<p>В целом успешное владение навыками оценки особенностей функционирования электрических систем и сетей различного напряжения, формализации и решения нестандартных задач</p>	<p>Имеется минимальный набор навыков оценки особенностей функционирования электрических систем и сетей различного напряжения, формализации и решения нестандартных</p>	<p>Отсутствует или фрагментарное владение базовыми навыками и оценки особенностей функционирования электрических систем и сетей различного напряжения, форма</p>		

			тных задач без ошибок и недочетов	незначительными ошибками	задача с существующими ошибками	лизации и решения нестандартных задач с грубыми ошибками
--	--	--	-----------------------------------	--------------------------	---------------------------------	--

ПК-2 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.3 Обосновывает проектное решение объектов электроэнергетических систем и сетей	знать:				
		Методы и способы оптимизации проектных решений объектов электроэнергетических систем и сетей	Уровень знаний методов и способов оптимизации проектных решений объектов электроэнергетических систем и сетей сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки без ошибок	Уровень знаний методов и способов оптимизации проектных решений объектов электроэнергетических систем и сетей сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки с наличием нескольких незначительных ошибок.	Минимально допустимый, но не систематический уровень знаний методов и способов оптимизации проектных решений объектов электроэнергетических систем и сетей, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний методов и способов оптимизации проектных решений объектов электроэнергетических систем и сетей, ниже минимальных требований, фрагментарен, имеют место грубые ошибки

		уметь:				
	Использовать методы и способы оптимизации проектных решений объектов электроэнергетических систем и сетей	Продемонстрированы все основные умения использовать методы и способы оптимизации проектных решений объектов электроэнергетических систем и сетей, решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы, в целом, все основные умения использовать методы и способы оптимизации проектных решений объектов электроэнергетических систем и сетей, решены все основные задачи с негрубыми ошибками выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы, в целом, все основные умения использовать методы и способы оптимизации проектных решений объектов электроэнергетических систем и сетей, решены типовые задачи с негрубыми ошибками выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения использовать методы и способы оптимизации проектных решений объектов электроэнергетических систем и сетей, имеют место грубые ошибки	

		владеть:				
		Навыками формализации и решения задач оптимизации пректных решений объектов электроэнергетических систем и сетей	Успешное и систематическое владение навыками формализации и решения задач оптимизации пректных решений объектов электроэнергетических систем и сетей	В целом успешное владение навыками формализации и решения задач оптимизации пректных решений объектов электроэнергетических систем и сетей	Имеется минимальный набор навыков, с некоторыми недочетами, формализации и решения задач оптимизации пректных решений объектов электроэнергетических систем и сетей	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками и формализации и решения задач оптимизации пректных решений объектов электроэнергетических систем и сетей
ПК-3 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК-3.2 Рассчитывает режимы работы объектов электроэнергетических систем и сетей обеспечивающие заданные параметры функционирования	Знать:				
		Методы расчета режимов электроэнергетических систем и сетей	Уровень знаний о методах расчета режимов энергетических систем и сетей сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний о методах расчета режимов энергетических систем и сетей сформирован в объеме, соответствующем программе с некоторыми несущественными ошибками	Прдемонстрирован минимально допустимый уровень знаний о методах расчета режимов энергетических систем и сетей, в расчетах допускаются существенные ошибки	Отсутствует необходимый уровень знаний о методах расчета режимов энергетических систем и сетей, в расчетах допускаются грубые ошибки

Уметь:				
Производить расчеты нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем и сетей	Продемонстрировано умение производить расчеты нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем и сетей без существенных ошибок	Продемонстрировано умение производить расчеты нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем и сетей при наличии неоточных существенных ошибок	Продемонстрировано минимальное умение производить расчеты нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем при наличии существенных ошибок	Не сформировано умение производить расчеты нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем
Владеть:				
Навыками расчетов нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем и сетей	Продемонстрированы навыки проведения расчетов нормальных и послеаварийных режимов работы расчетов электроэнергетических систем и сетей без существенных ошибок	Продемонстрированы навыки проведения расчетов нормальных и послеаварийных режимов работы расчетов электроэнергетических систем и сетей при наличии несущественных ошибок	Продемонстрированы минимальные навыки проведения расчетов нормальных и послеаварийных режимов работы расчетов электроэнергетических систем при наличии существенных ошибок	Отсутствуют навыки проведения расчетов нормальных и послеаварийных режимов работы расчетов электроэнергетических систем

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедреразработчика.

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

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем : учебник / Т. А. Филиппова, Ю. М. Сидоркин, А. Г. Русина. - Новосибирск : НГТУ, 2016. - 356 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778227439.html>. - ISBN 978-5-7782-2743-9. - Текст : электронный.

2. Грачева Е.И., Сафин А.Р. Оптимизационные задачи электроэнергетики: учебное пособие. Казань, КГЭУ, 2010. – 120 с. Текст: непосредственный.

#### **5.1.2.Дополнительная литература**

1. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1887-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212129>.

2. Веников В.А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем : учебник для вузов / В. А. Веников, В. Г. Журавлев, Т. А. Филиппова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 352 с. : ил. - ISBN 5-283-01107-0. - Текст : непосредственный.

### **5.2. Информационное обеспечение**

#### **5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы**

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	ЭБСЛань	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?productid=25319">https://ibooks.ru/reading.php?productid=25319</a>
2	LMS MOODLE	<a href="http://lms.kgeu.ru/course/view.php?id">http://lms.kgeu.ru/course/view.php?id</a>
3	ЭБС BOOK.RU	<a href="https://book.ru/book">https://book.ru/book</a>
4	ЭБС Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book">http://www.studentlibrary.ru/book</a>

### 5.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://www.minobrnauki.gov.ru/">https://www.minobrnauki.gov.ru/</a>	<a href="https://www.minobrnauki.gov.ru/">https://www.minobrnauki.gov.ru/</a>
2	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования	<a href="http://fgosvo.ru">http://fgosvo.ru</a>	<a href="http://fgosvo.ru">http://fgosvo.ru</a>
3	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	<a href="https://minenergo.gov.ru/open_data">https://minenergo.gov.ru/open_data</a>	<a href="https://minenergo.gov.ru/open_data">https://minenergo.gov.ru/open_data</a>
4	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>
5	Университетская информационная система Россия	<a href="http://uisrussia.msu.ru">uisrussia.msu.ru</a>	<a href="http://uisrussia.msu.ru">uisrussia.msu.ru</a>
6	eLIBRARY.RU	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
7	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>
8	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>

### 5.2.3 Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	<a href="http://app.kgeu.local/Home/Ar ps">http://app.kgeu.local/Home/Ar ps</a>	<a href="http://app.kgeu.local/Home/Ar ps">http://app.kgeu.local/Home/Ar ps</a>
2	«Гарант»	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
3	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 5.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
2	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

3	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	"ЗАО ""ТаксНет-Сервис"" №ПО-ЛИЦ 0000/2014 от 27.05.2014 Неискл. право. Бессрочно
4	AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM (+ teacher license) RUS	Программное обеспечение для автоматизации процесса проектирования и	ЗАО "СиСофт Казань" №CS 08/15 от 25.03.2008 Неискл. право. Бессрочно
5	MathCAD 14 Full	Программное средство для выполнения разнообразных математических и	ЗАО "СиСофт Казань" №CS 08/15 от 25.03.2008 Неискл. право. Бессрочно
6	LabVIEW Professional Development System for Windows	Среда графического программирования и разработки	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442
7	Компас-3D V13	Программное обеспечение для	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №33659/KZN12 от

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Лабораторные работы	Учебная лаборатория «Электроэнергетика» Г-212,	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: Лабораторные стенды ЭЭ-1-С-К
	Компьютерный класс с выходом в Интернет Г-217	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение 1. Windows 7 Профессиональная (Pro):

		<p>договор №2011.25486 от 28.11.2011 , лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>2. Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, договор 231/20 от 3.08.2020, лицензиар - ООО "Аскон-кама консалтинг", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>3. LabVIEWProfessionalDevelopmentSystemforWindows, договор №2013.39442, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>4. LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>5. Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>6. AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM (+ teacherlicense) RUS , договор №CS 08/15 от 25.03.2008, лицензиар - ЗАО "СиСофтКазань",тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>7. Специализированная программа «Оптима» (разработка КГЭУ)</p>
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Компьютерный класс с выходом в Интернет Г-217	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение 1. Windows 7 Профессиональная (Pro): договор №2011.25486 от 28.11.2011, лицензиар – ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.

		<p>2. OptimizationToolboxAcademicnewProductFrom 10 to 24 GroupLicenses (perLicense) Модуль решения задач линейной, квадратичной, целочисленной и нелинейной оптимизации для MATLAB, договор №2013.39442, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>3. Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, договор 231/20 от 3.08.2020, лицензиар - ООО "Аскон-кама консалтинг", тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>4. LMS Moodle, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.</p> <p>5. Браузер Chrome, свободная лицензия, тип (вид) лицензии – неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно</p>
	Учебная лаборатория «Электроэнергетика» Г-212,	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: Лабораторные стенды ЭЭ-1-С-К

## 7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом

жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм,

эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья,

преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

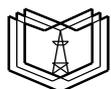
- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



**КГЭУ**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**Б1.В.ДЭ.02.09.09 Оптимизация в электроэнергетических системах**

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление  
подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2023



## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1 Способен применять методы выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, понимать закономерности функционирования электротехнологического оборудования, электрических сетей и энергосистем	ПК-1.1. Разбирается в способах выработки, передачи, распределения электрической энергии, закономерностях функционирования сетей и энергосистем	<b>знать:</b> Основные свойства энергетической системы и закономерности ее функционирования	Уровень знаний об энергетических системах и закономерностях ее функционирования систематически сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний об энергетических системах и закономерностях ее функционирования систематически сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки, имеет место несколько не грубых ошибок	Уровень знаний об энергетических системах и закономерностях ее функционирования систематически сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний об энергетических системах и закономерностях ее функционирования систематически ниже минимальных требований, фрагментарен, имеют место грубые ошибки.
		<b>уметь:</b> Разбираться в способах выработки электрической и тепловой	Продемонстрированы все основные умения анализа эффективности	Продемонстрированы все основные умения анализа эффективности	Продемонстрированы все основные умения анализа эффективности	Недостаточно продемонстрированы все основные умения анализа

		энергии, анализировать эффективность передачи и распределения электроэнергии	выработки, передачи и распределения электроэнергии, выполнены все задания в полном объеме с отдельными несущественными недочетами.	выработки, передачи и распределения электроэнергии, выполнены все задания в полном объеме с наличием нескольких негрубых ошибок	выработки, передачи и распределения электроэнергии, выполнены все задания, но не в полном объеме	эффективности выработки, передачи и распределения электроэнергии, выполнены не все задания не в полном объеме	
		владеть:					
		Навыками оценки особенностей функционирования электрических систем и сетей различного напряжения	Успешное и систематическое владение навыками оценки особенностей функционирования электрических систем и сетей различного напряжения, формализации и решения нестандартных задач без	В целом успешное владение навыками оценки особенностей функционирования электрических систем и сетей различного напряжения, формализации и решения нестандартных задач с незначительными	Имеется минимальный набор навыков оценки особенностей функционирования электрических систем и сетей различного напряжения, формализации и решения нестандартных задач с	Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками оценки особенностей функционирования электрических систем и сетей различного напряжения, формализации и	

			ошибок и недочетов	ошибками	ными ошибками	решения нестандартных задач с грубыми ошибками

ПК-2 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.3 Обосновывает проектные решения объектов энергетических систем и сетей	знать:				
		Методы и способы оптимизации проектных решений объектов энергетических систем и сетей	Уровень знаний методов и способов оптимизации проектных решений объектов энергетических систем и сетей сформирован в объеме, соответствующем программе подготовки без ошибок	Уровень знаний методов и способов оптимизации проектных решений объектов энергетических систем и сетей сформирован в объеме, соответствующем программе с наличием нескольких незначительных ошибок.	Минимально допустимый, но не систематический уровень знаний методов и способов оптимизации проектных решений объектов энергетических систем и сетей, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний методов и способов оптимизации проектных решений объектов энергетических систем и сетей, ниже минимальных требований, фрагментарен, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		Использовать методы и способы оптимизации проектных	Продемонстрированы все основные умения	Продемонстрированы, в целом, все	Продемонстрированы, в целом, все	При решении стандартных задач не



		<p>Навыками формализации и решения задач оптимизации практических решений объектов электроэнергетических систем и сетей</p>	<p>Успешное и систематическое владение навыками формализации и решения задач оптимизации практических решений объектов энергетических систем и сетей</p>	<p>В целом успешное владение навыками формализации и решения задач оптимизации и решения задач оптимизации практических решений объектов энергетических систем и сетей</p>	<p>Имеется минимальный набор навыков, с которыми неочетными, формализации и решения задач оптимизации практических решений объектов энергетических систем и сетей</p>	<p>Отсутствие или фрагментарное владение базовыми навыками формализации и решения задач оптимизации практических решений объектов энергетических систем и сетей</p>
ПК-3 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК-3.2 Рассчитывает режимы работы объектов энергетических систем и сетей обеспечивающие заданные параметры функционирования	Знать:  Методы расчета режимов электроэнергетических систем и сетей	Уровень знаний о методах расчета режимов энергетических систем и сетей сформирован в объеме, соответствующем	Уровень знаний о методах расчета режимов энергетических систем и сетей сформирован в объеме, соответствующем	Прдемонстрирован минимально допустимый уровень знаний о методах расчета режимов энергетических систем и	Отсутствует необходимый уровень знаний о методах расчета режимов энергетических систем и сетей, в

			программе подготовки, без ошибок	программ е с некоторыми несущественными ошибками	сетей, в расчетах допускаются существенные ошибки	расчетах допускаются грубые ошибки
Уметь:						
		Производить расчеты нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем и сетей	Продемонстрировано умение производить расчеты нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем и сетей без существенных ошибок	Продемонстрировано умение производить расчеты нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем и сетей при наличии неоторых существенных ошибок	Продемонстрировано минимальное умение производить расчеты нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем при наличии существенных ошибок	Не сформировано умение производить расчеты нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем
Владеть:						
		Навыками расчетов нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем и сетей	Продемонстрированы навыки проведения расчетов нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем и сетей без существенных ошибок	Продемонстрированы навыки проведения расчетов нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем и сетей при	Продемонстрированы минимальные навыки проведения расчетов нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем	Отсутствуют навыки проведения расчетов нормальных и послеаварийных режимов работы электроэнергетических систем

				наличии несущест венных ошибок	ких систем при наличии существе нных ошибок	
--	--	--	--	---	---	--

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Собеседование (Сбс)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по разделам дисциплины
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий

**4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

**Для текущего контроля ТК1:**

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1. Способен применять методы	ПК-1.1. Разбирается в способах выработки,

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, понимать закономерности функционирования электротехнологического оборудования, электрических сетей и энергосистем	передачи, распределения электрической энергии, закономерностях функционирования сетей и энергосистем

Тест. Раздел 1. Общие понятия об ЭЭС как объекте управления в процессе ее развития.

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
Что является основным критерием оптимизации режимов энергосистемы?	Расход топлива на электростанциях;
	Потери мощности в электрических сетях;
	Показатели качества электроэнергии;
	Недоотпуск электроэнергии потребителям
	Вероятностный ущерб от недоотпуска электроэнергии
Алгоритм решения задачи фильтрации исходной информации о параметрах режима ЭЭС обеспечивает:	Отстройку от помех при передаче информации;
	Отстройку от погрешности первичных датчиков;
	Отстройку от погрешностей квантования.
Какая задача решается при оптимизации долгосрочных режимов энергосистемы?	Снижение потерь электроэнергии;
	Определение состава работающих агрегатов;
	Снижение недоотпуска энергии потребителям.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедреразработчика и содержит 50 тестовых вопросов на каждую компетенцию, из них 20% - закрытого типа, 80% - открытого типа.

### **Требования к оформлению лабораторных работ**

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т.д.).

Титульный лист отчёта должен содержать фразу: “Отчёт по лабораторной работе «Название работы», чуть ниже: Выполнил студент группы (номер группы) (Фамилия, инициалы)”. Внизу листа следует указать текущий год.

Отчёт, как правило, должен содержать следующие основные разделы:

1. Цель работы;
2. Теоретическая часть;
3. Результаты (таблицы экспериментальных данных, графики);
4. Выводы (основные приобретённые знания о предмете исследования).

Теоретическая часть должна содержать минимум необходимых теоретических сведений о физической сущности исследуемого явления и его описание. Не следует копировать целиком или частично методическое пособие (описание) лабораторной работы или разделы учебника.

Раздел «Результаты» включает в себя таблицы экспериментальных данных, графики, полученные при выполнении лабораторной работы. Рисунки, графики и таблицы нумеруются и подписываются заголовками.

Выводы не должны быть простым перечислением того, что сделано. Здесь важно отметить, какие новые знания о предмете исследования были получены при выполнении работы, к чему привело обсуждение результатов, насколько выполнена заявленная цель работы. Возможно, получены дополнительные формулы, данные, предложены оригинальные методики, – это должно быть отражено в выводах. Выводы по работе каждый студент делает самостоятельно.

При сдаче отчёта преподаватель может сделать устные и письменные замечания, задать дополнительные вопросы. Все ответы на дополнительные вопросы, новые расчёты, обсуждения выполняются студентом на отдельных листах, включаемых в отчёт (при этом в тексте основного отчёта делается сноска или другой значок, которому будет соответствовать новый материал). При этом письменные замечания преподавателя должны остаться в тексте для ясности динамики работы над отчётом. Объём отчёта должен быть оптимальным для понимания того, что и как сделал студент, выполняя работу. Обязательные требования к отчёту включают общую и специальную грамотность изложения, а также аккуратность оформления. После приёма преподавателем отчёт хранится на кафедре.

### **Вопросы по лабораторным работам**

1. Расчет электрической сети с разным номинальным напряжением.
2. Расчет режима линий с двусторонним питанием при различающихся напряжениях источников питания.
3. Характеристики устройств для регулирования режима в сети по уровням напряжения.
4. Оптимизация режима сети по уровням напряжения и реактивной мощности

### **Перечень заданий к практическим занятиям**

### ЗАДАЧА 1

Определить оптимальный режим напряжений линии электропередачи напряжением 500 кВ, длиной  $L = 300$  км, выполненной маркой провода АС 400/51, при различной передаваемой активной мощности и различных погодных условиях. Линия работает без перепада напряжения ( $U_1 = U_2$ ). Изменением напряжения и реактивной мощности вдоль линии пренебречь.

### ЗАДАЧА 2

Для разомкнутой электрической сети произвольной конфигурации с параметрами, приведенными на рис. 2.1, а, определить экономически целесообразную очередность установки компенсирующих устройств в узлах вплоть до полной компенсации реактивных нагрузок. Расчеты потоков мощности по ветвям сети произвести без учета потерь мощности. Построить зависимости снижения потерь активной мощности и удельного снижения потерь от суммарной мощности компенсирующих устройств.

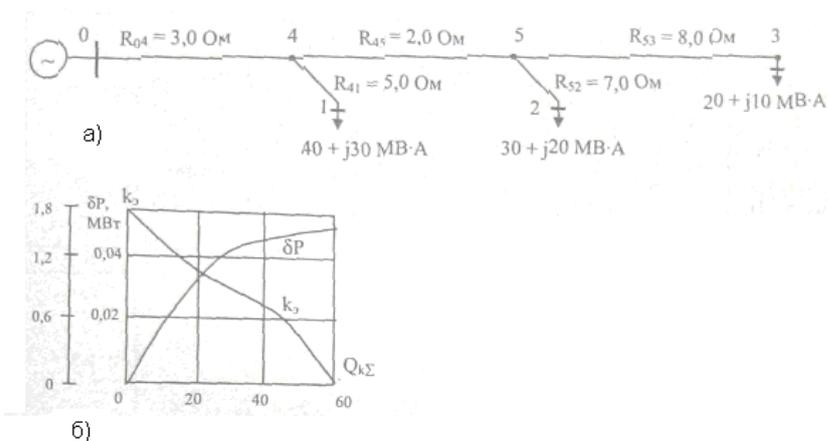
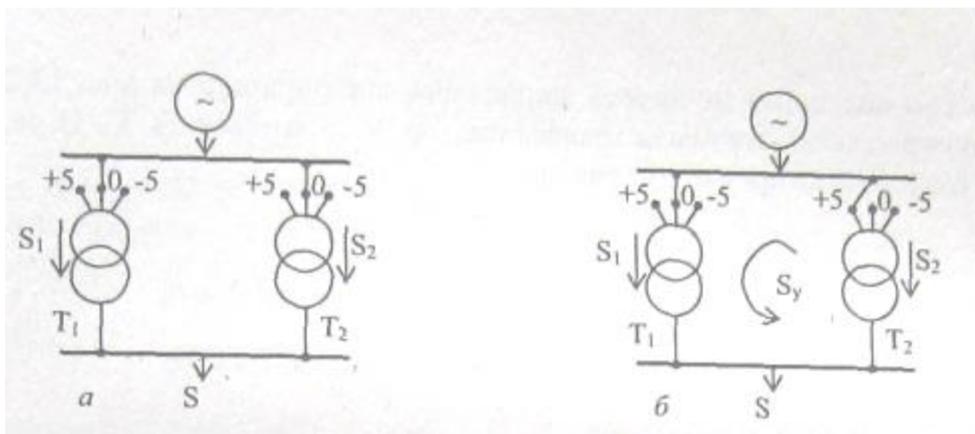


Рис. 2.1. Схема сети произвольной конфигурации (а) и зависимости  $\delta P = f(Q_{k\Sigma})$ ,  $k_\Sigma = f(Q_{k\Sigma})$  (б).

### ЗАДАЧА 3

На трансформаторной подстанции установлено два параллельно работающих трансформатора ТМ 630/10 (рис. 3.1). Номинальные напряжения обмоток  $10 \pm (2 \times 2,5) \% / 0,4 \text{ кВ}$ . Нагрузка на шинах низшего напряжения  $S = 700 \text{ кВА}$ .



Определить потери активной мощности для двух случаев:

а) на обоих трансформаторах установлены ответвления 0 %;

б) на первом трансформаторе установлено ответвление 0%, а на втором - +5%.

Рис. 3.1. Схема подстанции:

а — на трансформаторах установлены одинаковые ответвления;

б — на трансформаторах установлены различные ответвления.

#### ЗАДАЧА 4

В городской электрической сети от шин центра питания ЦП к шинам распределительного пункта РП проложено два кабеля напряжением 10кВ длиной

$L = 3,0$  км с алюминиевыми жилами с площадью сечения  $240 \text{ мм}^2$  каждый (рис.4.1).

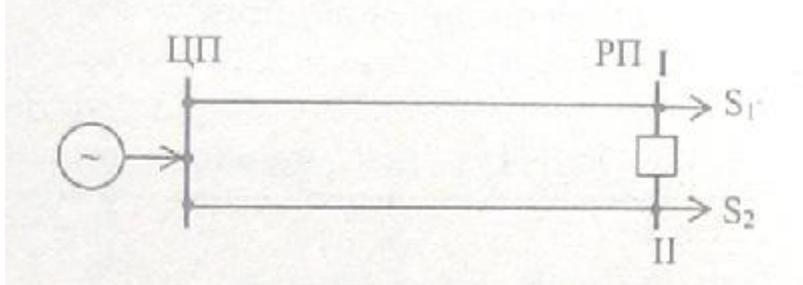


Рис. 4.1. Схема сети

К первой секции РП подключена нагрузка  $S_1 = 3,5 \text{ МВА}$ , а ко второй секции —  $S_2 = 1,5 \text{ МВА}$ . Определить оптимальный режим работы межсекционного выключателя МСВ (включен или отключен) по критерию минимума суммарных потерь активной мощности в кабельных линиях.

#### Вопросы к комплексному заданию ТК1

1. Что является основным критерием оптимизации режимов энергосистемы?

2. Какая задача решается при оптимизации долгосрочных режимов энергосистемы?

3. Каков главный недостаток метода Лагранжа при решении задачи распределения нагрузок в энергосистеме?
4. Укажите правильную формулировку принципа оптимальности Беллмана
5. Для оптимизации каких функций применим метод динамического программирования?
6. Каково условие оптимального распределения нагрузок между генераторами электростанции?
7. Какие устройства позволяют реализовывать результаты расчетов оптимальных краткосрочных режимов энергосистемы?
8. Потребляет ли реактивную мощность электрический уют?
9. От чего зависит оптимальное число работающих трансформаторов на подстанции?
10. В чем заключается симметрирование нагрузок в сетях 0,4 кВ?

### Для текущего контроля ТК2:

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК-2.3. Обосновывает проектное решение объектов электроэнергетических систем и сетей

### Тест. Раздел 2. Методы оптимального управления ЭЭС

Вопрос	Варианты ответа
Для оптимизации каких функций применим метод динамического программирования?	Только для дифференцируемых функций;
	Только для суммируемых функций;
	Только для линейных функций;
	Только периодических функций.
Какие устройства позволяют реализовывать результаты расчетов оптимальных краткосрочных режимов энергосистемы?	Устройства РПН трансформаторов;
	Вольтодобавочные трансформаторы;
	Устройства компенсации реактивной мощности (УКРМ);
	Регуляторы скорости вращения турбин;
Какие задачи решает оптимизация мест размыкания в замкнутых сетях?	Снижение расхода электроэнергии на ее транспорт;
	Снижение вероятностного ущерба от недоотпуска электроэнергии;
	Снижение расходов на эксплуатацию электрических сетей.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на

кафедреразработчика и содержит 50 тестовых вопросов на каждую компетенцию, из них 20% - закрытого типа, 80% - открытого типа.

### **Вопросы по лабораторным работам**

1. Формула потерь в сетях, допущения.
2. Методы расчета уравнивающего тока в электрических сетях.
3. Точки потокораздела: определение и методы нахождения.

### **Вопросы к комплексному заданию ТК2**

1. От чего зависит в большей мере оптимальные топология и мощность УКРМ?
2. На что влияет уровень напряжения в центрах питания распределительных сетей?
3. Каков математический критерий наличия экстремума функции нескольких переменных.
4. Какие математические методы используются для решения оптимизационных задач при ограничениях на переменные в виде неравенств?
5. Алгоритм решения задачи фильтрации исходной информации о параметрах режима ЭЭС обеспечивает:
6. Какая из приведенных выше формулировок информационной задачи оценивания состояния (ОС) электрической сети является верной?
7. Каковы возможности кафедрального программного продукта «ОПТИМА»?
8. Как небаланс активной мощности может влиять на частоту напряжения?
9. Как небаланс реактивной мощности может повлиять на частоту напряжения?
10. На что влияет симметрирование нагрузок в сетях 0,4 кВ?

### **Перечень заданий к практическим занятиям**

#### **ЗАДАЧА 4**

В городской электрической сети от шин центра питания ЦП к шинам распределительного пункта РП проложено два кабеля напряжением 10кВ длиной

$L = 3,0$  км с алюминиевыми жилами с площадью сечения  $240 \text{ мм}^2$  каждый (рис.4.1).

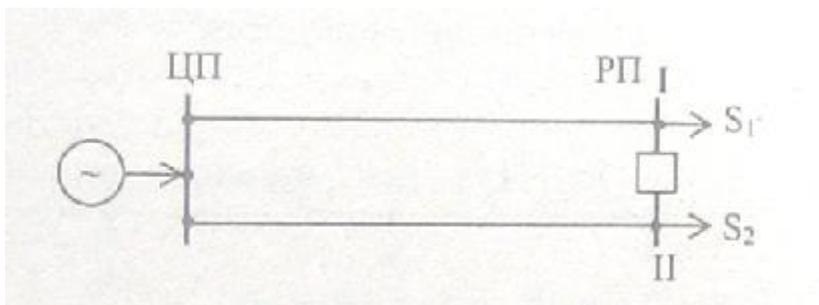


Рис. 4.1. Схема сети

К первой секции РП подключена нагрузка  $S_1 = 3,5$  МВА, а ко второй секции —  $S_2 = 1,5$  МВА. Определить оптимальный режим работы межсекционного выключателя МСВ (включен или отключен) по критерию минимума суммарных потерь активной мощности в кабельных линиях.

### ЗАДАЧА 5

Найти оптимальную точку размыкания электрической сети с двухсторонним питанием, приведенной на рис. 5.1, где указаны мощности в узлах

нагрузки, МВА, в режиме наибольших нагрузок и активные сопротивления участков сети, Ом. Напряжения по концам сети  $U_1 = U_2 = 35$  кВ. Оптимизацию

осуществить по критерию минимума суммарных потерь активной мощности.

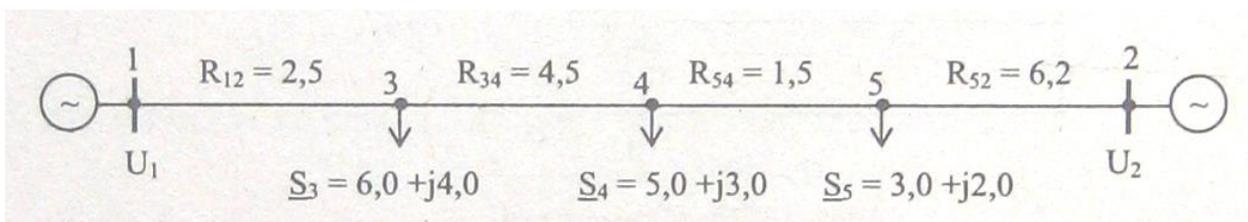


Рис. 5.1. Исходная схема

### ЗАДАЧА 6

Для схемы сети, приведенной в задаче 5, определить оптимальную точку размыкания по критерию минимума годовых потерь электроэнергии, полагая, что нагрузки в узлах 3, 4, 5 характеризуются годовыми графиками нагрузки по продолжительности, приведенными на рис. 6.1.

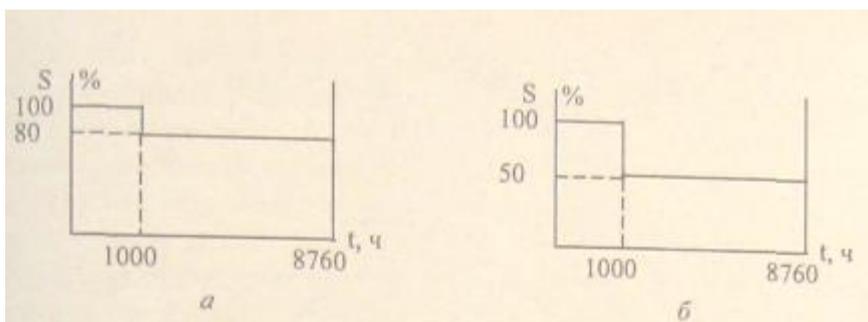


Рис. 6.1. Графики нагрузки по продолжительности

### Для текущего контроля ТКЗ:

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-3. Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПК-3.2. Рассчитывает режимы работы объектов электроэнергетических систем и сетей обеспечивающие заданные параметры функционирования

Тест. Раздел 3. Оптимальное управление интеллектуальными энергетическими системами

Вопрос	Варианты ответа
Каковы возможности кафедрального программного продукта «ОПТИМА»?	Расчет режимов работы разомкнутых электрических сетей;
	Расчет режимов работы замкнутых электрических сетей;
	Выбор оптимальной точки размыкания электрических сетей;
	Решение задачи ОС.
Каким математическим методом оптимизации может производиться аппроксимация расходных характеристик ТЭЦ?	Методом Лагранжа;
	Методом динамического программирования;
	Методом наименьших квадратов;
	Методом исключения Гаусса.
Как осуществляется симметрирование нагрузок в сетях 0,4 кВ?	С помощью ВДТ;
	С помощью УКРМ;
	Перераспределением потребителей по фазам;
	С помощью трансформаторов с симметрирующими обмотками.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедреразработчика и содержит 50 тестовых вопросов на каждую компетенцию, из них 20% - закрытого типа, 80% - открытого типа.

### Вопросы по лабораторным работам

1. Емкости трехфазных линий электропередачи: воздушной линии; кабельной линии.
2. Зарядная мощность линии.
3. Компенсация реактивной мощности нагрузки. Симметрирующий эффект батареи статических конденсаторов.

### Вопросы к комплексному заданию ТКЗ

1. Как небаланс реактивной мощности может влиять на величину напряжения в сети?
2. Какая исходная информация в реальном времени не позволяет в настоящее время оптимизировать режимы работы распределительных сетей?
3. Каким математическим методом оптимизации может производиться аппроксимация расходных характеристик ТЭЦ?
4. Как учитываются ограничения в виде неравенств при построении эквивалентных расходных характеристик эл. станции в методе динамического программирования?
5. От каких факторов зависит выбор состава работающего оборудования?
6. От каких факторов зависит оптимальная схема распределительной сети 10-0,4 кВ?
7. Что определяет естественное и экономичное распределение мощности в замкнутых сетях?
8. Какие задачи решает оптимизация мест размыкания в замкнутых сетях?
9. Какие ВДТ влияют на перетоки активной мощности в замкнутых сетях?
10. Как осуществляется симметрирование нагрузок в сетях 0,4 кВ?

### Перечень заданий к практическим занятиям

#### ЗАДАЧА 8

Потребитель питается по двухцепной воздушной линии напряжением  $U=110\text{кВ}$  длиной 40км, выполненной маркой провода АС 120/19. Его годовой график активной нагрузки по продолжительности представлен на рис.8.1 где  $t_1 = 2000$  ч,  $t_2 = 4760$  ч,  $t_3 = 2000$  ч. Коэффициент мощности нагрузки в течении года не изменяется и составляет  $\cos\varphi = 0,90$ .

Определить годовое снижение потерь электроэнергии в линии при неизменной нагрузке потребителя в течении года и той же передаваемой электроэнергии.

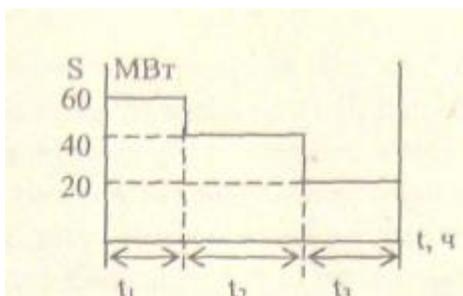


Рис. 8.1. Годовой график нагрузки по продолжительности

### ЗАДАЧА 9

В конце трехфазной распределительной линии с нулевым проводом линейным напряжением 0.38кВ длиной 0.49 км, питающейся от трансформаторной подстанции 10/0.38 кВ, подключена несимметричная нагрузка по фазам  $I_A=10A$ ,  $I_B=20A$ ,  $I_C=30A$ . Фазные провода, выполнены маркой А 50, а нулевой провод – А 25. Определить изменение потерь активной мощности в линии, если при неизменной передаваемой мощности выровнять нагрузку по фазам

### ЗАДАЧА 10

Определить оптимальный режим работы двухтрансформаторной подстанции напряжением 35/10 кВ, на которой установлены трансформаторы ТМН-1600/35. Нагрузочный режим подстанции характеризуется двумя вариантами суточных графиков нагрузки:  
 вариант 1 — нагрузка подстанции составляет с 0 до 8 ч и с 22 до 24 ч 500кВА, а с 8 до 22 ч — 1300 кВА;  
 вариант 2 — нагрузка с 0 до 8 ч, с 14 до 16 ч и с 22 до 24 ч составляет 500кВ-А, а с 8 до 14 ч и с 16 до 22 ч — 1300 кВА.

### Промежуточная аттестация (зачет)

Экзамен является итоговой формой оценки знаний студентов, приобретённых в течение обучения по дисциплине.

При подготовке к сдаче зачета студентам выдается перечень вопросов. Задание на зачет выдается в виде трех вопросов (два теоретических и один практический) в форме билетов.

#### Критерии оценки:

*Для базового уровня:* минимум один вопрос задания имеет полное решение;

Варианты:

– минимум один вопроса задания имеет полное решение и два вопроса имеют неполные решения;

– минимум один вопроса задания имеет полное решение, один вопрос

имеет неполное решение, на один вопрос начато правильное решение, но не доведено до конца.

*Для продвинутого уровня:* минимум два вопроса задания имеют полные решения;

Варианты:

– минимум два вопроса задания имеют полные решения и один вопрос имеет неполное решение;

– минимум два вопроса задания имеют полные решения, в одном вопросе начато правильное решение, но не доведено до конца.

*Для высокого уровня:* первые два вопроса задания имеют полные решения, третий вопрос имеет неполное решение (40 баллов).