



## **ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ИРКУТСКЭНЕРГО**

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР «ИРКУТСКЭНЕРГО» (ООО «ИЦ «ИРКУТСКЭНЕРГО»)

**Свидетельство №0034.7-2014-3808142516-П-46 от 27.11.2014**

Заказчик: Филиал ОАО «ИЭСК» Западные электрические сети

**РЕКОНСТРУКЦИЯ КОМПЛЕКТОВ РЕЗЕРВНЫХ ЗАЩИТ  
ВЛ 220 кВ ТУЛУН – ПОКОСНОЕ (ВЛ-232) В ЗДАНИИ  
ГЛАВНОГО ЩИТА УПРАВЛЕНИЯ  
ПС 220/110/10 (ПП 500) кВ ТУЛУН, ИНВ. №8000110103**

**ПС 500 кВ Тулун**

**РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Расчет уставок релейных защит. Бланк уставок  
002/094-PP3  
(взамен 002/094-PP2)**



## **ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ИРКУТСКЭНЕРГО**

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР «ИРКУТСКЭНЕРГО» (ООО «ИЦ «ИРКУТСКЭНЕРГО»)

**Свидетельство №0034.7-2014-3808142516-П-46 от 27.11.2014**

Заказчик: Филиал ОАО «ИЭСК» Западные электрические сети

### **РЕКОНСТРУКЦИЯ КОМПЛЕКТОВ РЕЗЕРВНЫХ ЗАЩИТ ВЛ 220 кВ ТУЛУН – ПОКОСНОЕ (ВЛ-232) В ЗДАНИИ ГЛАВНОГО ЩИТА УПРАВЛЕНИЯ ПС 220/110/10 (ПП 500) кВ ТУЛУН, ИНВ. №8000110103**

**ПС 500 кВ Тулун**

**РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Расчет уставок релейных защит. Бланк уставок  
002/094-PP3  
(взамен 002/094-PP2)**

**Главный инженер**

**О.И. Гаврилюк**

**Начальник СРЗА**

**А.А. Зверев**

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

**2020**

# СОДЕРЖАНИЕ

1.	Исходные данные .....	3
2.	Дистанционная защита (ДЗ) .....	14
2.1.	I ступень ДЗ.....	15
2.2.	II ступень ДЗ.....	17
2.3.	III ступень ДЗ .....	20
2.4.	Вырез области нагрузки.....	25
2.5.	Автоматическое ускорение дистанционной защиты (АУ ДЗ) .....	26
2.6.	Оперативное ускорение дистанционной защиты (ОУ ДЗ) .....	26
2.7.	Блокировка при качаниях (БК).....	26
2.8.	Блокировка при неисправностях цепей напряжения (БНН).....	28
3.	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП).....	30
3.1.	I ступень ТНЗНП .....	30
3.2.	II ступень ТНЗНП .....	32
3.3.	III ступень ТНЗНП.....	35
3.4.	IV ступень ТНЗНП.....	38
3.5.	Выбор уставок измерительных органов направленности (РНМ) .....	40
3.6.	Выбор уставок измерительных органов блокировки от бросков намагничивающего тока (БНТ) .....	48
3.7.	Автоматическое ускорение токовой защиты от замыканий на землю (АУ ТНЗНП) .....	48
3.8.	Оперативное ускорение токовой защиты от замыканий на землю (ОУ ТНЗНП) .....	48
4.	Междуфазная токовая отсечка (МФТО).....	49
5.	Неселективная токовая защита (ТЗН).....	51
6.	Автоматика повторного включения (АПВ) .....	53
	БИБЛИОГРАФИЯ.....	55

Приложение 1. Бланк уставок и настроек устройства БКЖИ.656316.004-33.01

БЭМП РУ-ДВ..... на 31 листе

Согласовано			

Взам. инф. №	
Подп. и дата	
Инф. № подл.	

						002/094-PP3			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
Разраб.		Крупенёва			11.20	Расчет уставок релейных защит.	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Ерёмин			11.20		Р	2	55
Н.контр.		Ерёмин			11.20	Бланк уставок	ООО «Инженерный центр «Иркутскэнерго»		

## 1. Исходные данные

ВЛ 220 кВ Тулун – Покосное (ВЛ-232) – линия с двусторонним питанием.

Линия выполнена проводом АС-400, длина линии 125,5 км.

Сопровитвления прямой (обратной) и нулевой последовательности линии:

$Z_{1л} = 9,07 + j51,61 \text{ Ом} \rightarrow 52,4 \text{ Ом}$ ,  $Z_{0л} = 27,82 + j190,18 \text{ Ом} \rightarrow 192,204 \text{ Ом}$ .

$$\varphi_{л} = \arctg \frac{51,61}{9,07} = 80^{\circ}$$

Линия имеет участки взаимоиндукции с ВЛ 500 кВ Братский ПП 500 кВ – ПС 500 кВ Ново-Зиминская (ВЛ-560), ВЛ 500 кВ Тулун – Братская ГЭС (ВЛ-561) и ВЛ 500 кВ Тулун – Братская ГЭС (ВЛ-562).

В соответствии с нормальной схемой на Братской ГЭС отключен выключатель В-233. Включение В-233 на Братской ГЭС допускается при размыкании разъединителя ЛР 220 кВ ВЛ-233 на ПС 220 кВ Покосное, таким образом, ВЛ 220 кВ Тулун – Покосное (ВЛ-232) в таких условиях работает в тупиковом режиме.

Данные по трансформаторам и автотрансформаторам подстанций ПС 220 (ПП 500) кВ Тулун, ПС 220 кВ Покосное, Братский ПП 500 кВ и ПС 220 кВ Опорная, необходимые для расчета уставок защит линии приведены в таблицах 1÷12.

После каждой таблицы произведен расчет параметров автотрансформатора для составления схемы замещения (напряжение приведения – 220 кВ).

Таблица 1

ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун, параметры автотрансформатора АТ-1

Наименование параметра	Значение
Тип	АТДЦТН-125/220/110/10
Номинальная мощность (полная), МВА	125
Номинальная мощность ВН (полная), МВА	125
Номинальная мощность СН (полная), МВА	125
Номинальная мощность НН (полная), МВА	63
Номинальное напряжение ВН, кВ	230
Номинальное напряжение СН, кВ	121
Номинальное напряжение НН, кВ	10,5
Номинальный ток ВН, А	314
Номинальный ток СН, А	596
Номинальный ток НН, А	3450
Напряжение короткого замыкания ВН-НН, %	42,6
Напряжение короткого замыкания ВН-СН, %	11,2
Напряжение короткого замыкания СН-НН, %	27,6
Потери короткого замыкания ВН-НН, кВт (к 125 МВА)	311,6
Потери короткого замыкания ВН-СН, кВт (к 125 МВА)	308
Потери короткого замыкания СН-НН, кВт (к 125 МВА)	302,7

$$\Delta P_K^{BH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{BH-HH} + \Delta P_K^{BH-CH} - \Delta P_K^{CH-HH}) = 0,5 \cdot (311,6 + 308 - 302,7) = 158,45 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_K^{CH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{CH-HH} + \Delta P_K^{BH-CH} - \Delta P_K^{BH-HH}) = 0,5 \cdot (302,7 + 308 - 311,6) = 149,55 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_K^{HH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{BH-HH} + \Delta P_K^{CH-HH} - \Delta P_K^{BH-CH}) = 0,5 \cdot (311,6 + 302,7 - 308) = 153,15 \text{ кВт}$$

$$U_K^{BH} = 0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} + U_K^{BH-CH} - U_K^{CH-HH}) = 0,5 \cdot (42,6 + 11,2 - 27,6) = 13,1\%$$

$$U_K^{CH} = 0,5 \cdot (U_K^{CH-HH} + U_K^{BH-CH} - U_K^{BH-HH}) = 0,5 \cdot (27,6 + 11,2 - 42,6) = -1,9\%$$

$$U_K^{HH} = 0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} + U_K^{CH-HH} - U_K^{BH-CH}) = 0,5 \cdot (42,6 + 27,6 - 11,2) = 29,5\%$$

Инф. № подл.	Взам. инб. №	Подп. и дата							Лист
			002/094-PP3						
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$R_B^{T1} = \frac{\Delta P_K^{BH}}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{158,45}{1000} \cdot \frac{230^2}{125^2} = 0,536 \text{ Ом}$$

$$R_C^{T1} = \frac{\Delta P_K^{CH}}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{149,55}{1000} \cdot \frac{230^2}{125^2} = 0,506 \text{ Ом}$$

$$R_H^{T1} = \frac{\Delta P_K^{HH}}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{153,15}{1000} \cdot \frac{230^2}{125^2} = 0,519 \text{ Ом}$$

$$X_B^{T1} = \frac{U_K^{BH}}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{13,1}{100} \cdot \frac{230^2}{125} = 55,439 \text{ Ом}$$

$$X_C^{T1} = \frac{U_K^{CH}}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{-1,9}{100} \cdot \frac{230^2}{125} = -8,041 \text{ Ом}$$

$$X_H^{T1} = \frac{U_K^{HH}}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{29,5}{100} \cdot \frac{230^2}{125} = 124,844 \text{ Ом}$$

Таблица 2

ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун, параметры автотрансформатора АТ-2

Наименование параметра	Значение
Тип	АТДЦТГ-120/220/110/10
Номинальная мощность (полная), МВА	120
Номинальная мощность ВН (полная), МВА	120
Номинальная мощность СН (полная), МВА	120
Номинальная мощность НН (полная), МВА	60
Номинальное напряжение ВН, кВ	220
Номинальное напряжение СН, кВ	121
Номинальное напряжение НН, кВ	11
Номинальный ток ВН, А	315
Номинальный ток СН, А	573
Номинальный ток НН, А	3150
Напряжение короткого замыкания ВН-НН, %	36
Напряжение короткого замыкания ВН-СН, %	10,8
Напряжение короткого замыкания СН-НН, %	23
Потери короткого замыкания ВН-НН, кВт (к 120 МВА)	310
Потери короткого замыкания ВН-СН, кВт (к 120 МВА)	380
Потери короткого замыкания СН-НН, кВт (к 120 МВА)	300

$$\Delta P_K^{BH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{BH-HH} + \Delta P_K^{BH-CH} - \Delta P_K^{CH-HH}) = 0,5 \cdot (310 + 380 - 300) = 195 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_K^{CH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{CH-HH} + \Delta P_K^{BH-CH} - \Delta P_K^{BH-HH}) = 0,5 \cdot (300 + 380 - 310) = 185 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_K^{HH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{BH-HH} + \Delta P_K^{CH-HH} - \Delta P_K^{BH-CH}) = 0,5 \cdot (310 + 300 - 380) = 115 \text{ кВт}$$

$$U_K^{BH} = 0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} + U_K^{BH-CH} - U_K^{CH-HH}) = 0,5 \cdot (36 + 10,8 - 23) = 11,9\%$$

$$U_K^{CH} = 0,5 \cdot (U_K^{CH-HH} + U_K^{BH-CH} - U_K^{BH-HH}) = 0,5 \cdot (23 + 10,8 - 36) = -1,1\%$$

$$U_K^{HH} = 0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} + U_K^{CH-HH} - U_K^{BH-CH}) = 0,5 \cdot (36 + 23 - 10,8) = 24,1\%$$

$$R_B^{T2} = \frac{\Delta P_K^{BH}}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{195}{1000} \cdot \frac{230^2}{120^2} = 0,655 \text{ Ом}$$

$$R_C^{T2} = \frac{\Delta P_K^{CH}}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{185}{1000} \cdot \frac{230^2}{120^2} = 0,622 \text{ Ом}$$

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

							002/094-PP3	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			4

$$R_H^{T2} = \frac{\Delta P_K^{HH}}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{115}{1000} \cdot \frac{230^2}{120^2} = 0,387 \text{ Ом}$$

$$X_B^{T2} = \frac{U_K^{BH}}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{11,9}{100} \cdot \frac{230^2}{120} = 47,997 \text{ Ом}$$

$$X_C^{T2} = \frac{U_K^{CH}}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{-1,1}{100} \cdot \frac{230^2}{120} = -4,437 \text{ Ом}$$

$$X_H^{T2} = \frac{U_K^{HH}}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{24,1}{100} \cdot \frac{230^2}{120} = 97,203 \text{ Ом}$$

Параметры автотрансформатора АТ-3 для учета решения и результатов работ по проекту: «Реконструкция ПС 500/220/110/10 кВ Тулун. Установка автотрансформатора АТ-3 для подключения двухцепной ВЛ 220 кВ Тулун – Туманная» приняты в соответствии с документацией 199/ЗЭС-2017-ОТР.ПС, даны в табл.3 и учтены при определении сопротивления системы по обоим концам защищаемой линии в «Программном комплексе для расчетов электрических величин при повреждениях сети и уставок релейной защиты» (АРМ-СРЗА).

Таблица 3

ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун, параметры автотрансформатора АТ-3 (в соответствии с 199/ЗЭС-2017-ОТР.ПС и письмом ОАО «ИЭСК» ЗЭС 06.060-18-4.23-2353 от 02.07.2020)

Наименование параметра	Значение
Номинальная полная мощность $S_{НОМ}$ , МВА	400/400/120
Номинальное напряжение ВН, кВ	500
Номинальное напряжение СН, кВ	110
Номинальное напряжение НН, кВ	10
Номинальный ток ВН, А	461,1
Номинальный ток СН, А	2099,5
Номинальный ток НН, А	6928,2
Напряжение короткого замыкания $U_{KB-C}$ , %	13
Напряжение короткого замыкания $U_{KB-H}$ , %	33
Напряжение короткого замыкания $U_{KC-H}$ , %	18,5
Мощность короткого замыкания $R_K$ , кВт	700
Мощность холостого хода $R_{ХХ}$ , кВт	130

Таблица 4

ПС 220 кВ Покосное, параметры трансформатора Т-1

Наименование параметра	Значение
Тип	ТДТН-25000/220
Номинальная мощность (полная), МВА	25
Номинальная мощность ВН (полная), МВА	25
Номинальная мощность СН (полная), МВА	25
Номинальная мощность НН (полная), МВА	25
Номинальное напряжение ВН, кВ	230
Номинальное напряжение СН, кВ	38,5
Номинальное напряжение НН, кВ	11
Номинальный ток ВН, А	62,75
Номинальный ток СН, А	374
Номинальный ток НН, А	1312
Напряжение короткого замыкания ВН-НН, %	16,6

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.							002/094-PP3	Лист
										5
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Напряжение короткого замыкания ВН-СН, %	10
Напряжение короткого замыкания СН-НН, %	5,94
Потери короткого замыкания ВН-НН, кВт	136
Потери короткого замыкания ВН-СН, кВт	135
Потери короткого замыкания СН-НН, кВт	112

$$\Delta P_K^{BH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{BH-HH} + \Delta P_K^{BH-CH} - \Delta P_K^{CH-HH}) = 0,5 \cdot (136 + 135 - 112) = 79,5 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_K^{CH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{CH-HH} + \Delta P_K^{BH-CH} - \Delta P_K^{BH-HH}) = 0,5 \cdot (112 + 135 - 136) = 55,5 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_K^{HH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{BH-HH} + \Delta P_K^{CH-HH} - \Delta P_K^{BH-CH}) = 0,5 \cdot (136 + 112 - 135) = 56,5 \text{ кВт}$$

$$U_K^{BH} = 0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} + U_K^{BH-CH} - U_K^{CH-HH}) = 0,5 \cdot (16,6 + 10 - 5,94) = 10,33\%$$

$$U_K^{CH} = 0,5 \cdot (U_K^{CH-HH} + U_K^{BH-CH} - U_K^{BH-HH}) = 0,5 \cdot (5,94 + 10 - 16,6) = -0,33\%$$

$$U_K^{HH} = 0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} + U_K^{CH-HH} - U_K^{BH-CH}) = 0,5 \cdot (16,6 + 5,94 - 10) = 6,27\%$$

$$R_B^{T1} = \frac{\Delta P_K^{BH}}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH}^2}{S_{HOM}^{BH}^2} = \frac{79,5}{1000} \cdot \frac{230^2}{25^2} = 6,729 \text{ Ом}$$

$$R_C^{T1} = \frac{\Delta P_K^{CH}}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH}^2}{S_{HOM}^{BH}^2} = \frac{55,5}{1000} \cdot \frac{230^2}{25^2} = 4,698 \text{ Ом}$$

$$R_H^{T1} = \frac{\Delta P_K^{HH}}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH}^2}{S_{HOM}^{BH}^2} = \frac{56,5}{1000} \cdot \frac{230^2}{25^2} = 4,782 \text{ Ом}$$

$$X_B^{T1} = \frac{U_K^{BH}}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH}^2}{S_{HOM}^{BH}^2} = \frac{10,33}{100} \cdot \frac{230^2}{25} = 218,583 \text{ Ом}$$

$$X_C^{T1} = \frac{U_K^{CH}}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH}^2}{S_{HOM}^{BH}^2} = \frac{-0,33}{100} \cdot \frac{230^2}{25} = -6,983 \text{ Ом}$$

$$X_H^{T1} = \frac{U_K^{HH}}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH}^2}{S_{HOM}^{BH}^2} = \frac{6,27}{100} \cdot \frac{230^2}{25} = 132,673 \text{ Ом}$$

Таблица 5

ПС 220 кВ Покусное, параметры трансформатора Т-2

Наименование параметра	Значение
Тип	PLM-31500/220
Номинальная мощность (полная), МВА	20
Номинальная мощность ВН (полная), МВА	20
Номинальная мощность СН (полная), МВА	20
Номинальная мощность НН (полная), МВА	20
Номинальное напряжение ВН, кВ	230
Номинальное напряжение СН, кВ	38,5
Номинальное напряжение НН, кВ	10,5
Номинальный ток ВН, А	50,2
Номинальный ток СН, А	300
Номинальный ток НН, А	1100
Напряжение короткого замыкания ВН-НН, %	18,45
Напряжение короткого замыкания ВН-СН, %	11,82
Напряжение короткого замыкания СН-НН, %	6,12
Потери короткого замыкания ВН-НН, кВт	139
Потери короткого замыкания ВН-СН, кВт	126
Потери короткого замыкания СН-НН, кВт	111

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

002/094-PP3

Примечание: трансформатор Т-2 ПС 220 кВ Покосное с полностью изолированной нейтралью.

$$\Delta P_K^{BH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{BH-HH} + \Delta P_K^{BH-CH} - \Delta P_K^{CH-HH}) = 0,5 \cdot (139 + 126 - 111) = 77 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_K^{CH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{CH-HH} + \Delta P_K^{BH-CH} - \Delta P_K^{BH-HH}) = 0,5 \cdot (111 + 126 - 139) = 49 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_K^{HH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{BH-HH} + \Delta P_K^{CH-HH} - \Delta P_K^{BH-CH}) = 0,5 \cdot (139 + 111 - 126) = 62 \text{ кВт}$$

$$U_K^{BH} = 0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} + U_K^{BH-CH} - U_K^{CH-HH}) = 0,5 \cdot (18,45 + 11,82 - 6,12) = 12,075\%$$

$$U_K^{CH} = 0,5 \cdot (U_K^{CH-HH} + U_K^{BH-CH} - U_K^{BH-HH}) = 0,5 \cdot (6,12 + 11,82 - 18,45) = -0,255\%$$

$$U_K^{HH} = 0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} + U_K^{CH-HH} - U_K^{BH-CH}) = 0,5 \cdot (18,45 + 6,12 - 11,82) = 6,375\%$$

$$R_B^{T2} = \frac{\Delta P_K^{BH}}{1000} \cdot \frac{U_{НОМ}^{BH}{}^2}{S_{НОМ}^{BH}{}^2} = \frac{77}{1000} \cdot \frac{230^2}{20^2} = 10,183 \text{ Ом}$$

$$R_C^{T2} = \frac{\Delta P_K^{CH}}{1000} \cdot \frac{U_{НОМ}^{BH}{}^2}{S_{НОМ}^{BH}{}^2} = \frac{49}{1000} \cdot \frac{230^2}{20^2} = 6,48 \text{ Ом}$$

$$R_H^{T2} = \frac{\Delta P_K^{HH}}{1000} \cdot \frac{U_{НОМ}^{BH}{}^2}{S_{НОМ}^{BH}{}^2} = \frac{62}{1000} \cdot \frac{230^2}{20^2} = 8,2 \text{ Ом}$$

$$X_B^{T2} = \frac{U_K^{BH}}{100} \cdot \frac{U_{НОМ}^{BH}{}^2}{S_{НОМ}^{BH}{}^2} = \frac{12,075}{100} \cdot \frac{230^2}{20} = 319,384 \text{ Ом}$$

$$X_C^{T2} = \frac{U_K^{CH}}{100} \cdot \frac{U_{НОМ}^{BH}{}^2}{S_{НОМ}^{BH}{}^2} = \frac{-0,255}{100} \cdot \frac{230^2}{20} = -6,745 \text{ Ом}$$

$$X_H^{T2} = \frac{U_K^{HH}}{100} \cdot \frac{U_{НОМ}^{BH}{}^2}{S_{НОМ}^{BH}{}^2} = \frac{6,375}{100} \cdot \frac{230^2}{20} = 168,619 \text{ Ом}$$

Таблица 6

ПС 220 кВ Покосное, параметры трансформатора Т-3

Наименование параметра	Значение
Тип	ТДТН-25000/220-У1
Номинальная мощность (полная), МВА	25
Номинальная мощность ВН (полная), МВА	25
Номинальная мощность СН (полная), МВА	25
Номинальная мощность НН (полная), МВА	25
Номинальное напряжение ВН, кВ	230
Номинальное напряжение СН, кВ	38,5
Номинальное напряжение НН, кВ	11
Номинальный ток ВН, А	62,75
Номинальный ток СН, А	375
Номинальный ток НН, А	1313
Напряжение короткого замыкания ВН-НН, %	20,2
Напряжение короткого замыкания ВН-СН, %	12,6
Напряжение короткого замыкания СН-НН, %	6,63
Потери короткого замыкания ВН-НН, кВт	139
Потери короткого замыкания ВН-СН, кВт	126
Потери короткого замыкания СН-НН, кВт	111

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

002/094-PP3

Лист  
7



$$\Delta P_K^{BH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{BH-HH} + \Delta P_K^{BH-CH} - \Delta P_K^{CH-HH}) = 0,5 \cdot (139 + 126 - 111) = 77 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_K^{CH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{CH-HH} + \Delta P_K^{BH-CH} - \Delta P_K^{BH-HH}) = 0,5 \cdot (111 + 126 - 139) = 49 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_K^{HH} = 0,5 \cdot (\Delta P_K^{BH-HH} + \Delta P_K^{CH-HH} - \Delta P_K^{BH-CH}) = 0,5 \cdot (139 + 111 - 126) = 62 \text{ кВт}$$

$$U_K^{BH} = 0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} + U_K^{BH-CH} - U_K^{CH-HH}) = 0,5 \cdot (20,2 + 12,6 - 6,63) = 13,085\%$$

$$U_K^{CH} = 0,5 \cdot (U_K^{CH-HH} + U_K^{BH-CH} - U_K^{BH-HH}) = 0,5 \cdot (6,63 + 12,6 - 20,2) = -0,485\%$$

$$U_K^{HH} = 0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} + U_K^{CH-HH} - U_K^{BH-CH}) = 0,5 \cdot (20,2 + 6,63 - 12,6) = 7,115\%$$

$$R_B^{T3} = \frac{\Delta P_K^{BH}}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{77}{1000} \cdot \frac{230^2}{25^2} = 6,517 \text{ Ом}$$

$$R_C^{T3} = \frac{\Delta P_K^{CH}}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{49}{1000} \cdot \frac{230^2}{25^2} = 4,147 \text{ Ом}$$

$$R_H^{T3} = \frac{\Delta P_K^{HH}}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{62}{1000} \cdot \frac{230^2}{25^2} = 5,248 \text{ Ом}$$

$$X_B^{T3} = \frac{U_K^{BH}}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{13,085}{100} \cdot \frac{230^2}{25} = 276,879 \text{ Ом}$$

$$X_C^{T3} = \frac{U_K^{CH}}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{-0,485}{100} \cdot \frac{230^2}{25} = -10,263 \text{ Ом}$$

$$X_H^{T3} = \frac{U_K^{HH}}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} = \frac{7,115}{100} \cdot \frac{230^2}{25} = 150,553 \text{ Ом}$$

Таблица 7

Братский ПП 500 кВ, параметры автотрансформатора АТ-1

Наименование параметра	Значение		
Тип	3×АОДЦТН-167000/500/220-У1		
	фА	фВ	фС
Номинальная мощность (полная), МВА	501		
Номинальная мощность ВН (полная), МВА	167	167	167
Номинальная мощность СН (полная), МВА	167	167	167
Номинальная мощность НН (полная), МВА	50	50	50
Номинальное напряжение ВН, кВ	500		
Номинальное напряжение СН, кВ	230		
Номинальное напряжение НН, кВ	11		
Номинальный ток ВН, А	578	578	578
Номинальный ток СН, А	1257	1257	1257
Номинальный ток НН, А	4545	4545	4545
Напряжение короткого замыкания ВН-НН, %	33,8	34,1	32,9
Напряжение короткого замыкания ВН-СН, %	10,6	11	10,3
Напряжение короткого замыкания СН-НН, %	21,1	21,3	20,8
Потери короткого замыкания ВН-НН, кВт (к 125 МВА)	101	97	93,9
Потери короткого замыкания ВН-СН, кВт (к 125 МВА)	316	316	308
Потери короткого замыкания СН-НН, кВт (к 125 МВА)	89,3	90,6	88,8

Расчет параметров схемы замещения, приведенных к 220 кВ, производился для каждого однофазного автотрансформатора по нижеприведенным формулам. Результаты расчета

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.							Лист	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3				8

сведены в таблицу, в качестве параметров схемы замещения приняты средние арифметические значения сопротивлений.

$$R_B^{T1} = \frac{0,5 \cdot \left[ \Delta P_K^{BH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{BH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 + \Delta P_K^{BH-CH} - \Delta P_K^{CH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{CH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 \right]}{3 \cdot 1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{CH \ 2}}{S_{HOM}^{BH \ 2}}$$

$$R_C^{T1} = \frac{0,5 \cdot \left[ -\Delta P_K^{BH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{BH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 + \Delta P_K^{BH-CH} + \Delta P_K^{CH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{CH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 \right]}{3 \cdot 1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{CH \ 2}}{S_{HOM}^{BH \ 2}}$$

$$R_H^{T1} = \frac{0,5 \cdot \left[ \Delta P_K^{BH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{BH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 - \Delta P_K^{BH-CH} + \Delta P_K^{CH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{CH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 \right]}{3 \cdot 1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{CH \ 2}}{S_{HOM}^{BH \ 2}}$$

$$X_B^{T1} = \frac{0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} + U_K^{BH-CH} - U_K^{CH-HH})}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{CH \ 2}}{S_{HOM}^{BH}}$$

$$X_C^{T1} = \frac{0,5 \cdot (-U_K^{BH-HH} + U_K^{BH-CH} + U_K^{CH-HH})}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{CH \ 2}}{S_{HOM}^{BH}}$$

$$X_H^{T1} = \frac{0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} - U_K^{BH-CH} + U_K^{CH-HH})}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{CH \ 2}}{S_{HOM}^{BH}}$$

Таблица 8

Братский ПП 500 кВ, параметры схемы замещения автотрансформатора АТ-1

Параметр	Ед.изм.	фА	фВ	фС	Среднее значение
Активное сопротивление обмотки ВН	Ом	0.141	0.122	0.115	0.126
Активное сопротивление обмотки СН	Ом	0.059	0.077	0.079	0.072
Активное сопротивление обмотки НН	Ом	0.571	0.562	0.547	0.560
Реактивное сопротивление обмотки ВН	Ом	12.301	12.565	11.826	12.231
Реактивное сопротивление обмотки СН	Ом	-1.109	-0.950	-0.950	-1.003
Реактивное сопротивление обмотки НН	Ом	23.388	23.441	22.913	23.247

Таблица 9

Братский ПП 500 кВ, параметры автотрансформатора АТ-2

Наименование параметра	Значение		
Тип	3×АОДЦТН-167000/500/220-75 У1		
	фА	фВ	фС
Номинальная мощность (полная), МВА	501		
Номинальная мощность ВН (полная), МВА	167	167	167
Номинальная мощность СН (полная), МВА	167	167	167
Номинальная мощность НН (полная), МВА	50	50	50
Номинальное напряжение ВН, кВ	500		
Номинальное напряжение СН, кВ	230		
Номинальное напряжение НН, кВ	11		
Номинальный ток ВН, А	578	578	578
Номинальный ток СН, А	1257	1257	1257
Номинальный ток НН, А	4545	4545	4545
Напряжение короткого замыкания ВН-НН, %	33,7	34,1	34,2
Напряжение короткого замыкания ВН-СН, %	10,4	10,6	10,7

Инф. № подл.	Взам. инф. №	Подп. и дата							Лист
									9
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3



Номинальное напряжение СН, кВ	121
Номинальное напряжение НН, кВ	10,5
Номинальный ток ВН, А	502
Номинальный ток СН, А	954
Номинальный ток НН, А	5499
Напряжение короткого замыкания ВН-НН, %	32,5
Напряжение короткого замыкания ВН-СН, %	10,5
Напряжение короткого замыкания СН-НН, %	20,5
Потери короткого замыкания ВН-НН, кВт	391
Потери короткого замыкания ВН-СН, кВт	439
Потери короткого замыкания СН-НН, кВт	347

$$R_B^{T1} = \frac{0,5 \cdot \left[ \Delta P_K^{BH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{BH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 + \Delta P_K^{BH-CH} - \Delta P_K^{CH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{CH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 \right]}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH \ 2}}{S_{HOM}^{BH \ 2}} =$$

$$= \frac{0,5 \cdot \left[ 391 \cdot \left( \frac{200}{100} \right)^2 + 439 - 347 \cdot \left( \frac{200}{100} \right)^2 \right]}{1000} \cdot \frac{230^2}{200^2} = 0,407 \text{ Ом}$$

$$R_C^{T1} = \frac{0,5 \cdot \left[ -\Delta P_K^{BH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{BH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 + \Delta P_K^{BH-CH} + \Delta P_K^{CH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{CH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 \right]}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH \ 2}}{S_{HOM}^{BH \ 2}} =$$

$$= \frac{0,5 \cdot \left[ -391 \cdot \left( \frac{200}{100} \right)^2 + 439 + 347 \cdot \left( \frac{200}{100} \right)^2 \right]}{1000} \cdot \frac{230^2}{200^2} = 0,174 \text{ Ом}$$

$$R_H^{T1} = \frac{0,5 \cdot \left[ \Delta P_K^{BH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{BH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 - \Delta P_K^{BH-CH} + \Delta P_K^{CH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{CH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 \right]}{3 \cdot 1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH \ 2}}{S_{HOM}^{BH \ 2}} =$$

$$= \frac{0,5 \cdot \left[ 391 \cdot \left( \frac{200}{100} \right)^2 - 439 + 347 \cdot \left( \frac{200}{100} \right)^2 \right]}{1000} \cdot \frac{230^2}{200^2} = 1,662 \text{ Ом}$$

$$X_B^{T1} = \frac{0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} + U_K^{BH-CH} - U_K^{CH-HH})}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH \ 2}}{S_{HOM}^{BH \ 2}} =$$

$$= \frac{0,5 \cdot (32,5 + 10,5 - 20,5)}{100} \cdot \frac{230^2}{200} = 29,756 \text{ Ом}$$

$$X_C^{T1} = \frac{0,5 \cdot (-U_K^{BH-HH} + U_K^{BH-CH} + U_K^{CH-HH})}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH \ 2}}{S_{HOM}^{BH \ 2}} =$$

$$= \frac{0,5 \cdot (-32,5 + 10,5 + 20,5)}{100} \cdot \frac{230^2}{200} = -1,984 \text{ Ом}$$

$$X_H^{T1} = \frac{0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} - U_K^{BH-CH} + U_K^{CH-HH})}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH \ 2}}{S_{HOM}^{BH \ 2}} =$$

$$= \frac{0,5 \cdot (32,5 - 10,5 + 20,5)}{100} \cdot \frac{230^2}{200} = 56,206 \text{ Ом}$$

Таблица 12

Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.							Лист
											11
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3					

ПС 220 кВ Опорная, параметры автотрансформатора АТ-2

Наименование параметра	Значение
Тип	АТДЦТН-200000/220/110-83У1
Номинальная мощность (полная), МВА	200
Номинальная мощность ВН (полная), МВА	200
Номинальная мощность СН (полная), МВА	200
Номинальная мощность НН (полная), МВА	100
Номинальное напряжение ВН, кВ	230
Номинальное напряжение СН, кВ	121
Номинальное напряжение НН, кВ	10,5
Номинальный ток ВН, А	502
Номинальный ток СН, А	954
Номинальный ток НН, А	5499
Напряжение короткого замыкания ВН-НН, %	33,2
Напряжение короткого замыкания ВН-СН, %	10,7
Напряжение короткого замыкания СН-НН, %	20,5
Потери короткого замыкания ВН-НН, кВт	403
Потери короткого замыкания ВН-СН, кВт	444
Потери короткого замыкания СН-НН, кВт	360

$$R_B^{T2} = \frac{0,5 \cdot \left[ \Delta P_K^{BH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{BH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 + \Delta P_K^{BH-CH} - \Delta P_K^{CH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{CH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 \right]}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} =$$

$$= \frac{0,5 \cdot \left[ 403 \cdot \left( \frac{200}{100} \right)^2 + 444 - 360 \cdot \left( \frac{200}{100} \right)^2 \right]}{1000} \cdot \frac{230^2}{200^2} = 0,407 \text{ Ом}$$

$$R_C^{T2} = \frac{0,5 \cdot \left[ -\Delta P_K^{BH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{BH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 + \Delta P_K^{BH-CH} + \Delta P_K^{CH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{CH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 \right]}{1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} =$$

$$= \frac{0,5 \cdot \left[ -403 \cdot \left( \frac{200}{100} \right)^2 + 444 + 360 \cdot \left( \frac{200}{100} \right)^2 \right]}{1000} \cdot \frac{230^2}{200^2} = 0,180 \text{ Ом}$$

$$R_H^{T2} = \frac{0,5 \cdot \left[ \Delta P_K^{BH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{BH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 - \Delta P_K^{BH-CH} + \Delta P_K^{CH-HH} \cdot \left( \frac{S_{HOM}^{CH}}{S_{HOM}^{HH}} \right)^2 \right]}{3 \cdot 1000} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} =$$

$$= \frac{0,5 \cdot \left[ 403 \cdot \left( \frac{200}{100} \right)^2 - 444 + 360 \cdot \left( \frac{200}{100} \right)^2 \right]}{1000} \cdot \frac{230^2}{200^2} = 1,725 \text{ Ом}$$

$$X_B^{T2} = \frac{0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} + U_K^{BH-CH} - U_K^{CH-HH})}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH^2}} =$$

$$= \frac{0,5 \cdot (33,2 + 10,7 - 20,5)}{100} \cdot \frac{230^2}{200} = 30,947 \text{ Ом}$$

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

002/094-PP3

Лист  
12

$$X_C^{T2} = \frac{0,5 \cdot (-U_K^{BH-HH} + U_K^{BH-CH} + U_K^{CH-HH})}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH}} =$$

$$= \frac{0,5 \cdot (-33,2 + 10,7 + 20,5)}{100} \cdot \frac{230^2}{200} = -2,645 \text{ Ом}$$

$$X_H^{T2} = \frac{0,5 \cdot (U_K^{BH-HH} - U_K^{BH-CH} + U_K^{CH-HH})}{100} \cdot \frac{U_{HOM}^{BH^2}}{S_{HOM}^{BH}} =$$

$$= \frac{0,5 \cdot (33,2 - 10,7 + 20,5)}{100} \cdot \frac{230^2}{200} = 56,868 \text{ Ом}$$

Сопротивления прямой (обратной) и нулевой последовательностей систем со стороны шин 220 кВ ПС 220 кВ Тулун и шин 220 кВ ПС 220 кВ Покусное без учёта ВЛ-232 в максимальном режиме (зима) для схемы Иркутской энергосистемы, в которой введена ВЛ 220 кВ Усть-Илимская ГЭС – Усть-Кут №2; при включении ВЛ-233 со стороны Братской ГЭС и размыкании ЛР 220 кВ ВЛ-233 на ПС 220 кВ Покусное; при введённом АТ-3 на ПС 500/220/110/10 кВ Тулун – представлены в табл. 13.

Таблица 13

Сопротивления системы по концам ВЛ 220 кВ Тулун – Покусное (ВЛ-232)

Схема энергосистемы	ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун (Система 1)	ПС 220 кВ Покусное (Система 2)
Без учёта АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун	$Z1_{C1} = 7,806 + j42,425 \text{ Ом}$ $Z0_{C1} = 4,434 + j38,607 \text{ Ом}$	$Z1_{C2} = 8,132 + j50,647 \text{ Ом}$ $Z0_{C2} = 5,782 + j77,188 \text{ Ом}$
АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун введён	$Z1_{C1} = 2,540 + j28,741 \text{ Ом}$ $Z0_{C1} = 2,563 + j30,938 \text{ Ом}$	$Z1_{C2} = 8,132 + j50,645 \text{ Ом}$ $Z0_{C2} = 5,628 + j76,540 \text{ Ом}$
Тупиковый режим ВЛ-232, без учёта АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун	$Z1_{C1} = 7,806 + j42,425 \text{ Ом}$ $Z0_{C1} = 4,427 + j38,654 \text{ Ом}$	-
Тупиковый режим ВЛ-232, АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) кВ Тулун введён	$Z1_{C1} = 2,540 + j28,741 \text{ Ом}$ $Z0_{C1} = 2,567 + j30,999 \text{ Ом}$	-

Для реализации резервных защит ВЛ 220 кВ Тулун – Покусное (ВЛ-232) принят микропроцессорный блок релейной защиты и автоматики БЭМП РУ-ДВ.

Действующие коэффициенты трансформаторов тока и напряжения для проектируемых защит составляют:

$$K_{TT} = 600/5; K_{TH} = 220000/100.$$

Инф. № подл.	Взам. инф. №	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3			13

## 2. Дистанционная защита (ДЗ)

Схема замещения прямой последовательности для расчета уставок ДЗ линии ВЛ 220 кВ Тулун – Покусное (ВЛ-232) представлена на рис.1. Сопротивления линии и автотрансформаторов (Ом) рассчитаны в соответствии с их паспортными данными и приведены к напряжению 220 кВ.

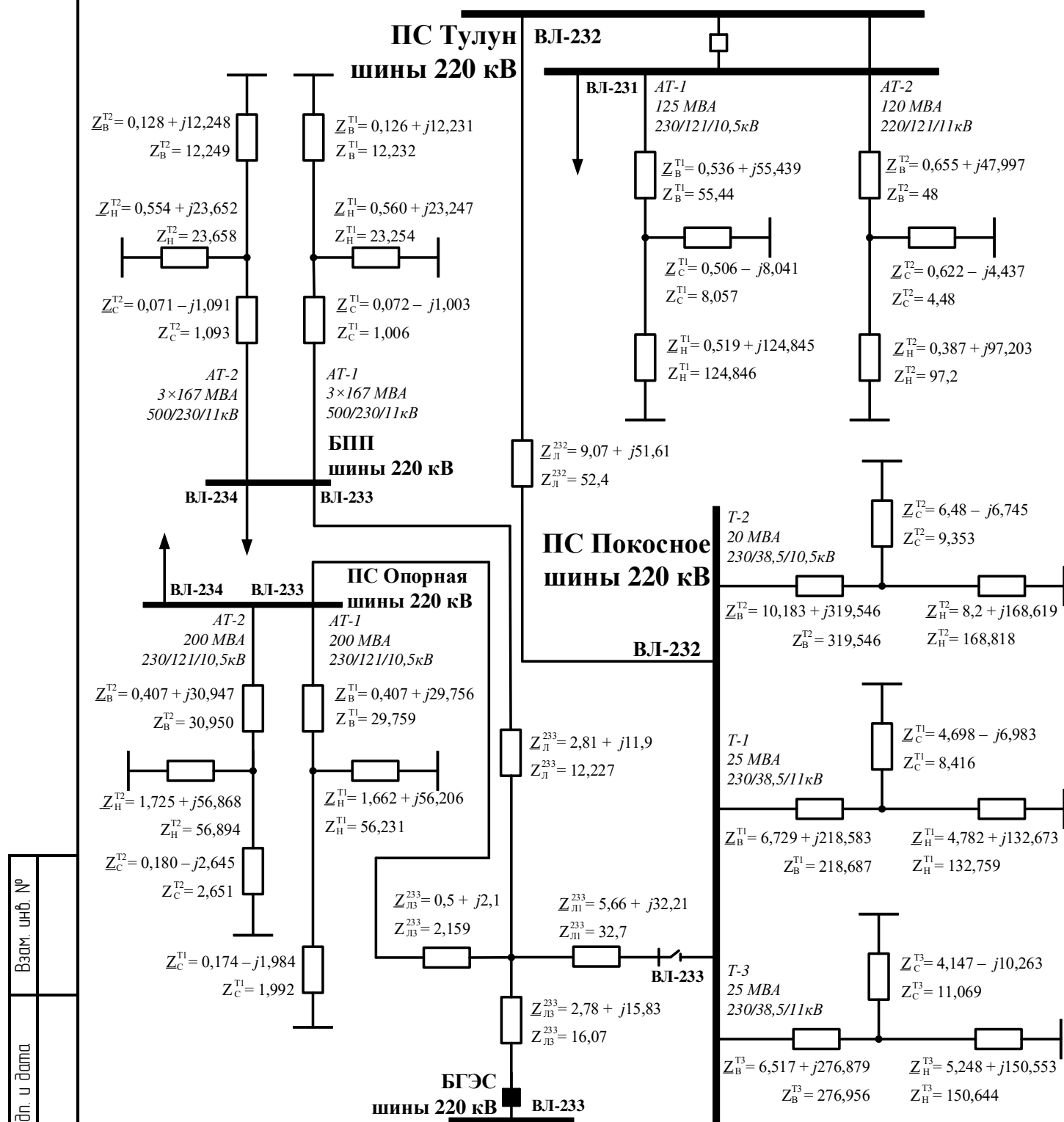


Рис.1. Схема замещения прямой последовательности для расчета уставок ДЗ, сопротивления указаны в Омах, приведены к 220 кВ

## 2.1. I ступень ДЗ

1) Отстройка от металлического КЗ на шинах подстанции, примыкающей к противоположному концу линии с двухсторонним питанием  
В режиме двустороннего питания необходимо обеспечить защиту транзита с учетом сопротивления ВЛ-233.

$$Z_{C.З.}^I \leq 0,85 \cdot (Z_{л}^{232} + Z_{л}^{233}),$$

где  $Z_{л}^{232} = 52,4 \text{ Ом}$  - полное сопротивление прямой последовательности защищаемой линии.

$Z_{л}^{233} = 34,86 \text{ Ом}$  - полное сопротивление прямой последовательности ВЛ-233 до ПС 220 кВ Опорная;

$Z_{л}^{233} = 44,92 \text{ Ом}$  - полное сопротивление прямой последовательности ВЛ-233 до Братского ПП 500 кВ;

$Z_{л}^{233} = 48,78 \text{ Ом}$  - полное сопротивление прямой последовательности ВЛ-233 до выключателя В-233 на Братской ГЭС.

В соответствии с наименьшим сопротивлением:

$$Z_{C.З.}^I \leq 0,85 \cdot (52,4 + 34,86) = 74,17 \text{ Ом}$$

2) Отстройка от КЗ за трансформаторами ПС 220 кВ Покосное

$$Z_{C.З.}^{II} \leq 0,85 \cdot \left( Z_{л} + \frac{Z_{ТР}}{K_{ТОК}} \right),$$

где  $Z_{л}$  - полное сопротивление прямой последовательности защищаемой линии, Ом;

$Z_{ТР}$  - полное сопротивление прямой последовательности автотрансформатора на противоположной подстанции, Ом;

$K_{ТОК}$  - коэффициент токораспределения, о.е. Определяется как отношение тока в защите к току в трансформаторе на противоположном конце защищаемой линии при металлическом КЗ на сторонах НН (СН) данного трансформатора.

Сопротивление линии до шин ПС 220 кВ Покосное  $Z_{л} = 9,07 + j51,61 \rightarrow Z_{л} = 52,4 \text{ Ом}$ .

Для трансформаторов Т-1, Т-2, Т-3 ПС 220 кВ Покосное максимальный  $K_{ТОК} = 1$  в тупиковом режиме работы защищаемой линии.

Сопротивление  $Z_{ТР}$ :

Т-1 ПС 220 кВ Покосное, КЗ на стороне НН:

$$Z_{ТР} = 6,729 + j218,583 + 4,782 + j132,673 = 11,511 + j351,256 \rightarrow Z_{ТР} = 351,256 \text{ Ом}$$

Т-1 ПС 220 кВ Покосное, КЗ на стороне СН:

$$Z_{ТР} = 6,729 + j218,583 + 4,698 - j6,983 = 11,427 + j211,6 \rightarrow Z_{ТР} = 211,908 \text{ Ом}$$

Т-2 ПС 220 кВ Покосное, КЗ на стороне НН:

$$Z_{ТР} = 10,183 + j319,384 + 8,2 + j168,619 = 18,383 + j488,033 \rightarrow Z_{ТР} = 488,349 \text{ Ом}$$

Т-2 ПС 220 кВ Покосное, КЗ на стороне СН:

$$Z_{ТР} = 10,183 + j319,384 + 6,48 - j6,745 = 16,663 + j312,639 \rightarrow Z_{ТР} = 313,083 \text{ Ом}$$

Т-3 ПС 220 кВ Покосное, КЗ на стороне НН:

$$Z_{ТР} = 6,517 + j276,879 + 5,248 + j150,553 = 11,765 + j427,432 \rightarrow Z_{ТР} = 427,594 \text{ Ом}$$

Т-3 ПС 220 кВ Покосное, КЗ на стороне СН:

$$Z_{ТР} = 6,517 + j276,879 + 4,147 - j10,263 = 10,664 + j266,616 \rightarrow Z_{ТР} = 266,829 \text{ Ом}$$

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
									002/094-PP3
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	15



Наименьшее сопротивление для отстройки – при КЗ на стороне СН трансформатора Т-1 ПС 220 кВ Покосное:

$$Z_{с.з.}'' \leq 0,85 \cdot (52,4 + 211,908/1) = 224,663 \text{ Ом}$$

**Принимаем:**

$$Z_{с.з.}^I = 74 \text{ Ом (перв.)}$$

Уставка по реактивному сопротивлению.

Диапазон уставки по техническим возможностям терминала 0,2...100 Ом (втор.).

**Принимаем:**

$$X_{с.з.}^I = Z_{с.з.}^I \cdot \sin \varphi_L = 74 \cdot \sin 80 = 72,88 \text{ Ом (перв.)}$$

$$X_{с.з.}^I = \frac{600/5}{220000/100} \cdot 72,88 = 3,98 \text{ Ом (втор.)}$$

Уставка по активному сопротивлению.

$$R_{с.з.}^I = R_L + R_{пер},$$

где  $R_L$  - активное сопротивление линии (до места повреждения);

$R_{пер} = R_{дуги}$  - активное переходное сопротивление дуги в месте повреждения линии при междуфазном КЗ.

$$R_{дуги} = U_{дуги} \cdot \frac{l_{дуги}}{I},$$

где  $U_{дуги} = 2500 \text{ В/м}$  – расчетная величина удельного напряжения дуги для воздушных линий;

$l_{дуги} = 8 \text{ м}$  – длина дуги при КЗ, принимаем как среднегеометрическое расстояние между фазами для линий 220 кВ;

$I$  – минимальный ток (А), протекающий от места установки защиты до точки КЗ в конце зоны чувствительности первой ступени ДЗ, т.е. на противоположном конце линии (шины 220 кВ ПС 220 кВ Покосное).

Минимальный ток, протекающий в месте установки защиты, при  $K^{(1)}$  на ПС 220 кВ Покосное, для минимального режима системы, при двустороннем питании линии, составляет 974 А. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун – 1122 А. В тех же условиях при тупиковом режиме работы защищаемой линии соответственно 1094 А и 1262 А.

Двустороннее питание:

$$R_{дуги} = 2500 \cdot \frac{8}{974} = 20,5 \text{ Ом};$$

$$R_{дуги} = 2500 \cdot \frac{8}{1122} = 17,8 \text{ Ом} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

Тупиковый режим:

$$R_{дуги} = 2500 \cdot \frac{8}{1094} = 18,3 \text{ Ом};$$

$$R_{дуги} = 2500 \cdot \frac{8}{1262} = 15,8 \text{ Ом} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

Величина активного сопротивления линии в расчетных формулах может игнорироваться, т.к. она автоматически учитывается в форме срабатывания устройств микропроцессорных защит при условии, что заданный угол наклона характеристики ДЗ равен характеристическому углу линии.

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
									002/094-PP3
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	16

Допускается принимать уставку по активному сопротивлению исходя из соотношения  $X/R = 2$ , тогда  $R_{C.3.}^I = 74/2 = 37 \text{ Ом}$ .

Диапазон уставки по техническим возможностям терминала 0,2...100 Ом (втор.).

#### Принимаем:

$R_{C.3.}^I = 15 \text{ Ом}$  (перв.)

$$R_{C.3.}^I = \frac{600/5}{220000/100} \cdot 15 = 0,82 \text{ Ом (втор.)}$$

Выдержку времени принимаем с учётом отстройки от времени срабатывания основных защит трансформаторов ПС 220 кВ Покосное:  $t_{C.3.}^I = 0,2 \text{ с}$ .

Ступень прямонаправленная.

Ступень блокируется при качаниях как быстродействующая.

## 2.2. II ступень ДЗ

1) Согласование с первой ступенью ДЗ смежного участка

$$Z_{C.3.}^{II} \leq 0,85 \cdot Z_l + \frac{0,78}{K_{ТОК}} \cdot Z_{C.3.см.уч}^I,$$

где  $Z_l$  - полное сопротивление прямой последовательности защищаемой линии, Ом;

$Z_{C.3.см.уч}^I$  - полное сопротивление срабатывания первой ступени защиты смежной линии, Ом;

$K_{ТОК}$  - коэффициент токораспределения, о.е. Определяется как отношение тока в защите к току в смежной линии при металлическом КЗ в конце смежного участка.

Согласование с ДЗ-1 ВЛ 220 кВ, отходящих от шин Братского ПП 500 кВ ( $Z_{C.3.см.уч}^I = 12,3 \text{ Ом}$ ):

$Z_l = 97,314 \text{ Ом}$  - полное сопротивление прямой последовательности от шин 220 кВ ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун до шин 220 кВ Братского ПП 500 кВ.

Максимальный коэффициент токораспределения составляет  $K_{ТОК} = 0,2$  при повреждении в конце ВЛ 220 кВ Братский ПП 500 кВ – Опорная при выводе одного из АТ ПС 220 кВ Опорная и включении ШСВ.

$$Z_{C.3.}^{II} \leq 0,85 \cdot 97,314 + \frac{0,78}{0,2} \cdot 12,3 = 130,7 \text{ Ом}$$

При вводе АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун  $K_{ТОК} = 0,25$ , тогда:

$$Z_{C.3.}^{II} \leq 0,85 \cdot 97,314 + \frac{0,78}{0,25} \cdot 12,3 = 121 \text{ Ом}$$

Согласование с ДЗ-1 ВЛ 220 кВ Братский ПП – НПС-3 №1(2) ( $Z_{C.3.см.уч}^I = 12 \text{ Ом}$ ).

Максимальные коэффициенты токораспределения составляют  $K_{ТОК} = 0,1693$  и  $K_{ТОК} = 0,1687$  при повреждении в конце ВЛ 220 кВ Братский ПП 500 кВ – НПС-3 №1(2) соответственно при выводе одного из АТ Братского ПП 500 кВ.

$$Z_{C.3.}^{II} \leq 0,85 \cdot 97,314 + \frac{0,78}{0,1693} \cdot 12 = 138 \text{ Ом}$$

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
									002/094-PP3
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	17

$$Z_{C.3.}'' \leq 0,85 \cdot 97,314 + \frac{0,78}{0,1687} \cdot 12 = 138,2 \text{ Ом}$$

При вводе АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун  $K_{ТОК} = 0,1883$  и  $K_{ТОК} = 0,1877$  соответственно, тогда:

$$Z_{C.3.}'' \leq 0,85 \cdot 97,314 + \frac{0,78}{0,1883} \cdot 12 = 132,4 \text{ Ом}$$

$$Z_{C.3.}'' \leq 0,85 \cdot 97,314 + \frac{0,78}{0,1877} \cdot 12 = 132,6 \text{ Ом}$$

2) Отстройка от КЗ на шинах НН (СН) на удаленной подстанции защищаемого участка

$$Z_{C.3.}'' \leq 0,85 \cdot \left( Z_L + \frac{Z_{TP}}{K_{ТОК}} \right),$$

где  $Z_L$  - полное сопротивление прямой последовательности защищаемой линии, Ом;

$Z_{TP}$  - полное сопротивление прямой последовательности автотрансформатора на противоположной подстанции, Ом;

$K_{ТОК}$  - коэффициент токораспределения, о.е. Определяется как отношение тока в защите к току в трансформаторе на противоположном конце защищаемой линии при металлическом КЗ на сторонах НН (СН) данного трансформатора.

Для трансформаторов Т-1, Т-2, Т-3 ПС 220 кВ Покосное максимальный  $K_{ТОК} = 1$  в тупиковом режиме работы защищаемой линии. Наименьшее сопротивление для отстройки – при КЗ на стороне СН трансформатора Т-1 ПС 220 кВ Покосное:

$$Z_{C.3.}'' \leq 0,85 \cdot (52,4 + 211,908/1) = 224,663 \text{ Ом}$$

Для отстройки от КЗ на шинах НН АТ-1 Братского ПП 500 кВ необходимо учесть также сопротивление линии ВЛ-233 до данной подстанции. Максимальный коэффициент токораспределения составляет  $K_{ТОК} = 0,093$  при трехфазном КЗ на стороне НН АТ-1 Братского ПП 500 кВ, при этом сопротивление трансформатора:

$$Z_{TP} = Z_{TP}^{CH} + Z_{TP}^{HH} = 0,072 - j1,32 + 0,56 + j22,68 = 0,632 + j22,68 \text{ Ом} \rightarrow Z_{TP} = 22,69 \text{ Ом}$$

$$Z_{C.3.}'' \leq 0,85 \cdot (52,4 + 44,92 + 22,69/0,093) = 290 \text{ Ом}$$

При введенном АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун  $K_{ТОК} = 0,105$ , тогда:

$$Z_{C.3.}'' \leq 0,85 \cdot (52,4 + 44,92 + 22,69/0,105) = 266 \text{ Ом}$$

Для отстройки от КЗ на шинах СН АТ-1 Братского ПП 500 кВ необходимо учесть также сопротивление линии ВЛ-233 до данной подстанции. Максимальный коэффициент токораспределения составляет  $K_{ТОК} = 1,412$  при трехфазном КЗ на стороне 500 кВ АТ-1 Братского ПП 500 кВ, при этом сопротивление трансформатора:

$$Z_{TP} = Z_{TP}^{CH} + Z_{TP}^{BH} = 0,072 - j1,32 + 0,126 + j12,96 = 0,198 + j11,64 \text{ Ом} \rightarrow Z_{TP} = 11,64 \text{ Ом}$$

$$Z_{C.3.}'' \leq 0,85 \cdot (52,4 + 44,92 + 11,64/1,412) = 89,7 \text{ Ом}$$

При введенном АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун токораспределение аналогичное.

Для отстройки от КЗ на шинах НН АТ-1 ПС 220 кВ Опорная необходимо учесть также сопротивление линии ВЛ-233 до данной подстанции. Максимальный коэффициент токораспределения составляет  $K_{ТОК} = 0,189$  при трехфазном КЗ на стороне СН АТ-1 ПС 220 кВ Опорная, при этом сопротивление трансформатора:

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3			18

$$Z_{TP} = Z_{TP}^{BH} + Z_{TP}^{HH} = 0,407 + j29,756 + 1,662 + j56,206 = 2,069 + j85,962 \text{ Ом} \rightarrow Z_{TP} = 85,99 \text{ Ом}$$

$$Z_{C.3.}'' \leq 0,85 \cdot (52,4 + 34,86 + 85,99 / 0,189) = 460 \text{ Ом}$$

При введенном АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун  $K_{ТОК} = 0,225$ , тогда:

$$Z_{C.3.}'' \leq 0,85 \cdot (52,4 + 34,86 + 85,99 / 0,225) = 399 \text{ Ом}$$

Для отстройки от КЗ на шинах СН АТ-1 ПС 220 кВ Опорная необходимо учесть также сопротивление линии ВЛ-233 до данной подстанции. Максимальный коэффициент токораспределения составляет  $K_{ТОК} = 0,184$  при трехфазном КЗ на стороне СН АТ-1 ПС 220 кВ Опорная, при этом сопротивление трансформатора:

$$Z_{TP} = Z_{TP}^{BH} + Z_{TP}^{CH} = 0,407 + j29,756 + 0,174 - j1,984 = 0,581 + j27,772 \text{ Ом} \rightarrow Z_{TP} = 27,78 \text{ Ом}$$

$$Z_{C.3.}'' \leq 0,85 \cdot (52,4 + 34,86 + 27,78 / 0,184) = 202,5 \text{ Ом}$$

При введенном АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун  $K_{ТОК} = 0,208$ , тогда:

$$Z_{C.3.}'' \leq 0,85 \cdot (52,4 + 34,86 + 27,78 / 0,208) = 187,7 \text{ Ом}$$

3) Чувствительность при металлическом КЗ в конце защищаемого участка

$$K_{\text{ч}} = \frac{Z_{C.3.}''}{Z_{\text{л}}} \geq 1,25$$

С учётом токораспределения:

$$Z_{C.3.}'' \geq 1,25 \cdot (Z_{\text{л}} + \frac{Z_{\text{л.смеж}}}{K_{\text{ТОК}}})$$

Участок линии от ПС 220 кВ Покосное до ПС 220 кВ Опорная.

При  $K^{(3)}$  на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная:

$$Z_{C.3.}'' \geq 1,25 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{1} + \frac{2,16}{0,143}) = 125,3 \text{ Ом}$$

При  $K^{(1)}$  на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная:

$$Z_{C.3.}'' \geq 1,25 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{0,86} + \frac{2,16}{0,128}) = 134,1 \text{ Ом}$$

Участок линии от ПС 220 кВ Покосное до шин 220 кВ Братского ПП 500 кВ.

При  $K^{(3)}$  на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ:

$$Z_{C.3.}'' \geq 1,25 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{1} + \frac{12,227}{0,899}) = 123,4 \text{ Ом}$$

При  $K^{(1)}$  на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ:

$$Z_{C.3.}'' \geq 1,25 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{0,938} + \frac{12,227}{0,615}) = 133,9 \text{ Ом}$$

Участок линии от ПС 220 кВ Покосное до выключателя В-233, шины 220 кВ Братской ГЭС.

При  $K^{(3)}$  до выключателя В-233:

$$Z_{C.3.}'' \geq 1,25 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{1} + \frac{16,07}{0,12}) = 273,8 \text{ Ом}$$

При  $K^{(1)}$  до выключателя В-233:

$$Z_{C.3.}'' \geq 1,25 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{0,85} + \frac{16,07}{0,11}) = 296,2 \text{ Ом}$$

Инф. № подл.	Взам. инф. №	Подп. и дата							Лист	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3				19

**Принимаем:**

$$Z_{с.з.}'' = 130 \text{ Ом (перв.)}$$

Уставка по реактивному сопротивлению.

Диапазон уставки по техническим возможностям терминала 0,2...100 Ом (втор.).

**Принимаем:**

$$X_{с.з.}'' = Z_{с.з.}'' \cdot \sin \varphi_L = 130 \cdot \sin 80 = 128,03 \text{ Ом (перв.)}$$

$$X_{с.з.}'' = \frac{600/5}{220000/100} \cdot 128,03 = 6,98 \text{ Ом (втор.)}$$

Уставка по активному сопротивлению.

$$R_{\text{ДУГИ}} = U_{\text{ДУГИ}} \cdot \frac{l_{\text{ДУГИ}}}{I},$$

где  $U_{\text{ДУГИ}} = 2500 \text{ В/м}$  – расчетная величина удельного напряжения дуги для воздушных линий;

$l_{\text{ДУГИ}} = 8 \text{ м}$  – длина дуги при КЗ, принимаем как среднегеометрическое расстояние между фазами для линий 220 кВ;

$I_{\text{ДУГИ}}$  – минимальный ток (А), протекающий от места установки защиты до точки КЗ в конце зоны чувствительности второй ступени ДЗ ( $1,25 \cdot Z_L$ ).

Минимальный ток, протекающий в месте установки защиты, при  $K^{(1)}$  на ВЛ-233, для минимального режима системы, составляет 692 А. При вводе в схему АТ-3 на ПС Тулун – 787 А.

$$R_{\text{ДУГИ}} = 2500 \cdot \frac{8}{692} = 29 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{ДУГИ}} = 2500 \cdot \frac{8}{787} = 25,4 \text{ Ом – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

Диапазон уставки по техническим возможностям терминала 0,2...100 Ом (втор.).

**Принимаем:**

$$R_{с.з.}'' = 25 \text{ Ом (перв.)}$$

$$R_{с.з.}'' = \frac{600/5}{220000/100} \cdot 25 = 1,36 \text{ Ом (втор.)}$$

Выдержку времени принимаем с учётом максимального времени срабатывания УРОВ смежного элемента и ступени селективности  $\Delta t = 0,3 \div 0,5 \text{ с}$ :

$$t_{сз}'' = t_{сз}^{\text{УРОВ}} + \Delta t = 0,3 + 0,5 = 0,8 \text{ с.}$$

Дополнительная выдержка времени, отстроенная от качаний, выбирается на ступень селективности 0,5 с меньше минимальной выдержки времени третьей ДЗ-110 АТ-1(2) ПС 220 кВ Опорная (4,7 с)  $t_{сз}'' = 4,2 \text{ с.}$

Ступень прямонаправленная.

Ступень блокируется при качаниях как быстродействующая.

**2.3. III ступень ДЗ**

Третья ступень выполняет функцию дальнего резервирования и предназначена для защиты

Взам. инв. №		смежного элемента и ступени селективности $\Delta t = 0,3 + 0,5 = 0,8$ с.					
		$t_{C3}^{II} = t_{C3}^{YPOB} + \Delta t = 0,3 + 0,5 = 0,8$ с.					
Подп. и дата		Дополнительная выдержка времени, отстроенная от качаний, выбирается на ступень селективности 0,5 с меньше минимальной выдержки времени третьей ДЗ-110 АТ-1(2) ПС 220 кВ Опорная (4,7 с) $t_{C3}^{II} = 4,2$ с.					
		Ступень прямонаправленная. Ступень блокируется при качаниях как быстродействующая.					
Инв. № подл.		<b>2.3. III ступень ДЗ</b>					
		Третья ступень выполняет функцию дальнего резервирования и предназначена для защиты					
						002/094-PP3	Лист
							20
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		



$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{0,86} + \frac{2,16}{0,128}) = 128,8 \text{ Ом}$$

Участок линии от ПС 220 кВ Покусное до шин 220 кВ Братского ПП 500 кВ.

При К<sup>(3)</sup> на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ:

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{1} + \frac{12,227}{0,899}) = 118,45 \text{ Ом}$$

При К<sup>(1)</sup> на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ:

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{0,938} + \frac{12,227}{0,615}) = 128,57 \text{ Ом}$$

Участок линии от ПС 220 кВ Покусное до выключателя В-233, шины 220 кВ Братской ГЭС.

При К<sup>(3)</sup> до выключателя В-233:

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{1} + \frac{16,07}{0,12}) = 262,8 \text{ Ом}$$

При К<sup>(1)</sup> до выключателя В-233:

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{0,85} + \frac{16,07}{0,11}) = 284,35 \text{ Ом}$$

Дальнее резервирование ВЛ 220 кВ Братский ПП – НПС-3 №1(2)

При К<sup>(3)</sup> на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ:

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{1} + \frac{12,227}{0,898} + \frac{14,126}{0,103}) = 283 \text{ Ом} - \text{НПС-3 №1}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{1} + \frac{12,227}{0,898} + \frac{14,078}{0,102}) = 284 \text{ Ом} - \text{НПС-3 №2}$$

При К<sup>(1)</sup> на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ:

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{0,955} + \frac{12,227}{0,676} + \frac{14,126}{0,077}) = 345,8 \text{ Ом} - \text{НПС-3 №1}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{0,955} + \frac{12,227}{0,676} + \frac{14,078}{0,077}) = 345 \text{ Ом} - \text{НПС-3 №2}$$

Дальнее резервирование ВЛ 220 кВ Братский ПП – Опорная №3

Сопротивление линии ВЛ 220 кВ Братский ПП – Опорная №3:

$$Z_l = 3,29 + j14,13 \text{ Ом} \rightarrow Z_l = 14,508 \text{ Ом}$$

При К<sup>(3)</sup> на шинах (II с.ш.) 220 кВ ПС 220 кВ Опорная:

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{1} + \frac{12,227}{0,712} + \frac{14,508}{0,076}) = 352 \text{ Ом}$$

При К<sup>(1)</sup> на шинах (II с.ш.) 220 кВ ПС 220 кВ Опорная:

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{0,873} + \frac{12,227}{1,305} + \frac{14,508}{0,066}) = 382 \text{ Ом}$$

Резервирование при отключении АТ и замыкании ШСВ ПС 220 кВ Опорная

При К<sup>(3)</sup> на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ:

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{1} + \frac{2,16}{5,095} + \frac{14,508}{1,542}) = 113,9 \text{ Ом}$$

При К<sup>(1)</sup> на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ:

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{0,930} + \frac{2,16}{11,724} + \frac{14,508}{0,987}) = 123 \text{ Ом}$$

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №					002/094-PP3		Лист
									22
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

4) Резервирование металлических КЗ на сторонах НН и СН трансформаторов, присоединённых на шинах подстанции противоположного конца и всех её ответвлениях (с коэффициентом чувствительности  $K_q = 1,2$ )

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot Z_{PACq},$$

где  $Z_{PACq}$  – эквивалентное полное сопротивление прямой последовательности расчетной зоны третьей ступени защиты с учетом токораспределения.

Резервирование трансформаторов ПС 220 кВ Покосное.

Максимальный  $K_{ТОК} = 1$  в тупиковом режиме работы защищаемой линии.

В транзите  $K_{ТОК} = 0,35$ .

Трансформатор Т-1:

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + 351,256/1) = 484,4 \text{ Ом} - \text{на стороне НН, тупиковый режим}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + 211,6/1) = 316,8 \text{ Ом} - \text{на стороне СН, тупиковый режим}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + 351,256/0,35) = 1267,2 \text{ Ом} - \text{на стороне НН, транзит}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + 211,6/0,35) = 788,4 \text{ Ом} - \text{на стороне СН, транзит}$$

Трансформатор Т-2:

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + 488,165/1) = 648,7 \text{ Ом} - \text{на стороне НН, тупиковый режим}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + 312,801/1) = 438,2 \text{ Ом} - \text{на стороне СН, тупиковый режим}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + 488,165/0,35) = 1736,5 \text{ Ом} - \text{на стороне НН, транзит}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + 312,801/0,35) = 1135,3 \text{ Ом} - \text{на стороне СН, транзит}$$

Трансформатор Т-3:

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + 427,432/1) = 575,8 \text{ Ом} - \text{на стороне НН, тупиковый режим}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + 266,616/1) = 382,8 \text{ Ом} - \text{на стороне СН, тупиковый режим}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + 427,432/0,35) = 1273,6 \text{ Ом} - \text{на стороне НН, транзит}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + 266,616/0,35) = 977 \text{ Ом} - \text{на стороне СН, транзит}$$

Резервирование автотрансформаторов Братского ПП 500 кВ.

Расчет  $K_{ТОК}$  произведен для  $K^{(1)}$  и  $K^{(3)}$  на стороне ВН и при  $K^{(3)}$  на стороне НН автотрансформаторов Братского ПП 500 кВ.

Автотрансформатор АТ-1.

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{0,8524} + \frac{12,227}{0,392} + \frac{1,006}{0,4632} + \frac{12,232}{0,129}) = 262,7 \text{ Ом} - \text{при } K^{(1)} \text{ на стороне ВН}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{1} + \frac{12,227}{0,9313} + \frac{13,238}{1,412}) = 129,13 \text{ Ом} - \text{при } K^{(3)} \text{ на стороне ВН}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{1} + \frac{12,227}{0,898} + \frac{1,006}{0,093} + \frac{23,254}{0,055}) = 533,5 \text{ Ом} - \text{при } K^{(3)} \text{ на стороне НН}$$

Автотрансформатор АТ-2.

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{0,8524} + \frac{12,227}{0,392} + \frac{1,093}{0,4632} + \frac{12,249}{0,129}) = 263 \text{ Ом} - \text{при } K^{(1)} \text{ на стороне ВН}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{1} + \frac{12,227}{0,9313} + \frac{13,342}{1,412}) = 129,21 \text{ Ом} - \text{при } K^{(3)} \text{ на стороне ВН}$$

$$Z_{C.3.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{1} + \frac{12,227}{0,898} + \frac{1,093}{0,093} + \frac{23,658}{0,055}) = 648,74 \text{ Ом} - \text{при } K^{(3)} \text{ на стороне НН}$$

Инф. № подл.	Взам. инф. №	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3			23



Резервирование автотрансформатора ПС 220 кВ Опорная.

Расчет  $K_{ТОК}$  произведен при  $K^{(3)}$  на сторонах СН и НН автотрансформатора АТ-1 ПС 220 кВ Опорная.

$$Z_{с.з.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{0,184} + \frac{2,16}{0,184} + \frac{29,759 + 1,992}{0,184}) = 497,3 \text{ Ом} - \text{при } K^{(3)} \text{ на стороне СН}$$

$$Z_{с.з.}^{III} \geq 1,2 \cdot (52,4 + \frac{32,7}{0,184} + \frac{2,16}{0,184} + \frac{29,759}{0,184} + \frac{56,206}{0,082}) = 1296 \text{ Ом} - \text{при } K^{(3)} \text{ на стороне НН}$$

**Принимаем:**

$$Z_{с.з.}^{III} = 390 \text{ Ом (перв.)}$$

Принятая уставка обеспечит дальнейшее резервирование следующих смежных элементов сети:

ВЛ 220 кВ Братский ПП – НПС-3 №1(2);

ВЛ 220 кВ Братский ПП – Опорная №3;

повреждения на стороне ВН автотрансформаторов АТ-1, АТ-2 Братского ПП 500 кВ.

Повреждения на стороне НН автотрансформаторов Братского ПП 500 кВ и на сторонах ВН и НН ПС 220 кВ Опорная, а также трансформаторы ПС 220 кВ Покосное (исключение – сторона СН Т-1 и Т-3 в тупиковом режиме) дальним резервированием не обеспечиваются.

Уставка по реактивному сопротивлению.

Диапазон уставки по техническим возможностям терминала 0,2...100 Ом (втор.).

**Принимаем:**

$$X_{с.з.}^{III} = Z_{с.з.}^{III} \cdot \sin \varphi_L = 390 \cdot \sin 80 = 384,1 \text{ Ом (перв.)}$$

$$X_{с.з.}^{III} = \frac{600/5}{220000/100} \cdot 384,1 = 20,95 \text{ Ом (втор.)}$$

Уставка по активному сопротивлению.

$$R_{\text{ДУГИ}} = U_{\text{ДУГИ}} \cdot \frac{l_{\text{ДУГИ}}}{I},$$

где  $U_{\text{ДУГИ}} = 2500 \text{ В/м}$  – расчетная величина удельного напряжения дуги для воздушных линий;

$l_{\text{ДУГИ}}$  – длина дуги при КЗ, для медленнодействующих ступеней ДЗ необходимо учитывать возрастание дуги вследствие влияния окружающей среды и динамических усилий в дуге; примем в соответствии со среднегеометрическим расстоянием между фазами для линий 220 кВ:

$$l_{\text{ДУГИ}} = 3 \cdot 8 = 24 \text{ м};$$

$I_{\text{ДУГИ}}$  – минимальный ток (А), протекающий от места установки защиты до точки КЗ в конце зоны резервирования третьей ступени ДЗ ( $1,25 \cdot Z_L$ ).

Минимальный ток, протекающий в месте установки защиты, при  $K^{(1)}$  в конце зоны резервирования третьей ступени для минимального режима системы составляет 692 А. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун – 787 А.

$$R_{\text{ДУГИ}} = 2500 \cdot \frac{24}{692} = 86,7 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{ДУГИ}} = 2500 \cdot \frac{24}{787} = 76,2 \text{ Ом}.$$

Диапазон уставки по техническим возможностям терминала 0,2...100 Ом (втор.).

Взам. инб. №		$l_{\text{дуги}} = 3 \cdot 8 = 24 \text{ м};$ $I_{\text{дуги}}$ – минимальный ток (А), протекающий от места установки защиты до точки КЗ в конце зоны резервирования третьей ступени ДЗ ( $1,25 \cdot Z_{\text{л}}$ ). Минимальный ток, протекающий в месте установки защиты, при $K^{(1)}$ в конце зоны резервирования третьей ступени для минимального режима системы составляет 692 А. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун – 787 А. $R_{\text{дуги}} = 2500 \cdot \frac{24}{692} = 86,7 \text{ Ом}$ $R_{\text{дуги}} = 2500 \cdot \frac{24}{787} = 76,2 \text{ Ом}.$ Диапазон уставки по техническим возможностям терминала 0,2...100 Ом (втор.).							
Подп. и дата									
Инб. № подл.									
								002/094-PP3	Лист
									24
		Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

**Принимаем:**

$$R_{с.з.}^{III} = 85 \text{ Ом (перв.)}$$

$$R_{с.з.}^{III} = \frac{600/5}{110000/100} \cdot 85 = 4,64 \text{ Ом (втор.)}$$

Выдержка времени принимается из условия согласования с наибольшей выдержкой времени срабатывания защиты резервируемого участка (наибольшее время срабатывания третьей ступени ДЗ-110 АТ-1(2) ПС 220 кВ Опорная):

$$t_{с.з.}^{III} \geq t_{с.з.}^{AT} + \Delta t,$$

где  $t_{с.з.}^{AT} = 5,7 \text{ с}$  - выдержка времени смежного участка, с;

$\Delta t = 0,3 \div 0,5 \text{ с}$  - ступень селективности.

$$t_{с.з.}^{III} \geq 5,7 + 0,5 = 6,2 \text{ с}$$

Ступень прямонаправленная.

Ступень блокируется при качаниях как медленнодействующая.

## 2.4. Вырез области нагрузки

Вырез сектора нагрузки препятствует срабатыванию органов измерения полного сопротивления в режимах, при которых наблюдаются низкие полные сопротивления нагрузки.

Уставка активной составляющей сопротивления нагрузки характеризует область полного сопротивления нагрузки, охватываемую характеристикой срабатывания

$$R_{НГ} \leq K_{ОТС} \cdot Z_{1Н} \cdot \cos \varphi_{1Н},$$

где  $K_{ОТС} = 0,8$  - коэффициент отстройки;

$Z_{1Н}$  - модуль минимального значения полного сопротивления нагрузки;

$\varphi_{1Н} = 30^\circ$  - угол полного сопротивления нагрузки.

$$Z_{1Н} = \frac{U_{МИН.РАБ}}{\sqrt{3} \cdot I_{Н.МАКС}},$$

$U_{МИН.РАБ} = 0,9 \cdot U_{НОМ}$  - первичное минимальное рабочее напряжение в месте установки защиты;

$U_{НОМ}$  - первичное номинальное напряжение линии;

$I_{Н.МАКС} = K_{СЗП} \cdot I_{РАБ.МАКС}$  - максимальный нагрузочный ток линии с учетом самозапуска электродвигателей;

$K_{СЗП} = 1,5 \div 2$  - ориентировочное значение коэффициента самозапуска электродвигателей;

$I = I_{МАКС.РАБ} = 600 \text{ А}$  - первичный рабочий максимальный ток линии в нормальном режиме, соответствует номинальному току ТТ.

$$R_{НГ} \leq 0,8 \cdot \frac{0,9 \cdot 220 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 2 \cdot 600} \cdot \cos 30^\circ = 66 \text{ Ом}$$

Диапазон уставки по техническим возможностям терминала 0,2...100 Ом (втор.).

**Принимаем:**

$$R_{НГ} = 60 \text{ Ом (перв.)}$$

$$R_{НГ} = \frac{600/5}{220000/100} \cdot 60 = 3,27 \text{ Ом (втор.)}$$

Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.		002/094-PP3						Лист
												25
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата							



при вводе АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун –  $\Delta I_{1ГРУБ} = \frac{547}{1,5 \cdot 1,3} = 280 \text{ А}$

$$\Delta I_{2ГРУБ} = \frac{121}{1,5 \cdot 1,3} = 62 \text{ А};$$

при вводе АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун –  $\Delta I_{2ГРУБ} = \frac{136}{1,5 \cdot 1,3} = 70 \text{ А}$

По техническим возможностям терминала диапазон уставки при номинальном токе 5 А:

для  $\Delta I_{1ГРУБ}$  - 0,6÷40 А (втор.);

для  $\Delta I_{2ГРУБ}$  - 0,3÷20 А (втор.).

**Принимаем:**

$$\Delta I_{1ГРУБ} = 245 \text{ А (перв.)}$$

$$\Delta I_{2ГРУБ} = 60 \text{ А (перв.)}$$

$$\Delta I_{1ГРУБ} = \frac{245}{600/5} = 2 \text{ А (втор.)}$$

$$\Delta I_{2ГРУБ} = \frac{60}{600/5} = 0,5 \text{ А (втор.)}$$

При КЗ на линии, сопровождающемся качаниями или асинхронным ходом, грубый канал может обладать недостаточной чувствительностью. Поэтому в токовой блокировке при качаниях используют также чувствительный канал.

Уставку ИО приращения вектора тока обратной последовательности для чувствительного канала необходимо отстроить от тока небаланса, возникающего при допустимых уровнях качаний и асинхронного хода

$$\Delta I_{2ЧУВ} = \frac{K_{ЗП}}{K_B} (I_{2НБ} + I_{2НБ.КАЧ}),$$

где  $I_{2НБ}$  - первичный ток небаланса при номинальном токе в линии, А;

$I_{2НБ.КАЧ}$  - первичный ток небаланса, возникающий при качаниях, А;

$K_{ЗП} = 1,2 \div 1,5$  - коэффициент запаса, учитывающий необходимый запас, погрешности измерительных приборов и погрешности расчетов;

$K_B = 0,9$  - коэффициент возврата.

Максимальное расчётное значение тока небаланса обратной последовательности с учетом нормального режима, возможных качаний и аварийного режима:

$$I_{2НБ.РАСЧ} = I_{2НБ} + I_{2НБ.КАЧ} = 0,03(3) \cdot I_{РАБ}^{МАКС},$$

где  $I_{РАБ}^{МАКС} = 600 \text{ А}$  - максимальный рабочий ток линии, соответствует номинальному току ТТ.

$$\Delta I_{2ЧУВ} = \frac{1,3}{0,9} 0,033 \cdot 600 = 28,5 \text{ А}$$

По техническим возможностям терминала диапазон уставки при номинальном токе 5 А для

$\Delta I_{2ЧУВ}$  - 0,2÷10 А (втор.).

**Принимаем:**

$$\Delta I_{2ЧУВ} = 30 \text{ А (перв.)}$$

$$\Delta I_{2ЧУВ} = \frac{30}{600/5} = 0,25 \text{ А (втор.)}$$

Уставку ИО приращения вектора тока прямой последовательности для чувствительного канала необходимо отстроить от тока небаланса, возникающего при допустимых уровнях качаний и асинхронного хода

$$\Delta I_{1ЧУВ} = K_{ОТС} \cdot \Delta I_{2ЧУВ},$$

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
									27
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3



4) ИО контроля отношения напряжения обратной последовательности к напряжению прямой последовательности

**Принимаем** рекомендуемое значение: 0,2 о.е.

5) ИО приращения вектора тока прямой последовательности

Параметр срабатывания ИО приращения тока прямой последовательности необходимо отстроить от тока небаланса прямой последовательности

$$\Delta I_{\text{БНН}} \geq K_3 \cdot K_H \cdot I_{\text{НБ}},$$

где  $K_3 = 2,0$  - коэффициент запаса;

$K_H = 1,2 \div 2$  - коэффициент надежности;

$I_{\text{НБ}} = (0,02 \div 0,05) \cdot I_{\text{РАБ.МАКС}}$  - ток небаланса прямой последовательности.

$$\Delta I_{\text{БНН}} \geq 2 \cdot 1,5 \cdot 0,05 \cdot 600 = 90 \text{ А}$$

По техническим возможностям терминала: 30÷2400 А (перв.) [0,25÷20 А (втор.)]

**Принимаем:**

$$\Delta I_{\text{БНН}} = 90 \text{ А (перв.)}$$

$$\Delta I_{\text{БНН}} = \frac{90}{600 / 5} = 0,75 \text{ А (втор.)}$$

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
									29
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3

### 3. Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)

ТНЗНП срабатывает селективно при всех видах замыканий на землю в пределах защищаемого объекта и резервирует действие защит смежных участков при внешних замыканиях.

Измерительными органами служат реле тока и реле направления мощности нулевой последовательности.

#### 3.1. I ступень ТНЗНП

1) Отстройка от утроенного тока нулевой последовательности при замыкании на землю на шинах противоположной подстанции (ПС 220 кВ Покосное)

$$I'_{0с.з.} \geq K_{отс} \cdot 3I_{0\text{ макс}},$$

где  $K_{отс} = 1,1 \div 1,3$  – коэффициент отстройки, учитывающий неточности расчетов, влияние апериодической составляющей, необходимый запас и погрешность;

$3I_{0\text{ макс}}$  – максимальное значение утроенного первичного тока нулевой последовательности, протекающего в месте установки защиты в случае замыкания на землю на шинах противоположной подстанции.

Максимальный ток при  $K^{(1)}$  на шинах ПС 220 кВ Покосное в максимальном режиме системы составляет 821 А. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 888 А.

$$I'_{0с.з.} \geq 1,3 \cdot 821 = 1067 \text{ А}$$

$$I'_{0с.з.} \geq 1,3 \cdot 888 = 1154 \text{ А} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

2) Отстройка от утроенного тока нулевой последовательности, наводимого на защищаемой линии при КЗ на землю на линии, с которой имеется взаимоиנדукция

$$I'_{0с.з.} \geq K_{отс} \cdot 3I_{0\text{ макс}},$$

где  $K_{отс} = 1,3$  – коэффициент отстройки, учитывающий неточности расчетов, влияние апериодической составляющей, необходимый запас и погрешность;

$3I_{0\text{ макс}}$  – максимальное значение утроенного первичного тока нулевой последовательности, протекающего в месте установки защиты в случае замыкания на землю на линии, с которой имеется взаимоиנדукция.

Защищаемая линия связана взаимоиנדукцией с ВЛ 500 кВ Братский ПП 500 кВ – ПС 500 кВ Ново-Зиминская (ВЛ-560), ВЛ 500 кВ Тулун – Братская ГЭС (ВЛ-561) и ВЛ 500 кВ Тулун – Братская ГЭС (ВЛ-562).

Наибольшие токи в месте установки защиты в соответствии с расчетом в АРМ СРЗА наводятся в максимальном режиме системы при однофазных КЗ вдоль линий 500 кВ, с которыми имеется взаимоиנדукция, и составляют: 590 А при  $K^{(1)}$  вдоль ВЛ-560, 590 А при  $K^{(1)}$  вдоль ВЛ-561, 544 А при  $K^{(1)}$  вдоль ВЛ-562. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – соответственно 421 А, 849 А, 585 А.

$$I'_{0с.з.} \geq 1,3 \cdot 590 = 767 \text{ А}$$

$$I'_{0с.з.} \geq 1,3 \cdot 849 = 1104 \text{ А} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

3) Отстройка от утроенного тока нулевой последовательности, проходящего в месте установки защиты при неполнофазном режиме

$$I'_{0с.з.} \geq K_{отс} \cdot 3I_{0\text{ нпф}},$$

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3			30

где  $K_{отс} = 1,1 \div 1,3$  – коэффициент отстройки, учитывающий неточности расчетов, влияние апериодической составляющей, необходимый запас и погрешность;

$3I_{0_{НПФ}}$  – максимальное значение утроенного первичного тока нулевой последовательности, протекающего в месте установки защиты в неполнофазном режиме, возникающем при неодновременном включении фаз выключателя.

Наибольший утроенный ток нулевой последовательности при неполнофазном режиме составляет 476 А при включении в работу одной фазы, режим системы максимальный.

При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 470 А.

$$I'_{0с.з.} \geq 1,3 \cdot 476 = 619 \text{ А}$$

$$I'_{0с.з.} \geq 1,3 \cdot 470 = 611 \text{ А} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

4) Отстройка от утроенного тока нулевой последовательности при замыкании на землю на шинах удалённых подстанций (Братского ПП 500 кВ и ПС 220 кВ Опорная)

$$I'_{0с.з.} \geq K_{отс} \cdot 3I_{0_{МАКС}},$$

где  $K_{отс} = 1,1 \div 1,3$  – коэффициент отстройки, учитывающий неточности расчетов, влияние апериодической составляющей, необходимый запас и погрешность;

$3I_{0_{МАКС}}$  – максимальное значение утроенного первичного тока нулевой последовательности, протекающего в месте установки защиты в случае замыкания на землю в расчетных условиях.

Максимальный ток при  $K^{(1,1)}$  на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ в максимальном режиме системы составляет 93 А при отключенном АТ-2. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 102 А.

$$I'_{0с.з.} \geq 1,3 \cdot 93 = 121 \text{ А}$$

$$I'_{0с.з.} \geq 1,3 \cdot 102 = 133 \text{ А} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

Максимальный ток при  $K^{(1)}$  на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная в максимальном режиме системы составляет 352 А при отключенном АТ-2 и включенном ШСВ. При вводе в схему АТ-3 на ПС 500 кВ Тулун при тех же условиях – 394 А.

$$I'_{0с.з.} \geq 1,3 \cdot 352 = 458 \text{ А}$$

$$I'_{0с.з.} \geq 1,3 \cdot 394 = 512 \text{ А} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

Максимальный ток при  $K^{(1)}$  вблизи шин 220 кВ Братской ГЭС в максимальном режиме системы составляет 232 А. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 278 А.

$$I'_{0с.з.} \geq 1,3 \cdot 232 = 301,6 \text{ А}$$

$$I'_{0с.з.} \geq 1,3 \cdot 278 = 361,4 \text{ А} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

Диапазон уставки по техническим возможностям терминала 0,25...175 А (втор.).

**Принимаем:**

$$I'_{0с.з.} = 1100 \text{ А (перв.)}$$

$$I'_{0с.з.} = \frac{1100}{600 / 5} = 9,2 \text{ А (втор.)}$$

При вводе в схему АТ-3 ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун уставка может быть принята 1200 А (перв.).

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3				31



Ступень ненаправленная.

1) Согласование с первой ступенью защиты предыдущей линии с учетом коэффициента токораспределения

$$I_{0C.3.}^{II} \geq K_{ТОК} \cdot K_{ОТС} \cdot 3I_{0C.3.ПРЕД}$$

$3I_{O.C3.ПРЕД}$  – ток срабатывания предыдущего участка, с которым производится согласование, А;

$K_{ТОК}$  – максимальный коэффициент токораспределения нулевой последовательности для защищаемого участка при замыкании на землю в конце зоны, защищаемой ступенью защиты предыдущего элемента, с которой производится согласование. Данный коэффициент равен отношению тока в месте установки рассматриваемой защиты к току в месте установки защиты, с которой производится согласование.

Уставка I ступени ВЛ 220 кВ Братский ПП – Опорная №2 (4700 А / 0 сек).

Наибольший  $K_{ТОК} = 0,136$  при  $K^{(1)}$  на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная, при отключенном АТ ПС 220 кВ Опорная и включенном ШСВ. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун в тех же расчетных условиях -  $K_{ТОК} = 0,152$ .

$$I_{0C3}^{II} \geq 0,136 \cdot 1,3 \cdot 4700 = 830,96 \text{ A}$$

$$I_{0C3}^{II} \geq 0,152 \cdot 1,3 \cdot 4700 = 928,72 \text{ А} - \text{при вводе АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

Наибольший  $K_{ТОК} = 0,135$  при  $K^{(1)}$  на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная, при отключенном АТ ПС 220 кВ Опорная и включенном ШСВ. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун в тех же расчетных условиях -  $K_{ТОК} = 0,150$ .

$$I_{0C3}^{II} \geq 0,135 \cdot 1,3 \cdot 5500 = 965,25 \text{ A}$$

$$I_{0C3}^{II} \geq 0,150 \cdot 1,3 \cdot 5500 = 1072,5 \text{ A} - \text{при вводе АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун}$$

Наибольший  $K_{ТОК} = 0,006$  при  $K^{(1)}$  на шинах 220 кВ ПС 220 кВ НПС-3. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун в тех же расчетных условиях значение аналогично.

$$I_{0C.3.}^{II} \geq 0,006 \cdot 1,3 \cdot 6500 = 50,7 \text{ A}$$

2) Согласование с защитой от замыканий на землю предыдущего автотрансформатора, направленными в АТ или в шины его смежного напряжения, с учетом коэффициента токораспределения

$$I_{0.03}^{II} \geq K_{OTC} \cdot K_{ТОК} \cdot 3I_{0.03}^I \text{ ПРЕР},$$

где  $K_{отс} = 1,1 \div 1,3$  – коэффициент отстройки, учитывающий неточности расчетов, влияние апериодической составляющей, необходимый запас и погрешность;

Взам. инв. №	<p>Уставка I ступени ВЛ 220 кВ Братский ПП – НПС-3 №1(2) (6500 А / 0,01 сек).</p> <p>Наибольший <math>K_{ТОК} = 0,006</math> при <math>K^{(1)}</math> на шинах 220 кВ ПС 220 кВ НПС-3. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун в тех же расчетных условиях значение аналогично.</p> $I''_{0С.3} \geq 0,006 \cdot 1,3 \cdot 6500 = 50,7 \text{ А}$							
Подп. и дата	<p>2) Согласование с защитой от замыканий на землю предыдущего автотрансформатора, направленными в АТ или в шины его смежного напряжения, с учетом коэффициента токораспределения</p> $I''_{0СЗ} \geq K_{ОТС} \cdot K_{ТОК} \cdot 3I^I_{0.СЗ\_ПРЕД},$ <p>где <math>K_{ОТС} = 1,1 \div 1,3</math> – коэффициент отстройки, учитывающий неточности расчетов, влияние апериодической составляющей, необходимый запас и погрешность;</p>							
Инв. № подл.							002/094-PP3	Лист
								32
	Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

$K_{ТОК}$  – максимальный коэффициент токораспределения нулевой последовательности для защищаемого участка при замыкании на землю в конце зоны, защищаемой ступенью защиты предыдущего элемента, с которой производится согласование. Данный коэффициент равен отношению тока в месте установки рассматриваемой защиты к току в месте установки защиты, с которой производится согласование.

Согласование с защитой АТ Братского ПП 500 кВ, направленной в шины смежного напряжения: 33-500, II ступень, уставка 1200 А, выдержки времени 1,8 сек (СВ) и 2,3 сек (АТ).

Уставка с учетом коэффициента трансформации АТ:  $1200 / 0,447 = 2685 \text{ А}$ .

Максимальный коэффициент токораспределения для согласования (токи приведены к 230 кВ):  $K_{ТОК}^{МАКС} = 0,02$  при однофазном замыкании на землю на шинах 500 кВ Братского ПП 500 кВ; при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун значение совпадает.

$$I_{0СЗ}'' \geq 1,3 \cdot 0,02 \cdot 2685 = 69,81 \text{ А}$$

Согласование с защитой АТ ПС 220 кВ Опорная, направленной в шины смежного напряжения: 33-110, I ступень, уставка 2200 А, выдержки времени - 0,8 сек (ШСВ-110) / 1,3 сек (ВМ-110) / 1,8 сек (АТ).

Уставка с учетом коэффициента трансформации АТ:  $2200 \cdot 0,5 = 1100 \text{ А}$ .

Максимальный коэффициент токораспределения для согласования (токи приведены к 230 кВ):  $K_{ТОК}^{МАКС} = 0,059$  при однофазном замыкании на землю на шинах 110 кВ ПС 220 кВ

Опорная; при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун  $K_{ТОК}^{МАКС} = 0,066$ .

$$I_{0СЗ}'' \geq 1,3 \cdot 0,059 \cdot 1100 = 84,37 \text{ А}$$

$$I_{0СЗ}'' \geq 1,3 \cdot 0,066 \cdot 1100 = 94,38 \text{ А} \text{ – при вводе АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

3) Отстройка от КЗ на смежном напряжении удалённых подстанций

$$I_{0СЗ}'' \geq K_{ОТС} \cdot 3I_{0МАКС},$$

где  $K_{ОТС} = 1,1 \div 1,3$  – коэффициент отстройки, учитывающий неточности расчетов, влияние апериодической составляющей, необходимый запас и погрешность;

$3I_{0МАКС}$  – максимальное значение утроенного первичного тока нулевой последовательности, протекающего в месте установки защиты в случае замыкания на землю в расчетных условиях.

Максимальный ток при  $K^{(1)}$  на шинах 500 кВ Братского ПП 500 кВ в максимальном режиме системы составляет 126 А при отключенном АТ-2. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 145 А.

$$I_{0СЗ}'' \geq 1,3 \cdot 126 = 164 \text{ А}$$

$$I_{0СЗ}'' \geq 1,3 \cdot 145 = 189 \text{ А} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

Максимальный ток при  $K^{(1,1)}$  на шинах 110 кВ ПС 220 кВ Опорная в максимальном режиме системы составляет 140 А. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 156 А.

$$I_{0СЗ}'' \geq 1,3 \cdot 140 = 182 \text{ А}$$

$$I_{0СЗ}'' \geq 1,3 \cdot 156 = 203 \text{ А} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

4) Отстройка от тока небаланса в нулевом проводе трансформаторов тока при качаниях при выдержке времени второй ступени защиты, не превышающей  $1 \div 1,5 \text{ с}$ .

Инф. № подл.	Взам. инф. №	Подп. и дата							Лист	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3				33



Выдержка времени второй ступени защиты выбирается по согласованию с ВЛ 220 кВ, отходящими от Братского ПП 500 кВ, поскольку уставка по току отстроена от КЗ на смежных напряжениях АТ ПС 220 кВ Опорная и Братского ПП 500 кВ (наибольшая выдержка времени 0,01 сек ТЗНП-1 ВЛ 220 кВ Братский ПП – НПС-3 №1(2)). Принимаем:

$$t_{с.з.}^{II} = 0,5 \text{ с.}$$

Ступень выполняется прямонаправленной для определения замыкания на землю в зоне срабатывания.

### 3.3. III ступень ТНЗНП

1) Согласование со второй ступенью защиты предыдущей линии с учетом коэффициента токораспределения

$$I_{0с.з.}^{III} \geq K_{ТОК} \cdot K_{ОТС} \cdot 3I_{0с.з.ПРЕД}$$

где  $K_{ОТС} = 1,1 \div 1,3$  – коэффициент отстройки, учитывающий неточности расчетов, влияние апериодической составляющей, необходимый запас и погрешность;

$3I_{0с.з.ПРЕД}$  – ток срабатывания предыдущего участка, с которым производится согласование, А;

$K_{ТОК}$  – максимальный коэффициент токораспределения нулевой последовательности для защищаемого участка при замыкании на землю в конце зоны, защищаемой ступенью защиты предыдущего элемента, с которой производится согласование. Данный коэффициент равен отношению тока в месте установки рассматриваемой защиты к току в месте установки защиты, с которой производится согласование

Согласование производим с ТЗНП ВЛ 220 кВ, отходящих от шин Братского ПП 500 кВ.

Уставка II ступени ВЛ 220 кВ Братский ПП – Опорная №2 (1300 А / 0,8 сек).

Наибольший  $K_{ТОК} = 0,136$  при  $K^{(1)}$  на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная, при отключенном АТ ПС 220 кВ Опорная и включенном ШСВ. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун в тех же расчетных условиях -  $K_{ТОК} = 0,152$ .

$$I_{0с.з.}^{II} \geq 0,136 \cdot 1,3 \cdot 1300 = 230 \text{ А}$$

$$I_{0с.з.}^{II} \geq 0,152 \cdot 1,3 \cdot 1300 = 257 \text{ А – при вводе АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

Уставка II ступени ВЛ 220 кВ Братский ПП – Опорная №3 (1950 А / 0,8 сек).

Наибольший  $K_{ТОК} = 0,135$  при  $K^{(1)}$  на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная, при отключенном АТ ПС 220 кВ Опорная и включенном ШСВ. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун в тех же расчетных условиях -  $K_{ТОК} = 0,150$ .

$$I_{0с.з.}^{II} \geq 0,135 \cdot 1,3 \cdot 1950 = 342,23 \text{ А}$$

$$I_{0с.з.}^{II} \geq 0,150 \cdot 1,3 \cdot 1950 = 380,25 \text{ А – при вводе АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун}$$

Уставка II ступени ВЛ 220 кВ Братский ПП – НПС-3 №1(2) (4200 А / 0,8 сек).

Наибольший  $K_{ТОК} = 0,006$  при  $K^{(1)}$  на шинах 220 кВ ПС 220 кВ НПС-3. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун в тех же расчетных условиях значение аналогично.

$$I_{0с.з.}^{II} \geq 0,006 \cdot 1,3 \cdot 4200 = 32,76 \text{ А}$$

2) Согласование с защитой от замыканий на землю предыдущего автотрансформатора,

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3			35

направленными в АТ или в шины его смежного напряжения, с учетом коэффициента токораспределения

$$I_{0C3}^{III} \geq K_{OTC} \cdot K_{ТОК} \cdot 3I_{0C3\_ПРЕД}^{II},$$

где  $K_{OTC} = 1,1 \div 1,3$  - коэффициент отстройки, учитывающий неточности расчетов, влияние апериодической составляющей, необходимый запас и погрешность;

$K_{ТОК}$  - максимальный коэффициент токораспределения нулевой последовательности для защищаемого участка при замыкании на землю в конце зоны, защищаемой ступенью защиты предыдущего элемента, с которой производится согласование. Данный коэффициент равен отношению тока в месте установки рассматриваемой защиты к току в месте установки защиты, с которой производится согласование.

Согласование производим также со II ступенями защит от замыканий на землю автотрансформаторов Братского ПП 500 кВ и ПС 220 кВ Опорная.

Тогда согласование с 33-500 АТ Братского ПП 500 кВ, II ступень, уставка 1200 А, выдержки времени 1,8 сек (СВ) и 2,3 сек (АТ) с учетом коэффициента трансформации и токораспределения (и при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун):

$$I_{0C3}^{III} \geq 1,3 \cdot 0,02 \cdot 2685 = 69,81 \text{ А}$$

Согласование с защитой 33-110 АТ ПС 220 кВ Опорная, I ступень, уставка 2200 А, выдержки времени - 0,8 сек (ШСВ-110) / 1,3 сек (ВМ-110) / 1,8 сек (АТ) с учетом коэффициента трансформации и токораспределения:

$$I_{0C3}^{III} \geq 1,3 \cdot 0,059 \cdot 1100 = 84,37 \text{ А}$$

$$I_{0C3}^{III} \geq 1,3 \cdot 0,066 \cdot 1100 = 94,38 \text{ А} \text{ – при вводе АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

3) Отстройка от КЗ на смежном напряжении удалённых подстанций

$$I_{0C3}^{III} \geq K_{OTC} \cdot 3I_{0_{МАКС}},$$

где  $K_{OTC} = 1,1 \div 1,3$  – коэффициент отстройки, учитывающий неточности расчетов, влияние апериодической составляющей, необходимый запас и погрешность;

$3I_{0_{МАКС}}$  – максимальное значение утроенного первичного тока нулевой последовательности, протекающего в месте установки защиты в случае замыкания на землю в расчетных условиях.

Максимальный ток при К<sup>(1)</sup> на шинах 500 кВ Братского ПП 500 кВ в максимальном режиме системы составляет 126 А при отключенном АТ-2. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 145 А.

$$I_{0C3}^{III} \geq 1,3 \cdot 126 = 164 \text{ А}$$

$$I_{0C3}^{III} \geq 1,3 \cdot 145 = 189 \text{ А} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

Максимальный ток при К<sup>(1,1)</sup> на шинах 110 кВ ПС 220 кВ Опорная в максимальном режиме системы составляет 140 А. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 156 А.

$$I_{0C3}^{III} \geq 1,3 \cdot 140 = 182 \text{ А}$$

$$I_{0C3}^{III} \geq 1,3 \cdot 156 = 203 \text{ А} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

4) Отстройка от тока небаланса в нулевом проводе трансформатора тока при трехфазном КЗ за трансформаторами подстанции ближнего и противоположного концов рассматриваемой линии

$$I_{0C3}^{III} \geq K_{ПЕР} \cdot K_{OTC} \cdot 3I_{0_{НБ.КЗ}},$$

где  $K_{ПЕР} = 1 \div 2$  - коэффициент, учитывающий увеличение тока небаланса в переходном режиме;

Инф. № подл.	Взам. инф. №	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3			36

$K_{отс} = 1,25$  - коэффициент отстройки, учитывающий неточности расчетов, влияние апериодической составляющей, необходимый запас и погрешность;

$3I0_{нб.кз} = K_{нб} \cdot I_{расч.кз}$  - ток небаланса в нулевом проводе трансформаторов в установившемся режиме при внешнем трехфазном КЗ;

$K_{нб} = 0,02 \div 0,1$  - коэффициент небаланса;

$I_{расч}$  - максимальное значение фазного тока в месте установки защиты при внешнем трехфазном КЗ.

За трансформатором противоположного конца защищаемой линии: наибольшее значение  $I_{расч}$  составляет 187 А при  $K^{(3)}$  на стороне СН Т-1 ПС 220 кВ Покосное в максимальном режиме системы. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 222 А.

За трансформатором ближнего конца защищаемой линии: наибольшее значение  $I_{расч}$  составляет 776 А при  $K^{(3)}$  на стороне СН АТ-1 ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун в максимальном режиме системы. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 749 А.

$$I_{0с.3.}^{III} \geq 2 \cdot 1,25 \cdot 0,1 \cdot 776 = 194 \text{ А}$$

$$I_{0с.3.}^{III} \geq 2 \cdot 1,25 \cdot 0,1 \cdot 749 = 187 \text{ А} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун}$$

#### 5) Чувствительность

Чувствительность третьей ступени проверяется при металлическом однофазном КЗ на землю на шинах противоположной подстанции:

$$K_{ч}^{III} = \frac{3I0_{з.мин}}{I_{0с.3.}^{III}},$$

где  $3I0_{з.мин}$  - ток в защите при однофазном КЗ в конце смежной линии, А;

$I_{0с.3.}^{III}$  - первичный ток срабатывания третьей ступени защиты, А.

Минимальное допустимое значение коэффициента чувствительности при замыкании на землю в конце защищаемой линии – 1,5.

Таким образом:

$$I_{0с.3.}^{III} \leq \frac{3I0_{з.мин}}{1,5}$$

$3I0_{з.мин} = 48 \text{ А}$  – минимальный ток в месте установки защиты при однофазном КЗ на землю в конце линии на шинах Братского ПП 500 кВ, режим системы минимальный. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 51 А.

$$I_{0с.3.}^{III} \leq \frac{48}{1,5} = 32 \text{ А}$$

$$I_{0с.3.}^{III} \leq \frac{51}{1,5} = 34 \text{ А} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун}$$

Диапазон уставки по техническим возможностям терминала 0,2...100 А (втор.).

#### Принимаем:

$$I_{0с.3.}^{III} = 380 \text{ А (перв.)}$$

$$I_{0с.3.}^{III} = \frac{380}{600/5} = 3,17 \text{ А (втор.)}$$

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
									37
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3

При вводе в схему АТ-3 ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун уставка может быть принята 240 А (перв.).

Выдержка времени третьей ступени защиты выбирается по согласованию с ВЛ 220 кВ, отходящими от Братского ПП 500 кВ, поскольку уставка по току отстроена от КЗ на смежных напряжениях АТ ПС 220 кВ Опорная и Братского ПП 500 кВ (выдержка времени 0,8 сек ТЗНП-2). Принимаем:

$$t_{с.з.}^{III} = 0,8 + 0,5 = 1,3 \text{ с.}$$

Степень выполняется прямонаправленной для определения замыкания на землю в зоне срабатывания.

### 3.4. IV степень ТЗНП

1) Отстройка от суммарного тока небаланса в нулевом проводе трансформаторов тока, протекающего при максимальном нагрузочном режиме

$$I_{0с.з.}^{IV} \geq \frac{K_{отс}}{K_B} \cdot (I0_{НБ} + 3I0_{Н.Р.}),$$

где  $K_{отс} = 1,3$  - коэффициент отстройки, учитывающий неточности расчетов, необходимый запас и погрешность реле;

$K_B = 0,85$  - коэффициент возврата;

$I0_{НБ} = K_{НБ} \cdot I_{РАБ.МАКС}$  - ток небаланса в нулевом проводе трансформаторов в максимальном нагрузочном режиме;

$K_{НБ} = 0,05 \div 0,1$  - коэффициент небаланса;

$I_{РАБ.МАКС} = 600 \text{ А}$  - максимальный расчетный тока нагрузочного режима, принимаем в соответствии с номинальным током ТТ;

$3I0_{Н.Р.}$  - утроенный ток нулевой последовательности, обусловленный несимметрией в системе;

$$3I0_{Н.Р.} \leq 0,03 \cdot I_{РАБ.МАКС}$$

$$I_{0с.з.}^{IV} \geq \frac{1,3}{0,85} \cdot ((0,05 \div 0,1) + 0,03) \cdot 600 = (73,4 \div 119,3) \text{ А}$$

2) Чувствительность

Чувствительность четвертой ступени защиты проверяется при однофазном КЗ в конце зоны резервирования в режиме каскадного отключения повреждения для следующей ступени защиты

$$K_{\text{ч}}^{IV} = \frac{3I0_{з.МИН}}{I_{0с.з.}^{IV}},$$

где  $3I0_{з.МИН}$  - ток в защите при однофазном КЗ (каскад) в конце зоны резервирования, А;

$I_{0с.з.}^{IV}$  - первичный ток срабатывания четвертой ступени защиты, А.

Минимальное значение коэффициента чувствительности для четвертой ступени равно 1,2.

Таким образом:

$$I_{0с.з.}^{IV} \leq \frac{3I0_{з.МИН}}{1,2}$$

$3I0_{з.МИН} = 195 \text{ А}$  - минимальный ток в месте установки защиты при однофазном КЗ (каскад) на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ, режим системы минимальный. При вводе в

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
									38
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3

схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 222 А.

$$I_{0С.3,}^{IV} \leq \frac{195}{1,2} = 162,5 \text{ А}$$

$$I_{0С.3,}^{IV} \leq \frac{222}{1,2} = 185 \text{ А}$$

3) Дальнее резервирование смежных элементов сети

При КЗ в зоне дальнего резервирования  $K_{\tau} \geq 1,2$ .

$$I_{0С.3,}^{IV} \leq \frac{3I0_{3.МИН}}{1,2}$$

При К<sup>(1,1)</sup> на стороне 500 кВ АТ Братского ПП 500 кВ, режим системы минимальный:

$$3I0_{3.МИН} = 96 \text{ А} \rightarrow I_{0С.3,}^{IV} \leq 96/1,2 = 80 \text{ А}.$$

При К<sup>(1)</sup> на стороне 110 кВ АТ ПС 220 кВ Опорная, АТ-2 отключен, ШСВ включен, режим системы минимальный:

$$3I0_{3.МИН} = 76 \text{ А} \rightarrow I_{0С.3,}^{IV} \leq 76/1,2 = 63 \text{ А}.$$

При К<sup>(1,1)</sup> на линии вблизи шин 220 кВ Братской ГЭС, режим системы минимальный:

$$3I0_{3.МИН} = 184 \text{ А} \rightarrow I_{0С.3,}^{IV} \leq 184/1,2 = 153 \text{ А}.$$

При К<sup>(1)</sup> на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ, режим системы минимальный:

$$3I0_{3.МИН} = 48 \text{ А} \rightarrow I_{0С.3,}^{IV} \leq 48/1,2 = 40 \text{ А}.$$

При К<sup>(1,1)</sup> на шинах 220 кВ (I с.ш.) ПС 220 кВ Опорная, режим системы минимальный:

$$3I0_{3.МИН} = 302 \text{ А} \rightarrow I_{0С.3,}^{IV} \leq 302/1,2 = 252 \text{ А}.$$

При К<sup>(1,1)</sup> на шинах 220 кВ (II с.ш.) ПС 220 кВ Опорная, режим системы минимальный:

$$3I0_{3.МИН} = 120 \text{ А} \rightarrow I_{0С.3,}^{IV} \leq 120/1,2 = 100 \text{ А}.$$

При К<sup>(1,1)</sup> на шинах 220 кВ ПС 220 кВ НПС-3, режим системы минимальный:

$$3I0_{3.МИН} = 14 \text{ А} \rightarrow I_{0С.3,}^{IV} \leq 14/1,2 = 11,7 \text{ А}.$$

Диапазон уставки по техническим возможностям терминала 0,2...100 А (втор.).

**Принимаем** в соответствии с действующей уставкой:

$$I_{0С.3,}^{IV} = 100 \text{ А (перв.)}$$

$$I_{0С.3,}^{IV} = \frac{100}{600/5} = 0,83 \text{ А (втор.)}$$

Принятая уставка обеспечит дальнейшее резервирование следующих смежных элементов сети:  
повреждения на защищаемой линии вблизи шин 220 кВ Братской ГЭС;  
повреждения на защищаемой линии вблизи шин 220 кВ ПС 220 кВ Опорная;  
линия ВЛ 220 кВ Братский ПП – Опорная № 2;  
линия ВЛ 220 кВ Братский ПП – Опорная № 3;

Дальним резервированием не обеспечиваются:  
автотрансформаторы удалённых подстанций;  
повреждения на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ;  
линии ВЛ 220 кВ Братский ПП – НПС-3 №1(2).

Для предотвращения неселективного действия ненаправленной ступени при замыканиях на землю в обратном направлении («за спиной») для последней ступени ТНЗНП выдержка времени отстраивается от времени срабатывания последних ступеней ТНЗНП всех других

Взам. инб. №								
Подп. и дата								
Инб. № подл.								
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3		Лист
								39



Принимаем:  $t_{C3}^{IV} = 7,7 \text{ с.}$

### 3.5. Выбор уставок измерительных органов направленности (PHM)

### Выбор уставок по току срабатывания.

$$I_{0PHM-P} \geq \frac{K_{OTC}}{K_R} \cdot (I0_{HB} + I0_{H.P}),$$

$K_B = 0,9$  - коэффициент возврата;

$$K_{\text{нб}} = 0,03 \div 0,05$$
 - коэффициент небаланса;

$I0_{HP}$  - ток нулевой последовательности, обусловленный несимметрией в системе;

$$I0_{HP} \leq 0,03 \cdot I_{PAБ\text{ МАКС}}$$

$$I_{0PHM-P} \geq \frac{1,25}{0,9} \cdot (0,03 + 0,02) \cdot 600 = 41,6 \text{ A}$$

$$I_{0PHM} \leq \frac{I_{0C.3}}{K_{OTC}},$$

$K_{отс} = 1,2$  - коэффициент отстройки, учитывающий неточности расчетов, необходимый запас и погрешность реле.

$$I_{0PHM} \leq \frac{220}{1,2} = 183,3 \text{ A}$$

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{0\text{КЗ.МИН}}}{I_{0\text{РНМ}}},$$

где  $I_{0K3\text{ мин}}$  - минимальный ток в защите при КЗ в конце защищаемой зоны, А;

$I_{0PHM}$  - первичный ток срабатывания токовых реле РНМ, А.

Взам. инв. №						002/094-PP3	Лист
Подп. и дата							40
Инв. № подл.							
<p>где <math>I_{0C.3}</math> - первичный ток срабатывания наиболее чувствительной направленной ступени ТНЗНП, принимаем ток срабатывания третьей ступени – 220 А; <math>K_{отс} = 1,2</math> - коэффициент отстройки, учитывающий неточности расчетов, необходимый запас и погрешность реле.</p> $I_{0PHM} \leq \frac{220}{1,2} = 183,3 \text{ А}$ <p>в) Коэффициент чувствительности по току.</p> $K_q = \frac{I_{0КЗ.МИН}}{I_{0PHM}},$ <p>где <math>I_{0КЗ.МИН}</math> - минимальный ток в защите при КЗ в конце защищаемой зоны, А; <math>I_{0PHM}</math> - первичный ток срабатывания токовых реле РНМ, А.</p>							

Нормативные значения коэффициента чувствительности по току:

при повреждениях в конце защищаемой линии – 1,5;

при повреждениях в конце зоны резервирования – 1,2.

Тогда:

$$I_{0PHM} = \frac{I_{0K3.MIN}}{K_q}$$

Повреждение в конце линии (шины ПС 220 кВ Покосное),  $K_q = 1,5$ .

$I_{0K3.MIN} = 632$  А - минимальный ток в месте установки защиты при однофазном КЗ на землю на шинах ПС 220 кВ Покосное, режим системы минимальный, линия в тупиковом режиме работы (включение ВЛ-233 со стороны Братской ГЭС и размыкание ЛР на ПС 220 кВ Покосное) .

$$I_{0PHM} = \frac{632}{1,5} = 421,3 \text{ А} .$$

Повреждение в конце зоны резервирования,  $K_q = 1,2$  .

Вблизи шин 220 кВ Братской ГЭС:  $I_{0K3.MIN} = 184$  А - минимальный ток в месте установки защиты при двухфазном КЗ на землю вблизи шин 220 кВ Братской ГЭС, режим системы минимальный.

$$I_{0PHM} = \frac{184}{1,2} = 153 \text{ А} .$$

На шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная:  $I_{0K3.MIN} = 302$  А - минимальный ток в месте установки защиты при двухфазном КЗ на землю на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная, режим системы минимальный.

$$I_{0PHM} = \frac{302}{1,2} = 252 \text{ А} .$$

На шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ:  $I_{0K3.MIN} = 48$  А - минимальный ток в месте установки защиты при однофазном КЗ на землю на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ, режим системы минимальный.

$$I_{0PHM} = \frac{48}{1,2} = 40 \text{ А} .$$

По техническим возможностям терминала порог срабатывания РНМ НП по току нулевой последовательности регулируется в пределах  $(0,04...0,5) \cdot I_{НОМ} = (0,2...2,5) \text{ А}$  (втор.). Таким образом, возможный диапазон уставки:

$$I_{0PHM} = (0,2...2,5) \cdot 600 / 5 = (24...300) \text{ А}$$

**Принимаем:**

$$I_{0PHM-P} = 42 \text{ А (перв.)}$$

$$I_{0PHM-P} = \frac{42}{600/5} = 0,35 \text{ А (втор.)}$$

Чувствительность при выбранной уставке:

для повреждения на шинах ПС 220 кВ Покосное  $K_q = 632 / 42 = 15$ ;

для повреждения у шин 220 кВ Братской ГЭС  $K_q = 184 / 42 = 4,38$ ;

для повреждения на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная  $K_q = 302 / 42 = 7,19$ ;

для повреждения на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ  $K_q = 48 / 42 = 1,14$ .

Чувствительность токового органа при повреждениях вблизи шин 220 кВ

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
									41
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3



Опорная, режим системы минимальный.

$$U_{0PHM} = \frac{9,37}{1,2} = 7,81 \text{ кВ}.$$

На шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ:  $3U_{0КЗ.МИН} = 8,53 \text{ кВ}$  - минимальное напряжение в месте установки защиты при однофазном КЗ на землю на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ, режим системы минимальный.

$$U_{0PHM} = \frac{8,53}{1,2} = 7,11 \text{ кВ}.$$

Расчетное значение уставки минимального напряжения нулевой последовательности для органа направления мощности может определяться также по выражению, которое учитывает требуемую чувствительность:

$$U_{0PHM} = K_{ЗАП} \cdot 3I_{0РАСЧ} \cdot X_{0РАСЧ},$$

где  $3I_{0РАСЧ}$  - минимальный расчетный ток, протекающий через защиту, принимается равным току срабатывания самой чувствительной направленной ступени (III ступень – 220 А);

$X_{0РАСЧ}$  - минимальное сопротивление нулевой последовательности системы «за спиной» по отношению к защищаемой линии (38,653 Ом);

$K_{ЗАП} = 0,9$  - коэффициент надежности, учитывающий погрешности, связанные с измерительными органами, погрешности расчетов и т.д.

$$U_{0PHM} = 0,9 \cdot 220 \cdot 38,653 = 7,65 \text{ кВ}$$

По техническим возможностям терминала порог срабатывания РНМ НП по напряжению нулевой последовательности регулируется в пределах (0,5...5) В (втор.). Таким образом, возможный диапазон уставки:

$$U_{0PHM} = (0,5...5) \cdot 220000/100 = (1100...11000) \text{ В}$$

#### Принимаем:

$$U_{0PHM-P} = 7,1 \text{ кВ (перв.)}$$

$$U_{0PHM-P} = \frac{7100}{220000/100} = 3,23 \text{ В (втор.)}$$

Чувствительность при выбранной уставке:

для повреждения на шинах ПС 220 кВ Покусное  $K_{\eta} = 21,88/7,1 = 3,1$ ;

для повреждения у шин 220 кВ Братской ГЭС  $K_{\eta} = 4,58/7,1 = 0,65$ ;

для повреждения на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная  $K_{\eta} = 9,37/7,1 = 1,3$ ;

для повреждения на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ  $K_{\eta} = 8,53/7,1 = 1,2$ .

Чувствительность органа напряжения при повреждениях вблизи шин 220 кВ Братской ГЭС не обеспечивается.

2. Выбор уставок и проверка чувствительности обратнонаправленного РНМНП (РНМ-Б).

В случаях не обеспечения чувствительности РНМ прямого направления (в линию) применяется логика блокирующего РНМ (РНМ-Б), срабатывающего при обратном направлении мощности КЗ (к шинам, замыкание «за спиной») с одновременным блокированием.

#### Выбор уставок по току срабатывания.

Отстройка от уставки блокируемой ступени защиты по току:

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
									002/094-PP3
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	43



ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун	$3U_{03}$ , кВ	66,49 (69,45)	85,91 (83,6)
Шины 220 кВ ПС 500 кВ Ново-Зиминская	$3I_{03}$ , А	235 (214)	204 (195)
	$3U_{03}$ , кВ	39 (35,67)	33,85 (32,53)
Тупиковый режим работы ВЛ-232			
Шины 220 кВ ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун	$3I_{03}$ , А	284 (268)	302 (291)
	$3U_{03}$ , кВ	114,98 (108,46)	122,28 (117,66)
Шины 110 кВ ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун	$3I_{03}$ , А	150 (140)	195 (185)
	$3U_{03}$ , кВ	60,76 (56,75)	78,88 (75,02)
Шины 220 кВ ПС 500 кВ Ново-Зиминская	$3I_{03}$ , А	98 (87)	86 (81)
	$3U_{03}$ , кВ	32,73 (29,28)	28,73 (27,11)

### Принимаем:

$$U_{0PHM-B} = 0,5 \cdot 220000 / 100 = 1,1 \text{ кВ (перв.)}$$

$$U_{0PHM-B} = 0,5 \text{ В (втор.)}$$

Уставки по углам максимальной чувствительности рекомендуется задавать для РНМ-Р – плюс 110°, а для РНМ-Б – минус 70°.

### 3. Выбор уставок и проверка чувствительности РНМОП.

В качестве дополнительного органа, контролирующего направленность при замыканиях на землю и обеспечивающего чувствительность в зоне резервирования, используется разрешающий РНМОП.

### Выбор уставки по току обратной последовательности.

а) Обеспечение чувствительности по току в конце зоны резервирования.

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{2K3.MIN}}{I_{2PHM}},$$

где  $I_{2K3.MIN}$  - минимальный ток в защите при КЗ в конце защищаемой зоны, А;

$I_{2PHM}$  - первичный ток срабатывания токовых реле РНМ, А;

$K_{\text{ч}} = 1,2$  - коэффициент чувствительности по току при повреждениях в конце зоны резервирования.

Тогда:

$$I_{2PHM} = \frac{I_{2K3.MIN}}{K_{\text{ч}}}$$

Вблизи шин 220 кВ Братской ГЭС:  $I_{2K3.MIN} = 125 \text{ А}$  - минимальный ток в месте установки защиты при однофазном КЗ на землю вблизи шин 220 кВ Братской ГЭС, режим системы минимальный.

$$I_{2PHM} = \frac{125}{1,2} = 104 \text{ А}.$$

На шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная:  $I_{2K3.MIN} = 261 \text{ А}$  - минимальный ток в месте установки защиты при однофазном КЗ на землю на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная, режим системы минимальный, АТ- 2 отключен, ШСВ включен.

$$I_{2PHM} = \frac{261}{1,2} = 217 \text{ А}.$$

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
									45
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3

На шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ:  $I_{2КЗ.МИН} = 234 \text{ А}$  - минимальный ток в месте установки защиты при двухфазном КЗ на землю на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ, режим системы минимальный.

$$I_{2PHM} = \frac{234}{1,2} = 195 \text{ А}.$$

б) Отстройка от удалённых КЗ за трансформаторами

Для ограничения глубины зоны резервирования с целью исключения излишнего действия резервной защиты при удаленных КЗ за трансформатором необходимо произвести отстройку:

$$I_{2PHM-P} \geq \frac{I_{2КЗ.ТР.МИН}}{K_H},$$

где  $K_H = 1,5 \div 4$  – коэффициент надежности, определяющий чувствительность резервной защиты;

$I_{2КЗ.ТР.МИН}$  – минимальное значение тока обратной последовательности, протекающего в месте установки защиты при КЗ за трансформатором, А.

Повреждение за АТ ПС 220 кВ Опорная:  $I_{2КЗ.ТР.МИН} = 87 \text{ А}$  - минимальный ток в месте установки защиты при двухфазном КЗ на землю за АТ-1 ПС 220 кВ Опорная, режим системы максимальный.

$$I_{2PHM} \geq \frac{87}{1,5 \div 4} = 58 \div 22 \text{ А}.$$

На шинах 500 кВ Братского ПП 500 кВ:  $I_{2КЗ.МИН} = 136 \text{ А}$  - минимальный ток в месте установки защиты при однофазном КЗ на землю на шинах 500 кВ Братского ПП 500 кВ, режим системы максимальный.

$$I_{2PHM} \geq \frac{136}{1,5 \div 4} = 91 \div 34 \text{ А}.$$

По техническим возможностям терминала порог срабатывания РНМОП по току обратной последовательности регулируется в пределах  $(0,04...0,5) \cdot I_{НОМ} = (0,2...2,5) \text{ А}$  (втор.). Таким образом, возможный диапазон уставки:

$$I_{2PHM} = (0,2...2,5) \cdot 600 / 5 = (24...300) \text{ А}$$

**Принимаем:**

$$I_{2PHM-P} = 100 \text{ А (перв.)}$$

$$I_{2PHM-P} = \frac{100}{600 / 5} = 0,83 \text{ А (втор.)}$$

Чувствительность при выбранной уставке в зоне резервирования:

для повреждения у шин 220 кВ Братской ГЭС  $K_{\eta} = 125 / 100 = 1,25$ ;

для повреждения на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная  $K_{\eta} = 261 / 100 = 2,61$ ;

для повреждения на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ  $K_{\eta} = 234 / 100 = 2,34$ .

Чувствительность обеспечивается.

**Выбор уставки по напряжению обратной последовательности.**

а) Отстройка от напряжения небаланса в нормальном режиме.

$$U_{2PHM} = 0,06 \cdot U_{НОМ}$$

По данным экспериментов и опыта эксплуатации при таком напряжении срабатывания

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
									46
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3

обеспечивается отстройка от напряжения небаланса в расчетном (нагрузочном) режиме.

$$U_{2PHM} = 0,06 \cdot 100 = 6 \text{ В (втор.)}$$

б) Обеспечение чувствительности по напряжению в конце зоны резервирования.

$$K_q = \frac{U_{2K3.MIN}}{U_{2PHM}},$$

где  $U_{2K3.MIN}$  – значение напряжения обратной последовательности в месте установки защиты при металлическом КЗ между фазами в конце зоны резервирования в режиме с наименьшим значением этого напряжения, В;

$U_{2PHM}$  – уставка срабатывания МТЗ по напряжению обратной последовательности, В.

Тогда:

$$U_{2PHM} = \frac{3U_{2MIN}}{K_q},$$

Повреждение в конце зоны резервирования,  $K_q = 1,2$ .

Вблизи шин 220 кВ Братской ГЭС:  $3U_{2K3.MIN} = 6,27 \text{ кВ}$  - минимальное напряжение в месте установки защиты при однофазном КЗ на землю вблизи шин 220 кВ Братской ГЭС, режим системы максимальный.

$$U_{2PHM} = \frac{6,27}{1,2} = 5,23 \text{ кВ}.$$

На шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная:  $3U_{2K3.MIN} = 13,88 \text{ кВ}$  - минимальное напряжение в месте установки защиты при однофазном КЗ на землю на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная, режим системы максимальный.

$$U_{2PHM} = \frac{13,88}{1,2} = 11,57 \text{ кВ}.$$

На шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ:  $3U_{2K3.MIN} = 14,23 \text{ кВ}$  - минимальное напряжение в месте установки защиты при двухфазном КЗ на землю на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ, режим системы максимальный.

$$U_{2PHM} = \frac{14,23}{1,2} = 11,86 \text{ кВ}.$$

По техническим возможностям терминала порог срабатывания РНМОП по напряжению обратной последовательности регулируется в пределах (0,5...5) В (втор.). Таким образом, возможный диапазон уставки:

$$U_{2PHM} = (0,5...5) \cdot 220000 / 100 = (1100...11000) \text{ В}$$

**Принимаем:**

$$U_{2PHM-P} = 5,2 \text{ кВ (перв.)}$$

$$U_{2PHM-P} = \frac{5200}{220000 / 100} = 2,36 \text{ В (втор.)}$$

Чувствительность при выбранной уставке:

$$\text{для повреждения у шин 220 кВ Братской ГЭС } K_q = 6,27 / 5,2 = 1,2;$$

$$\text{для повреждения на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Опорная } K_q = 13,88 / 5,2 = 2,67;$$

$$\text{для повреждения на шинах 220 кВ Братского ПП 500 кВ } K_q = 14,23 / 5,2 = 2,74.$$

Чувствительность обеспечивается.

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
									47
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3



Блокирующее РНМОП не используется, уставки принимаем максимально возможными. По техническим возможностям терминала порог срабатывания РНМОП по току обратной последовательности регулируется в пределах  $(0,04...0,5) \cdot I_{НОМ} = (0,2...2,5) \text{ А}$  (втор.). Таким образом, возможный диапазон уставки:

$$I_{2PHM} = (0,2...2,5) \cdot 600 / 5 = (24...300) \text{ А}$$

**Принимаем:**

$$I_{2PHM-B} = 2,5 \text{ А (втор.)}$$

$$I_{2PHM-B} = 300 \text{ А (перв.)}$$

По техническим возможностям терминала порог срабатывания РНМОП по напряжению обратной последовательности регулируется в пределах  $(0,5...5) \text{ В}$  (втор.). Таким образом, возможный диапазон уставки:

$$U_{2PHM} = (0,5...5) \cdot 220000 / 100 = (1100...11000) \text{ В}$$

**Принимаем:**

$$U_{2PHM-B} = 11 \text{ кВ (перв.)}$$

$$U_{2PHM-B} = 5 \text{ В (втор.)}$$

### 3.6. Выбор уставок измерительных органов блокировки от бросков намагничивающего тока (БНТ)

Для несрабатывания ТНЗНП от бросков намагничивающего тока предусмотрена блокировка по соотношению действующих значений второй и основной гармоники утроенного тока нулевой последовательности.

Уставку органа отношения тока нулевой последовательности второй гармоники к току нулевой последовательности первой гармоники принимаем по умолчанию 0,04.

### 3.7. Автоматическое ускорение токовой защиты от замыканий на землю (АУ ТНЗНП)

Под автоматическое ускорение заводится ступень с  $K_q \approx 2$  в конце защищаемой зоны.

**Принимаем** АУ для третьей ступени ТНЗНП,  $T_{ср} \text{ АУ ТНЗНП} = 0,4 \text{ с}$ .

### 3.8. Оперативное ускорение токовой защиты от замыканий на землю (ОУ ТНЗНП)

Под оперативное ускорение заводится ступень, защищающая линию с  $K_q = 1,5$ .

**Принимаем** ОУ для третьей ступени ТНЗНП,  $T_{ср} \text{ ОУ ТНЗНП} = 0,5 \text{ с}$ .

Инф. № подл.	Взам. инф. №	Подп. и дата							Лист	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3				48

#### 4. Междофазная токовая отсечка (МФТО)

Быстродействующая токовая защита (токовая отсечка) предназначена для мгновенного отключения близких металлических КЗ.

По условию селективности, токовая отсечка без выдержки времени не должна работать за пределами защищаемой линии. Ток срабатывания выбирается наибольшим из следующих условий:

1) Отстройка от максимального тока нагрузки:

$$I_{C3} \geq \frac{K_H \cdot K_{C3П}}{K_B} \cdot I_{РАБ.МАКС},$$

где  $K_H = 1,1$  - коэффициент запаса;

$K_B = 0,9$  - коэффициент возврата;

$K_{C3П} = 1,5 \div 2,5$  - коэффициент самозапуска электродвигателей;

$I_{РАБ.МАКС} = 600$  А - первичный рабочий максимальный ток нагрузки, соответствует номинальному току ТТ.

$$I_{C3} \geq \frac{1,1 \cdot 2,5}{0,9} \cdot 600 = 1833 \text{ А}$$

2) Отстройка от максимального тока при КЗ на шинах противоположной подстанции

$$I_{C,3} \geq K_{ОТС} \cdot I_{К.МАКС},$$

где  $K_{ОТС} = 1,2 \div 1,3$  - коэффициент отстройки, учитывающий погрешность тока срабатывания и погрешность в расчете тока КЗ;

$I_{К.МАКС}$  - первичный максимальный расчетный ток в фазе в месте установки защиты при КЗ на шинах подстанции в конце линии.

В режиме двустороннего питания защищаемой линии  $I_{К.МАКС} = 1363$  А при трехфазном КЗ на шинах ПС 220 кВ Покосное в максимальном режиме системы, АТ-3 ПС Ново-Зиминская отключен. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях  $I_{К.МАКС} = 1618$  А.

В тупиковом режиме защищаемой линии  $I_{К.МАКС} = 1390$  А при трехфазном КЗ на шинах ПС 220 кВ Покосное в максимальном режиме системы, АТ-3 ПС Ново-Зиминская отключен. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях  $I_{К.МАКС} = 1655$  А.

$$I_{C,3} \geq 1,3 \cdot 1390 = 1807 \text{ А}$$

$$I_{C,3} \geq 1,3 \cdot 1655 = 2152 \text{ А} - \text{при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

3) Отстройка от максимального тока при КЗ на шинах 220 кВ ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун

$$I_{C,3} \geq K_{ОТС} \cdot I_{К.МАКС},$$

где  $K_{ОТС} = 1,2 \div 1,3$  - коэффициент отстройки, учитывающий погрешность тока срабатывания и погрешность в расчете тока КЗ;

$I_{К.МАКС}$  - первичный максимальный расчетный ток в фазе в месте установки защиты при КЗ на шинах подстанции, на которой установлена защита.

В режиме двустороннего питания защищаемой линии  $I_{К.МАКС} = 1252$  А при трехфазном КЗ на шинах 220 кВ ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун в максимальном режиме системы. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях  $I_{К.МАКС} = 1229$  А.

Взам. инб. №	$I_{C,3} \geq 1,3 \cdot 1655 = 2152 \text{ А}$ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.					
	3) Отстройка от максимального тока при КЗ на шинах 220 кВ ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун					
Подп. и дата	$I_{C,3} \geq K_{отс} \cdot I_{К.МАКС},$					
	где $K_{отс} = 1,2 \div 1,3$ – коэффициент отстройки, учитывающий погрешность тока срабатывания и погрешность в расчете тока КЗ;					
Инб. № подл.	$I_{К.МАКС}$ - первичный максимальный расчетный ток в фазе в месте установки защиты при КЗ на шинах подстанции, на которой установлена защита.					
	В режиме двустороннего питания защищаемой линии $I_{К.МАКС} = 1252 \text{ А}$ при трехфазном КЗ на шинах 220 кВ ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун в максимальном режиме системы. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях $I_{К.МАКС} = 1229 \text{ А}.$					
002/094-PP3						Лист
						49
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$I_{C,3} \geq 1,3 \cdot 1252 = 1628 \text{ А}$$

$I_{C,3} \geq 1,3 \cdot 1229 = 1598 \text{ А}$  – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.

4) Отстройка от максимального тока при качаниях

$$I_{C,3} \geq K_{отс} \cdot I_{кач.макс}$$

где  $K_{отс} = 1,1 \div 1,2$  – коэффициент отстройки, учитывающий погрешность тока срабатывания и погрешность в расчете тока КЗ;

$I_{кач.макс}$  – первичный максимальный расчетный ток при качаниях.

Максимальный ток качаний составляет 1470 А.

При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 1500 А.

$$I_{C,3} \geq 1,2 \cdot 1470 = 1764 \text{ А}$$

$$I_{C,3} \geq 1,2 \cdot 1500 = 1800 \text{ А}$$
 – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.

4) Обеспечение чувствительности при междуфазном КЗ в начале защищаемой линии в минимальном режиме работы сети:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{к.мин}}}{I_{C,3}} \geq 1,2,$$

где  $K_{\text{ч}}$  – коэффициент чувствительности;

$I_{\text{к.мин}}$  – минимальный ток, протекающий в месте установки защиты при двухфазном КЗ в начале защищаемой линии;

$I_{C,3}$  – уставка по току срабатывания.

Тогда:

$$I_{C,3} \leq \frac{I_{\text{к.мин}}}{1,2}$$

Минимальный ток, протекающий в месте установки защиты при двухфазном КЗ в начале защищаемой линии вблизи шин 220 кВ ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун, составляет 2469 А.

При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 3767 А.

$$I_{C,3} \leq 2469 / 1,2 = 2057,5 \text{ А}$$

$$I_{C,3} \leq 3767 / 1,2 = 3139 \text{ А}$$

Диапазон уставки по техническим возможностям терминала 0,2...175 А (втор.).

**Принимаем** действующую уставку:

$$I_{C,3}^{TO} = 2000 \text{ А (перв.)}$$

$$I_{C,3}^{TO} = \frac{2000}{600 / 5} = 16,67 \text{ А (втор.)}$$

При вводе в схему АТ-3 ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун уставка может быть принята 2200 А (перв.).

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист
									50
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3

Взам. инв. №	$I_{сз} \leq \frac{990}{1,2} = 825 \text{ А} - \text{при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$																											
	Подп. и дата	<p>При КЗ на ВЛ возле шин 220 кВ Братского ПП 500 кВ при каскадном отключении КЗ на ВЛ со всех сторон, кроме ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун:</p> $I_{КЗ}^{МНН} = 803 \text{ А} - \text{при двухфазном замыкании на землю в расчетных условиях, система в минимальном летнем режиме. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 912 А.}$																										
		$I_{сз} \leq \frac{803}{1,2} = 669 \text{ А}$																										
Инв. № подл.	$I_{сз} \leq \frac{912}{1,2} = 760 \text{ А} - \text{при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; height: 20px;"></td> <td style="width: 10%; height: 20px;"></td> <td style="width: 10%; height: 20px;"></td> <td style="width: 10%; height: 20px;"></td> <td style="width: 10%; height: 20px;"></td> <td style="width: 10%; height: 20px;"></td> <td rowspan="2" style="width: 40%; text-align: center; vertical-align: middle;">002/094-PP3</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Лист</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td style="height: 20px;"></td> <td style="height: 20px;"></td> <td style="height: 20px;"></td> <td style="height: 20px;"></td> <td style="height: 20px;"></td> <td style="text-align: center;">51</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Изм.</td> <td style="text-align: center;">Кол.уч.</td> <td style="text-align: center;">Лист</td> <td style="text-align: center;">№ док.</td> <td style="text-align: center;">Подп.</td> <td style="text-align: center;">Дата</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>												002/094-PP3	Лист							51	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
						002/094-PP3	Лист																					
							51																					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата																							

При КЗ на ВЛ возле шин 220 кВ Братской ГЭС при каскадном отключении КЗ на ВЛ со всех сторон, кроме ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун:

$I_{КЗ}^{мин} = 782 \text{ А}$  - при двухфазном замыкании на землю в расчетных условиях, система в минимальном летнем режиме. При вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун при тех же условиях – 885 А.

$$I_{сз} \leq \frac{782}{1,2} = 652 \text{ А}$$

$$I_{сз} \leq \frac{885}{1,2} = 738 \text{ А} \text{ – при вводе в схему АТ-3 на ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун.}$$

Принимаем условие обеспечения чувствительности определяющим.  
 Диапазон уставки по техническим возможностям терминала 0,2...175 А (втор.).

**Принимаем:**

$$I_{с.з}^{МТЗ} = 650 \text{ А (перв.)}$$

$$I_{с.з}^{МТЗ} = \frac{650}{600/5} = 5,42 \text{ А (втор.)}$$

При вводе в схему АТ-3 ПС 220 кВ (ПП 500 кВ) Тулун уставка может быть принята 730 А (перв.).

Выдержка времени ТЗН должна быть отстроена на ступень селективности  $\Delta t = 0,5 \text{ с}$  от выдержки времени МФТО. Принимаем:  $t_{с.з.} = 0,5 \text{ с}$ .

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист	
									52	
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3	

## 6. Автоматика повторного включения (АПВ)

Для защищаемой линии применяется однократное ТАПВ.

Уставки АПВ-1 и АПВ-2 принимаем одинаковыми.

АПВ-1 – АПВ шин, а АПВ-2 – АПВ линии.

Выбор выдержки времени на срабатывание АПВ.

1) Выдержка времени должна быть больше времени готовности привода для работы на выключение

$$t_{1АПВ} = t_{ГП} + t_{зап},$$

где  $t_{ГП} = 0,3$  с - время готовности привода выключателя РЭ ЗАР1ДТ-245;

$t_{зап} = 0,3 \div 0,5$  с - время запаса, учитывающее непостоянство  $t_{ГП}$  и временную погрешность.

$$t_{1АПВ} = 0,3 + 0,5 = 0,8 \text{ с}$$

2) Выдержка времени должна учитывать особенности схемы соединения энергообъектов, последовательность и условия включения выключателей

$$t_{1АПВ} = t_{защ}^2 - t_{защ}^1 + t_{откл}^2 - t_{откл}^1 - t_{вкл}^1 + t_{д} + t_{зап},$$

где  $t_{защ}^2$  - выдержка времени второй ступени РЗ расположенной на противоположном конце линии;

$t_{защ}^1$  - наименьшая выдержка времени РЗ при КЗ вблизи шин (ПС 220 кВ (ПП 500 кВ)

Тулун, первая ступень ДЗ и ТНЗНП – 0 с);

$t_{откл}^2$  - время отключения выключателя, расположенного на противоположном конце линии;

$t_{откл}^1$  - время отключения выключателя, для которого выбирается АПВ (РЭ ЗАР1ДТ-245; 0,037 с);

$t_{вкл}^1$  - время включения выключателя, для которого выбирается АПВ (РЭ ЗАР1ДТ-245; 0,055 с);

$t_{д} = 0,1 \div 0,3$  с - время деионизации;

$t_{зап} = 0,5 \div 0,7$  с - время запаса, учитывающее временную погрешность.

ПС 220 кВ Покосное, вторая ступень МТЗ –  $t_{защ}^2 = 4,5$  с;  $t_{откл}^2 = 0,75$  с (КЗ+ОД)

$$t_{1АПВ} = 4,5 - 0 + 0,75 - 0,037 - 0,055 + 0,3 + 0,7 = 6,158 \text{ с}$$

ПС 220 кВ Опорная, вторая ступень 33-220 –  $t_{защ}^2 = 3,8$  с;  $t_{откл}^2 = 0,05$  с

$$t_{1АПВ} = 3,8 - 0 + 0,05 - 0,037 - 0,055 + 0,3 + 0,7 = 4,758 \text{ с}$$

Братский ПП 500 кВ, вторая ступень 33-220 –  $t_{защ}^2 = 2,3$  с;  $t_{откл}^2 = 0,05$  с

$$t_{1АПВ} = 2,3 - 0 + 0,05 - 0,037 - 0,055 + 0,3 + 0,7 = 3,258 \text{ с}$$

**Принимаем** существующую выдержку времени:  $t_{1АПВ} = 4,6$  с

Выбор выдержки времени готовности АПВ.

Выдержка времени готовности к повторному действию выбирается исходя из необходимости обеспечения однократного действия АПВ при повторном включении на устойчивое КЗ и, соответственно, должна быть отстроена от наибольшей выдержки времени действия РЗА в этом режиме

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист	
									002/094-PP3	
									53	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата					

$$t_{1ГОТ} = t_{\text{защ.макс}} + t_{\text{откл}} + t_{\text{зап}},$$

где  $t_{\text{защ.макс}}$  - максимальное время действия защиты после включения на устойчивое повреждение (четвертая ступень ТНЗНП – 7,7 с);

$t_{\text{откл}} = 0,037$  с - время отключения выключателя РЭ ЗАР1DT-245;

$t_{\text{зап}} = 0,3 \div 0,5$  с - время запаса, учитывающее временную погрешность.

$$t_{1ГОТ} = 7,7 + 0,037 + 0,3 = 8,037 \text{ с}$$

**Принимаем:**

$$t_{1ГОТ} = 8 \text{ с}$$

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №							Лист	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	002/094-PP3				54

Библиография		
№ документа	Обозначение	Наименование
1	-	Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ, 2003 г.
2	-	Правила устройства электроустановок, шестое и седьмое издание, дополненное с исправлениями;
3	-	Шабад М.А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей: Монография./М.А. Шабад. – Спб.: ПЭИПК, 2003. – 4-е изд., перераб. и доп. – 350 стр., ил.
4	-	Руководящие указания по релейной защите. Вып. 7. Дистанционная защита линий 35-330 кВ, изд. Энергия, 1966, 172 с. с черт.
5	-	Руководящие указания по релейной защите. Вып. 9. Дифференциально-фазная высокочастотная защита линии 110-330 кВ. – М.: Энергия, 1972. – 113 с.
6	-	Руководящие указания по релейной защите. Вып. 12. Токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю линий 110-500 кВ. Расчеты. – М.: Энергия, 1980. – 88 с., ил.
7	-	Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России). Приказ от 13 февраля 2019 г. №101 «Об утверждении требований к оснащению линий электропередачи и оборудования объектов электроэнергетики классом напряжения 110 кВ и выше устройствами и комплексами релейной защиты и автоматики, а также к принципам функционирования устройств и комплексов релейной защиты и автоматики».
8	СТО 56947007-29.120.70.200-2015	Методические указания по расчёту и выбору параметров настройки (уставок) микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики производства ООО НПП «ЭКРА», «ABB», «GE Multilin» «ALSTOM Grid»/«AREVA» для воздушных и кабельных линий 110-330 кВ. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС». Дата введения: 27.04.2015.
9	БКЖИ.656316.004-33.01 РЭ	Микропроцессорные блоки релейной защиты и автоматики серии БЭМП РУ-ДВ. Руководство по эксплуатации. Изм.3 от 20.01.2020 года. АО «ЧЭАЗ».
10		Методические указания к расчету уставок дистанционной и токовых защит устройств серии БЭМП ДТЗ. Чебоксары 2010. АО «ЧЭАЗ».
11	БКЖИ.656457.021-63 РЭ	Шкаф защиты линий и АУВ присоединений 110-220 кВ типа ШМЗЛ-63. Руководство по эксплуатации. АО «ЧЭАЗ».

11	БКЖИ.656457.021-63 РЭ	токовых защит устройств серии БЭМП ДТЗ. Чебоксары 2010. АО «ЧЭАЗ».	Шкаф защиты линий и АУВ присоединений 110-220 кВ типа ШМЗЛ-63. Руководство по эксплуатации. АО «ЧЭАЗ».	Взам. инв. №			
				Подп. и дата			
				Инв. № подл.			
						002/094-PP3	Лист
							55
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		



## Бланк уставок и настроек устройства БКЖИ.656316.004-33.01 БЭМП РУ-ДВ

Предприятие:	Филиал ОАО «ИЭСК» Западные электрические сети
Подстанция:	ПС 220/110/10 (ПП 500) кВ Тулун
Присоединение:	ВЛ 220 кВ Тулун – Покосное

РН 02: Параметры присоединения				
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение	Значение
Iперв п, А	1..12000	-	600	600
Iвтор п, А	Выбор из: 1 5	-	5	5
Iвх п, А	-	-	5	
Uперв п, кВ - первичное номинальное напряжение присоединения (линейное)	0.22..650	0.01	110	220
Uвтор п, В - вторичное номинальное напряжение присоединения (линейное)	Выбор из: 100 110 127 380 220	-	100	100
Uвх п, В - входное номинальное напряжение присоединения (линейное)	-	-	100	
Удельное реактивное сопротивление линии, Ом/км	0.001..65.535	0.001	1	
Номер ячейки РУ	0..65535	-	0	0
Чередование фаз	Выбор из: ABC ACB	-	ABC	ABC
ктрТТП паралл.линии 1 - коэффициент трансформации тока нулевой последовательности параллельной линии 1	1..6000	0.1	25	1
Iвх0п, А - номинальный входной ток нулевой последовательности	-	-	5	
Максимальное соотношение 3I0 параллельных линий	0.5..2	0.001	1.35	0,5
Iвх отб п, А - номинальный входной ток отбора	-	-	0.2	

RH 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
Активная группа уставок	1..16 группа	-	1 группа	Переключается программой устройства		
Дистанционная защита						
Ввод ДЗ-ФЗ-1	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Обратное направление ДЗ-ФЗ-1	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
R срабатывания ДЗ-ФЗ-1	0.2..100 Ом	0.002 Ом	20 Zном	100 Ом	1833 Ом	
X срабатывания ДЗ-ФЗ-1	0.2..100 Ом	0.002 Ом	20 Zном	100 Ом	1833 Ом	
T срабатывания ДЗ-ФЗ-1	0..120 с	0.002 с	3 с			120 с
Ввод БК ДЗ-ФЗ-1	Выбор из: Откл БК-б БК-м	-	Откл			Откл
Ф1 срабатывания ДЗ-ФЗ-1	45..90	-	60			60
Ф2 срабатывания ДЗ-ФЗ-1	-80..0	-	-30			-30
Ф3 срабатывания ДЗ-ФЗ-1	90..180	-	110			110

РН 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
Ф4 срабатывания ДЗ-ФЗ-1	-45..0	-	0			0
R выреза ДЗ-ФЗ-1	0.2..100 Ом	0.002 Ом	12 Zном	100 Ом	1833 Ом	
Ф выреза ДЗ-ФЗ-1	0..60	-	20			20
Ввод ДЗ-ФЗ-2	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Обратное направление ДЗ-ФЗ-2	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
R срабатывания ДЗ-ФЗ-2	0.2..100 Ом	0.002 Ом	20 Zном	100 Ом	1833 Ом	
X срабатывания ДЗ-ФЗ-2	0.2..100 Ом	0.002 Ом	20 Zном	100 Ом	1833 Ом	
T срабатывания ДЗ-ФЗ-2	0..120 с	0.002 с	3 с			120 с
Ввод БК ДЗ-ФЗ-2	(см. Ввод БК ДЗ-ФЗ-1)	-	Откл			Откл
Ф1 срабатывания ДЗ-ФЗ-2	45..90	-	60			60
Ф2 срабатывания ДЗ-ФЗ-2	-80..0	-	-30			-30
Ф3 срабатывания ДЗ-ФЗ-2	90..180	-	110			110
R выреза ДЗ-ФЗ-2	0.2..100 Ом	0.002 Ом	12 Zном	100 Ом	1833 Ом	
Ф выреза ДЗ-ФЗ-2	0..60	-	20			20
Ввод контроля ЗУ0	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
ЗУ0 пуска ФЗ	0..1 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пультa)	0.2 Уном	0	0	0
Блокировка ФФ при работе ФЗ	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Ввод ДЗ-1	Вкл/Откл	-	Откл			Вкл
Обратное направление ДЗ-1	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
R срабатывания ДЗ-1	0.2..100 Ом	0.002 Ом	20 Zном	0,82 Ом	15 Ом	
X срабатывания ДЗ-1	0.2..100 Ом	0.002 Ом	20 Zном	3,98 Ом	72,88 Ом	
T срабатывания ДЗ-1	0..120 с	0.002 с	3 с			0,2 с
Ввод БК ДЗ-1	(см. Ввод БК ДЗ-ФЗ-1)	-	Откл			БК-6
Ф1 срабатывания ДЗ-1	45..90	-	45			80
Ф2 срабатывания ДЗ-1	-80..0	-	-30			-20
Ф3 срабатывания ДЗ-1	90..180	-	110			135
Ф4 срабатывания ДЗ-1	-45..0	-	0			0
R выреза ДЗ-1	0.2..100 Ом	0.002 Ом	12 Zном	0,82 Ом	15 Ом	
Ф выреза ДЗ-1	0..60	-	20			0
Подхват ДЗ-1 от ненапр.РС-2	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Ввод ДЗ-2.1	Вкл/Откл	-	Откл			Вкл
Ввод ДЗ-2.2	Вкл/Откл	-	Откл			Вкл
Обратное направление ДЗ-2	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
R срабатывания ДЗ-2	0.2..100 Ом	0.002 Ом	20 Zном	1,36 Ом	25 Ом	
X срабатывания ДЗ-2	0.2..100 Ом	0.002 Ом	20 Zном	6,98 Ом	128,03 Ом	
T срабатывания ДЗ-2.1	0..120 с	0.002 с	3 с			0,8 с
T срабатывания ДЗ-2.2	0..120 с	0.002 с	3 с			4,2 с
Ввод БК ДЗ-2	(см. Ввод БК ДЗ-ФЗ-1)	-	Откл			БК-6
Ф1 срабатывания ДЗ-2	45..90	-	45			80
Ф2 срабатывания ДЗ-2	-80..0	-	-30			-20

РН 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
Ф3 срабатывания ДЗ-2	90..180	-	110			135
R выреза ДЗ-2	0.2..100 Ом	0.002 Ом	12 Zном	1,36 Ом	25 Ом	
Ф выреза ДЗ-2	0..60	-	20			0
Ввод ДЗ-3	Вкл/Откл	-	Откл			Вкл
Обратное направление ДЗ-3	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
R срабатывания ДЗ-3	0.2..100 Ом	0.002 Ом	20 Zном	4,64 Ом	85 Ом	
X срабатывания ДЗ-3	0.2..100 Ом	0.002 Ом	20 Zном	20,95 Ом	384,1 Ом	
T срабатывания ДЗ-3	0..120 с	0.002 с	3 с			6,2 с
Ввод БК ДЗ-3	(см. Ввод БК ДЗ-ФЗ-1)	-	Откл			БК-м
Ф1 срабатывания ДЗ-3	45..90	-	45			80
Ф2 срабатывания ДЗ-3	-80..0	-	-30			-20
Ф3 срабатывания ДЗ-3	90..180	-	110			135
R выреза ДЗ-3	0.2..100 Ом	0.002 Ом	12 Zном	3,27 Ом	60 Ом	
Ф выреза ДЗ-3	0..60	-	20			35
Ввод ДЗ-4	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Обратное направление ДЗ-4	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
R срабатывания ДЗ-4	0.2..100 Ом	0.002 Ом	20 Zном	100 Ом	1833 Ом	
X срабатывания ДЗ-4	0.2..100 Ом	0.002 Ом	20 Zном	100 Ом	1833 Ом	
T срабатывания ДЗ-4	0..120 с	0.002 с	3 с			120 с
Ввод БК ДЗ-4	(см. Ввод БК ДЗ-ФЗ-1)	-	Откл			Откл
Ф1 срабатывания ДЗ-4	45..90	-	45			45
Ф2 срабатывания ДЗ-4	-80..0	-	-30			-30
Ф3 срабатывания ДЗ-4	90..180	-	110			110
R выреза ДЗ-4	0.2..100 Ом	0.002 Ом	12 Zном	100 Ом	1833 Ом	
Ф выреза ДЗ-4	0..60	-	20			20
Ввод ДЗ-5	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Обратное направление ДЗ-5	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
R срабатывания ДЗ-5	0.2..100 Ом	0.002 Ом	20 Zном	100 Ом	1833 Ом	
X срабатывания ДЗ-5	0.2..100 Ом	0.002 Ом	20 Zном	100 Ом	1833 Ом	
T срабатывания ДЗ-5	0..120 с	0.002 с	3 с			120 с
Ввод БК ДЗ-5	(см. Ввод БК ДЗ-ФЗ-1)	-	Откл			Откл
Ф1 срабатывания ДЗ-5	45..90	-	45			45
Ф2 срабатывания ДЗ-5	-80..0	-	-30			-30
Ф3 срабатывания ДЗ-5	90..180	-	110			110
R выреза ДЗ-5	0.2..100 Ом	0.002 Ом	12 Zном	100 Ом	1833 Ом	
Ф выреза ДЗ-5	0..60	-	20			20
Контроль действия ступеней от БНН	Вкл/Откл	-	Откл			Вкл
Выбор 3U0 ДЗ	Выбор из: Расчетн Измерен	-	Измерен			Измерен
kr - коэффициент компенсации 3I0	-3..3	0.01	0			0
kx - коэффициент компенсации 3I0	-3..3	0.01	0			0
kгп - коэффициент компенсации 3I0 параллельной линии	-3..3	0.01	0			0

RH 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
кхп - коэффициент компенсации 3I0 параллельной линии	-3..3	0.01	0			0
<b>Блокировка при качаниях, пуск ДЗ</b>						
Возврат БК от РПО	Вкл/Откл	-	Откл			Вкл
I срабатывания DI1	0.05..35 Iном	0.001 Iном	2 Iном	1 A	120 A	0,2 о.е.
I срабатывания DI1 груб	0.05..35 Iном	0.001 Iном	2 Iном	2 A	245 A	0,4 о.е.
I срабатывания DI2	0.04..35 Iном	0.001 Iном	2 Iном	0,25 A	30 A	0,05 о.е.
I срабатывания DI2 груб	0.04..35 Iном	0.001 Iном	2 Iном	0,5 A	60 A	0,1 о.е.
T ввода БК быст.чувств.	0..120 с	0.002 с	3 с			0,5 с
T ввода БК быст.груб	0..120 с	0.002 с	3 с			0,5 с
T ввода БК медлен	0..120 с	0.002 с	3 с			9 с
Ввод БК по dZ/dt	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
I2 срабатывания БК	0.05..35 Iном	0.001 Iном	2 Iном	175 A	21000 A	35 о.е.
T задержки БК dZ/dt	0..120 с	0.002 с	0.05 с			120 с
T возврата БК dZ/dt	0..120 с	0.002 с	0.2 с			120 с
Выбор ступени уставок	Выбор из: вторая третья	-	вторая			вторая
I срабатывания пускового органа ДЗ-ФЗ по 3I0	0.05..35 Iном	0.001 Iном	2 Iном	175 A	21000 A	35 о.е.
Коэффициент торможения пускового органа ДЗ-ФЗ	0..0.15	0.01	0.1			0
<b>MT3</b>						
Токи ТО	Выбор из: Фазные Линейные	-	Линейные			Фазные
Режим ТО	Выбор из: Откл. Постоян. При вкл.	-	Постоян.			Постоян.
I срабатывания ТО	0.04..35 Iном	0.001 Iном	3.8 Iном	16,67 A	2000 A	3,334 о.е.
T срабатывания ТО	0..120 с	0.002 с	0 с			0 с
Ввод MT3-1	Вкл/Откл	-	Вкл			Вкл
I срабатывания MT3-1	0.04..35 Iном	0.001 Iном	3.8 Iном	5,42 A	650 A	1,084 о.е.
T срабатывания MT3-1	0..120 с	0.002 с	0 с			0,5 с
Пуск MT3-1	Выбор из: Откл По U Внешн	-	Откл			Откл
Направленность MT3-1	Выбор из: Откл РНМ-Р РНМ-Б	-	Откл			Откл
Ввод MT3-2	Вкл/Откл	-	Вкл			Откл
ОУ MT3-2	Вкл/Откл	-	Вкл			Откл
I срабатывания MT3-2	0.04..35 Iном	0.001 Iном	3 Iном	175 A	21000 A	35 о.е.
T срабатывания MT3-2	0..120 с	0.002 с	0.5 с			120 с
T срабатывания ОУ MT3-2	0..90 с	0.002 с	0.5 с			90 с
Пуск MT3-2	(см. Пуск MT3-1)	-	Откл			Откл
Направленность MT3-2	(см. Направленность MT3-1)	-	Откл			Откл

RH 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
Ввод МТЗ-3	Вкл/Откл	-	Вкл			Откл
ОУ МТЗ-3	Вкл/Откл	-	Вкл			Откл
МТЗ-3 на отключение	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
I срабатывания МТЗ-3	0.04..35 Ином	0.001 Ином	2 Ином	175 А	21000 А	35 о.е.
T срабатывания МТЗ-3	0..120 с	0.002 с	3 с			120 с
T срабатывания ОУ МТЗ-3	0..90 с	0.002 с	3 с			90 с
Пуск МТЗ-3	(см. Пуск МТЗ-1)	-	Откл			Откл
Направленность МТЗ-3	(см. Направленность МТЗ-1)	-	Откл			Откл
Ввод МТЗ-4	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
ОУ МТЗ-4	Вкл/Откл	-	Вкл			Откл
МТЗ-4 на отключение	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
I срабатывания МТЗ-4	0.04..35 Ином	0.001 Ином	2 Ином	175 А	21000 А	35 о.е.
T срабатывания МТЗ-4	0..120 с	0.002 с	3 с			120 с
T срабатывания ОУ МТЗ-4	0..90 с	0.002 с	3 с			90 с
Пуск МТЗ-4	(см. Пуск МТЗ-1)	-	Откл			Откл
Направленность МТЗ-4	Выбор из: Откл РНМ-Р РНМ-Б Обрат	-	Откл			Откл
Ввод МТЗ-5	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
МТЗ-5 на отключение	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
I срабатывания МТЗ-5	0.04..35 Ином	0.001 Ином	2 Ином	175 А	21000 А	35 о.е.
T срабатывания МТЗ-5	0..120 с	0.002 с	3 с			120 с
Пуск МТЗ-5	(см. Пуск МТЗ-1)	-	Откл			Откл
Направленность МТЗ-5	(см. Направленность МТЗ-4)	-	Откл			Откл
Угол м.ч. РНМ-Р	-179..180	-	30			30
Угол м.ч. РНМ-Б	-179..180	-	-150			-150
Вывод от неисправности ЦН	Выбор из: МТЗ РНМ	-	МТЗ			МТЗ
Режим МТЗ	Выбор из: Откл Вкл от БНН от ДЗ	-	Вкл			от БНН
<b>ТЗНП</b>						
Ввод ТЗНП-1	Вкл/Откл	-	Вкл			Вкл
I срабатывания ТЗНП-1	0.05..35 Ином	0.001 Ином	3.8 Ином	9,2 А	1100 А	1,84 о.е.
T срабатывания ТЗНП-1	0..120 с	0.002 с	0 с			0 с
Направленность ТЗНП-1	Выбор из: Прям. Обрт. Пр+о.Об. Ненапр.	-	Прям.			Ненапр.

РН 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
Направленность ТНЗНП-1 РНМОП	(см. Направленность ТНЗНП-1)	-	Прям.			Ненапр.
Работа органов направления мощности ТНЗНП-1	Выбор из: По И По ИЛИ	-	По И			По И
Вывод функции ТНЗНП-1 от БНН	Выбор из: ТЗНП РНМ Откл.	-	Откл.			ТЗНП
Блокировка ТНЗНП-1 от ИО БНТ	Вкл/Откл	-	Откл			Вкл
Оперативный вывод ТНЗНП-1 по чувствительности	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Ввод ТЗНП-2	Вкл/Откл	-	Вкл			Вкл
I срабатывания ТЗНП-2	0.05..35 Ином	0.001 Ином	3 Ином	4,33 А	520 А	0,866 о.е.
T срабатывания ТЗНП-2	0..120 с	0.002 с	0.5 с			0,5 с
Направленность ТЗНП-2	(см. Направленность ТЗНП-1)	-	Прям.			Прям.
Направленность ТНЗНП-2 РНМОП	(см. Направленность ТНЗНП-1)	-	Прям.			Прям.
Работа органов направления мощности ТНЗНП-2	(см. Работа органов направления мощности ТНЗНП-1)	-	По И			По И
Вывод функции ТНЗНП-2 от БНН	Выбор из: ТЗНП РНМ Откл.	-	Откл.			ТЗНП
Блокировка ТНЗНП-2 от ИО БНТ	Вкл/Откл	-	Откл			Вкл
Оперативный вывод ТНЗНП-2 по чувствительности	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Ввод ТЗНП-3	Вкл/Откл	-	Вкл			Вкл
I срабатывания ТЗНП-3	0.05..35 Ином	0.001 Ином	2 Ином	3,17 А	380 А	0,634 о.е.
T срабатывания ТЗНП-3	0..120 с	0.002 с	3 с			1,3 с
Направленность ТЗНП-3	(см. Направленность ТЗНП-1)	-	Прям.			Прям.
Направленность ТНЗНП-3 РНМОП	(см. Направленность ТНЗНП-1)	-	Прям.			Прям.
Работа органов направления мощности ТНЗНП-3	(см. Работа органов направления мощности ТНЗНП-1)	-	По И			По И
Вывод функции ТНЗНП-3 от БНН	(см. Вывод функции ТНЗНП-2 от БНН)	-	Откл.			ТЗНП
Блокировка ТНЗНП-3 от ИО БНТ	Вкл/Откл	-	Откл			Вкл
Оперативный вывод ТНЗНП-3 по чувствительности	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Ввод ТЗНП-4	Вкл/Откл	-	Вкл			Вкл
I срабатывания ТЗНП-4	0.05..35 Ином	0.001 Ином	2 Ином	0,83 А	100 А	0,166 о.е.
T срабатывания ТЗНП-4	0..120 с	0.002 с	3 с			7,7 с

РН 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
Направленность ТЗНП-4	(см. Направленность ТЗНП-1)	-	Прям.			Ненапр.
Направленность ТНЗНП-4 РНМОП	(см. Направленность ТНЗНП-1)	-	Прям.			Ненапр.
Работа органов направления мощности ТНЗНП-4	(см. Работа органов направления мощности ТНЗНП-1)	-	По И			По И
Вывод функции ТНЗНП-4 от БНН	(см. Вывод функции ТНЗНП-2 от БНН)	-	Откл.			Вкл
Блокировка ТНЗНП-4 от ИО БНТ	Вкл/Откл	-	Откл			Вкл
Оперативный вывод ТНЗНП-4 по чувствительности	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Ввод ТЗНП-5	Вкл/ Откл	-	Вкл			Откл
I срабатывания ТЗНП-5	0.05..35 Ином	0.001 Ином	2 Ином	175 А	21000 А	35 о.е.
T срабатывания ТЗНП-5	0..120 с	0.002 с	3 с			120 с
Направленность ТЗНП-5	(см. Направленность ТЗНП-1)	-	Прям.			Прям.
Направленность ТНЗНП-5 РНМОП	(см. Направленность ТНЗНП-1)	-	Прям.			Прям.
Работа органов направления мощности ТНЗНП-5	(см. Работа органов направления мощности ТНЗНП-1)	-	По И			По И
Вывод функции ТНЗНП-5 от БНН	(см. Вывод функции ТНЗНП-2 от БНН)	-	Откл.			Откл
Блокировка ТНЗНП-5 от ИО БНТ	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Оперативный вывод ТНЗНП-5 по чувствительности	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Ввод ТЗНП-6	Вкл/Откл	-	Вкл			Откл
I срабатывания ТЗНП-6	0.05..35 Ином	0.001 Ином	2 Ином	175 А	21000 А	35 о.е.
T срабатывания ТЗНП-6	0..120 с	0.002 с	3 с			120 с
Направленность ТЗНП-6	(см. Направленность ТЗНП-1)	-	Прям.			Прям.
Направленность ТНЗНП-6 РНМОП	(см. Направленность ТНЗНП-1)	-	Прям.			Прям.
Работа органов направления мощности ТНЗНП-6	(см. Работа органов направления мощности ТНЗНП-1)	-	По И			По И
Вывод функции ТНЗНП-6 от БНН	(см. Вывод функции ТНЗНП-2 от БНН)	-	Откл.			Откл
Блокировка ТНЗНП-6 от ИО БНТ	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Оперативный вывод ТНЗНП-6 по чувствительности	Вкл/Откл	-	Откл			Откл

RH 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
I срабатывания РНМ-Р	0.04..0.5 Iном	0.001 Iном	0.04 Iном	<b>0,35 А</b>	<b>42 А</b>	<b>0,07 о.е.</b>
U срабатывания РНМ-Р	0.005..0.05 Uном	0.0001 Uном (по связи) 0.001 Uном (с пульта)	0.01 Uном	<b>3,23 В</b>	<b>7100 В</b>	<b>0,0323 о.е.</b>
Угол м.ч. РНМ-Р	-179..180	-	110			<b>110°</b>
I срабатывания РНМ-Б	0.04..0.5 Iном	0.001 Iном	0.04 Iном	<b>1,5 А</b>	<b>180 А</b>	<b>0,3 о.е.</b>
U срабатывания РНМ-Б	0.005..0.05 Uном	0.0001 Uном (по связи) 0.001 Uном (с пульта)	0.01 Uном	<b>0,5 В</b>	<b>1100 В</b>	<b>0,005 о.е.</b>
Угол м.ч. РНМ-Б	-179..180	-	-70			<b>-70°</b>
I срабатывания РНМОП-Р	0.04..0.5 Iном	0.001 Iном	0.04 Iном	<b>0,83 А</b>	<b>100 А</b>	<b>0,166 о.е.</b>
U срабатывания РНМОП-Р	0.005..0.05 Uном	0.0001 Uном (по связи) 0.001 Uном (с пульта)	0.01 Uном	<b>2,36 В</b>	<b>5200 В</b>	<b>0,005 о.е.</b>
Угол м.ч. РНМОП-Р	-179..180	-	110			<b>110°</b>
I срабатывания РНМОП-Б	0.04..0.5 Iном	0.001 Iном	0.04 Iном	<b>2,5 А</b>	<b>300 А</b>	<b>0,5 о.е.</b>
U срабатывания РНМОП-Б	0.005..0.05 Uном	0.0001 Uном (по связи) 0.001 Uном (с пульта)	0.01 Uном	<b>5 В</b>	<b>11000 В</b>	<b>0,05 о.е.</b>
Угол м.ч. РНМОП-Б	-179..180	-	-70			<b>-70°</b>
Вывод направленности ТЗНП при включении	Вкл/Откл	-	Откл			<b>Откл</b>
Вывод направленности ТЗНП при срабатывании	Вкл/Откл	-	Откл			<b>Откл</b>
Порог срабатывания ИО БНТ (I2r/I1r)	0.01..1	0.001	0.04			<b>0,04</b>
<b>Ускорение</b>						
Ускорение МТЗ-1	Выбор из: Откл Ненапр Напр	-	Откл			<b>Откл</b>
Ускорение МТЗ-2	(см. Ускорение МТЗ-1)	-	Откл			<b>Откл</b>
Ускорение МТЗ-3	(см. Ускорение МТЗ-1)	-	Откл			<b>Откл</b>
Ускорение ТЗНП	Выбор из: Откл 2 ступ 3 ступ 4 ступ 5 ступ 6 ступ	-	Откл			<b>3 ступ</b>
ОУ ТЗНП	(см. Ускорение ТЗНП)	-	Откл			<b>3 ступ</b>
Ускорение ДЗ	Выбор из: Откл 2 ступ 3 ступ 4 ступ 5 ступ	-	Откл			<b>3 ступ</b>
ОУ ДЗ	(см. Ускорение ДЗ)	-	Откл			<b>2 ступ</b>



RH 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
Контроль ускорения ДЗ по напряжению на линии	Вкл/Откл	-	Вкл			Вкл
Контроль U при ускорении	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Т срабатывания уск.ТЗНП	0..2 с	0.002 с	0.4 с			0,4 с
Т срабатывания ОУ ТЗНП	0..2 с	0.002 с	0.2 с			0,5 с
Т срабатывания уск.параллельной линии	0..2 с	0.002 с	0.2 с			2 с
Т срабатывания уск.ДЗ	0..2 с	0.002 с	0.4 с			0 с
Т срабатывания ОУ ДЗ	0..2 с	0.002 с	0.2 с			0,5 с
Т ввода ускорения при включении	0..10 с	0.002 с	4 с			4 с
Автоматическое ускорение	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
АУ ТО	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
АУ ДЗ-2	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
АУ ДЗ-3	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
АУ ДЗ-4	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
АУ ДЗ-5	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
АУ ТНЗНП-2	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
АУ ТНЗНП-3	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
АУ ТНЗНП-4	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
АУ ТНЗНП-5	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
АУ ТНЗНП-6	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Т срабатывания АУ	0..2 с	0.002 с	0.02 с			2 с
<b>Пуск по напряжению</b>						
U срабатывания пуска по напряжению	0.1..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.
Комбинированный пуск с U2	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
U срабатывания обратной последовательности	0.1..1.2 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	120 В	264000 В	1,2 о.е.
<b>ЗОФ</b>						
Ввод ЗОФ	Выбор из: Откл по I2/I1 по I2	-	Откл			Откл
I2/I1 срабатывания ЗОФ	10..100	-	50			100
I2 срабатывания ЗОФ	0.04..4 Iном	0.001 Iном	2 Iном	20 А	2400 А	4 о.е.
Т срабатывания ЗОФ	0..120 с	0.002 с	5 с			120 с
ЗОФ на отключение	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
<b>Контроль ЦН</b>						
Ввод контроля ЦН	Вкл/Откл	-	Вкл			Вкл
Контакты автомата ТН	Выбор из: НЗ НО	-	НЗ			НО
Место установки ТН	Выбор из: шины линия	-	шины			шины

РН 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
Напряжение срабатывания ИО контроля снижения фазных напряжений (Uф<)	0.01..0.8 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.1 Уном	40 В	88000 В	
Напряжение срабатывания ИО контроля снижения напряжения прямой последовательности (U1<)	0.01..0.8 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.1 Уном	20 В	44000 В	
Коэффициент отстройки БНН от несимметричных КЗ к1 (I2/I1)	0.1..0.5	0.01	0.1			0,2
Коэффициент отстройки БНН от длительных несимметричных режимов сети к2 (U2/U1)	0.1..0.5	0.01	0.1			0,2
Порог срабатывания ИО контроля приращения тока прямой последовательности (dI1>)	0.05..4 Ином	0.001 Ином	0.5 Ином	0,75 А	90 А	0,15 о.е.
БНН при обрыве НП	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
<b>УРОВ</b>						
I срабатывания УРОВ	0.04..0.5 Ином	0.001 Ином	0.04 Ином	0,92	110 А	
T срабатывания УРОВ	0..120 с	0.002 с	0.4 с			0 с
Фиксация срабатывания защит	Вкл/Откл	-	Откл			Вкл
T запоминания срабатывания защит	0..120 с	0.002 с	0.2 с			120 с
Контроль РПВ В1	Выбор из: Откл. Прям. Инв.	-	Инв.			Откл
УРОВ на себя В1	Вкл/Откл	-	Откл			Вкл
Контроль РПВ В2	(см. Контроль РПВ В1)	-	Инв.			Откл
УРОВ на себя В2	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
<b>Внешнее отключение/сигнализация</b>						
T срабатывания Внешн.откл.-1	0..120 с	0.002 с	3 с			3 с
T срабатывания Внешн.откл.-2	0..120 с	0.002 с	3 с			3 с
T срабатывания Внешн.откл.-3	0..120 с	0.002 с	3 с			3 с
T срабатывания Внешн.сигн.-1	0..120 с	0.002 с	3 с			3 с
T срабатывания Внешн.сигн.-2	0..120 с	0.002 с	3 с			3 с
T срабатывания Внешн.сигн.-3	0..120 с	0.002 с	3 с			3 с
T срабатывания Внешн.сигн.-4	0..120 с	0.002 с	3 с			3 с
T срабатывания Внешн.сигн.-5	0..120 с	0.002 с	3 с			3 с
Контакт Внешн.сигн.-1	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
Контакт Внешн.сигн.-2	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
Контакт Внешн.сигн.-3	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
Контакт Внешн.сигн.-4	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
Контакт Внешн.сигн.-5	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
<b>ЗНФ/ЗНФР</b>						
Ввод ЗНФ	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
T срабатывания ЗНФ	0..10 с	0.002 с	0.8 с			10 с

РН 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
I срабатывания ЗНФР	0.05..35 Iном	0.001 Iном	1 Iном	175 А	21000 А	35 о.е.
T срабатывания ЗНФР	0..10 с	0.002 с	0.8 с			10 с
<b>АПВ</b>						
2-ой цикл АПВ	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
T готовности АПВ-1	0..120 с	0.002 с	30 с			8 с
T срабатывания АПВ-1	0..120 с	0.002 с	3 с			4,6 с
T готовности АПВ-2	0..120 с	0.002 с	60 с			8 с
T срабатывания АПВ-2	0..120 с	0.002 с	10 с			4,6 с
Объединение режимов	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Дополнительный контроль	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ТО	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от МТЗ-1	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от МТЗ-2	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от МТЗ-3	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от МТЗ-4	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от МТЗ-5	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ОУ МТЗ	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ТЗНП-1	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ТЗНП-2	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ТЗНП-3	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ТЗНП-4	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ТЗНП-5	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ТЗНП-6	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ОУ ТЗНП	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ЗОФ	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ДЗ-1	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ДЗ-2	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ДЗ-3	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ДЗ-4	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ДЗ-5	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ОУ ДЗ	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ЗНФ	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ЗНФР	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от АУ	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ДЗ-ФЗ-1	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Запрет АПВ от ДЗ-ФЗ-2	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
<b>Контроль синхронизма</b>						
Разрешение ручного включения	Выбор из: Откл Внутр Внешн	-	Откл			Откл
Разрешение автоматического включения	(см. Разрешение ручного включения)	-	Откл			Откл

РН 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
U наличия на Ш	0.1..1.2 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.9 Уном	70 В	154000 В	0,7 о.е.
U наличия на П	0.1..1.2 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.9 Уном	70 В	154000 В	0,7 о.е.
U отсутствия на Ш	0.05..1.2 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.1 Уном	40 В	88000 В	0,4 о.е.
U отсутствия на П	0.05..1.2 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.1 Уном	40 В	88000 В	0,4 о.е.
Макс.разность U для ОС и УС	0.01..0.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.1 Уном	30 В	66000 В	0,3 о.е.
Макс.разность фаз для ОС	1..90	-	30			40
Макс.отклонение F от Fном	0..5 Гц	0.001 Гц	1 Гц			0,1 Гц
Макс.разность частот для ОС	0..5 Гц	0.001 Гц	1 Гц			0,1 Гц
Макс.разность частот для УС	0..5 Гц	0.001 Гц	4 Гц			0,1 Гц
Твкл. выключателя	0..4 с	0.002 с	0.2 с			0,055 с
Тип автоматического включения	Выбор из: Без КС КННП КННШ КНН ОС УС УС+ОС КН КОН+КН	-	Без КС			КН
Т ожид.ручного синхр.вкл.	0..120 с	0.002 с	5 с			5 с
Т ожид.автом.синхр.вкл.	0..120 с	0.002 с	5 с			5 с
Расчет Улин	Выбор из: Iотб Uотб	-	Iотб			Iотб
Фаза подключения Iотб(Uотб)	Выбор из: А В С АВ ВС СА	-	А			С
k коррекции модуля напряжения	0.1..10	0.001	1			1
ф коррекции фазы напряжения	-180..180	-	0			0
АРПТ						
АРПТ-С	Выбор из: Откл Ненапр ШЛ ЛШ	-	Откл			Откл

РН 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
АРПТ-1	(см. АРПТ-С)	-	Откл			Откл
АРПТ-2	(см. АРПТ-С)	-	Откл			Откл
I срабатывания АРПТ-С	0.04..35 Iном	0.001 Iном	3.8 Iном	175 А	21000 А	35 о.е.
I срабатывания АРПТ-1	0.04..35 Iном	0.001 Iном	3.8 Iном	175 А	21000 А	35 о.е.
I срабатывания АРПТ-2	0.04..35 Iном	0.001 Iном	3.8 Iном	175 А	21000 А	35 о.е.
T срабатывания АРПТ-С	0.05..120 с	0.002 с	0.1 с			120 с
T срабатывания АРПТ-1	0.05..120 с	0.002 с	0.1 с			120 с
T срабатывания АРПТ-2	0.05..120 с	0.002 с	0.1 с			120 с
Угол м.ч. РНМ-ШЛ	-179..180	-	110			110
Угол м.ч. РНМ-ЛШ	-179..180	-	110			110
<b>Отключение от ВЧТО</b>						
Контроль РПО	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Контроль БК	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Контроль ТНЗНП	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Контроль ДЗ-1	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Контроль ДЗ-2	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Блок. реверс.	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
T1-фиксация устойчивого пуска обратноподключенного РС	0.05..120 с	0.002 с	0.1 с			120 с
T2-время работы блокировки ВЧТО № 2 при реверсе тока	0.05..120 с	0.002 с	0.1 с			120 с
T3-продление работы блокировки ВЧТО № 2 при реверсе тока	0.05..120 с	0.002 с	0.1 с			120 с
T4-фиксация устойчивого пуска РНМ-Б	0.05..120 с	0.002 с	0.1 с			120 с
T5-время работы блокировки ВЧТО № 3 при реверсе тока	0.05..120 с	0.002 с	0.1 с			120 с
T6-продление работы блокировки ВЧТО № 3 при реверсе тока	0.05..120 с	0.002 с	0.1 с			120 с
T срабатывания ВЧТО№3	0.05..120 с	0.002 с	0.1 с			120 с
<b>Измерительные органы СПЛ</b>						
I <sub>max</sub> пофазно	0.04..35 Iном	0.001 Iном	3.8 Iном	175 А	21000 А	35 о.е.
I <sub>min</sub> пофазно	0.04..35 Iном	0.001 Iном	0.2 Iном	175 А	21000 А	35 о.е.
I <sub>max</sub> 3хфазно	0.04..35 Iном	0.001 Iном	3.8 Iном	175 А	21000 А	35 о.е.
I <sub>min</sub> 3хфазно	0.04..35 Iном	0.001 Iном	0.2 Iном	175 А	21000 А	35 о.е.
I1 max	0.04..35 Iном	0.001 Iном	3.8 Iном	175 А	21000 А	35 о.е.
I1 min	0.04..35 Iном	0.001 Iном	0.2 Iном	175 А	21000 А	35 о.е.
I2 max	0.04..35 Iном	0.001 Iном	3.8 Iном	175 А	21000 А	35 о.е.
I2 min	0.04..35 Iном	0.001 Iном	0.2 Iном	175 А	21000 А	35 о.е.
3I0 расч. max	0.04..35 Iном	0.001 Iном	0.2 Iном	175 А	21000 А	35 о.е.
3I0 расч. min	0.04..35 Iном	0.001 Iном	0.1 Iном	175 А	21000 А	35 о.е.
3I0 парал.1 max	0.02..35 I0ном	0.001 I0ном	0.02 I0ном	175 А	21000 А	35 о.е.
3I0 парал.1 min	0.02..35 I0ном	0.001 I0ном	0.02 I0ном	175 А	21000 А	35 о.е.
Iотб. макс	0.02..35	0.001	1	175 А	21000 А	35 о.е.
Iотб. мин	0.02..35	0.001	0.2	175 А	21000 А	35 о.е.

RH 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
Улин.тах пофазно	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.
Улин.min пофазно	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.
Улин.тах 3хфазно	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.
Улин.min 3хфазно	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.
Уфаз.тах пофазно	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.
Уфаз.min пофазно	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.
Уотб.тах	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.
Уотб.min	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.
Уни тах	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.
Уни min	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.
Уфк тах	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.
Уфк min	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.
Уиф тах	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.

RH 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
Уиф min	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	150 В	330000 В	1,5 о.е.
U1 max	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	70 В	154000 В	0,7 о.е.
U1 min	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	40 В	88000 В	0,4 о.е.
U2 max	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	70 В	154000 В	0,7 о.е.
3U0 max	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	70 В	154000 В	0,7 о.е.
U линии min	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	40 В	88000 В	0,4 о.е.
U линии max	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	70 В	154000 В	0,7 о.е.
U шин min	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	40 В	88000 В	0,4 о.е.
U шин max	0..1.5 Уном	0.0001 Уном (по связи) 0.001 Уном (с пульта)	0.8 Уном	70 В	154000 В	0,7 о.е.
Выбор 3U0 СПЛ	(см. Выбор 3U0 ДЗ)	-	Измерен			Измерен
Цепи управления						
Обязательное квитирование	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Контакт неготовности привода	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
Контакт автомата ШП	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
Контакт неисправ. опертока	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
Контакт автомата привода	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
Т контроля привода	0..120 с	0.002 с	3 с			0,3 с
Т неисправности опертока	0..120 с	0.002 с	1 с			1 с
Количество ЭМО	Выбор из: один два	-	один			два

RH 14,23: Уставки						
Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение (для активной группы)*	Значение **		
				во вторичных	в первичных	в относительных
Т срабатывания защиты ЭМО-1	0..120 с	0.002 с	3 с			3 с
Т срабатывания защиты ЭМО-2	0..120 с	0.002 с	3 с			3 с
Т срабатывания защиты ЭМВ	0..120 с	0.002 с	3 с			3 с
Самоподхват ЦО и ЦВ	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Ограничение включения	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Реле фиксации	Выбор из: РФК РФПВ	-	РФПВ			РФПВ
Контакт аварийного давления элегаза	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
Контакт низкого давления элегаза	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
Низкое давление элегаза	Выбор из: сигн откл бл.упр	-	сигн			сигн
Контакт аварийного давления элегаза ТТ	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
Контакт низкого давления элегаза ТТ	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
Контакт неисправности обогрева 1	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
Контакт неисправности обогрева 2	(см. Контакты автомата ТН)	-	НЗ			НО
Блокировка включения от неисправности обогрева 1	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Блокировка включения от неисправности обогрева 2	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Отключение от давления SF6 ТТ	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Т низкое давление SF6 ТТ	0..120 с	0.002 с	3 с			3 с
Т аварийное давление SF6 ТТ	0..120 с	0.002 с	3 с			3 с
Т неисправности обогрева 1	0..120 с	0.002 с	1 с			1 с
Т неисправности обогрева 2	0..120 с	0.002 с	1 с			1 с
<b>Сигнализация</b>						
Режим АС	Выбор из: Имп Длит	-	Имп			Длит
Режим ПС	Выбор из: Имп Длит Фикс	-	Имп			Фикс
Длительность импульса сигнализации	0..120 с	0.002 с	1 с			5 с
Контроль вывода на ПС	Вкл/Откл	-	Откл			Откл
Срабатывание на ПС	Вкл/Откл	-	Вкл			Вкл

\* Уставки сохраняются по группам, которые можно оперативно переключать. Для уставок в таблице приведены заводские значения в выбранной по умолчанию группе (активная группа уставок). Заводские значения уставок в разных группах обычно одинаковы. При необходимости использования нескольких групп уставок бланк уставок следует дополнить самостоятельно.

\*\* Для правильного отражения уставок в первичных/вторичных значениях в устройстве БЭМП должны быть выставлены параметры присоединения в группе «RH 02» ModBus или в пункте «Оборудование» меню устройства.



ДН 15: Ключи управления программой		
Наименование	Заводское значение	Значение
<b>Функциональные клавиши</b>		
Режим Ф1	ФК	ФК
Режим Ф2	ФК	ФК
Режим Ф3	ФК	ФК
Режим Ф4	ФК	ФК
Режим Ф5	ФК	ФК
Режим Ф6	ФК	ФК
Режим Ф7	ФК	ФК
Режим Ф8	ФК	ФК
Режим Ф9	ФК	ФК
Режим Ф10	ФК	ФК
Режим Ф11	ФК	ФК
Режим Ф12	ФК	ФК
Ввод Ф1	Красный	Красный
Ввод Ф2	Красный	Красный
Ввод Ф3	Красный	Красный
Ввод Ф4	Красный	Красный
Ввод Ф5	Красный	Красный
Ввод Ф6	Красный	Красный
Ввод Ф7	Красный	Красный
Ввод Ф8	Красный	Красный
Ввод Ф9	Красный	Красный
Ввод Ф10	Красный	Красный
Ввод Ф11	Красный	Красный
Ввод Ф12	Красный	Красный
<b>Режим работы светодиодов</b>		
Фиксация срабатывания VD1	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD2	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD3	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD4	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD5	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD6	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD7	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD8	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD9	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD10	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD11	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD12	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD13	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD14	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD15	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD16	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD17	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD18	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD19	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD20	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD21	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD22	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD23	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD24	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD25	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD26	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD27	Вкл	Вкл

Фиксация срабатывания VD28	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD29	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD30	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD31	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD32	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD33	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD34	Вкл	Вкл
Фиксация срабатывания VD35	Откл	Откл
Фиксация срабатывания VD36	Откл	Откл
Фиксация срабатывания VD37	Откл	Откл

#### **RH 18: Журнал осциллограмм**

Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение	Значение
Таймаут чтения осциллограмм с одного порта, с	0..163.84 с	0.002 с	0 с	0 с
Длительность предварительной записи	0..5 с	0.002 с	1 с	0,5 с
Максимальная длительность осциллограммы	0.5..100 с	0.002 с	10 с	15 с
Длительность послеаварийной записи	0..10 с	0.002 с	1 с	10 с
Пуск по завершению	Вкл/Откл	-	Откл	Откл
ТО на осциллограф	Вкл/Откл	-	Откл	Откл
МТЗ-1 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Вкл	Вкл
МТЗ-2 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Вкл	Откл
МТЗ-3 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Вкл	Откл
МТЗ-4 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Вкл	Откл
МТЗ-5 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Вкл	Откл
ТЗНП-1 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Вкл	Вкл
ТЗНП-2 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Вкл	Вкл
ТЗНП-3 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Вкл	Вкл
ТЗНП-4 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Вкл	Вкл
ТЗНП-5 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Вкл	Откл
ТЗНП-6 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Откл	Откл
ЗОФ на осциллограф	Вкл/Откл	-	Вкл	Откл
Пуск по срабатыванию защит	Вкл/Откл	-	Вкл	Вкл
ДЗ-ФЗ-1 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Откл	Откл
ДЗ-ФЗ-2 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Откл	Откл
ДЗ-1 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Вкл	Вкл
ДЗ-2 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Вкл	Вкл
ДЗ-3 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Вкл	Вкл
ДЗ-4 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Откл	Откл
ДЗ-5 на осциллограф	Вкл/Откл	-	Откл	Откл
Вкл.от АПВ на осциллограф	Вкл/Откл	-	Откл	Откл
СПЛ на осциллограф	Вкл/Откл	-	Откл	Откл

#### **RH 50: Диагностика**

Наименование	Диапазон	Шаг изменения	Заводское значение	Значение
Диагностика (программ.ключ)	Выбор из: откл. без сигнал. 85% 100%	-	откл.	откл.
Нормируемое кол-во циклов ВО	0..65535	-	50000	50000
Начальное кол-во циклов ВО	0..65535	-	0	0
Начальный комм.износ фазы А	0..100	0.1	0	0
Начальный комм.износ фазы В	0..100	0.1	0	0
Начальный комм.износ фазы С	0..100	0.1	0	0
Ток отключения в т. 1	0..65.535 Iном	0.001 Iном	1 Iном	1 Iном

Кол-во отключений при токе в т.1	0..65535	-	50000	<b>50000</b>
Ток отключения в т.2	0..65.535 Iном	0.001 Iном	2 Iном	<b>2 Iном</b>
Кол-во отключений при токе в т.2	0..65535	-	15000	<b>15000</b>
Ток отключения в т.3	0..65.535 Iном	0.001 Iном	3 Iном	<b>3 Iном</b>
Кол-во отключений при токе в т.3	0..65535	-	6000	<b>6000</b>
Ток отключения в т.4	0..65.535 Iном	0.001 Iном	4 Iном	<b>4 Iном</b>
Кол-во отключений при токе в т.4	0..65535	-	3500	<b>3500</b>
Ток отключения в т.5	0..65.535 Iном	0.001 Iном	5 Iном	<b>5 Iном</b>
Кол-во отключений при токе в т.5	0..65535	-	2000	<b>2000</b>
Ток отключения в т.6	0..65.535 Iном	0.001 Iном	6 Iном	<b>6 Iном</b>
Кол-во отключений при токе в т.6	0..65535	-	1600	<b>1600</b>
Ток отключения в т.7	0..65.535 Iном	0.001 Iном	7 Iном	<b>7 Iном</b>
Кол-во отключений при токе в т.7	0..65535	-	1100	<b>1100</b>
Ток отключения в т.8	0..65.535 Iном	0.001 Iном	8 Iном	<b>8 Iном</b>
Кол-во отключений при токе в т.8	0..65535	-	900	<b>900</b>
Ток отключения в т.9	0..65.535 Iном	0.001 Iном	9 Iном	<b>9 Iном</b>
Кол-во отключений при токе в т.9	0..65535	-	700	<b>700</b>
Ток отключения в т.10	0..65.535 Iном	0.001 Iном	10 Iном	<b>10 Iном</b>
Кол-во отключений при токе в т.10	0..65535	-	550	<b>550</b>
Ток отключения в т.11	0..65.535 Iном	0.001 Iном	20 Iном	<b>20 Iном</b>
Кол-во отключений при токе в т.11	0..65535	-	100	<b>100</b>

#### RH 31: Конфигурация реле

Наименование	Диапазон	Заводское значение	Значение
Реле К1	Выбор из: Лог.0 Лог.1 ДВ1 ДВ2 ДВ3 ДВ4 ДВ5 ДВ6 ДВ7 ДВ8 ДВ9 ДВ10 ДВ11 ДВ12 ДВ13 ДВ14 ДВ15 ДВ16 ДВ17 ДВ18 ДВ19 ДВ20 ДВ21 ДВ22 ДВ23 ДВ24 ДВ25 ДВ26 ДВ27 ДВ28 ДВ29 ДВ30 ДВ31 ДВ32 ДВ33 ДВ34 ДВ35 ДВ36 ДВ37 ДВ38 ДВ39 ДВ40	К пар.лин	Сраб.ДЗ

	ДВ41 ДВ42 ДВ43 ДВ44 ДВ45 ДВ46 ДВ47 ДВ48 Φ1 Φ2 Φ3 Φ4 Φ5 Φ6 Φ7 Φ8 Φ9 Φ10 Φ11 Φ12 РС-Φ3-1 РС-Φ3-1 А0 РС-Φ3-1 В0 РС-Φ3-1 С0 РС-Φ3-2 РС-Φ3-2 А0 РС-Φ3-2 В0 РС-Φ3-2 С0 РС-1 РС-1 АВ РС-1 ВС РС-1 СА РС-2 РС-2 ненапр. РС-2 об.напр РС-2 АВ РС-2 ВС РС-2 СА РС-3 РС-3 АВ РС-3 ВС РС-3 СА РС-4 РС-4 АВ РС-4 ВС РС-4 СА РС-5 РС-5 АВ РС-5 ВС РС-5 СА DZ DZ АВ DZ ВС DZ СА Пуск Φ3 ИО ТНЗНП-1 ИО ТНЗНП-2 ИО ТНЗНП-3 ИО ТНЗНП-4 ИО ТНЗНП-5 ИО ТНЗНП-6 РНМ-Б РНМ-Р ИО АРПТ-С ИО АРПТ-1 ИО АРПТ-2 РНМ-ШЛ РНМ-ЛШ ИО БНТ ИО ТО D11Ч D11Г D12Ч D12Г I2 DZ ИО IА макс ИО IА мин ИО IВ макс		
--	--	--	--

	ИО IB мин ИО IC макс ИО IC мин ИО I фазн.макс ИО I фазн.мин ИО I1 макс ИО I2 макс ИО 3I0 макс ИО I1 мин ИО I2 мин ИО 3I0 мин ИО 3I0пар макс ИО 3I0пар мин ИО UAB макс ИО UAB мин ИО UBC макс ИО UBC мин ИО UCA макс ИО UCA мин ИО Улин макс ИО Улин мин ИО UA макс ИО UA мин ИО UB макс ИО UB мин ИО UC макс ИО UC мин ИО U1 макс ИО U1 мин ИО U2 макс ИО 3U0 макс ИО U отб макс ИО U отб мин ИО I отб макс ИО I отб мин ИО Уни макс ИО Уни мин ИО Уфк макс ИО Уфк мин ИО Уиф макс ИО Уиф мин ИО Улинии макс ИО Улинии макс ИО Ушин макс ИО Ушин макс БК-6 БК-м БК DZ Ввод БК DZ КОН КННП КНН КННШ ОС УС+ОС УС Разр.авт.вкл. Разр.ручн.вкл. Обрыв НГ $U0 > 0,085 \cdot U_n$ $I2 > k1 \cdot I1$ обрыв 1-2ф $U2 > 0,085 \cdot U_n$ $U2 > k2 \cdot U1$ $dI1 >$ Обрыв 3ф $dU > 0,2 \cdot U_n$ $U1 <$ $Uф <$ БНН Неисп.ЦН Автомат ТН откл. Пуск ДЗ-ФЗ-1 Ср.ДЗ-ФЗ-1 Пуск ДЗ-ФЗ-2 Ср.ДЗ-ФЗ-2 ОУ ДЗ Пуск ДЗ-1		
--	--	--	--

	Ср.ДЗ-1 Пуск ДЗ-2 Ср.ДЗ-2 Ср.ДЗ-3 Ср.ДЗ-4 Ср.ДЗ-4,5 Ср.ДЗ-5 Уск.ДЗ Сраб.ДЗ ДЗ-2 ненапр П.МТЗ-1 НП. МТЗ-1 Ср.МТЗ-1 П.МТЗ-2 НП. МТЗ-2 Ср.МТЗ-2 ОУ МТЗ-2 П.МТЗ-3 НП. МТЗ-3 Ср.МТЗ-3 ОУ МТЗ-3 ОУ МТЗ П.МТЗ-4 НП. МТЗ-4 Ср.МТЗ-4 ОУ МТЗ-4 П.МТЗ-5 НП. МТЗ-5 Ср.МТЗ-5 МТЗ вывод. П.ТНЗНП-1 ТНЗНП-1 П.ТНЗНП-2 ТНЗНП-2 П.ТНЗНП-3 ТНЗНП-3 П.ТНЗНП-4 ТНЗНП-4 П.ТНЗНП-5 ТНЗНП-5 П.ТНЗНП-6 ТНЗНП-6 Ср.ТНЗНП Уск.ТНЗНП ОУ ТНЗНП Уск.п.ВЛ К пар.лин Ср.ТО Пуск по U Ср. ЗНФ Ср. ЗНФР Ср. ЗОФ УРОВ-выход ИО УРОВ В1 УРОВ В1 УРОВ на себя В1 ИО УРОВ В2 УРОВ В2 УРОВ на себя В2 Пуск АУ Ср.АУ Гот.АПВ-1 Ср.АПВ-1 Гот.АПВ-2 Ср.АПВ-2 Ср.АПВ Сброс АПВ Сброс АПВ В2 ЭМО1 и ЭМО2 Обест.ЭМО1 и ЭМВ Обест.ЭМО2 Авар.давл. SF6 Низк.давл. SF6 Низк. давл. на откл. Низк. давл. на блок.упр		
--	---	--	--

	Неготов.выкл. Неисп.привода Нег.прив. на блок. Авт.прив.откл. Авт.ШП откл. Неисп.обогр.1 Неисп.обогр.выкл. Неиспр.обогр.2 Неиспр.обогр. на бл. Откл.от SF6 ТТ Авар.давл. SF6 ТТ Низк.давл. SF6 ТТ Неиспр.опертока РПВ РПО Неисп. выкл-ля Неисп.ЦУ Неисп.ЦО Неисп.ЦВ Неисп.КУ Неисп.ТУ Неисп.внешняя В цепь ЭМО и ЭМВ Ср.ВЧТО №1 Ср.ВЧТО №2 Выход ВЧТО №2 Ср.ВЧТО №3 Выход ВЧТО №3 Ср.ВЧТО РКО РКВ АРПТ-С АРПТ-1 АРПТ-2 Авар.сигн. Самопроизв.откл Предуп.сигн Вызов Срабатывание Вн.сигн-1 Вн.сигн-2 Вн.сигн-3 Вн.сигн-4 Вн.сигн-5 Вн.сигн Вывод функций ОУ введено Ср.защит Съём сигнала РФ Откл.от РЗА Пуск УРОВ от РЗ Отключить Отключить В2 Остан.ВЧ-ПП Выход ВЧТО №1 Пуск ВЧ Включить Разрешение вкл Ожид.синхр.вкл. Включение от авт. Включение Износ превышен Ср. ВО-1 Ср. ВО-2 Ср. ВО-3 Разр.вкл. Разр. ком. вкл. Пуск осц. Выход СПЛ-1 Выход СПЛ-2 Выход СПЛ-3 Выход СПЛ-4 Выход СПЛ-5		
--	--	--	--

	Выход СПЛ-6		
	Выход СПЛ-7		
	Выход СПЛ-8		
	Выход СПЛ-9		
	Выход СПЛ-10		
	Выход СПЛ-11		
	Выход СПЛ-12		
	Выход СПЛ-13		
	Выход СПЛ-14		
	Выход СПЛ-15		
	Выход СПЛ-16		
	Выход СПЛ-17		
	Выход СПЛ-18		
	Выход СПЛ-19		
	Выход СПЛ-20		
	Выход СПЛ-21		
	Выход СПЛ-22		
	Выход СПЛ-23		
	Выход СПЛ-24		
	Выход СПЛ-25		
	Выход СПЛ-26		
	Выход СПЛ-27		
	Выход СПЛ-28		
	Выход СПЛ-29		
	Выход СПЛ-30		
	Ввод от Ф1		
	Ввод от Ф2		
	Ввод от Ф3		
	Ввод от Ф4		
	Ввод от Ф5		
	Ввод от Ф6		
	Ввод от Ф7		
	Ввод от Ф8		
	Ввод от Ф9		
	Ввод от Ф10		
	Ввод от Ф11		
	Ввод от Ф12		
	Вывод от Ф1		
	Вывод от Ф2		
	Вывод от Ф3		
	Вывод от Ф4		
	Вывод от Ф5		
	Вывод от Ф6		
	Вывод от Ф7		
	Вывод от Ф8		
	Вывод от Ф9		
	Вывод от Ф10		
	Вывод от Ф11		
	Вывод от Ф12		
	M1		
	M2		
	Ош.вх.		
	In1.01		
	In1.02		
	In1.03		
	In1.04		
	In1.05		
	In1.06		
	In1.07		
	In1.08		
	In1.09		
	In1.10		
	In1.11		
	In1.12		
	In1.13		
	In1.14		
	In1.15		
	In1.16		
	In2.01		
	In2.02		
	In2.03		
	In2.04		
	In2.05		
	In2.06		
	In2.07		
	In2.08		
	In2.09		
	In2.10		



	In2.11 In2.12 In2.13 In2.14 In2.15 In2.16		
Реле K2	(см. Реле K1)	Лог.0	Ср.ТНЗНП
Реле K3	(см. Реле K1)	Остан.ВЧ-ПП	Ср.ТО
Реле K4	(см. Реле K1)	Пуск ВЧ	Ср.МТЗ-1
Реле K5	(см. Реле K1)	УРОВ-выход	Лог.0
Реле K6	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Реле K7	(см. Реле K1)	Выход ВЧТО №2	Лог.0
Реле K8	(см. Реле K1)	Выход ВЧТО №3	Лог.0
Реле K9	(см. Реле K1)	Отключить	Отключить
Реле K10	(см. Реле K1)	Включить	Включить
Реле K11	(см. Реле K1)	Отключить	Отключить
Реле K12	(см. Реле K1)	УРОВ-выход	Лог.0
Реле K13	(см. Реле K1)	РКВ	ДВ31
Реле K14	(см. Реле K1)	Лог.0	ДВ34
Реле K15	(см. Реле K1)	РКВ	Неисп.внешняя
Реле K16	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Реле K17	(см. Реле K1)	РПВ	РПВ
Реле K18	(см. Реле K1)	РПО	РПО
Реле K19	(см. Реле K1)	РПВ	ДВ47
Реле K20	(см. Реле K1)	РПО	РПО
Реле K21	(см. Реле K1)	РПВ	Ср.АПВ
Реле K22	(см. Реле K1)	РПО	Лог.0
Реле K23	(см. Реле K1)	РПВ	Лог.0
Реле K24	(см. Реле K1)	РПО	Лог.0
Реле K25	(см. Реле K1)	Остан.ВЧ-ПП	Лог.0
Реле K26	(см. Реле K1)	Пуск ВЧ	Лог.0
Реле K27	(см. Реле K1)	ИО УРОВ В1	Лог.0
Реле K28	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Реле K29	(см. Реле K1)	ИО УРОВ В2	Лог.0
Реле K30	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Реле K31	(см. Реле K1)	Ср.защит	Ср.защит
Реле K32	(см. Реле K1)	Предуп.сигн	Лог.0
Реле K33	(см. Реле K1)	Ср.защит	Лог.0
Реле K34	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Реле K35	(см. Реле K1)	Обест.ЭМО1 и ЭМВ	Обест.ЭМО1 и ЭМВ
Реле K36	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Реле K37	(см. Реле K1)	Обест.ЭМО2	Обест.ЭМО2
Реле K38	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Реле K39	(см. Реле K1)	УРОВ В2	Неготов.выкл.
Реле K40	(см. Реле K1)	УРОВ В1	Лог.0
Реле K41	(см. Реле K1)	Сброс АПВ	Лог.0
Реле K42	(см. Реле K1)	Сброс АПВ В2	Лог.0
Реле K43	(см. Реле K1)	Отключить В2	Лог.0
Реле K44	(см. Реле K1)	Лог.0	Низк.давл. SF6
Реле K45	(см. Реле K1)	Авар.сигн.	Лог.0
Реле K46	(см. Реле K1)	РФ	РФ
Реле K47	(см. Реле K1)	Лог.0	Выход СПЛ-1
Реле K48	(см. Реле K1)	Лог.0	Неисп.обогр. выкл
КС1	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
КС2	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0

KD1	(см. Реле K1)	Лог.0	Неисправность БЭМП
-----	---------------	-------	--------------------

RH 32: Конфигурация светодиодов			
Наименование	Диапазон	Заводское значение	Значение
Vd1	(см. Реле K1)	Ср.ДЗ-ФЗ-1	Ср.ДЗ-1
Vd2	(см. Реле K1)	Ср.ДЗ-ФЗ-2	Ср.ДЗ-2
Vd3	(см. Реле K1)	Ср.ДЗ-1	Ср.ДЗ-3
Vd4	(см. Реле K1)	Ср.ДЗ-2	ТНЗНП-1
Vd5	(см. Реле K1)	Ср.ДЗ-3	ТНЗНП-2
Vd6	(см. Реле K1)	Ср.ДЗ-4	ТНЗНП-3
Vd7	(см. Реле K1)	Ср.ДЗ-5	ТНЗНП-4
Vd8	(см. Реле K1)	ТНЗНП-1	Ср. ТО
Vd9	(см. Реле K1)	ТНЗНП-2	Ср. МТЗ-1
Vd10	(см. Реле K1)	ТНЗНП-3	Работа АПВ
Vd11	(см. Реле K1)	ТНЗНП-4	ОУ ДЗ
Vd12	(см. Реле K1)	ТНЗНП-5	ОУ ТНЗНП
Vd13	(см. Реле K1)	ТНЗНП-6	БНН
Vd14	(см. Реле K1)	К пар.лин	Блок АПВ
Vd15	(см. Реле K1)	Ср. ЗОФ	Лог 0
Vd16	(см. Реле K1)	Ср.ТО	Лог 0
Vd17	(см. Реле K1)	УРОВ-выход	Низк.давл.SF6 выкл
Vd18	(см. Реле K1)	Неисп.ЦН	Авар.давл.SF6 выкл
Vd19	(см. Реле K1)	Ср.ВЧТО №1	Неиспр. привода
Vd20	(см. Реле K1)	Ср.ВЧТО №2	Вывод ДЗ
Vd21	(см. Реле K1)	Ср.ВЧТО №3	Вывод ТНЗНП
Vd22	(см. Реле K1)	Ср.АУ	Вывод ТО
Vd23	(см. Реле K1)	Ср.АПВ	Лог 0
Vd24	(см. Реле K1)	Авар.давл. SF6	Лог 0
Vd25	(см. Реле K1)	Низк.давл.SF6	Лог 0
Vd26	(см. Реле K1)	Авар.давл. SF6 ТТ	Ср. ВО-1
Vd27	(см. Реле K1)	Низк.давл. SF6 ТТ	Ср. ВО-2
Vd28	(см. Реле K1)	Обест.ЭМО1 и ЭМВ	Ср. ВО-3
Vd29	(см. Реле K1)	Обест.ЭМО2	ДВ47
Vd30	(см. Реле K1)	Неисп.обогр.выкл.	Вывод БЭМП
Vd31	(см. Реле K1)	Неисп.ЦУ	ДВ44
Vd32	(см. Реле K1)	Лог.0	Внеш.сигн-1
Vd33	(см. Реле K1)	Лог.0	Внеш.сигн-2
Vd34	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Vd35R	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Vd35G	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Vd36R	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Vd36G	(см. Реле K1)	Лог.0	ДВ43
Vd37R	(см. Реле K1)	Лог.0	ДВ37
Vd37G	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0

RH 33: Конфигурация входов ФС			
Наименование	Диапазон	Заводское значение	Значение
РНМ-Б и РПВ	(см. Реле K1)	ДВ1	Лог.0
РПВ ШСВ/СВ	(см. Реле K1)	ДВ2	Лог.0
ВЧТО №1	(см. Реле K1)	ДВ3	Лог.0
РПВ В2	(см. Реле K1)	ДВ4	Лог.0

ВЧТО №2	(см. Реле K1)	ДВ5	Лог.0
ВЧТО №3	(см. Реле K1)	ДВ6	Лог.0
Пуск УРОВ В1 от ДЗШ	(см. Реле K1)	ДВ7	Лог.0
Пуск УРОВ В1 от внеш.защ.	(см. Реле K1)	ДВ8	Лог.0
Блок. АПВ	(см. Реле K1)	ДВ9	ДВ4
Вкл. от ТУ	(см. Реле K1)	ДВ10	ДВ10
Откл. от ТУ	(см. Реле K1)	ДВ11	ДВ11
Неиспр.обогр.1	(см. Реле K1)	ДВ12	Лог.0
Вкл. от КУ	(см. Реле K1)	ДВ13	ДВ13
Откл. от КУ	(см. Реле K1)	ДВ14	ДВ14
Вывод БЭМП	(см. Реле K1)	ДВ15	ДВ15
Низк. давл. SF6	(см. Реле K1)	ДВ16	ДВ16
Авар. давл. SF6	(см. Реле K1)	ДВ17	ДВ17
Неиспр.обогр.2	(см. Реле K1)	ДВ18	ДВ18
Негот.привода	(см. Реле K1)	ДВ19	ДВ19
Пуск ЗНФ	(см. Реле K1)	ДВ20	Лог.0
Авар.давл. SF6 ТТ	(см. Реле K1)	ДВ21	ДВ21
Низк.давл. SF6 ТТ	(см. Реле K1)	ДВ22	ДВ22
Режим АПВ-1	(см. Реле K1)	ДВ23	ДВ23
Режим АПВ-2	(см. Реле K1)	ДВ24	ДВ24
Внешн. сброс сигн.	(см. Реле K1)	ДВ25	ДВ25
Полож. SG1	(см. Реле K1)	ДВ26	Лог.0
Полож. SG2	(см. Реле K1)	ДВ27	Лог.0
РПВ 1	(см. Реле K1)	ДВ28	ДВ28
Іэмв	(см. Реле K1)	ДВ29	ДВ29
Іэмо1	(см. Реле K1)	ДВ30	ДВ30
Внешн.сигн-1	(см. Реле K1)	ДВ31	ДВ31
РПО	(см. Реле K1)	ДВ32	ДВ32
Іэмо2	(см. Реле K1)	ДВ33	ДВ33
Внешн.сигн-2	(см. Реле K1)	ДВ34	ДВ34
РПВ 2	(см. Реле K1)	ДВ36	ДВ36
РПО В2	(см. Реле K1)	ДВ37	Лог.0
Полож. SG3	(см. Реле K1)	ДВ40	Лог.0
Полож. SG4	(см. Реле K1)	ДВ41	Лог.0
Полож. SG5	(см. Реле K1)	ДВ42	Лог.0
Полож. SA2	(см. Реле K1)	ДВ43	Лог.0
Полож. SA11	(см. Реле K1)	ДВ44	ДВ44
Полож. SA9	(см. Реле K1)	ДВ45	Лог.0
Полож. SA6	(см. Реле K1)	ДВ46	Лог.0
Полож. SAC1	(см. Реле K1)	ДВ47	ДВ47
Вход СПЛ-1	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-2	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-3	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-4	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-5	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-6	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-7	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-8	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-9	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-10	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-11	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-12	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-13	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-14	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-15	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0

Вход СПЛ-16	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-17	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-18	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-19	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-20	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-21	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-22	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-23	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-24	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-25	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-26	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-27	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-28	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-29	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вход СПЛ-30	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вывод МТЗ	(см. Реле K1)	Вывод от Ф4	Лог.0
Вн. Пуск МТЗ	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Ввод ОУ МТЗ	(см. Реле K1)	Ввод от Ф7	Лог.0
Вывод ТО	(см. Реле K1)	Вывод от Ф3	ДВ40
Вывод ДЗ	(см. Реле K1)	Вывод от Ф1	ДВ26
Ввод ОУ ДЗ	(см. Реле K1)	Ввод от Ф5	ДВ43
Улинии<	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вывод ТНЗНП	(см. Реле K1)	Вывод от Ф2	ДВ27
Ввод ОУ ТНЗНП	(см. Реле K1)	Ввод от Ф6	ДВ37
Вывод УРОВ В1	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вывод УРОВ В2	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Уск.от пар. ВЛ	(см. Реле K1)	Ввод от Ф9	Лог.0
Пуск осц.	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Автомат ТН	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Гр.уставок 1	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Гр.уставок 2	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Гр.уставок 3	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Гр.уставок 4	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Ключ АПВ	(см. Реле K1)	Ввод от Ф8	Лог.0
Блок.вкл. и откл.	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Автомат ШП	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Неисп. опертока	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Автомат привода	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Разр.авт.вкл.	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Разр.ручн.вкл.	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Внешн.откл-1	(см. Реле K1)	Лог.0	ДВ5
Внешн.откл-2	(см. Реле K1)	Лог.0	ДВ6
Внешн.вкл	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Внешн.сигн-3	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Внешн.сигн-4	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Внешн.сигн-5	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Внешн.откл-3	(см. Реле K1)	Лог.0	ДВ7
Разреш. АСУ	(см. Реле K1)	Ввод от Ф12	Лог.0
Отключить	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Включить	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вывод АПВ 2	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Местное упр.	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Вывод чувств. ТНЗНП	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Пуск УРОВ В2 от внеш.защ.	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Пуск УРОВ В2 от ДЗШ	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0

КС при вкл.	(см. Реле К1)	Ввод от Ф11	<b>ДВ41</b>
Уск.от пар. ВЛ ШСВ	(см. Реле К1)	Ввод от Ф10	<b>Лог.0</b>
Ремонт В1	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ремонт В2	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Запрет АПВ	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Запрет АПВ от ДЗШ	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Вывод запрета АПВ	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф1-Установка	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф1-Сброс	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф2-Установка	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф2-Сброс	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф3-Установка	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф3-Сброс	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф4-Установка	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф4-Сброс	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф5-Установка	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф5-Сброс	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф6-Установка	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф6-Сброс	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф7-Установка	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф7-Сброс	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф8-Установка	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф8-Сброс	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф9-Установка	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф9-Сброс	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф10-Установка	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф10-Сброс	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф11-Установка	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф11-Сброс	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф12-Установка	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Ф12-Сброс	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>

<b>RH 38: Конфигурация сигналов АСУ</b>			
<b>Наименование</b>	<b>Диапазон</b>	<b>Заводское значение</b>	<b>Значение</b>
D1.01	(см. Реле К1)	РС-ФЗ-1 А0	<b>РС-ФЗ-1 А0</b>
D1.02	(см. Реле К1)	РС-ФЗ-1 В0	<b>РС-ФЗ-1 В0</b>
D1.03	(см. Реле К1)	РС-ФЗ-2	<b>РС-ФЗ-2</b>
D1.04	(см. Реле К1)	РС-ФЗ-2 А0	<b>РС-ФЗ-2 А0</b>
D1.05	(см. Реле К1)	РС-ФЗ-2 С0	<b>РС-ФЗ-2 С0</b>
D1.06	(см. Реле К1)	РС-1	<b>РС-1</b>
D1.07	(см. Реле К1)	РС-ФЗ-1	<b>РС-ФЗ-1</b>
D1.08	(см. Реле К1)	РС-1 АВ	<b>РС-1 АВ</b>
D1.09	(см. Реле К1)	РС-2 ненапр.	<b>РС-2 ненапр.</b>
D1.10	(см. Реле К1)	РС-2 об.напр	<b>РС-2 об.напр</b>
D1.11	(см. Реле К1)	РС-2 АВ	<b>РС-2 АВ</b>
D1.12	(см. Реле К1)	РС-2 ВС	<b>РС-2 ВС</b>
D1.13	(см. Реле К1)	РС-3	<b>РС-3</b>
D1.14	(см. Реле К1)	РС-2 СА	<b>РС-2 СА</b>
D1.15	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
D1.16	(см. Реле К1)	РС-3 АВ	<b>РС-3 АВ</b>
D2.01	(см. Реле К1)	РС-3 ВС	<b>РС-3 ВС</b>
D2.02	(см. Реле К1)	РС-5	<b>РС-5</b>
D2.03	(см. Реле К1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
D2.04	(см. Реле К1)	РС-5 ВС	<b>РС-5 ВС</b>
D2.05	(см. Реле К1)	DZ	<b>DZ</b>

D2.06	(см. Реле K1)	DZ CA	DZ CA
D2.07	(см. Реле K1)	ИО ТНЗНП-4	ИО ТНЗНП-4
D2.08	(см. Реле K1)	DZ AB	DZ AB
D2.09	(см. Реле K1)	ИО ТНЗНП-1	ИО ТНЗНП-1
D2.10	(см. Реле K1)	ИО ТНЗНП-5	ИО ТНЗНП-5
D2.11	(см. Реле K1)	ИО ТНЗНП-6	ИО ТНЗНП-6
D2.12	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D2.13	(см. Реле K1)	ИО БНТ	ИО БНТ
D2.14	(см. Реле K1)	DI1Ч	DI1Ч
D2.15	(см. Реле K1)	DI1Г	DI1Г
D2.16	(см. Реле K1)	DI2Ч	DI2Ч
D11.01 б/ф	(см. Реле K1)	РПО	РПО
D11.02 б/ф	(см. Реле K1)	РПВ	РПВ
D11.03 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D11.04 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D11.05 б/ф	(см. Реле K1)	Разрешение вкл	Разрешение вкл
D11.06 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D11.07 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D11.08 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D11.09 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D11.10 б/ф	(см. Реле K1)	Предуп.сигн	Предуп.сигн
D11.11 б/ф	(см. Реле K1)	Авар.сигн.	Авар.сигн.
D11.12 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D11.13 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D11.14 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D11.15 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D11.16 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.01 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.02 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.03 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.04 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.05 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.06 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.07 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.08 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.09 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.10 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.11 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.12 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.13 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.14 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.15 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
D12.16 б/ф	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0

RH 40: Конфигурация выходов GOOSE			
Наименование	Диапазон	Заводское значение	Значение
Sim	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Out1.01	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Out1.02	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Out1.03	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Out1.04	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Out1.05	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Out1.06	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Out1.07	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0
Out1.08	(см. Реле K1)	Лог.0	Лог.0

Out1.09	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out1.10	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out1.11	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out1.12	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out1.13	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out1.14	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out1.15	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out1.16	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.01	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.02	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.03	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.04	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.05	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.06	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.07	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.08	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.09	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.10	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.11	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.12	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.13	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.14	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.15	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>
Out2.16	(см. Реле K1)	Лог.0	<b>Лог.0</b>