

DODRV
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГИСТРАТОРА
ПРОЦЕДУРА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ
НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ
РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ
RU.31920409.00002-04 34 18-4

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

ООО «ПАРМА»
Санкт-Петербург
2014

1. ВВЕДЕНИЕ.....	3
2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	3
3. ПОГРЕШНОСТЬ ОМП.....	3
4. ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ.....	4
5. ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИЙ.....	4
ПРИЛОЖЕНИЕ А ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИЙ.....	5
ПРИЛОЖЕНИЕ Б ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ СЕКЦИЙ ОМП В INI-ФАЙЛЕ.	9
ПРИЛОЖЕНИЕ В ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ СЕКЦИЙ ОМП В INI-ФАЙЛЕ С ШР.....	12
ПРИЛОЖЕНИЕ Г ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ.....	15

1. Введение

В данном документе описана процедура определения места повреждения (далее по тексту – ОМП) на воздушных линиях (далее по тексту – ВЛ) электропередач, реализованная в приборах (далее по тексту – регистраторах) выпускаемых ООО «ПАРМА».

Данный документ содержит описание принципов функционирования процедуры ОМП и области ее применения, основные расчетные формулы и способ задания необходимых параметров линий.

Описания базового программного обеспечения регистраторов приведены в документе ***DODRV. Программное обеспечение регистратора. Руководство пользователя.***

2. Назначение и область применения

Процедура ОМП **предназначена** для определения поврежденной линии, вида короткого замыкания (далее по тексту – КЗ) и расстояния до места КЗ при авариях на воздушных линиях электропередач (ВЛ) напряжением 35кВ и выше.

ОМП проводится автоматически (без участия персонала) на основе односторонних измерений аварийных значений токов и напряжений. Это накладывает следующие **ограничения на использование программы:**

- а). **Переходное сопротивление КЗ считается чисто активным.** Используемые в расчетах формулы не используют неизвестное значение переходного сопротивления КЗ, но строго верны лишь при условии, что это сопротивление является линейным и чисто активным. На практике в большинстве случаев это выполняется с удовлетворительной точностью.
- б). **Использование одностороннего ОМП при наличии ветвлений ограничено.** Наличие подпитки со стороны энергосистемы в точке между регистрирующим прибором и местом КЗ приводит к распределению токов, которое невозможно учесть при односторонних измерениях. Все имеющиеся на линии ветвления должны представлять собой тупиковые отпайки. Если место КЗ расположено на самой отпайке, правильный результат ОМП можно ожидать только на линиях с односторонним питанием, и при условии, что регистратор расположен с питающей стороны.
- в). **Для проведения ОМП необходимо, чтобы прибор, в котором включена данная функция регистрировал на контролируемой линии все фазные напряжения и по крайней мере три тока из набора Ia, Ib, Ic, 3I0.**
- д). **Для учета взаимной индукции между параллельными линиями необходимо, чтобы сигналы с этих линий приходили на один регистратор.** Учет взаимной индукции возможен только в том случае, когда токи линий, связанных взаимной индукцией, регистрируются одним прибором.
- е). **Описание параметров линии должно соответствовать реальной схеме включения.** Параметры линии, необходимые для ОМП, должны быть описаны заранее (см. Приложение А и пример заполнения секции ОМП согласно приложению Б). ОМП проводится только для режима работы линии, соответствующего этим параметрам.
- ж). **Для учета влияния шунтирующего реактора (ШР) необходимо использовать возможность задания нескольких описаний конфигураций одной и той же линии, которые используются в зависимости от состояний дискретных сигналов.** См. Приложение А.2

Примечание – 1. Если параметры линии в процессе эксплуатации меняются, изменилась схема включения (например, отключается отпайка), необходимо внести соответствующие изменения в описание параметров.

3. Погрешность ОМП

Погрешность процедуры ОМП регистратора не превышает значений 3 % от длины линии.

Амплитуды сигналов, поступающих на вход регистратора, зависят от амплитуд токов и напряжений аварийной линии и выбранных коэффициентов трансформации. В свою очередь, амплитуды контролируемых токов и напряжений зависят от мощности линии, ее удельного сопротивления и расстояния до места КЗ. Очевидно, что для проведения ОМП необходимо, чтобы амплитуды входных сигналов, соответствующих аварийным напряжениям и токам поврежденных фаз, превышали величину аппаратной погрешности регистратора. Отсюда следует, что расстояние до места КЗ L_{min} , при котором величина входного сигнала, соответствующего аварийному напряжению, будет равна величине аппаратной погрешности регистратора, является минимальным для ОМП. Аналогично расстояние L_{max} , при котором величина входного сигнала, соответствующего аварийному току, будет равна величине аппаратной погрешности регистратора, является максимальным для ОМП. Значения L_{min} и L_{max} зависят от конкретных параметров линий.

Точность ОМП зависит от точности, с которой исходные параметры линии (длина и удельные сопротивления) соответствуют реальности. Для уточнения параметров линии рекомендуется проводить контрольные набросы.

4. Принципы функционирования

При возникновении аварии параметры контролируемых линий, относящихся к процедуре ОМП, описанные в файлах конфигурации (приложении Б), записываются в файл аварии.

Программа ОМП осуществляет чтение данных и параметров линий записанных в файл аварий, проверяя их корректность.

На основании данных файлов аварий программа ОМП:

- определяет начало аварии;
- определяет конец переходных процессов;
- определяет начало и конец установившегося аварийного режима;
- сопоставляет каждому измеренному значению напряжения и тока вектор основной частоты;
- вычисляет для каждой линии симметричные составляющие и определяет место повреждения.

Поврежденной считается линия, на которой асимметрия токов максимальна.

Определение вида короткого замыкания осуществляется путем сравнения амплитудных значений фазных токов.

Расчет места короткого замыкания $L_{кз}$ для поврежденной линии осуществляется по формулам, соответствующим данному виду КЗ, согласно приложения В.

Если на линии имеются отпайки, то место короткого замыкания $L_{кз}$ рассчитывается в предположении, что место КЗ находится на магистрали.

Затем, если между регистратором и вычисленным программой ОМП местом КЗ имеются точки ветвления, производятся дополнительные расчеты, предполагающие что КЗ произошло на одной из отпайек.

Если при этом получаются правдоподобные результаты, программа выдает несколько решений, соответствующих КЗ на магистрали и возможным КЗ на отпайках.

Место КЗ на отпайках может быть правильно определено только на линиях с односторонним питанием (см. пункт 2.б. настоящего руководства пользователя).

5. Описание параметров линий

Параметры, необходимые для ОМП, их обозначения приведены в табл.1. Эти параметры должны содержаться в файле конфигурации управляющей программы регистратора –DODRV.

Таблица 1. Используемые параметры линий.

Параметр	Обозначение
Удельное сопротивление прямой последовательности	Z_1
Удельное сопротивление нулевой последовательности	Z_0
Удельное сопротивление нулевой последовательности взаимной индукции	Z_m
Длина участка линии до отпайки	L_v
Длина отпайки	R_v
Реактивное сопротивление нулевой последовательности нейтрали заземленного трансформатора отпайки	X_{0vt}

Начиная с процедуры ОМП версии 2.14 (релиз DoDrv 4.50.321), имеется возможность задания нескольких групп параметров и их подключения в зависимости от состояний дискретных сигналов. В этом случае параметры должны быть записаны в отдельные файлы в каталоге OMP регистратора.

В этот же каталог должен быть записан файл CONFIG. , содержащий условия использования файлов параметров в зависимости от состояния дискретных сигналов.

Порядок задания параметров линий описан в Приложении А.

Пример заполнения секций ОМП в INI-файле без ШП приведен в Приложении Б

Пример заполнения секций ОМП в INI-файле с ШП приведен в Приложении В

Основные формулы для расчета короткого замыкания приведены в приложении Г данного документа.

Приложение А Порядок описания параметров линий

А.1 Описание параметров линий.

Для работы процедуры ОМП необходимо описать параметры линий. Эти параметры должны быть записаны в файл конфигурации программы DODRV.

Файл конфигурации состоит из нескольких секций.

Секция - это описание группы параметров, которой предшествует заголовок.

Заголовок - это слово в квадратных скобках, стоящее с начала строки. Например,

[Секция]

Секция содержит описание нескольких параметров. Описание параметра имеет вид:

Имя параметра = Значение параметра

Секция продолжается до начала следующей секции или до конца файла.

Файл конфигурации может содержать комментарии. Комментарий начинается с символа «;». Этот символ не может содержаться в описании параметра или в имени секции.

Общие параметры ОМП следует указать в секции, озаглавленной [ОМП]. Далее в секциях [Линия 1], [Линия 2] и т.д. должны быть заданы параметры каждой конкретной линии. Ниже дан пример описания общих параметров ОМП:

[ОМП]

Версия=5

Число линий=3

Число параметров=0

Параметр "Версия" определяет используемый способ описания параметров. Он должен равняться 5. Значение параметра "Число линий" должно точно соответствовать числу секций типа [Линия ...] в файле конфигурации. "Число параметров" должен быть равен 0.

Далее следует заполнить параметры ОМП для каждой линии. Первый параметр, "Название" - это строка, содержащая название данной линии, например:

[Линия 1]

Название=ВЛ 201

Затем необходимо определить используемые на линии токи и напряжения. В файле конфигурации регистратора, в разделе описания адресных групп, токи разных фаз, относящиеся к одной линии, должны иметь одно и то же групповое название. Аналогично одно групповое название должны иметь измеряемые на линии фазные напряжения. Физический смысл конкретного сигнала определяется именем, расположенным в конце полного названия после двоеточия. Это имя должно быть одним из следующих:

Ia, Ib, Ic, 3I0 - для токов,

Ua, Ub, Uc, 3U0 - для напряжений.

Других обозначений быть не должно. Следует обратить внимание, что при описании сигналов нулевой последовательности в конце стоит именно цифра «ноль», а не буква «о», например:

[ПОВ 1/А/1]

1= 1, 16, 7500.0, 20.0, 0, V, ТН 750 кВ Л702 : Ua

2= 1, 17, 7500.0, 20.0, 0,V, ТН 750 кВ Л702 : Ub

3= 1, 18, 7500.0, 20.0, 0,V, ТН 750 кВ Л702 : Uc

4= 1, 19, 4330.0, 30.0, 0,V, ТН 750 кВ Л702 : 3U0

5= 1, 20, 3000.0, 1.666, 0, А, ТТ В-1 : Ia

6= 1, 21, 3000.0, 1.666, 0, А, ТТ В-1 : Ib

7= 1, 22, 3000.0, 1.666, 0, А, ТТ В-1 : Ic

8= 1, 23, 3000.0, 1.666, 0, А, ТТ В-1 : 3I0

Здесь строки 1-4 секции [ПОВ 1/А/1] определяют фазные напряжения ТН 750 кВ Л702, а строки 5-8 определяют токи ТТ В-1. В качестве параметров токов и напряжений для ОМП на данной линии следует указать:

[Линия 1]

Название=Л702

Токи 1=ТТ В-1

Напряжения=ТН 750 кВ Л702

Для одной линии можно указать несколько наборов фазных токов (но не напряжений!) из числа описанных в данном файле, файле конфигурации. Например:

[Линия 1]

Название=Л702

Токи 1=ТТ В-1

Токи 2=ТТ В-4

Напряжения=ТН 750 кВ Л702

При этом в качестве векторов фазных токов линии будут использоваться суммы векторов фазных токов из указанных наборов. Названия строк ("Токи 1", "Токи 2" и т.д.) обязательно должны содержать разные номера.

После названия группы токов в фигурных скобках для всех токов ($I_a - 3I_0$) могут быть даны коэффициенты пересчета для амплитуды (K_a) и угла (df). Использование этих коэффициентов позволяет точно учесть особенности подключения измеряемых величин (например, сдвиг фазы). Расчетные значения амплитуды и угла векторов тока получаются из измеренных так:

$$\text{Ампл_рассчет} = K_a * \text{Ампл_измер.},$$

$$\text{Угол_рассчет} = df + \text{Угол_измер.}$$

Величина K_a - безразмерная, а значение df должно быть выражено в градусах. Коэффициенты K_a и df внутри скобок разделяются запятой.

Как отдельные коэффициенты внутри скобок, так и скобки целиком можно не писать. В этом случае принимаются значения по умолчанию: $K_a=1$ и $df=0$. Число "пустых" запятых должно соответствовать числу пропущенных коэффициентов. Например, допустимы строки:

Токи 1=ВЛ330

Токи 1=ВЛ330 {}

Токи 1=ВЛ330 { 1,180, 2.0, 20, 3.6,-30, 4,40 }

Токи 1=ВЛ330 { 1,180, 2.0, , , -30, 4,40 }

Токи 1=ВЛ330 { ,, ,, ,, 4,40 }

Токи 1=ВЛ330 { 1,180 }

Токи 1=ВЛ330 { 1,180, 2.0, , , -30, 4,40, 6, 8.9, 23, 45 }

В последнем примере будут учтены только первые восемь значений, включая пустые запятые (т.е. значения по умолчанию), все остальное игнорируется.

Остальные параметры линии описываются в файле конфигурации в виде строк, озаглавленных "Параметр 1=", "Параметр 2=" и т.д. Полное число таких строк должно быть правильно указано в строке "Число параметров=".

Каждую линию следует описать как последовательность участков, на которых удельное сопротивление и взаимная индукция с соседними линиями постоянны. Каждый участок, в свою очередь, описывается как набор числовых параметров. До заполнения параметров отдельных участков, в строке

Параметр 1=1 ; число участков с равным Z

должно быть указано точное их число (в данном примере - один).

В описании каждого участка первые три параметра таковы: длина участка, удельное сопротивление прямой последовательности Z_1 , и удельное сопротивление нулевой последовательности Z_0 . Значения Z_1 и Z_0 нужно указывать в [Ом/км], а длину - в [км]. Например:

Параметр 2=24 ; длина участка, км.

Параметр 3=0.1-0.8 ; z_1

Параметр 4=0.2-1.0 ; z_0

Здесь $Z_1=0.1+j0.8$ [Ом/км], $Z_0=0.2+j1.0$ [Ом/км], а длина участка 24[км].

Следующий параметр - количество соседних линий, взаимноиндуктивная связь с которыми имеется на данном участке. Указывать нужно только те линии, токи которых регистрируются прибором. В последующих параметрах следует записать номера этих линий и соответствующие удельные сопротивления (в Ом/км) взаимной индукции.

Например:

Параметр 5=2 ; кол-во взаимноинд. связей

Параметр 6=3-3.1-1.6 ; номер линии - z

Параметр 7=5-3.2-4.8 ; номер линии - z

Параметр 5-7 означают, что на данном участке имеется взаимная индукция с линиями номер 3 (удельное сопр. взаимной индукции $3.1+j1.6$ [Ом/км]) и номер 5 (удельное сопр. взаимной индукции $3.2+j4.8$ [Ом/км]).

Если участков несколько, их следует описывать последовательно. Например:

Параметр 1=2 ; число участков

Параметр 2=24 ; длина участка 1, км.

Параметр 3=0.1-1.0 ; z_1

Параметр 4=0.2-0.9 ; z_0

Параметр 5=0 ; взаимноинд. связей нет

Параметр 6=23 ; длина участка 2, км.

Параметр 7=0.4-1.0 ; z_1

Параметр 8=0.9-0.9 ; z_0

Параметр 9=2 ; кол-во взаимноинд. связей

Параметр 10=3-3.1-1.6 ; номер линии - z

Параметр 11=5-3.2-4.8 ; номер линии - z

Описав участки линии, нужно описать отпайки, имеющиеся на линии. Первый параметр - количество отпаяк; если оно не равно нулю, далее следуют параметры с характеристиками каждой отпайки. Эти параметры содержат: расстояние до отпайки от начала линии [км], её длину [км], удельные сопротивления $Z1$ и $Z0$ [Ом/км], а также реактивное сопротивление нулевой последовательности нейтрали заземленного трансформатора отпайки [Ом]. Если нейтраль отпайки не является заземленной, никакого значения в соответствующей строке параметров указывать не нужно. В строке, задающей расстояние до отпайки и её длину, может быть через запятую указано её название. Например:

Параметр 12=2 ; кол-во отпаяк
 Параметр 13=35-16 ; расстояние до первой отпайки - её длина
 Параметр 14=0.12-0.48 ; z1 первой отпайки
 Параметр 15=0.22-1.48 ; z0 первой отпайки
 Параметр 16= ; нейтраль не заземлена
 Параметр 17=55-9, п/с.Белая ; расстояние до второй отпайки - ее длина и название
 Параметр 18=0.12-0.48 ; z1 второй отпайки
 Параметр 19=0.22-1.48 ; z0 второй отпайки
 Параметр 20=45 ; X0 заземленной нейтрали отпайки

Последний параметр, характеризующий линию, - ток в первичной обмотке измерительного трансформатора в амперах:

Параметр 19=700 ; ток трансформатора, А

В зависимости от количества участков, полное число параметров на линиях может быть различно. Оно обязательно должно совпадать с числом, указанным в строке "Число параметров" в секции [Линия ...].

При неизвестных параметрах линий, может быть задана минимальная конфигурация ОМП включающая в себя только описание токов и напряжений линии и не содержащая описание участков линии. В этом случае для файла пуска будут рассчитаны вектора в момент короткого замыкания.

Пример минимального описания линии:

[Линия 1]

Название=ВЛ 220

Токи=ВЛ 220

Напряжения=ТН 220кв 1сш

Параметр 1=0 ; число участков с равным Z

Параметр 2=0 ; число участков с взаимоиндукцией

Параметр 3=0 ; число отпаяк

Параметр 4=1100 ; ток в первичной обмотке

Пример заполнения в файле конфигурации секций, относящихся к задаче ОМП, а так же соответствующая схема замещения линий с параметрами, необходимыми для ОМП, даны в Приложении Б.

A.2 Описание файла CONFIG.

Начиная с ОМП версии 2.14 (релиз DoDrv 4.50.321) имеется возможность задать несколько групп параметров, которые будут использоваться в зависимости от состояний дискретных сигналов.

В регистраторе предусмотрена возможность использовать разные конфигурации описания линии в зависимости от дискретных сигналов.

Для учета влияния компенсации емкостного тока в линии, где необходимо рассчитать ОМП необходимо завести дискреты, которые показывают информацию о состоянии подключен/отключен ШР на регистратор и описать в ini-файле линию. Регистратор, при возникновении КЗ произведет расчет ОМП.

В этом случае ШР можно описать как отпайку расстояние = 0, длина = 0, удельное сопротивление Z заземления = приведенное удельное сопротивление Z реакторов (если X отрицательное => емкость), пример файла конфигурации приведен в Приложении В

В последнем случае каждая группа параметров должна быть записана в отдельный файл в каталоге ОМП регистратора. В этом же каталоге должен находиться файл CONFIG., содержащий условия использования той или иной группы параметров.

Пример файла CONFIG. :

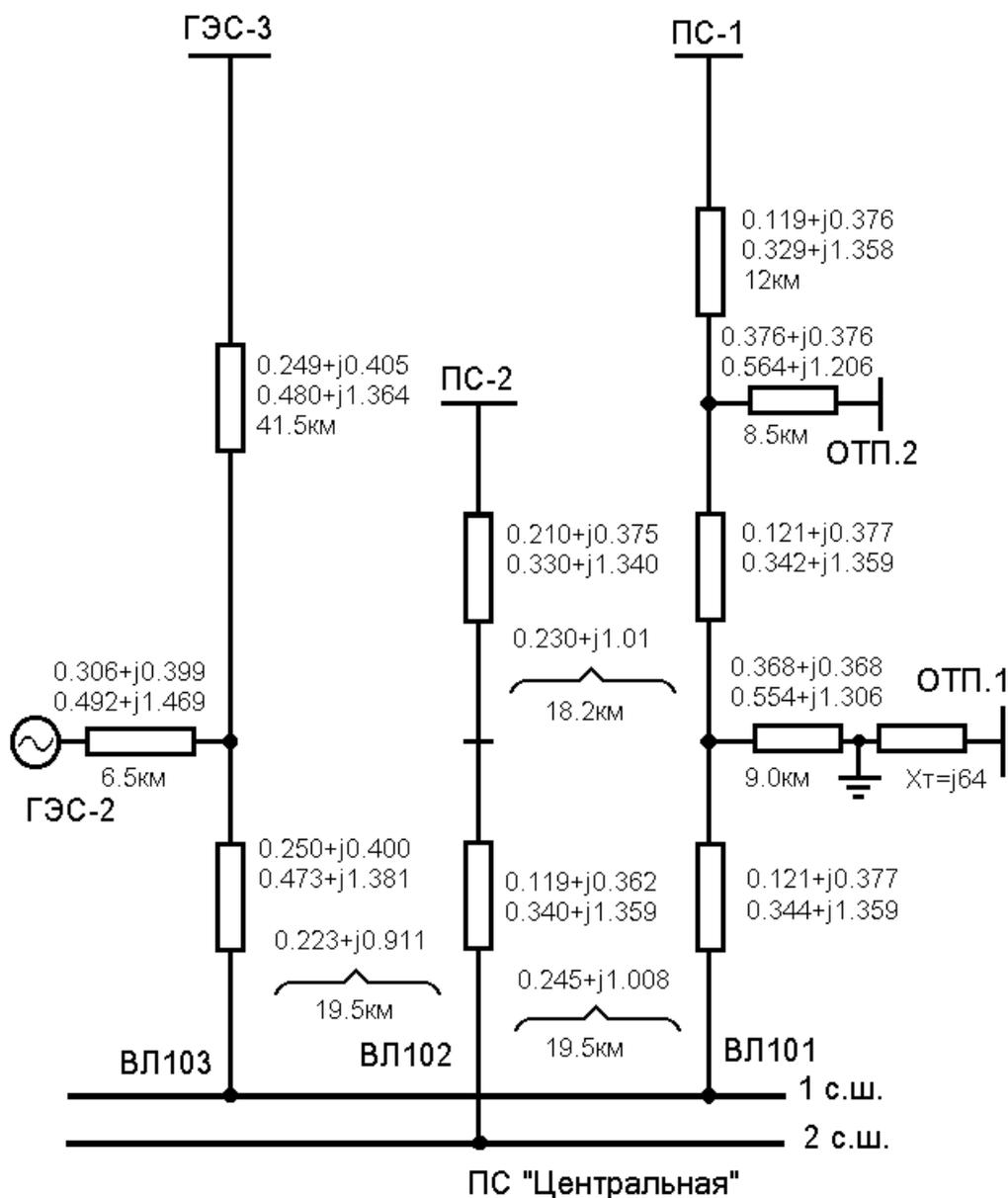
```
[File1.ini]
ДискретныйСигнал1=0
ДискретныйСигнал2=1
[File2.ini]
ДискретныйСигнал3=1
ДискретныйСигнал4=0
[File3.ini]
```

Программа ОМП просматривает файл сверху вниз, до первого совпадения заданных условий. После этого загружается соответствующий файл параметров.

В данном примере файл File3.ini не имеет условий, следовательно выполняется безусловно. Т.е. если условия для File1.ini и File2.ini не выполняются, то будет загружен File3.ini.

Приложение Б Пример заполнения секций ОМП в INI-файле.

Схема линий, контролируемых Цифровым Регистратором со стороны ПС "Центральная", изображена на рисунке:



Использование метода одностороннего ОМП на линии ВЛ103 имеет ограничения, так как на этой линии с двухсторонним питанием есть подпитка со стороны ГЭС-2. Поэтому, описывая данную линию, можно указать только первый участок. Метод одностороннего ОМП при КЗ на других участках линии ВЛ103 даст неверный результат.

Ниже приведены секции файла CENTR.INI, необходимые только для ОМП, а также секции [ПОВ...], в которых определены названия присоединений для токов и напряжений. Остальные секции опущены; порядок их заполнения описан в документации к программе DODRV.

Файл CENTR.INI:

```

...
[ПОВ 1/A/1]
1= 1, 0, 1100.0, 20.0, 0, V, ТН 110 кВ 1 сш : Ua
2= 1, 1, 1100.0, 20.0, 0, V, ТН 110 кВ 1 сш : Ub
3= 1, 2, 1100.0, 20.0, 0, V, ТН 110 кВ 1 сш : Uc
4= 1, 3, 635.8, 40.0, 0, V, ТН 110 кВ 1 сш : 3U0
5= 1, 4, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-101 : Ia
6= 1, 5, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-101 : Ib
7= 1, 6, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-101 : Ic
8= 1, 7, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-101 : 3I0
9= 1, 10, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-103 : Ia
10=1, 11, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-103 : Ib
11=1, 12, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-103 : Ic
12=0, 13, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-01 : 12
13=0, 14, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-01 : 13
14=0, 14, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-01 : 14
15=0, 14, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-01 : 15
16=0, 15, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-01 : 16

[ПОВ 1/A/2]
1= 1, 16, 1100.0, 20.0, 0, V, ТН 110 кВ 2 сш : Ua
2= 1, 17, 1100.0, 20.0, 0, V, ТН 110 кВ 2 сш : Ub
3= 1, 18, 1100.0, 20.0, 0, V, ТН 110 кВ 2 сш : Uc
4= 1, 19, 635.8, 40.0, 0, V, ТН 110 кВ 2 сш : 3U0
5= 1, 20, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-102 : Ia
6= 1, 21, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-102 : Ib
7= 1, 22, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-102 : Ic
8= 1, 23, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-102 : 3I0
9=0, 24, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 24
10=0, 25, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 25
11=0, 26, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 26
12=0, 27, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 27
13=0, 28, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 28
14=0, 29, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 29
15=0, 30, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 30
16=0, 31, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 31

...
[ОМП]
Версия=5
Число линий=3
Число параметров=0

[Линия 1]
Название=ВЛ-101
Токи 1=ВЛ-101
Напряжения=ТН 110 кВ 1 сш
Число параметров=25
Параметр 1=3 ; число однородных участков
Параметр 2=19.5 ; длина участка 1
Параметр 3=0.121-0.377 ; z1
Параметр 4=0.344-1.359 ; z0
Параметр 5=1 ; число взаимоинд. связей
Параметр 6=2-0.245-1.008 ; взаимоиндукция с линией 2
Параметр 7=18.2 ; длина участка 2
Параметр 8=0.121-0.377 ; z1
Параметр 9=0.342-1.359 ; z0
Параметр 10=1 ; число взаимоинд. связей
Параметр 11=2-0.230-1.01 ; взаимоиндукция с линией 2

```

Параметр 12=12	; длина участка 3
Параметр 13=0.119-0.376	; z1
Параметр 14=0.329-1.358	; z0
Параметр 15=0	; число взаимоинд. связей
Параметр 16=2	; число ответвлений
Параметр 17=19.5-9.0, ОТП.1	; расстояние до отп.1-ее длина, название
Параметр 18=0.368-0.368	; z1 отпайки 1
Параметр 19=0.554-1.306	; z0 отпайки 1
Параметр 20=64	; X0 нейтрали заземленного трансформатора
Параметр 21=37.7-8.5, ОТП.2	; расстояние до отп.2-ее длина, название
Параметр 22=0.376-0.376	; z1 отпайки 2
Параметр 23=0.564-1.206	; z0 отпайки 2
Параметр 24=	; нейтраль не заземлена
Параметр 25=700	; ток в первичной обмотке

[Линия 2]

Название=ВЛ-102

Токи 1=ВЛ-102

Напряжения=ТН 110 кВ 2 сш

Число параметров=14

Параметр 1=2	; число однородных участков
Параметр 2=19.5	; длина участка 1
Параметр 3=0.119-0.362	; z1
Параметр 4=0.340-1.359	; z0
Параметр 5=2	; число взаимоинд. связей
Параметр 6=1-0.245-1.008	; взаимоиндукция с линией 1
Параметр 7=3-0.223-0.911	; взаимоиндукция с линией 3
Параметр 8=18.2	; длина участка 2
Параметр 9=0.210-0.375	; z1
Параметр 10=0.330-1.340	; z0
Параметр 11=1	; число взаимоинд. связей
Параметр 12=1-0.230-1.01	; взаимоиндукция с линией 1
Параметр 13=0	; число ответвлений
Параметр 14=700	; ток в первичной обмотке

[Линия 3]

Название=ВЛ-103

Токи 1=ВЛ-103

Напряжения=ТН 110 кВ 1 сш

Число параметров=8

Параметр 1=1	; число однородных участков
Параметр 2=19.5	; длина участка 1
Параметр 3=0.250-0.400	; z1
Параметр 4=0.473-1.381	; z0
Параметр 5=1	; число взаимоинд. связей
Параметр 6=2-0.223-0.911	; взаимоиндукция с линией 1
Параметр 7=0	; число ответвлений
Параметр 8=700	; ток в первичной обмотке

Приложение В Пример заполнения секций ОМП в INI-файле с ШРФайл CENTR.INI:

...

[ПОВ 1/A/1]

1= 1, 0, 1100.0, 20.0, 0, V, ТН 110 кВ 1 сш : Ua
 2= 1, 1, 1100.0, 20.0, 0, V, ТН 110 кВ 1 сш : Ub
 3= 1, 2, 1100.0, 20.0, 0, V, ТН 110 кВ 1 сш : Uc
 4= 1, 3, 635.8, 40.0, 0, V, ТН 110 кВ 1 сш : 3U0
 5= 1, 4, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-101 : Ia
 6= 1, 5, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-101 : Ib
 7= 1, 6, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-101 : Ic
 8= 1, 7, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-101 : 3I0
 9= 1, 10, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-103 : Ia
 10=1, 11, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-103 : Ib
 11=1, 12, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-103 : Ic
 12=0, 13, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-01 : 12
 13=0, 14, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-01 : 13
 14=0, 14, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-01 : 14
 15=0, 14, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-01 : 15
 16=0, 15, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-01 : 16

[ПОВ 1/A/2]

1= 1, 16, 1100.0, 20.0, 0, V, ТН 110 кВ 2 сш : Ua
 2= 1, 17, 1100.0, 20.0, 0, V, ТН 110 кВ 2 сш : Ub
 3= 1, 18, 1100.0, 20.0, 0, V, ТН 110 кВ 2 сш : Uc
 4= 1, 19, 635.8, 40.0, 0, V, ТН 110 кВ 2 сш : 3U0
 5= 1, 20, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-102 : Ia
 6= 1, 21, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-102 : Ib
 7= 1, 22, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-102 : Ic
 8= 1, 23, 120.0, 30.0, 0, A, ВЛ-102 : 3I0
 9=0, 24, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 24
 10=0, 25, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 25
 11=0, 26, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 26
 12=0, 27, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 27
 13=0, 28, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 28
 14=0, 29, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 29
 15=0, 30, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 30
 16=0, 31, 1.0, 1.0, 0, V, ПУ-02 : 31

...

[ОМП]

Версия=5

Число линий=3

Число параметров=0

Линия 1]

Название=ВЛ-101

Токи 1=ВЛ-101

Напряжения=ТН 110 кВ 1 сш

Число параметров=25

Параметр 1=3

; число однородных участков

Параметр 2=19.5

; длина участка 1

Параметр 3=0.121-0.377

; z1

Параметр 4=0.344-1.359

; z0

Параметр 5=1

; число взаимоинд. связей

Параметр 6=2-0.245-1.008

; взаимоиндукция с линией 2

Параметр 7=18.2

; длина участка 2

Параметр 8=0.121-0.377

; z1

Параметр 9=0.342-1.359	; z0
Параметр 10=1	; число взаимоинд. связей
Параметр 11=2-0.230-1.01	; взаимоиндукция с линией 2
Параметр 12=12	; длина участка 3
Параметр 13=0.119-0.376	; z1
Параметр 14=0.329-1.358	; z0
Параметр 15=0	; число взаимоинд. связей
Параметр 16=2	; число ответвлений
Параметр 17=0-0, ШР	; расстояние до отп.1-ее длина, название
Параметр 18=0.368-0.368	; z1 отпайки 1
Параметр 19=0.554-1.306	; z0 отпайки 1
Параметр 20=	; нейтраль не заземлена
Параметр 21=37.7-8.5, ОТП.2	; расстояние до отп.2-ее длина, название
Параметр 22=0.376-0.376	; z1 отпайки 2
Параметр 23=0.564-1.206	; z0 отпайки 2
Параметр 24=64	; X0 нейтрали заземленного трансформатора
Параметр 25=700	; ток в первичной обмотке

Линия 1]

Название=ВЛ-101	
Токи 1=ВЛ-101	
Напряжения=ТН 110 кВ 1 сш	
Число параметров=25	
Параметр 1=3	; число однородных участков
Параметр 2=19.5	; длина участка 1
Параметр 3=0.121-0.377	; z1
Параметр 4=0.344-1.359	; z0
Параметр 5=1	; число взаимоинд. связей
Параметр 6=2-0.245-1.008	; взаимоиндукция с линией 2
Параметр 7=18.2	; длина участка 2
Параметр 8=0.121-0.377	; z1
Параметр 9=0.342-1.359	; z0
Параметр 10=1	; число взаимоинд. связей
Параметр 11=2-0.230-1.01	; взаимоиндукция с линией 2
Параметр 12=12	; длина участка 3
Параметр 13=0.119-0.376	; z1
Параметр 14=0.329-1.358	; z0
Параметр 15=0	; число взаимоинд. связей
Параметр 16=1	; число ответвлений
Параметр 17=37.7-8.5, ОТП.2	; расстояние до отп.2-ее длина, название
Параметр 18=0.376-0.376	; z1 отпайки 2
Параметр 19=0.564-1.206	; z0 отпайки 2
Параметр 20=64	; X0 нейтрали заземленного трансформатора
Параметр 21=700	; ток в первичной обмотке

[Линия 2]

Название=ВЛ-102	
Токи 1=ВЛ-102	
Напряжения=ТН 110 кВ 2 сш	
Число параметров=14	
Параметр 1=2	; число однородных участков
Параметр 2=19.5	; длина участка 1
Параметр 3=0.119-0.362	; z1
Параметр 4=0.340-1.359	; z0
Параметр 5=2	; число взаимоинд. связей
Параметр 6=1-0.245-1.008	; взаимоиндукция с линией 1
Параметр 7=3-0.223-0.911	; взаимоиндукция с линией 3
Параметр 8=18.2	; длина участка 2
Параметр 9=0.210-0.375	; z1
Параметр 10=0.330-1.340	; z0

Параметр 11=1 ; число взаимоинд. связей
Параметр 12=1-0.230-1.01 ; взаимоиндукция с линией 1
Параметр 13=0 ; число ответвлений
Параметр 14=700 ; ток в первичной обмотке

[Линия 3]

Название=ВЛ-103

Токи 1=ВЛ-103

Напряжения=ТН 110 кВ 1 сш

Число параметров=8

Параметр 1=1 ; число однородных участков

Параметр 2=19.5 ; длина участка 1

Параметр 3=0.250-0.400 ; z1

Параметр 4=0.473-1.381 ; z0

Параметр 5=1 ; число взаимоинд. связей

Параметр 6=2-0.223-0.911 ; взаимоиндукция с линией 1

Параметр 7=0 ; число ответвлений

Параметр 8=700 ; ток в первичной обмотке

Приложение Г Основные формулы для расчета короткого замыкания

Ниже для справки приводятся основные формулы, используемые при вычислении места КЗ. Формулы даны в общем виде, т.е. предполагается что параметры линии одинаковы по всей ее длине. Программа ОМП учитывает неоднородность линии путем проведения последовательных итерационных расчетов.

1). Однофазные КЗ :

$$L_{кз} = \frac{\text{Im}(\underline{U}_{\phi} / \underline{I}_0)}{\text{Im}[(\underline{I}_{\phi} + k \cdot \underline{I}_0) \cdot z_1 / \underline{I}_0]} , \quad (1)$$

здесь:

\underline{U}_{ϕ} и \underline{I}_{ϕ} - вектора напряжения и тока поврежденной фазы;
 \underline{I}_0 - вектор тока нулевой последовательности;

$k = \frac{z_0 - z_1}{z_1}$ - коэффициент компенсации.

С учетом влияния параллельных линий (считая взаимоиндукцию постоянной по всей трассе) формула (4) имеет вид:

$$L_{кз} = \frac{\text{Im}(\underline{U}_{\phi} / \underline{I}_0)}{\text{Im}[(\underline{I}_{\phi} + k \cdot \underline{I}_0 + k_m \cdot \underline{I}_{0m}) \cdot z_1 / \underline{I}_0]} , \quad (2)$$

здесь:

\underline{I}_{0m} - вектор тока нулевой последовательности параллельной линии или сумма векторов токов нулевой последовательности нескольких параллельных линий,

$k_m = z_m / z_1$.

При наличии отпаяк, учитывается изменение тока \underline{I}_0 .

2). Двухфазные КЗ (включая КЗ на землю):

$$L_{кз} = \frac{\text{Im}[(\underline{U}_{\phi 1} - \underline{U}_{\phi 2}) / \underline{I}_{2\phi 3}]}{\text{Im}[(\underline{I}_{\phi 1} - \underline{I}_{\phi 2}) \cdot z_1 / \underline{I}_{2\phi 3}]} , \quad (3)$$

здесь:

$\underline{U}_{\phi 1}$ и $\underline{U}_{\phi 2}$ - вектора напряжений поврежденных фаз;

$\underline{I}_{\phi 1}$ и $\underline{I}_{\phi 2}$ - вектора токов поврежденных фаз;

$\underline{I}_{2\phi 3}$ - вектор тока обратной последовательности неповрежденной фазы, повернутый на $+90^\circ$;

3). Трехфазные КЗ:

$$L_{кз} = \frac{I_m \cdot [(\underline{U}_{\phi 1} - \underline{U}_{\phi 2}) / (\underline{I}_{\phi 1} - \underline{I}_{\phi 2})]}{I_m [z_1]} , \quad (4)$$

здесь:

$\underline{U}_{\phi 1}$ и $\underline{U}_{\phi 2}$ - вектора напряжений двух любых из трех фаз;

$\underline{I}_{\phi 1}$ и $\underline{I}_{\phi 2}$ - вектора токов двух любых из трех фаз;

Лист регистрации изменений

№ изм.	Номера листов				Всего листов в док-те	№ док-та	Вх. № сопровод. док-та и дата	Подпись	Дата
	изменен- ных	заменен- ных	новых	аннулиро- ванных					