## Лабораторная работа № 1 (4 часа)

"Расчет оптимального коэффициента трансформации"

## Лабораторная работа № 2 (4 часа)

"Анализ влияния разрыва в кольцевых сетях на режим"

## Лабораторная работа № 3 (4 часа)

"Расчет режимов электрической сети с учетом и без учета

генерации реактивной мощности линиями"

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ

## ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

В лабораторных работах выполняется расчет режимов районных электрических сетей. Расчеты выполняются с использованием программы "OPTIMA32.exe", устанавливаемой на ПЭВМ.

Исходные данные после их ввода хранятся в файле "data.ibr" и могут быть использованы в дальнейшем. Результаты расчетов записываются в файл "OPTIMA.rez", который сразу выводится в окне программы после расчета. Данные впоследствии могут быть просмотрены в программе Word или распечатаны.

Значения мощности генерирующих источников вводятся со знаком "+", т.е. знак можно опускать; значения мощности узлов нагрузки вводятся со знаком "-".

Балансирующим и одновременно базисным узлом является подстанция "А" электрической сети, рис. 1, 2 входящая в состав объединенной электроэнергетической системы.



Рис. 1. Схема электрической сети (лабораторная № 1).

Источниками ЭДС учитывается изменение коэффициента трансформации у трансформаторов в симметричных режимах. При номинальных коэффициентах трансформации значения ЭДС равны нулю.

Нейтрали автотрансформаторов заземлены. На подстанциях потребителей установлены по два трансформатора, число заземленных нейтралей показано цифрой в скобках на рис. 2.



Рис. 2. Схема электрической сети (лабораторная № 2 и № 3)

## Лабораторная работа № 1 (4 часа)

ТЕМА "РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ТРАНСФОРМАЦИИ"

**А. Исходные данные:**

1. Электроснабжение потребителей электроэнергии в узлах нагрузки возможно осуществить от подстанции "А" энергосистемы и от электрических станций, входящих в ЭЭС. Географическое расположение подстанции "А" и узлов электроэнергетической сети дано на рис. 1.

2. При расчетах симметричных режимов потерями мощности в трансформаторах пренебречь. Первоначально принять, что автотрансформаторы на подстанциях 4 и 5 работают с номинальными коэффициентами трансформации. После результатов расчета определить общие потери активной мощности в сети.

3. Считая, что автотрансформатор на подстанции 4 работает с номинальным коэффициентом трансформации, последовательно провести расчет режима сети при различных коэффициентах трансформации автотрансформатора на подстанции 5. Для каждого варианта определить потери активной мощности в сети.

4. Изменение коэффициента трансформации учесть введением в соответствующую ветвь ЭДС Δ*E*.

5. Для вариантов 1 – 4 узел 3 является генерирующим; для вариантов 5 – 8 узел 5 является генерирующим.

6. Параметры линий электропередач приведены в табл.1.

## Таблица 1

## Параметры линий электропередачи

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вари-анта | Сечение провода, мм2 / Длина линии, км | | | | | |
| 220 кВ | | | 110 кВ | | |
| Л1 | Л2 | Л3 | Л4 | Л5 | Л6 |
| 1 | 400  85 | 400  75 | 400  68 | 400  90 | 300  65 | 120  42 |
| 2 | 400  55 | 300  50 | 300  45 | 400  60 | 300  70 | 150  58 |
| 3 | 400  85 | 400  75 | 300  70 | 300  80 | 400  75 | 120  42 |
| 4 | 300  65 | 240  60 | 240  54 | 400  80 | 300  60 | 240  50 |
| 5 | 300  60 | 240  55 | 240  60 | 300  70 | 300  50 | 240  52 |
| 6 | 400  80 | 400  55 | 400  48 | 400  100 | 400  120 | 185  66 |
| 7 | 400  47 | 400  75 | 400  68 | 400  110 | 400  105 | 150  40 |
| 8 | 300  40 | 300  45 | 300  60 | 400  90 | 400  105 | 240  60 |

**Б. Содержание отчета:**

1. Построить график зависимости потерь в сети от Δ*E*.

2. Для точки с наименьшими потерями определить коэффициент трансформации (номер отпайки) автотрансформатора на подстанции 5.

3. Проанализировать наиболее оптимальный режим с точки зрения возможности его существования.

## Вопросы для самопроверки

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.

## Лабораторная работа № 2 (4 часа)

ТЕМА "АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗРЫВА В КОЛЬЦЕВЫХ СЕТЯХ НА РЕЖИМ"

**А. Исходные данные:**

1. Электроснабжение потребителей электроэнергии в узлах нагрузки возможно осуществить от подстанции "А" энергосистемы и от электрических станций, входящих в ЭЭС. Географическое расположение подстанции "А" и узлов электроэнергетической сети дано на рис. 1.

2. При расчетах симметричных режимов потерями мощности в трансформаторах пренебречь. Первоначально принять, что автотрансформаторы на подстанциях 4 и 5 работают с номинальными коэффициентами трансформации. После результатов расчета определить общие потери активной мощности в сети.

3. Для вариантов 1 – 4 узел 3 является генерирующим; для вариантов 5 – 8 узел 5 является генерирующим.

4. Параметры линий электропередач приведены в табл.1.

5. Последовательно проводя отключения одной из линий Л1 – Л6, определить общие потери активной мощности в сети.

**Б. Содержание отчета:**

1. Расчет приведенных параметров линий электропередачи к одной ступени напряжения.

2. Расчет электрической сети в полнофазном режиме.

3. Расчет электрической сети при обрыве линий Л1 – Л6.

4. Определить допустимость всех рассмотренных режимов.

5. На основании анализа потерь в сети сделать соответствующие вводы о возможности и целесообразности временного отключения тех или иных линий.

## Вопросы для самопроверки

1. Формула потерь в сетях, допущения.

2. Методы расчета уравнительного тока в электрических сетях.

3. Точки потокораздела: определение и методы нахождения.

## Лабораторная работа № 3 (4 часа)

ТЕМА "РАСЧЕТ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С УЧЕТОМ И БЕЗ УЧЕТА ГЕНЕРАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ЛИНИЯМИ"

**А. Исходные данные на проектирование:**

1. Электроснабжение потребителей электроэнергии в узлах нагрузки возможно осуществить от подстанции "А" энергосистемы и от электрических станций, входящих в ЭЭС. Географическое расположение подстанции "А" и узлов электроэнергетической сети дано на рис. 2.

2. При расчетах симметричных режимов потерями мощности в трансформаторах пренебречь. Первоначально принять, что автотрансформаторы на подстанциях 4 и 5 работают с номинальными коэффициентами трансформации.

3. Мощность автотрансформаторов связи (по два на подстанциях 4 и 5) выбрать исходя из расчета максимального режима электрической сети (не менее 0,7 от полной мощности нагрузки).

4. В качестве аварийного симметричного режима рассмотреть отключение наиболее нагруженной из двух линий Л1 и Л4.

5. Для вариантов 1 – 8 узлы 6 и 8 являются генерирующими; для вариантов 9 – 16 узлы 7 и 8 являются генерирующими; для вариантов 16 – 24 узлы 6 и 7 являются генерирующими.

6. Мощности в узлах нагрузок приведены в табл.3.

## Таблица 2

## Параметры линий электропередачи

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вари-анта | Сечение провода, мм2 / Длина линии, км | | | | | | | | | |
| 220 кВ | | | | | 110 кВ | | | | |
| Л1 | Л2 | Л3 | Л4 | Л5 | Л6 | Л7 | Л8 | Л9 | Л10 |
| 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1, 9,  17 | 400  85 | 400  75 | 400  68 | 400  90 | 300  65 | 120  42 | 2х95  50 | 120  54 | 120  60 | 2х95  35 |
| 2, 10,  18 | 400  55 | 300  50 | 300  45 | 400  60 | 300  70 | 150  58 | 2х150  60 | 240  58 | 120  60 | 2х95  35 |
| 3, 11,  19 | 400  85 | 400  75 | 300  70 | 300  80 | 400  75 | 120  42 | 2х95  50 | 120  44 | 120  50 | 2х95  40 |
| 4, 12,  20 | 300  65 | 240  60 | 240  54 | 400  80 | 300  60 | 240  50 | 2х150  60 | 185  68 | 185  50 | 2х120  55 |
| 5, 13,  21 | 300  60 | 240  55 | 240  60 | 300  70 | 300  50 | 240  52 | 2х240  50 | 240  64 | 240  60 | 2х240  55 |
| 6, 14,  22 | 400  80 | 400  55 | 400  48 | 400  100 | 400  120 | 185  66 | 2х150  50 | 185  47 | 185  60 | 2х120  44 |
| 7, 15,  23 | 400  47 | 400  75 | 400  68 | 400  110 | 400  105 | 150  40 | 2х150  55 | 120  54 | 120  60 | 2х150  35 |
| 8, 16,  24 | 300  40 | 300  45 | 300  60 | 400  90 | 400  105 | 240  60 | 2х240  66 | 240  58 | 120  40 | 2х120  30 |

# Таблица 3

Параметры нагрузок

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Мощность нагрузки *P*/*Q*, МВА | | | | | | | |
| S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 |
| 1 | 56/14 | 60/15 | 100/30 | 90/22 | 120/32 | 100/35 | 60/15 | 65/22 |
| 2 | 63/18 | 40/10 | 80/25 | 87/20 | 105/28 | 90/30 | 54/19 | 80/24 |
| 3 | 48/10 | 55/12 | 140/32 | 84/18 | 115/27 | 110/28 | 66/20 | 60/20 |
| 4 | 59/13 | 77/18 | 180/36 | 98/23 | 108/20 | 94/24 | 50/18 | 75/21 |
| 5 | 68/17 | 48/11 | 160/35 | 86/19 | 117/30 | 88/22 | 45/19 | 94/22 |
| 6 | 72/19 | 78/18 | 170/32 | 95/24 | 100/26 | 105/37 | 64/22 | 70/21 |
| 7 | 66/11 | 54/13 | 190/40 | 90/20 | 102/23 | 96/33 | 58/18 | 76/23 |
| 8 | 54/10 | 65/14 | 182/38 | 82/18 | 125/26 | 100/32 | 70/22 | 95/25 |

**Б. Содержание отчета:**

1. Выбор мощности автотрансформаторов связи.

2. Расчет приведенных параметров линий электропередачи к одной ступени напряжения.

3. Расчеты режимов максимальной и минимальной нагрузок, а также режима аварийного отключения одной из ЛЭП при номинальном коэффициенте трансформации автотрансформаторов и заданных сечениях проводников.

4. Уточненные расчеты при измененных сечениях проводников и измененных коэффициентах трансформации автотрансформаторов.

5. На основе расчета определить генерируемые реактивные мощности в линиях сети и провести очередной расчет с их учетом.

6. Сделать вывод о степени влияния на результаты расчета пренебрежение влиянием генерации реактивной мощности в ЛЭП.

## Вопросы для самопроверки

1. Емкости трехфазных линий электропередачи: воздушной линии; кабельной линии.

2. Зарядная мощность линии.

3. Компенсация реактивной мощности нагрузки. Симметрирующий эффект батареи статических конденсаторов.