



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЭКРА»

УТВЕРЖДЕН

ЭКРА.656132.091 Д7 - ЛУ

## Функция определения места повреждения

Руководство пользователя

ЭКРА.656132.091-02Д7

Редакция от 23.11.2017 г.

ЭКРА.656132.091-02Д7

2

Авторские права на данную документацию принадлежат  
ООО «НПП «ЭКРА» (г. Чебоксары).  
Снятие копий или перепечатка разрешается только по  
соглашению с разработчиком.

Редакция от 23.11.2017 г.

ЭКРА.656132.091-02Д7

4

## Содержание

1	Описание функции ОМП .....	9
1.1	Общие сведения .....	9
1.2	Определение вида повреждения .....	9
1.2.1	Трёхфазное короткое замыкание .....	9
1.2.2	Междуфазное короткое замыкание .....	11
1.2.3	Замыкания с землей .....	11
1.3	Определение расстояния .....	12
1.3.1	Алгоритм одностороннего измерения расстояния .....	12
1.3.2	Алгоритм двухстороннего измерения расстояния .....	13
1.4	Алгоритм работы функции ОМП .....	14
2	Настройка функции ОМП .....	16
2.1	Задание коэффициентов трансформации .....	16
2.2	Задание удельных параметров линии .....	17
2.3	Задание уставок ОМП .....	18
2.4	Отображение результатов .....	19
	Принятые сокращения .....	21
	Список литературы .....	23

Редакция от 23.11.2017 г.

ЭКРА.656132.091-02Д7

6

В настоящем руководстве пользователя описаны принципы работы и настройка параметров функции определения места повреждения (ОМП), интегрированной в устройства релейной защиты линий электропередачи (ЛЭП), выполненных на базе микропроцессорных терминалов серии БЭ2704.

Перед использованием функции ОМП необходимо ознакомиться с настоящим руководством пользователя.

Редакция от 23.11.2017 г.

ЭКРА.656132.091-02Д7

8



## 1 Описание функции ОМП

### 1.1 Общие сведения

Функция определения места повреждения (ОМП) предназначена для определения расстояния от места установки устройства релейной защиты до места возникновения повреждения или короткого замыкания (КЗ).

Для устройств релейной защиты, в которых при повреждениях на линии имеется информация о токах и напряжениях только своего конца ЛЭП, применяется алгоритм одностороннего измерения расстояния, основанный на определении реактивного сопротивления до места повреждения.

В устройствах релейной защиты с передачей данных по цифровым каналам связи между полуккомплектами, установленными на противоположных концах ЛЭП, имеется возможность использования двухстороннего алгоритма определения расстояния до места повреждения. К таким защитам относится дифференциальная защита линии (БЭ2704 Х9Х).

Точность расчёта расстояния до места повреждения во многом зависит от точности соответствия модели ЛЭП, построенной по заданным расчётным параметрам, реальному объекту. На точность измерения расстояния также оказывает влияние класс точности измерительных трансформаторов тока (ТТ) и их нагрузка (обычно используются ТТ класса 5Р или 10Р, обеспечивающих погрешность не хуже 5 % или 10 % при номинальной предельной кратности). В действительности погрешность определения расстояния до места повреждения при одностороннем алгоритме измерения обычно не превышает 5 % от длины линии, а при двухстороннем – 3 %.

### 1.2 Определение вида повреждения

#### 1.2.1 Трёхфазное короткое замыкание

В трёхфазных системах с заземлённой нейтралью возможны следующие виды простых повреждений:

- трёхфазное КЗ ( $K^{(3)}$ ),
- междуфазное КЗ ( $K^{(2)}$ ),
- двухфазное замыкание с землей ( $K^{(1,1)}$ ),
- однофазное замыкание ( $K^{(1)}$ ).

Трёхфазные короткое замыкания являются симметричными, так как все поврежденные фазы находятся в одинаковых условиях. Все остальные виды повреждения (замыкания) являются несимметричными, поскольку в этих случаях поврежденные фазы находятся в неодинаковых условиях. Поэтому системы токов и напряжений при этих видах КЗ в той или иной мере искажены. Наличие характерных особенностей у каждого вида замыкания позволяют отличать их друг от друга.

Выбор вида замыкания основан на известных соотношениях между векторами токов прямой, обратной и нулевой последовательностей аварийного режима.

На рисунке 1 представлен пример векторных диаграммы симметричных составляющих тока аварийного режима в месте повреждения. Выбор вида повреждения осуществляется по аварийным составляющим величин, с учётом приведённых диаграмм, в предположении, что «особой фазой» является фаза А. Следует также отметить, что в месте установки защиты системы токов обратной и нулевой последовательности могут быть повернуты на некоторые углы. Это обусловлено различием аргументов сопротивлений прямой и нулевой последовательностей на участке «место установки защиты – место повреждения».

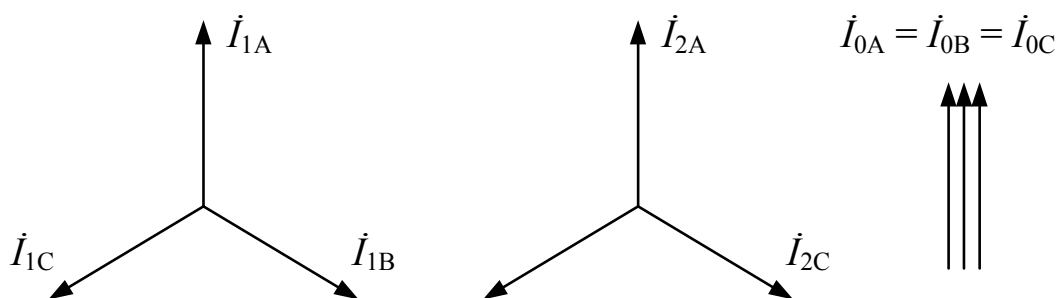


Рисунок 1 – Векторные диаграммы симметричных составляющих тока аварийного режима в месте однофазного повреждения фазы А. Прямая последовательность – (1), обратная – (2), нулевая – (0)

Трёхфазное короткое замыкание является симметричным, что обуславливает отсутствие составляющих обратной и нулевой последовательностей в системе трёхфазного тока. Наличие составляющих обратной и нулевой последовательностей небольшой величины при трёхфазном КЗ является следствием небаланса, вызванного пофазной несимметрией параметров линии, неодинаковыми погрешностями ТТ по фазам, несимметричностью генерирующих трёхфазных источников, погрешностями фильтров тока обратной и нулевой последовательностей. При трёхфазных КЗ величина указанных небалансов значительно меньше, чем величина тока прямой последовательности.

Идентификация трёхфазного КЗ осуществляется в соответствии с соотношением

$$I_1 > K_1 I_2 \quad (1)$$

где  $I_1$  и  $I_2$  – модули векторов токов прямой и обратной последовательности соответственно,  $K_1$  – коэффициент отстройки от небаланса по обратной последовательности.

Сравнение тока прямой последовательности с током обратной последовательности производится вследствие того, что небаланс по току обратной последовательности существует при любом виде несимметричного КЗ, а для появления нулевой последовательности необходим замкнутый контур через землю. Такой выбор позволяет идентифицировать трёхфазные КЗ без земли и с землей.

Коэффициент  $K_1 = 4$ .

Если описанное соотношение не выполняется, производится дальнейшее распознавание.

### 1.2.2 Междофазное короткое замыкание

Для случая междофазного замыкания нет замкнутого контура через землю и, следовательно, в токах отсутствуют составляющие нулевой последовательности. Идентификация производится согласно соотношению

$$I_2 > K_2 I_0 \quad (2)$$

где  $I_2$  и  $I_0$  – модули векторов токов обратной и нулевой последовательностей соответственно,

$K_2$  – коэффициент отстройки от небаланса по нулевой последовательности.

Коэффициент  $K_2 = 6$ .

Если условие (2) выполнено, то необходимо определить, какие фазы замкнуты между собой. Определение конкретного типа КЗ осуществляется исходя из фазовых соотношений между токами симметричных составляющих. По известным соотношениям между токами  $\dot{I}_1$  и  $\dot{I}_2$  можно определить тип короткого замыкания согласно диаграмме на рисунке 2.

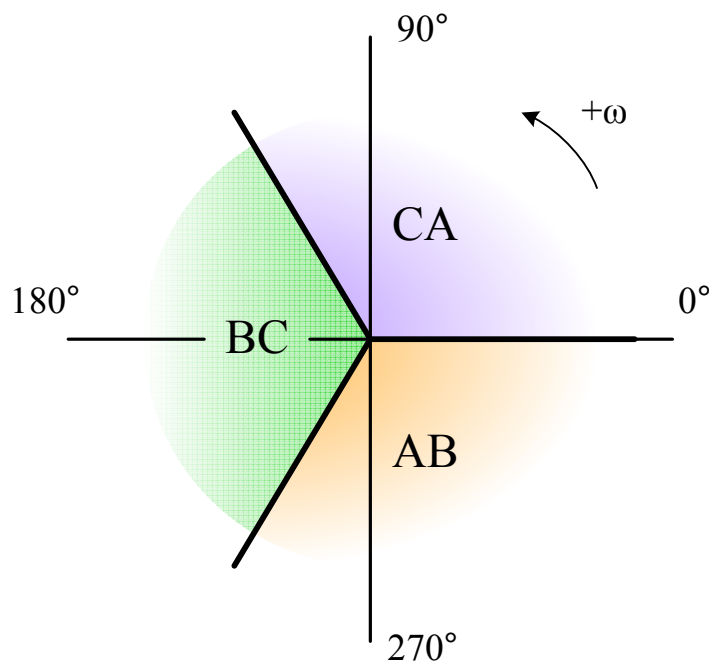


Рисунок 2 – Фазовые диаграммы для определения типа КЗ  $K^{(2)}$

Если соотношение (2) не выполняется, производится дальнейшее распознавание.

### 1.2.3 Замыкания с землей

Если не выполнилось ни одно из вышеописанных условий, производится идентификация замыканий с землей (выбор между однофазным и двухфазным КЗ на землю).

Известно, что для однофазных замыканий в месте повреждения выполняется соотношение

$$\dot{I}_{1\Phi} = \dot{I}_{2\Phi} = \dot{I}_{0\Phi} \quad (3)$$

где  $\dot{I}_{1\Phi}$ ,  $\dot{I}_{2\Phi}$  и  $\dot{I}_{0\Phi}$  – комплексные значения токов прямой, обратной и нулевой последовательностей соответствующей фазы ( $\Phi$ ).

Как уже было сказано выше, при наблюдении токов в месте установки защиты, векторы токов обратной и нулевой последовательностей имеют дополнительный фазовый сдвиг по отношению к токам в месте повреждения, определяемый неодинаковостью аргументов сопротивлений прямой и нулевой последовательностей энергосистем и ЛЭП. Исходя из этого, выбор типа замыкания производится по анализу фазового сдвига векторов  $\dot{I}_{2\Phi}$  и  $\dot{I}_{0\Phi}$  (рисунок 3) для последовательностей всех фаз. Если расхождение больше  $60^\circ$ , т.е. КЗ является двухфазным с землёй, то дополнительно уточняется его тип по диаграмме на рисунке 2.

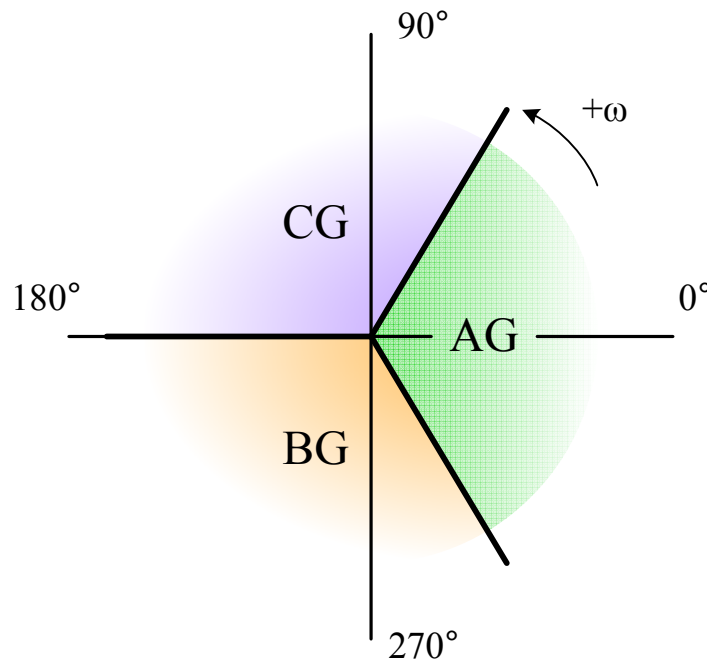


Рисунок 3 – Фазовые диаграммы для определения типа КЗ  $K^{(1)}$

### 1.3 Определение расстояния

#### 1.3.1 Алгоритм одностороннего измерения расстояния

Алгоритм определения расстояния до места повреждения построен на принципе измерения реактивного сопротивления до места аварии с использованием фазных напряжений и фазных токов с компенсацией тока нулевой последовательности [1].

Для проведения расчёта расстояния предварительно определяется вид замыкания и «особая» фаза (см. подраздел 1.2).

Расчёт расстояния для междуфазных и трёхфазных КЗ производится по формуле:

$$X_\Phi = \text{Im}[(\dot{U}_{\Phi 1} - \dot{U}_{\Phi 2}) / (\dot{I}_{\Phi 1} - \dot{I}_{\Phi 2})] \quad (4)$$

где  $\dot{U}_{\phi 1}, \dot{U}_{\phi 2}, \dot{I}_{\phi 1}, \dot{I}_{\phi 2}$  – измеренные вектора фазных напряжений и токов.

Расчёт расстояния для однофазного КЗ производится по формуле:

$$X_{\phi} = \text{Im}[\dot{U}_{\phi} / (\dot{I}_{\phi} + k_Z \cdot \dot{I}_0 + k_{ZM} \cdot \dot{I}_{0//})], \quad (5)$$

где  $\dot{U}_{\phi}, \dot{I}_{\phi}, \dot{I}_0, \dot{I}_{0//}$  – измеренные векторы фазных напряжений и токов, тока нулевой последовательности и тока нулевой последовательности параллельной линии;

$k_Z = \frac{z_0 - z_1}{z_1}, k_{ZM} = \frac{z_{0M}}{z_1}$  – коэффициенты компенсации по нулевой последовательности;

$z_1, z_0, z_{0M}$  – удельные параметры ЛЭП: сопротивления линии прямой и нулевой последовательностей, сопротивление взаимоиндукции с параллельной линией, соответственно.

Приведенные выше формулы основываются на предположении, что повреждение происходит с нулевым переходным сопротивлением в месте замыкания. Наличие переходного сопротивления вносит погрешность в результаты расчёта. Для борьбы с этой погрешностью дополнительно введена компенсация влияния переходного сопротивления [1]. Алгоритм позволяет рассчитывать расстояния при наличии переходного сопротивления до 20 Ом.

### 1.3.2 Алгоритм двухстороннего измерения расстояния

При расчёте расстояния двухсторонним алгоритмом используются значения токов и напряжений с обоих концов линии А и Б (рисунок 4). Данный расчёт возможен только в устройствах дифференциальной защиты линии БЭ2704 Х9Х, имеющих возможность обмена информацией по цифровому оптическому каналу связи [2].

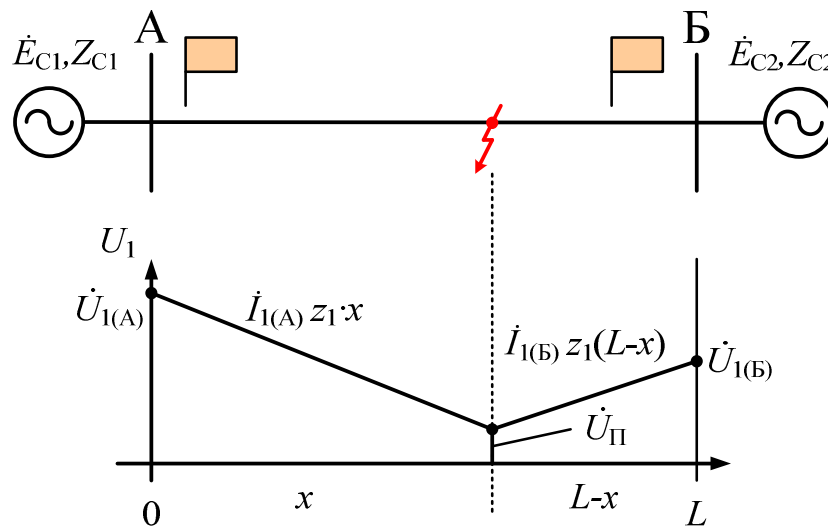


Рисунок 4 – К определению расстояния по двухстороннему алгоритму

При КЗ на линии имеют место два контура протекания токов (рисунок 4). Система уравнений для контуров:

$$\begin{cases} \dot{U}_{1(A)} = z_1 x \cdot \dot{I}_{1(A)} + \dot{U}_{\Pi} \\ \dot{U}_{1(B)} = z_1 (L - x) \cdot \dot{I}_{1(B)} + \dot{U}_{\Pi} \end{cases} \quad (6)$$

где  $L_L$  – длина линии;

$x$  – расстояние до места КЗ;

$z_1$  – удельное сопротивление линии прямой последовательности;

$\dot{U}_\Pi$  – падение напряжения на переходном сопротивлении в месте КЗ;

$\dot{U}_1, \dot{I}_1$  – напряжение и ток прямой последовательности: ближнего конца линии – (А), удалённого конца линии – (Б).

Из системы уравнений (6), путем исключения  $\dot{U}_\Pi$ , определяется расстояние до места повреждения. Особенностью алгоритма, является то, что в расчетах используется только составляющие токов и напряжений прямой последовательности.

Для линий электропередачи большой протяженности используется алгоритм, учитывающий распределённость параметров длинных линий.

Основными преимуществами двухстороннего алгоритма являются:

- учёт влияния переходного сопротивления в месте замыкания;
- использование только параметров ЛЭП по прямой последовательности;
- отсутствие влияния взаимоиндукции с параллельной ЛЭП.

#### 1.4 Алгоритм работы функции ОМП

Алгоритм работы функции ОМП следующий: любое срабатывание пусковых органов основных защит, вторых или третьих ступеней резервных защит при введенной функции ОМП приводит к фиксации данных об аварийных значениях токов и напряжений в момент повреждения. Фиксация данных должна производиться в момент, когда еще не произошло отключение повреждения. Время от момента срабатывания пусковых органов до момента фиксации данных определяется специальным таймером с уставкой **Время задержки подготовки данных ОМП**.

В устройстве применён, так называемый, «селективный принцип» расчёта и отображения расстояния до места повреждения. При этом расчёт расстояния и отображение информации о повреждении происходит только в случае действия устройства защиты линии на отключение выключателей, а для защит с устройством однофазного повторного включения (ОАПВ), в случае действия на пуск ОАПВ. С учетом воздействия различных факторов искажающих замер, диапазон отображаемых расстояний расширен:

$$\hat{x} = (-0.2 \dots 1.2) \cdot L_{л.}$$

Результаты расчёта выводятся на дисплей устройства, а также помещаются в **Регистратор ОМП**, информация из которой может быть впоследствии прочитана с помощью комплекса программ **EKRASMS** и сохранена в базе данных событий системы **EKRASMS** [4].

При срабатывании ОМП, через время от 2 до 3 с, на дисплее терминала отображается информация о расстоянии до места повреждения, виде повреждения, дате и времени его возникновения. Эта информация сбрасывается только при нажатии кнопки **Съём сигнализации**. Если показания ОМП не были сброшены, то при возникновении нового повреждения на ЛЭП, например при неуспешном автоматическом повторном включении

(АПВ), информация на дисплее обновляется. Данные, зафиксированные в момент пуска ОМП, попадают в **Регистратор ОМП**.

При использовании одностороннего алгоритма расчёта расстояния до места повреждения может быть учтено влияние тока параллельной линии через сопротивление взаимной индукции по составляющим нулевой последовательности. Для этого цепи тока нулевой последовательности ТТ параллельной линии подключаются к отдельному токовому входу терминала (см. руководство по эксплуатации терминалов БЭ2704).

В устройствах дифференциальных защит линии БЭ2704 Х9Х имеется возможность производить двухсторонний расчёт. При неисправности канала связи устройство автоматически переходит на расчёт по одностороннему алгоритму.

## 2 Настройка функции ОМП

### 2.1 Задание коэффициентов трансформации

Для правильного функционирования ОМП необходима информация о коэффициентах трансформации измерительных трансформаторов тока, установленных на линии и измерительных трансформаторов напряжения (ТН). Задавать эти коэффициенты следует в первую очередь, до задания удельных параметров ЛЭП.

Коэффициенты трансформации вводятся в виде уставок по номинальным первичным и вторичным величинам измерительных ТТ и ТН. Уставки могут задаваться с дисплея и клавиатуры терминала через меню **Служ. Параметры / Пер/втор.аналог.входов** или, что предпочтительнее, с использованием комплекса программ **EKRASMS** через меню **Регулируемые параметры / Служебные параметры / Первичная/вторичная величина датчиков аналоговых входов**.

Процесс изменения уставок описан в руководствах по эксплуатации ЭКРА.656132.091-08 РЭ «Терминалы защиты серии БЭ2704» и ЭКРА.00002-01 90 01 «Комплекс программ EKRASMS».

Уставки по номинальным первичным и вторичным величинам тока всегда задаются для цепи ТТ выключателя В1. В случае подведения к устройству защиты цепей тока от выключателя В2, цепей тока шунтирующего реактора (для устройств 330-750 кВ), цепей тока обходного выключателя, цепей тока нулевой последовательности параллельной линии, необходимо задать уставки по каждой токовой цепи отдельно.

Измерительные трансформаторы напряжения могут быть использованы как шинные так и линейные. Для ТН задается два значения первичных и вторичных величин – для цепей «звезды» и для цепей «открытого треугольника»

#### **Пример**

**Дано:** На линии 110 кВ установлена дифференциально-фазная защита линии (ДФЗ). Схема подстанции имеет рабочую и обходную системы шин. Трансформатор тока выключателя рабочей системы шин имеет коэффициент трансформации 1000/5, трансформатор тока выключателя обходной системы шин имеет коэффициент трансформации 600/5, трансформатор тока нулевой последовательности параллельной линии имеет коэффициент трансформации 1000/5. Трансформатор напряжения имеет коэффициент трансформации 110000/100.

**Настройка:** Задаем значения параметров в пункте меню **Регулируемые параметры / Заводские настройки / Номинальный ток – 5 А**. В пункте меню **Регулируемые параметры / Служебные параметры / Первичная/вторичная величина датчиков аналоговых входов** выставляем значения:

- первичная величина датчиков аналоговых входов I линейного выкл. – 1000 А,
- первичная величина датчиков аналоговых входов I обходного выкл. – 600 А,



- первичная величина датчика аналогового входа  $3I0 - 1000 A$ ,
- вторичная величина датчика аналогового входа  $3I0 - 5 A$ ,
- первичная величина датчиков аналоговых входов  $U - 110 кВ$ ,
- вторичная величина датчиков аналоговых входов  $U - 100 В$ .

## 2.2 Задание удельных параметров линии

Для ОМП необходимо задать удельные параметры ЛЭП. Уставки по удельным параметрам ЛЭП могут задаваться с дисплея и клавиатуры терминала через меню **Параметры линии** или через аналогичный пункт меню программного комплекса **EKRASMS**. Следует отметить, что для случая неоднородной линии, уставки по удельным параметрам ЛЭП в меню **Параметры линии** надо задавать в виде усредненных значений всех участков неоднородности.

### Пример

**Дано:** Неоднородная линия 110 кВ (рисунок 5), имеет удельные значения параметров участков неоднородности приведенных в таблице 2. В таблице 1 приведена расшифровка обозначений параметров.

Таблица 1

Параметр	Обозначение
Длина линии / участка / ответвления	$L_{л}, км$
Удельное активное / реактивное сопротивление прямой послед.	$r_1, x_1, Ом/км$
Удельное активное / реактивное сопротивление нулевой послед.	$r_0, x_0, Ом/км$
Удельное активное / реактивное сопротивление взаимной индукции	$r_{0M}, x_{0M}, Ом/км$
Активное / реактивное сопротивление прямой послед.	$R_1, X_1, Ом$
Активное / реактивное сопротивление нулевой послед.	$R_0, X_0, Ом$

Таблица 2

Обозначение	Значение				Средние значения удельных параметров
	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	
$L_{л}, км$	60	20	20	20	120 (общая длина)
$r_1, Ом/км$	0,1500	0,1575	0,1575	0,1650	0,1575
$x_1, Ом/км$	0,3500	0,3675	0,3675	0,3850	0,3675
$r_0, Ом/км$	0,4000	0,4200	0,4200	0,4400	0,4200
$x_0, Ом/км$	1,2000	1,2600	1,2600	1,3200	1,2600

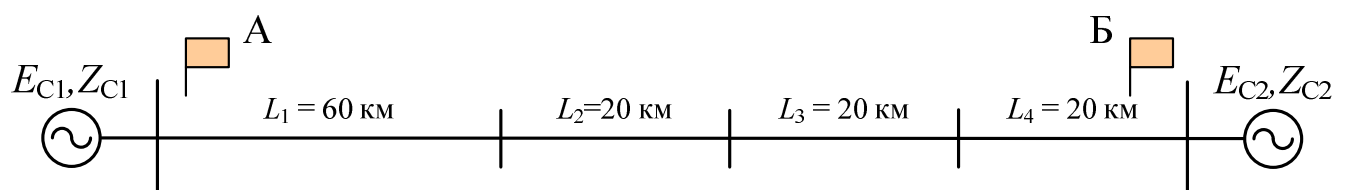


Рисунок 5 – Электрическая схема ВЛ 110 кВ

**Настройка:** В подразделе меню **Параметры линии** содержатся записи о сопротивлениях линии по прямой и нулевой последовательностям, длине линии и сопротивлении взаимной индукции нулевой последовательности между защищаемой и параллельными линиями.

Для задания описания однородной ЛЭП вводим в устройство параметры усредненных значений удельных параметров (см. таблицу 2). Параметры могут задаваться как в первичных так и во вторичных величинах. На это следует обращать особое внимание при наладке устройств.

При установке сопротивления взаимной индукции равным нулю, учёт параллельной линии отключается.

При наличии нескольких групп уставок в устройстве, необходимо задать описания линий для каждой группы, т.к. при этом возможны различные её конфигурации.

### 2.3 Задание уставок ОМП

Уставки ОМП находятся в пункте меню: **Регулируемые параметры / Уставки определителя места повреждения** или в подменю устройства **Уставки ОМП**.

Непосредственно в этом подразделе находятся уставки:

- **Функция ОМП** – позволяет осуществлять ввод/вывод ОМП;
- **Время задержки подготовки данных ОМП**, (**подготовки ОМП** для дисплея терминала) – время задержки измерения токов и напряжений аварийного режима для отстройки от переходного процесса (изменяется в диапазоне от 0,02 до 0,06 с). Значение этого параметра должно удовлетворять двум условиям. Во-первых, это время должно быть больше времени существования электромагнитного переходного процесса в линии, чтобы он не влиял на результаты расчёта. Во-вторых, это время должно быть меньше времени отключения выключателя.

#### **Пример**

**Дано:** На линии электропередачи 110 кВ установлены устройства дифференциальной защиты линии (ДЗЛ) с функцией ОМП. На линии установлен элегазовый выключатель ВГТ-110. Основные параметры выключателя: номинальное напряжение – 110 кВ, наибольшее рабочее напряжение – 126 кВ, номинальный ток – 2000 А, номинальный ток отключения – 40 кА, полное время отключения – 38 мс.

#### **Настройка:**

Параметр **Функция ОМП** устанавливаем в положение **введена**.

Как было описано выше, при введенной функции ОМП, расчёт инициируется при любом срабатывании основных защит или вторых ступеней резервных защит, приводящем к отключению. Известно, что наличие в форме тока КЗ апериодической составляющей вносит погрешность в расчёт. Для учета этого влияния в логику работы ОМП вводится некоторая задержка, определяемая параметром **Время задержки подготовки данных ОМП**. Основным условием, ограничивающим значение уставки, является то, что это время не должно

превышать времени отключения КЗ: времени работы выключателя и времени срабатывания защиты, но не более 60 мс, что обуславливается необходимостью «захвата» данных предаварийного режима. Время срабатывания защиты принимается равным  $t_{\text{ср.защ.}} = 20$  мс.

Имеем:

$$t_{\text{гот.даннОМП}} < t_{\text{ср.защ.}} + t_{\text{откл}} \rightarrow t_{\text{гот.даннОМП}} < 20 \text{ мс} + 38 \text{ мс},$$

$$t_{\text{гот.даннОМП}} < 58 \text{ мс}.$$

Таким образом, можем задать значение равным 0,05 с.

## 2.4 Отображение результатов

При срабатывании ОМП на дисплее терминала появляются результаты расчёта. Например (рисунок 6), для конкретного повреждения указаны:

- в первой строке: дата события (число-месяц-год), время события (часы : минуты : секунды),
- во второй строке: алгоритм расчёта (односторонний / двусторонний),
- в третьей строке: вид повреждения (например, АВ), расстояние до места повреждения ( $L = X.X$  км);

Так же результаты расчетов помещаются в **Регистратор ОМП**. В меню терминала **Регистратор ОМП / 0 Запись | 1 Запись | . . . | 9 Запись** можно просмотреть данные ОМП для каждого из десяти последних зарегистрированных событий. Переход от отображения одного события к другому производится нажатием кнопки  или . Выбрав требуемое событие, необходимо нажать кнопку ВЫБОР. На дисплее высвечивается список для просмотра в котором также необходимо с помощью кнопки  или  выбрать нужный параметр и нажать кнопку ВЫБОР. При выборе первого пункта **Вид,растоян.КЗ** на экране отобразится результат расчета (рисунок 6). Далее, начиная со второго пункта, список содержит аналоговые величины зафиксированные устройством и необходимые данные для расчёта расстояния внешними программами ОМП (напряжения и токи симметричных составляющих, напряжения и токи удалённого терминала, и т.д.).

<p>01-04-2016 10:29:56  Двухсторонний замер  АВ L = 43.91 км</p>
--

Рисунок 6 – Отображение результатов расчёта на экране

Для выхода в предыдущие меню нажимаем кнопку НАЗАД до возврата на требуемый уровень. Сообщения на дисплее и расшифровки содержания данных меню подробно изложены в [5].

Редакция от 23.11.2017 г.

## Принятые сокращения

АПВ	автоматическое повторное включение
В1, В2	выключатели 1, 2
ДЗЛ	дифференциальная защита линии
ДФЗ	дифференциально-фазная защита
КЗ	короткое замыкание
ЛЭП	линия электропередачи
ОАПВ	однофазное автоматическое повторное включение
ОМП	определение места повреждения
ТН	измерительный трансформатор напряжения
ТТ	измерительный трансформатор тока

Редакция от 23.11.2017 г.

ЭКРА.656132.091-02Д7

22

## Список литературы

1. Аржанников Е.А. Дистанционный принцип в релейной защите и автоматике линий при замыканиях на землю. [Текст] / Е.А. Аржанников – М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники. Части II-III. – М.: Энергия, 1966.
3. Шкаф дифференциальной защиты линии с комплектом ступенчатых защит типа ШЭ2607 092. Руководство по эксплуатации. ЭКРА.656453.126-12 РЭ. [Текст] – Чебоксары: ООО «НПП «ЭКРА», 2016.
4. Комплекс программ EKRASMS. Руководство пользователя. ЭКРА.00002-01 90 01 РЭ. [Электронный ресурс] // Чебоксары: ООО «НПП «ЭКРА», 2016. URL: <http://dev.ekra.ru/>
5. Терминалы защит серии БЭ2704. Руководство по эксплуатации. ЭКРА.656132.091-08 РЭ. [Электронный ресурс] // Чебоксары: ООО «НПП «ЭКРА», 2016. URL: <http://dev.ekra.ru/>

Редакция от 23.11.2017 г.

ЭКРА.656132.091-02Д7

24



