

ОСНОВНОЕ МЕНЮ



[Новости сайта](#)

НАВИГАЦИЯ



[В начало](#)

[Личный кабинет](#)

[Страницы сайта](#)

## Новости сайта

(Пока объявлений нет)

[Подписаться на форум](#)

Поиск курса:

### Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем Хазиахметов

Учитель: Раис Сунгатуллин

Учитель: Раис Хазиахметов

### Разработка электронного курса и реализация учебного процесса в LMS Moodle

Преподаватель: Тамара Григорян

Для студентов заочного и вечернего обучения курс «РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА».

Для студентов дневного обучения курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем».

В начало

Личный кабинет

▶ Страницы сайта

▼ Мои курсы

▶ ИТ в ПО

▶ РазработкаЭУК-2019

▶ АНТИКОРРУПЦИЯ - ПК

▶ РазработкаЭУК

▶ ОРЗиПСА

▼ **РЗиА ЭЭС Х**

▶ Участники

Значки

Компетенции

Оценки

▶ Общее

▶ Модуль 1

▶ Модуль 2

▶ Модуль 3

▶ Модуль 4

▶ Модуль 5

▶ Органическая химия

▶ Эн. сб. в ТТТ

▶ Справочник

## Информационный блок

Новостной форум

Главный глоссарий

Информация о курсе

Вопросы и предложения

Рабочая программа дисциплины

Фонд оценочных средств

Литература

---

## Модуль 1

ЛЕКЦИИ 1 МОДУЛЬ

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ 1 МОДУЛЬ

Тест модуль 1

## Модуль 2



Лекции 2 модуль



Лабораторные работы 2 модуль



Практические занятия 2 модуль



Тест модуль 2





---

## Модуль 3






Лекции 3 модуль

## Модуль 4

-  Лекции модуль 4
  -  Практические занятия модуль 4
  -  Лабораторная работа модуль 4
  -  12 Пример расчета.
  -  Пример оформления практических занятий
- 

## Модуль 5

-  Лекции модуль 5
-  Лабораторная работа модуль 5
-  Тест 1

## ВВЕДЕНИЕ

Релейная защита (РЗ) является основным видом противоаварийной автоматики, без которой не возможна надежная и бесперебойная работа электроэнергетической системы (ЭЭС). Назначением РЗ является автоматическое отключение поврежденного элемента от неповрежденной части ЭЭС. При этом к РЗ предъявляется ряд требований, основными из которых являются надежность, селективность, чувствительность и быстрдействие [1,2]. Выполнение этих требований зависит от правильных выбора устройств РЗ и расчета их рабочих параметров срабатывания (уставок). Настоящее учебное пособие содержит методические указания по выбору устройств РЗ и проведению расчетов их уставок. Содержание пособия охватывает наиболее важные разделы курса «Релейная защита и автоматизация» - токовые и направленные токовые защиты от междуфазных коротких замыканий (КЗ), дифференциальные токовые защиты линий и трансформаторов, токовые защиты линий от однофазных КЗ на землю, а также основные теоретические положения по всем рассматриваемым защитам.

Учебное пособие может быть использовано студентами и преподавателями института энергетики при проведении практических занятий, выполнении курсовых проектов и подготовке к лабораторным работам по релейной защите. Следует отметить, что упражнения следует проводить в предложенной авторами пособия

## **УПРАЖНЕНИЕ 1**

**Соотношения токов и напряжений и две векторные диаграммы при коротких замыканиях а) в линии и б) за трансформаторами со схемами соединений  $Y/\Delta-11$  и  $\Delta/Y-11$ .**

### **1. Короткие замыкания (КЗ) на линии**

#### **1.1. Основные виды повреждений линий сетей**

Основные виды повреждений линий сетей (приведены в табл. 1.1). При построении диаграмм учитываются режимы заземления нейтрали в сетях:

## 1.2. Задание

**Построить качественно** векторные диаграммы токов и напряжений при заданном виде удаленного КЗ на линии как в месте повреждения, так и в месте установки защиты (в начале линии). Схема сети представлена на рис. 1.1.

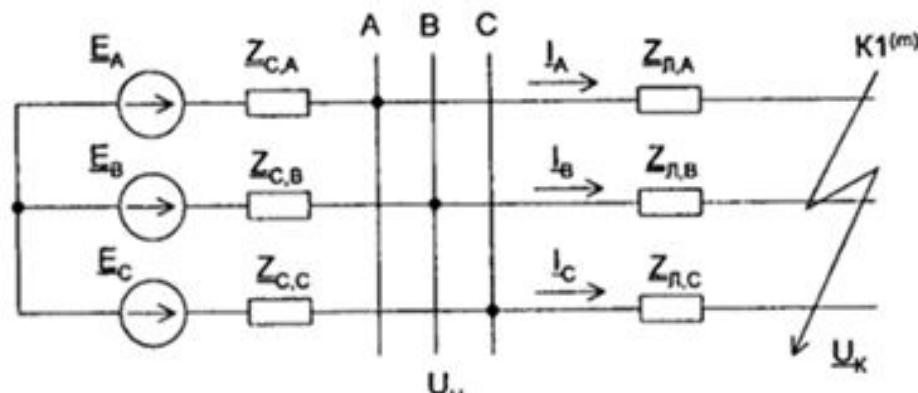


Рис. 1.1. Схема сети К1.

Исходные данные:

$Z_c$ ,  $Z_l$ ,  $E_\phi$  (фазная ЭДС); К1 – **номер схемы** и **вид повреждения** ( в скобках, в степени).

В этом же упражнении **будет еще две схемы под номерами К2 и К3**. Режим заземлений нейтрали – глухо - (эффективно) заземленная. Варианты задания приведены в конце упражнения 1.

Для упражнений 2,3,4 и т.д. варианты заданий также приведены в конце соответствующего упражнения.

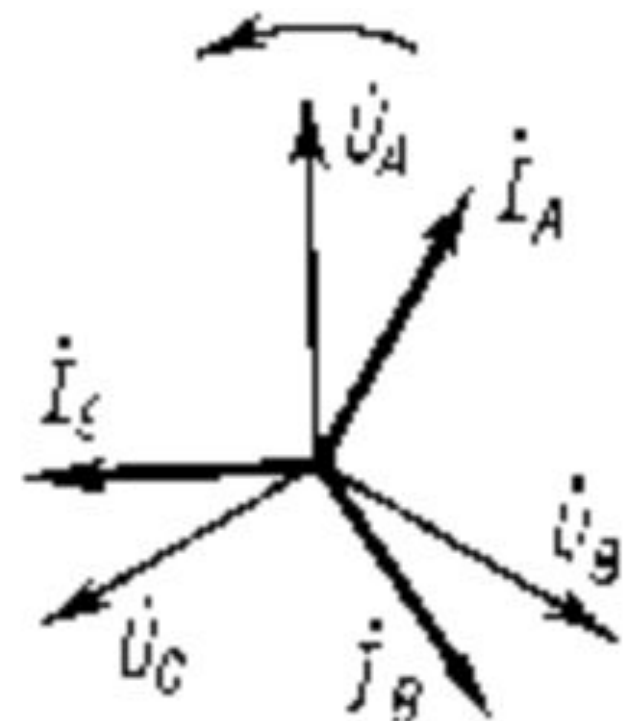
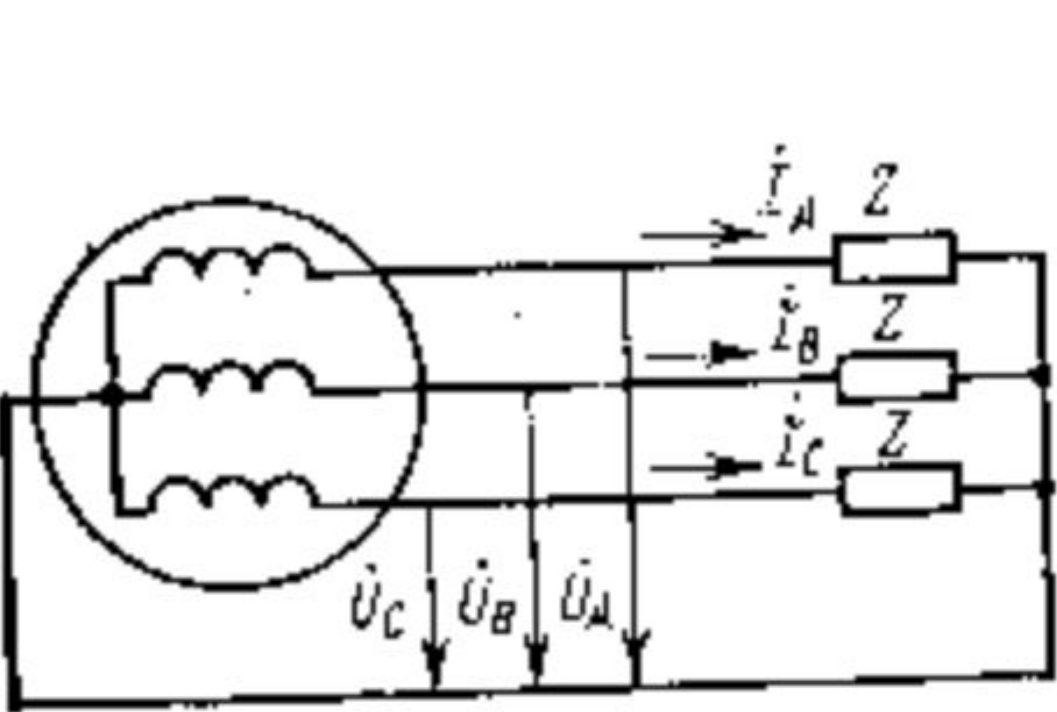
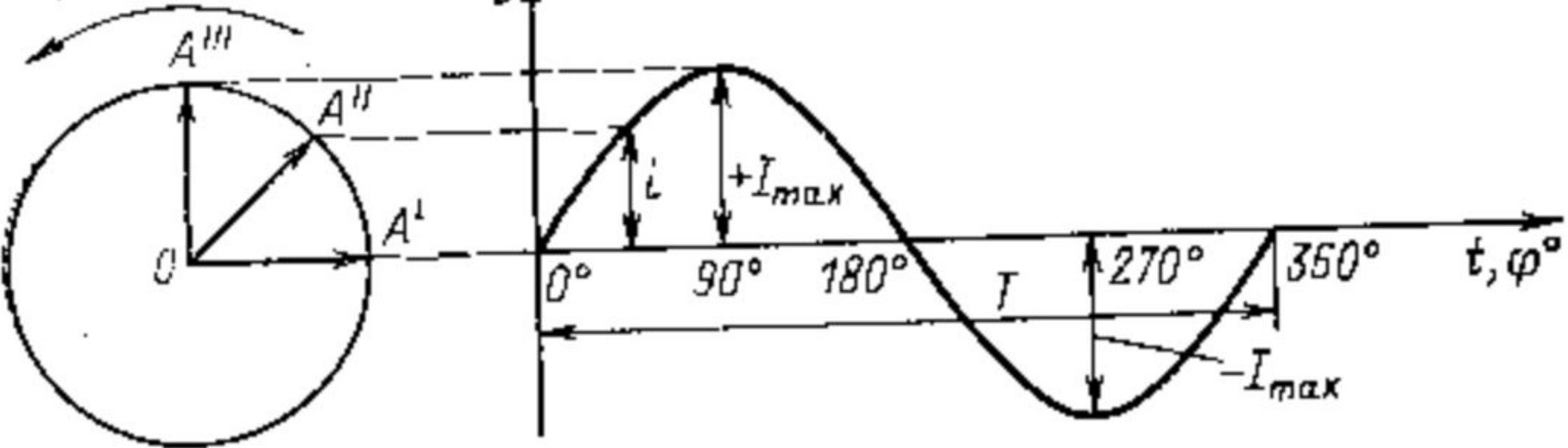


### 1.3. Методические указания

При построении векторных диаграмм используются следующие допущения:

- не учитываются токи нагрузки, т.е. рассматриваются только аварийные составляющие токов ( $I_k \gg I_{нагр}$ );
- рассматриваются только металлические КЗ ( $R_{п} = 0$ );
- все выражения и векторные диаграммы получаются на основе использования законов Кирхгофа и Ома;
- рассматриваются повреждения на линии в сети с глухозаземленными нейтралями с одним источником питания.

Направление вращения вектора



## Операции с векторами.

Если же одновременно рассматриваются два или несколько токов и напряжений, а у нас принята **трехфазная система**, то, задавшись положением на диаграмме одного из векторов, (**за первую фазу принята фаза А**), мы тем самым уже определяем положение всех других векторов.

Все три вектора фазных напряжений:  $U_A$ ,  $V_B$ ,  $V_C$ , вращаются **против часовой стрелки с одинаковой скоростью**, определяемой частотой переменного тока. При этом они пересекают вертикальную ось, совпадающую с направлением вектора  $U_A$  поочередно с определенной последовательностью, которая называется чередованием фаз напряжения (или тока для того чтобы определить взаимное расположение двух векторов), обычно говорят, что один из них опережает или отстает от другого. При этом опережающим считается вектор, который при вращении против часовой стрелки **раньше пересечет вертикальную ось**.

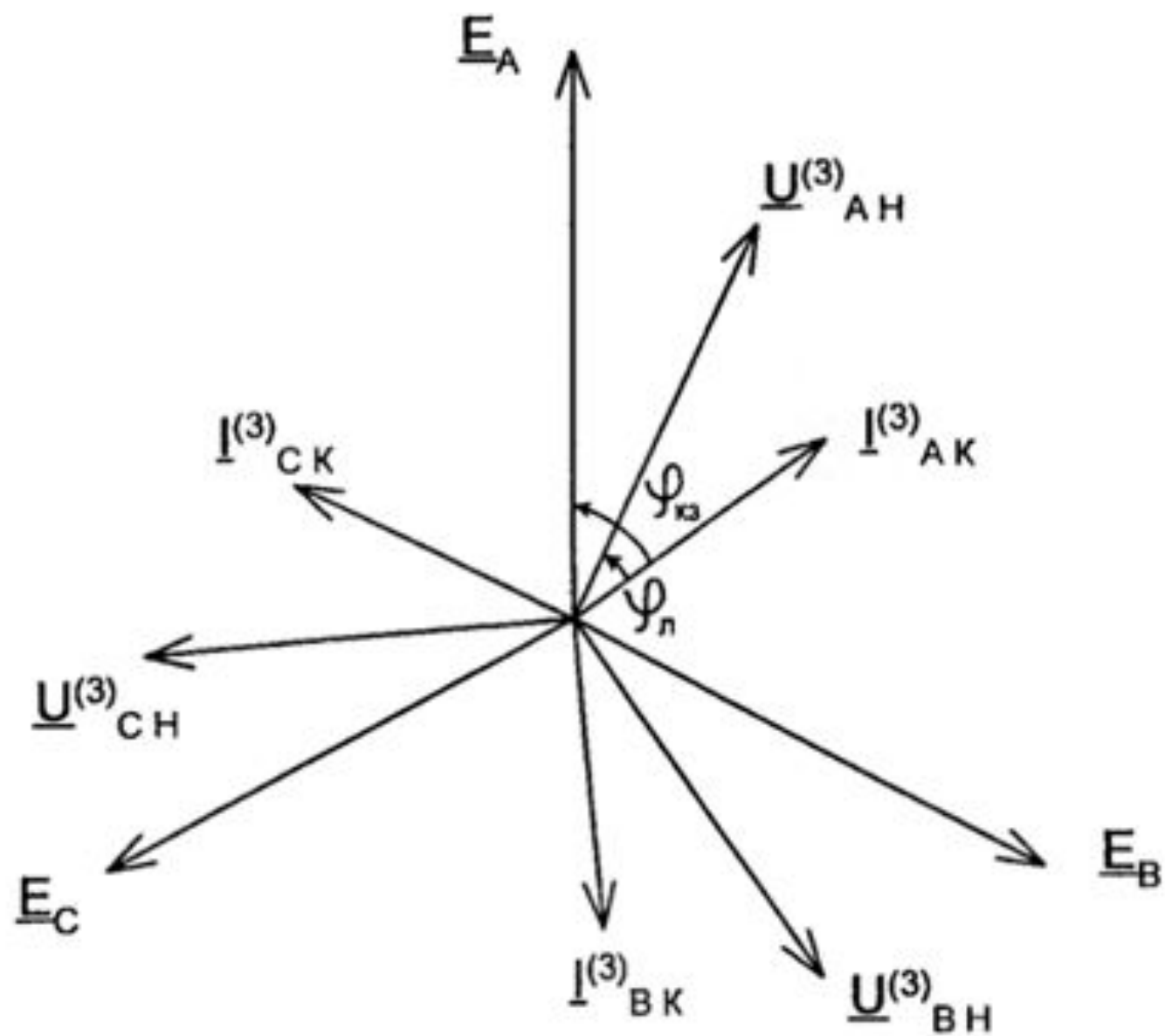


Рис. 1.2. Векторная диаграмма при  $K^{(3)}$

**Затем строим вторую векторную диаграмму первого упражнения вашего варианта:**

## **1.2.2. Короткие замыкания за трансформаторами со схемой соединения обмоток $Y/\Delta-11$ и $\Delta/Y-11$**

### **2.1. Задание**

Построить качественно векторные диаграммы токов в месте повреждения и со стороны питания при заданном виде КЗ. Схема сети, на которой даны обозначения токов со стороны питания и в месте повреждения, представлена на рис. 1.5, 1.6.

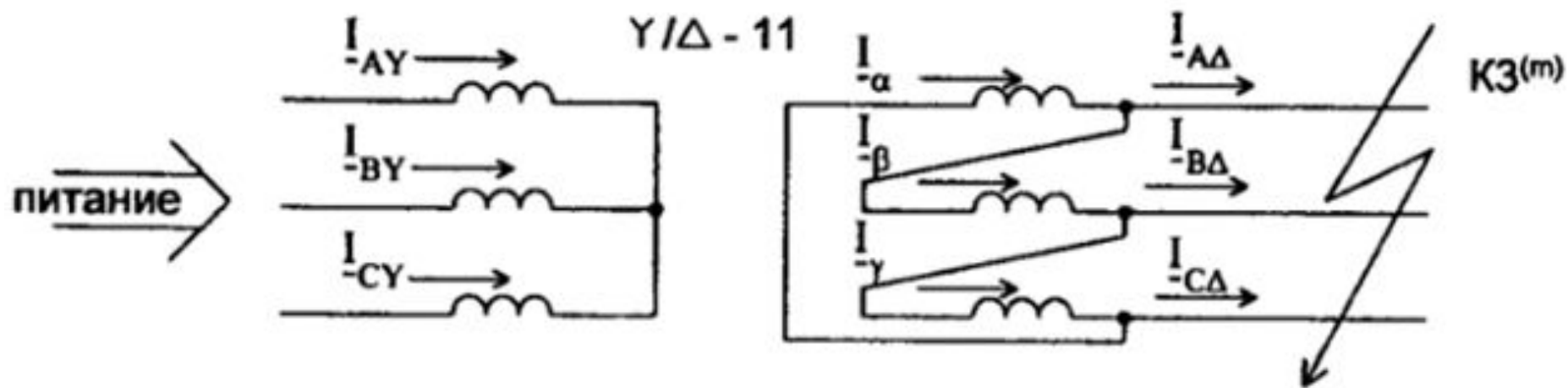


Рис. 1.5. Сеть со схемой соединения обмоток трансформатора  $Y/\Delta$ -11

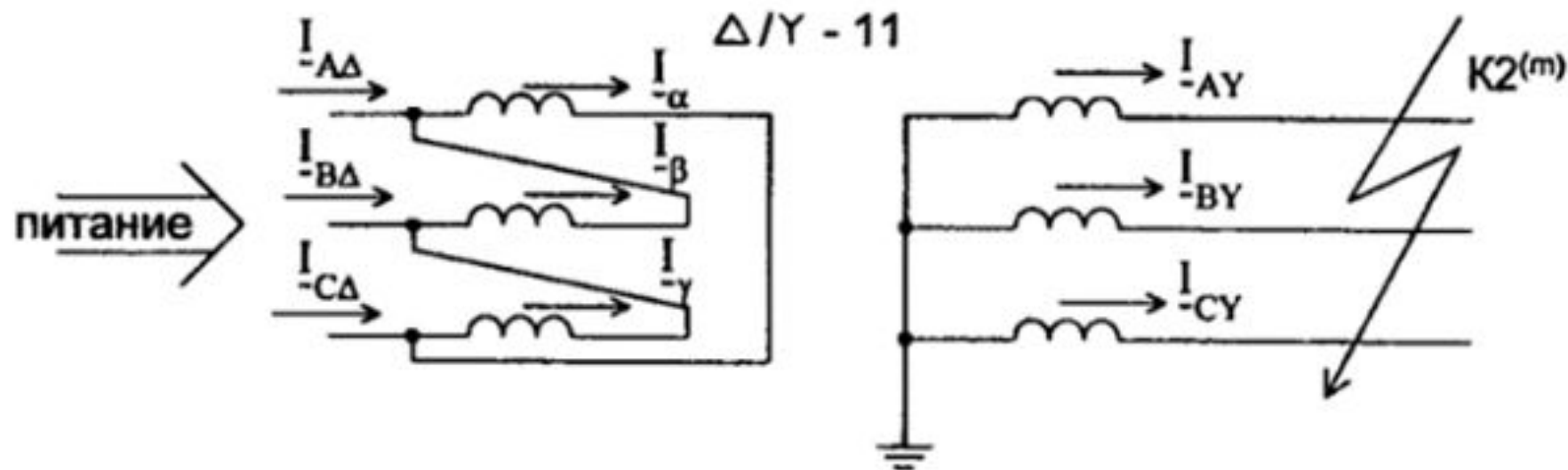


Рис. 1.6. Сеть со схемой соединения обмоток трансформатора  $\Delta/Y$ -11

Таблица вариантов заданий

№ в журнале группы	Вид и место повреждения		№ в журнале группы	Вид и место повреждения	
1	$K1^{(3)}$	$K2_{AB}^{(2)}$	16	$K1_{BC}^{(2)}$	$K3_{AB}^{(2)}$
2	$K1_{AB}^{(2)}$	$K2_{BC}^{(2)}$	17	$K1_{CA}^{(2)}$	$K2_B^{(1)}$
3	$K1_{BC}^{(2)}$	$K2_{AB}^{(2)}$	18	$K1_A^{(1)}$	$K2_{BC}^{(2)}$
4	$K1_{CA}^{(2)}$	$K2_{AB}^{(2)}$	19	$K1_B^{(1)}$	$K2_{AC}^{(2)}$
5	$K1_A^{(1)}$	$K2_{BC}^{(2)}$	20	$K1_C^{(1)}$	$K3_{AB}^{(2)}$
6	$K1_B^{(1)}$	$K2_{CA}^{(2)}$	21	$K1_{BC}^{(2)}$	$K3_{AB}^{(2)}$
7	$K1_C^{(1)}$	$K2^{(3)}$	22	$K1^{(3)}$	$K2_{AB}^{(2)}$

8	$K1_{AB}^{(2)}$	$K3^{(3)}$	23	$K1_{AC}^{(2)}$	$K2_{BC}^{(2)}$
9	$K1_{BC}^{(2)}$	$K3_A^{(1)}$	24	$K1_{AB}^{(2)}$	$K3_{AB}^{(2)}$
10	$K1_{AC}^{(2)}$	$K3_B^{(1)}$	25	$K1_B^{(1)}$	$K2_{AC}^{(2)}$
11	$K1^{(3)}$	$K3_{AB}^{(2)}$	26	$K1_C^{(1)}$	$K3_{AB}^{(2)}$
12	$K1_A^{(1)}$	$K3_{CA}^{(2)}$	27	$K1_A^{(1)}$	$K3_{AC}^{(2)}$
13	$K1_B^{(1)}$	$K3_{BC}^{(2)}$	28	$K1^{(3)}$	$K2_{AC}^{(2)}$
14	$K1_C^{(1)}$	$K3_{AB}^{(2)}$	29	$K1_{AB}^{(2)}$	$K3_{AB}^{(2)}$
15	$K1_{AB}^{(2)}$	$K2_C^{(1)}$	30	$K1_{AC}^{(2)}$	$K3^{(3)}$

## УПРАЖНЕНИЕ 2

Расчет уставок максимальных токовых защит (МТЗ) в сети с односторонним питанием

Задание

Для МТЗ 1÷6 в сети, изображенной на рис. 2.1, определить токи срабатывания  $I_{сз}$  и времена срабатывания  $t_{сз}$  (МТЗ с независимой характеристикой выдержки времени) от междуфазных КЗ. Принять коэффициент отстройки  $k_{отс}=1,2$ ; коэффициент возврата  $k_v = 0,9$ ; коэффициент запуска двигательной нагрузки  $k_z=1,5$  и степень селективности  $\Delta t = 0,5$  с. Максимальные рабочие токи нагрузок I-XIV приведены в табл. 2.1,



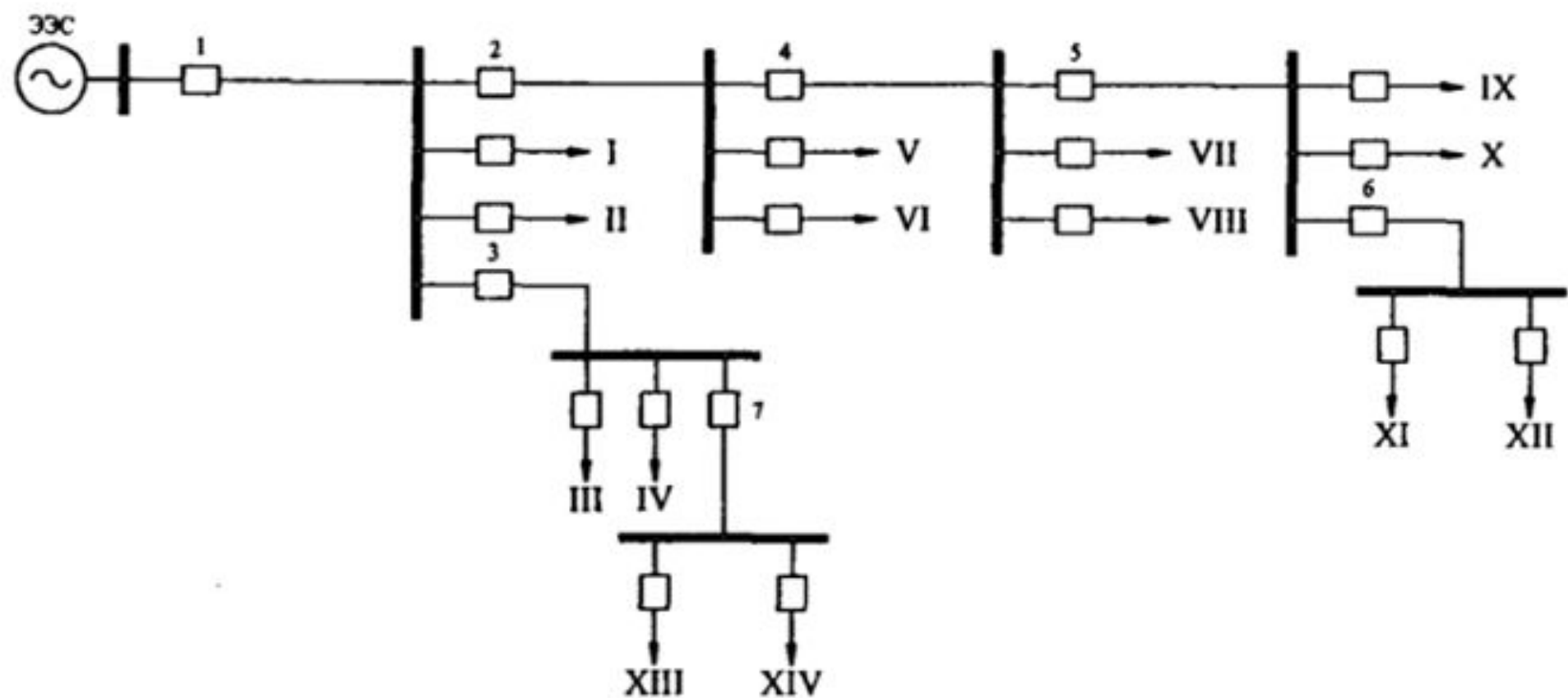


Рис. 2.1. Схема сети

Таблица 2.1

## Максимальные рабочие токи нагрузок, А

Параметр Вариант	$I_I$	$I_{II}$	$I_{III}$	$I_{IV}$	$I_V$	$I_{VI}$	$I_{VII}$	$I_{VIII}$	$I_{IX}$	$I_X$	$I_{XI}$	$I_{XII}$	$I_{XIII}$	$I_{XIV}$
а)	15	12	13	18	19	11	10	17	19	11	19	10	20	15
б)	24	10	12	10	14	18	15	13	16	12	15	11	17	18
в)	11	15	16	15	11	16	13	14	12	16	14	12	15	11
г)	17	11	14	12	10	15	11	16	10	17	16	13	10	13

Таблица 2.2

## Времена срабатывания токовых защит нагрузок (потребителей), с

Параметр Вариант	$t_I$	$t_{II}$	$t_{III}$	$t_{IV}$	$t_V$	$t_{VI}$	$t_{VII}$	$t_{VIII}$	$t_{IX}$	$t_X$	$t_{XI}$	$t_{XII}$	$t_{XIII}$	$t_{XIV}$
а)	1,5	2,0	0,5	1,0	0,5	1,0	1,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	1,5	2,0
б)	2,0	1,0	1,5	2,5	1,0	1,5	0,5	1,5	1,0	0,5	1,0	0,5	2,5	3,0
в)	2,5	1,5	1,0	0,5	1,5	1,0	0,5	2,0	0,5	0,0	1,5	0,5	3,0	2,5
г)	1,0	1,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0	0,5	0,5	1,0	2,0	1,5

# МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕР

## ДЛИНЫ или ДЛИТЕЛЬНОСТИ

- 1 км = 1000 метров (м)
- 1 метр (м) = 100 сантиметров (см)
- 1 сантиметр (см) = 10 миллиметров (мм)
- 1 миллиметр (мм) = 1000 микрометров (мкм)

## МЕРЫ МАССЫ

- 1 тонна (т) = 1000 килограммов (кг)
- 1 центнер (ц) = 100 килограммов (кг)
- 1 килограмм (кг) = 1000 граммов (г)
- 1 грамм (г) = 1000 миллиграммов (мг)

## МЕРЫ ПЛОЩАДИ

- 1 кв. км = 1 000 000 квадратных метров (кв. м)
- 1 кв. м = 100 квадратных дециметров (кв. дм)
- 1 кв. дм = 100 квадратных сантиметров (кв. см)
- 1 кв. см = 10 000 кв. миллиметров (кв. мм)
- 1 кв. мм = 100 кв. микрометров (кв. мкм)

## МЕРЫ ОБЪЕМА

- 1 куб. метр (куб. м) = 1000 куб. дециметров (куб. дм) = 1 000 000 куб. сантиметров (куб. см)
- 1 куб. дециметр (куб. дм) = 1000 куб. сантиметров (куб. см)
- 1 литр (л) = 1 куб. дециметру (куб. дм)
- 1 гектолитр (гкл) = 100 литров (л)

## ТАБЛИЦА УМНОЖЕНИЯ

2	3	×	1	=	3	4	×	1	=	4	5	×	1	=	5
4	3	×	2	=	6	4	×	2	=	8	5	×	2	=	10
6	3	×	3	=	9	4	×	3	=	12	5	×	3	=	15
8	3	×	4	=	12	4	×	4	=	16	5	×	4	=	20
10	3	×	5	=	15	4	×	5	=	20	5	×	5	=	25
12	3	×	6	=	18	4	×	6	=	24	5	×	6	=	30
14	3	×	7	=	21	4	×	7	=	28	5	×	7	=	35
16	3	×	8	=	24	4	×	8	=	32	5	×	8	=	40
18	3	×	9	=	27	4	×	9	=	36	5	×	9	=	45
20	3	×	10	=	30	4	×	10	=	40	5	×	10	=	50

6	7	×	1	=	7	8	×	1	=	8	9	×	1	=	9
12	7	×	2	=	14	8	×	2	=	16	9	×	2	=	18
18	7	×	3	=	21	8	×	3	=	24	9	×	3	=	27
24	7	×	4	=	28	8	×	4	=	32	9	×	4	=	36
30	7	×	5	=	35	8	×	5	=	40	9	×	5	=	45
36	7	×	6	=	42	8	×	6	=	48	9	×	6	=	54
42	7	×	7	=	49	8	×	7	=	56	9	×	7	=	63
48	7	×	8	=	56	8	×	8	=	64	9	×	8	=	72
54	7	×	9	=	63	8	×	9	=	72	9	×	9	=	81
60	7	×	10	=	70	8	×	10	=	80	9	×	10	=	90

# ТЕТРАДЬ

для РЗ-1

учени студента класса                     

Фрунзе школы 211-3-03

Фрунзе

Минска

ОАО «ВОЛГОТЕННО-ЗАВОДСКАЯ БУМАЖНАЯ ФАБРИКА»

Сам глянцевый не оторвешь

66000 Кушурская обл., п. Волжский, Завод, ул. Турбинная, 2

тел.: (84424) 7-46-93, (495) 534-03-22, www.vzbf.com

СМК сертифицирована по стандарту ИСО 9001

Таблицы № 10-1001

Тетрадь учебная

Т/У 9465-017-001/9465-2203 Архив № 1/946500

12 листов в клетку



4 607021 500043

untuk yang di atasnya  
 dengan menggunakan rumus K3 menggunakan rumus di atas dan  
 diperoleh  $I_{C1}^{(1)} = I_{C2}^{(1)}$ , a & b juga akan sama dengan  
 $a = \frac{1}{2} I_{C1}$   
 $b = \frac{1}{2} I_{C2}$ , i.e. diperlakukan sebagai yang  
 di bagian C - pabrasi ini masalah  
 $\frac{Y}{\Delta} - 1$

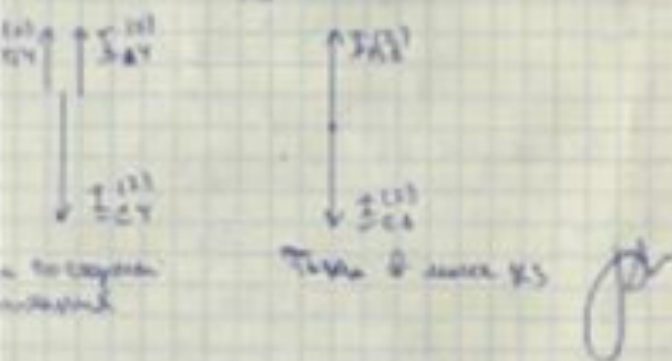
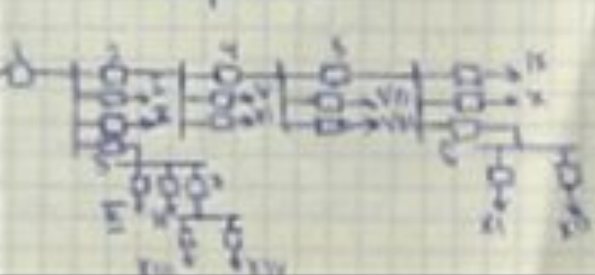


Diagram 2  
 Berarti pada MS3 akan capaian  
 maksimum  
 Diagram 3



$K_{MS1,2} = 0,8$ ;  $K_{MS3} = 1,2$ ;  $\Delta t = 0,5$   
 menggunakan pabrasi rumus di atas

$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$I_6$	$I_7$	$I_8$	$I_9$	$I_{10}$	$I_{11}$	$I_{12}$	$I_{13}$	$I_{14}$
14	10	12	10	14	16	15	13	10	11	15	11	12	10

Diagram diperlakukan sebagai yang di atas

$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	$t_9$	$t_{10}$	$t_{11}$	$t_{12}$	$t_{13}$	$t_{14}$
1	1,5	2,5	1	1,5	0,5	1,5	1	0,5	1	0,5	1,5	1	

- I. Untuk diperlakukan MS3
- $t_{MS1} = t_{MS2} + \Delta t = 2 + 0,5 = 2,5$
  - $t_{MS2} = t_{MS1} + \Delta t = 1 + 0,5 = 1,5$
  - $t_{MS3} = t_{MS2} + \Delta t = 1,5 + 0,5 = 2$
  - $t_{MS4} = t_{MS3} + \Delta t = 2 + 0,5 = 2,5$
  - $t_{MS5} = t_{MS4} + \Delta t = 3,5 + 0,5 = 4$
  - $t_{MS6} = t_{MS5} + \Delta t = 2,5 + 0,5 = 3$
  - $t_{MS7} = t_{MS6} + \Delta t = 4 + 0,5 = 4,5$

- II. Untuk diperlakukan MS3
- Diagram 2:
- 1)  $I_{C1,10} = K_{MS} I_{pabrasi} = 1,2 \cdot 35 = 42 \text{ A}$
  - $I_{pabrasi 1} = I_{pabrasi 2} + I_{pabrasi 3} = 17 + 16 = 33 \text{ A}$