



ООО "ТЭС НН"

Свидетельство СРО № 0668.02-2013-5258109139-П-169 от 27.07.2015 г.

Реконструкция РУ-6 кВ инв. № 864096071, расположенного в здании РП-34 инв. № 864005096 находящегося по адресу: Смоленская область, г. Смоленск, ул. Фрунзе, д.57, лит.161, для филиала "Волго-Вятский" АО "Оборонэнерго"

Рабочая документация

Релейная защита

ТЭС-068-003-19-РЗ

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

2019 г.



ООО "ТЭС НН"

Свидетельство СРО № 0668.02-2013-5258109139-П-169 от 27.07.2015 г.

Реконструкция РУ-6 кВ инв. № 864096071, расположенного в здании РП-34 инв. № 864005096 находящегося по адресу: Смоленская область, г. Смоленск, ул. Фрунзе, д.57, лит.161, для филиала "Волго-Вятский" АО "Оборонэнерго"

Рабочая документация

Релейная защита

ТЭС-068-003-19-РЗ

Главный инженер проекта

Дударев В.А.

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам.инв.№

2019 г.

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта ТЭС-068-003-19-РЗ

[illegible]


Проект разработан в соответствии с действующими нормами, правилами и стандартами. Технические решения, принятые в рабочих чертежах, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных норм, действующих на территории РФ и обеспечивают безопасную для жизни людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных рабочими чертежами мероприятий.

Главный инженер проекта



Дударев В.А.

						ТЭС-068-003-19-РЗ	Реконструкция РУ -6 кВ инв. № 86-0196071, расположенного в здании ПТ -34 инв. № 86-0105096 находящегося по адресу: Смоленская область, г. Смоленск, ул. Фрунзе, д.57, лит. 161, для филиала "Волю-Вятский" АО "Оборонэнерго"		
Изм.	кол./ч.	Лист	Надочк.	Подпись	Дата				
Разраб.	Молочева			<i>Молочева</i>					
Проверил	Тюрьмин			<i>Тюрьмин</i>					
Нач. отд.	Тюрьмин			<i>Тюрьмин</i>					
Н.контр.	Баранов			<i>Баранов</i>					
ЛИП	Дударев			<i>Дударев</i>	2019				
							Регейная защита		
Общие данные									
							Р	1	
							Стадия	Лист	Листов

**ТАВРИДА**  
ГРУППА КОМПАНИЙ  
**ЭНЕРГОСТРОЙ**

Py 6 kB

1/3	Линия к ТП-1	Линия к ТП-55 А	Линия к ТП-801	Линия к Т-1 (резерв)	Ввод 1	ТН 1+ ТОН 1+ ЗОШ 1

Шинный мост 6кВ, 1000 А

[illegible]

			Согласовано			
Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N				

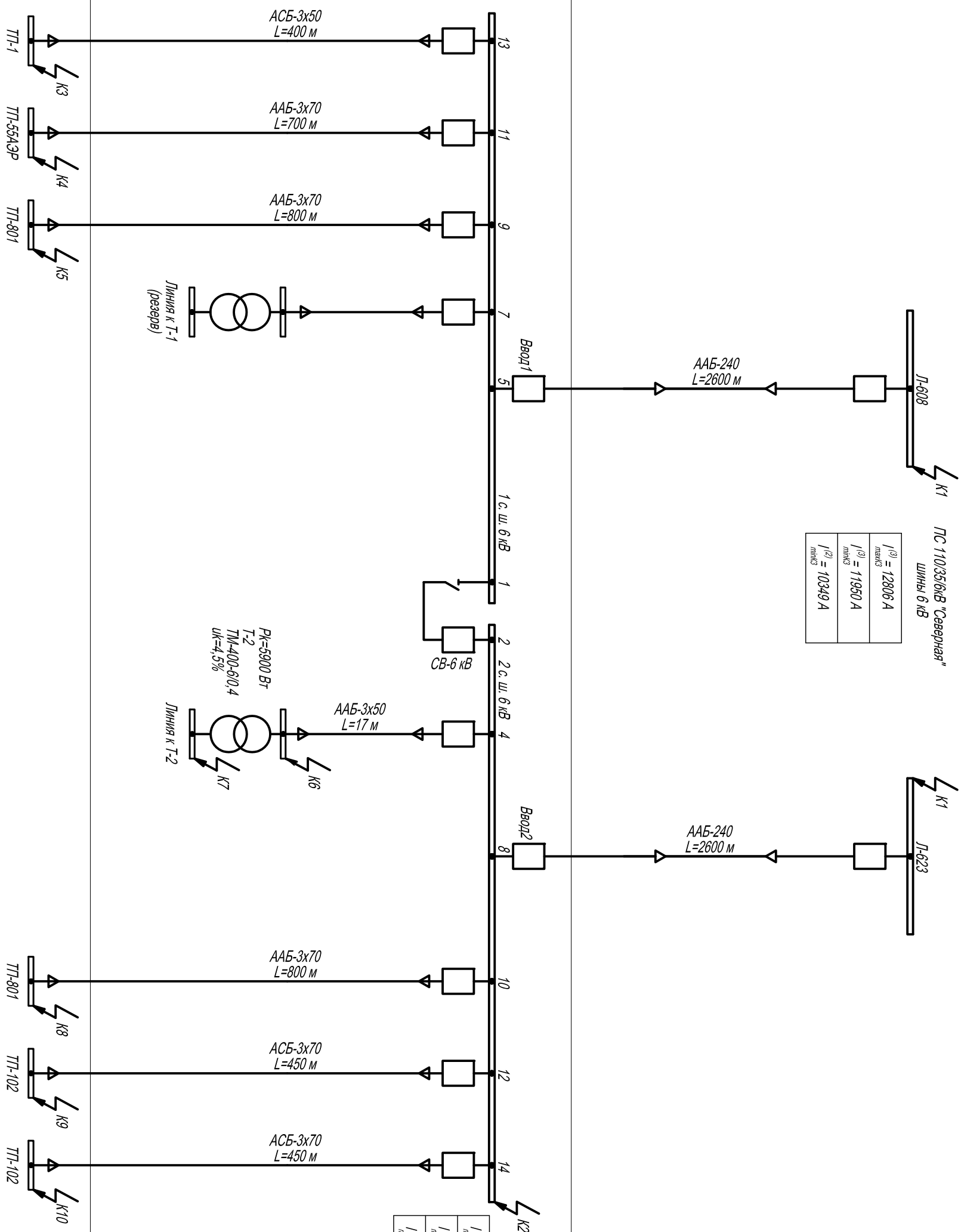
[illegible]

Копироват

Формат А3



Расчетная схема сети при питании от ПС 110/35/6 кВ "Северная" (нормальный режим)



$I^{(3)}_{\text{maxK3}} = 12806 \text{ A}$
$I^{(3)}_{\text{minK3}} = 11950 \text{ A}$
$I^{(2)}_{\text{minK3}} = 10349 \text{ A}$

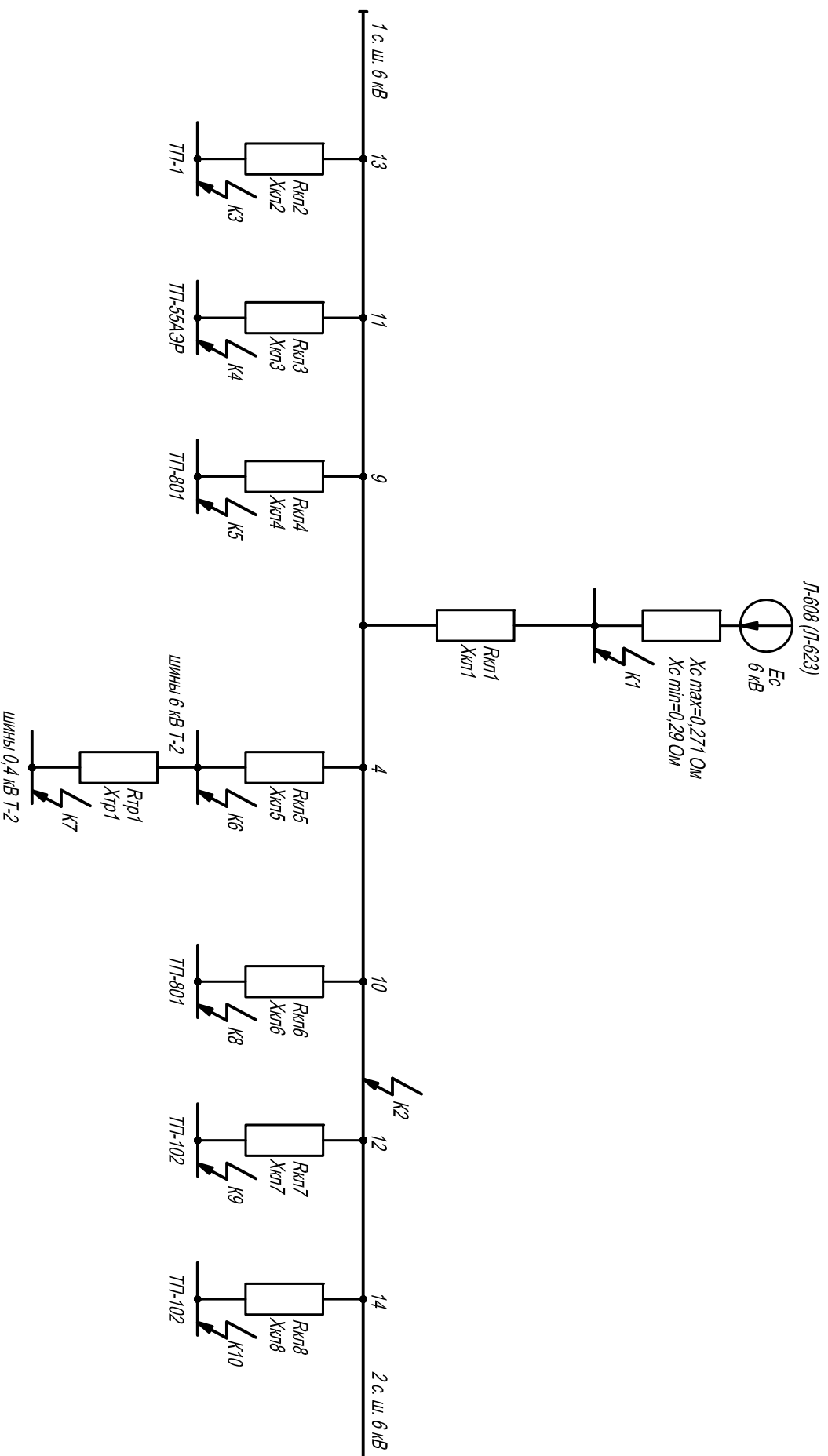
$I^{(3)}_{\text{mark3}} = 9909\text{ A}$
$I^{(3)}_{\text{mink3}} = 9411\text{ A}$
$I^{(2)}_{\text{mink3}} = 8150\text{ A}$

			Согласовано			
Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N				

[illegible]



*Схема замещения сети при питании от ПС 110/35,6кВ "Северная" (нормальный режим)  
в максимальном и минимальном режиме*

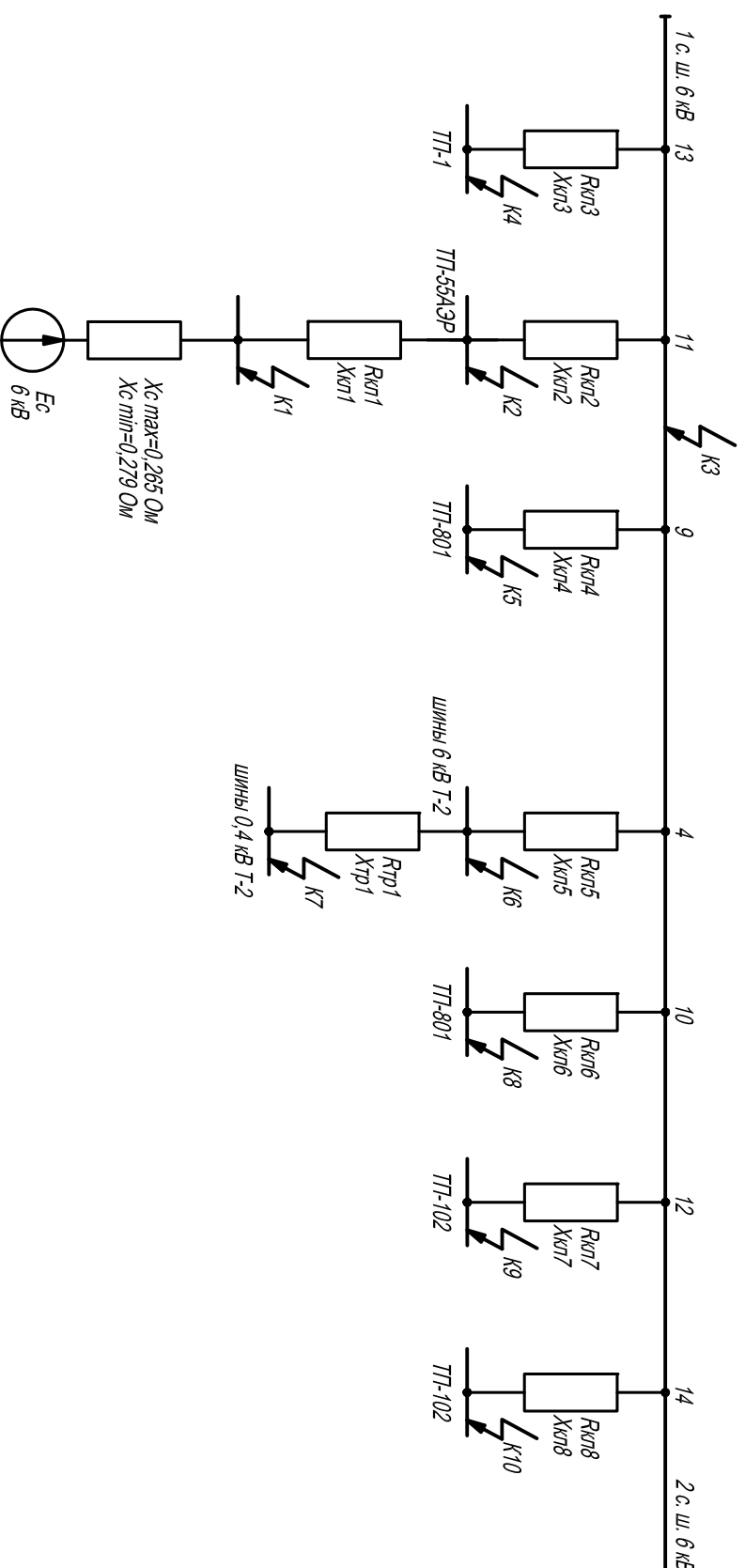


Согласовано			

<i>Инв. N подл.</i>	<i>Подпись и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>

					ТЭС-068-003-19-РЗ	Лист
						3.3
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ докум.	Подпись		Дата

Схема замещения сети при питании от Д-628 ПС 110/35/6кВ "Западная" (аварийный режим №1)  
в максимальном и минимальном режиме



Согласовано			

<i>Инв. N подл.</i>	<i>Подпись и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>

						ТЭС-068-003-19-РЗ	Лист
							3 4
Изм.	Ком.уч.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Таблица-2 Значения сопротивлений элементов схемы замещения

Участок	Марка провода/кабеля	Длина, км	Удельное активное сопротивле ние, Ом/км	Удельное реактивное сопротивле ние, Ом/км	Активное сопротивле ние, Ом	Реактивное сопротивлен ие, Ом	Обозначение на схеме замещения
1	2	3	4	5	6	7	8
Расчетная схема сети при питании от ПС 110/35/6кВ "Северная" (нормальный режим)							
ПС 110/35/6кВ "Северная" - РП-34	ААБ-3х240	2,600	0,125	0,071	0,108	0,062	Zкп1
РП-34 яч.№13 - ТП-1	АСБ-3х50	0,400	0,589	0,083	0,079	0,011	Zкп2
РП-34 яч.№11 - ТП-55АЭР	ААБ-3х70	0,700	0,420	0,080	0,098	0,019	Zкп3
РП-34 яч.№9 - ТП-801	ААБ-3х70	0,800	0,420	0,080	0,112	0,021	Zкп4
РП-34 яч.№4 - Т-2	ААБ-3х50	0,017	0,589	0,083	0,003	0,000	Zкп5
РП-34 яч.№10 - ТП-801	ААБ-3х70	0,800	0,420	0,080	0,112	0,021	Zкп6
РП-34 яч.№12 - ТП-102	АСБ-3х70	0,450	0,420	0,080	0,063	0,012	Zкп7
РП-34 яч.№14 - ТП-102	АСБ-3х70	0,450	0,420	0,080	0,063	0,012	Zкп8
Расчетная схема сети при питании от Л-628 ПС 110/35/6кВ "Западная" (аварийный режим №1)							
ПС 110/35/6кВ "Западная" - ТП-55АЭР	ААБ-3х95	3,200	0,310	0,078	0,331	0,083	Zкп1
ТП-55АЭР - яч.№11 шины РП-34	ААБ-3х70	0,700	0,420	0,080	0,098	0,019	Zкп2
РП-34 яч.№13 - ТП-1	АСБ-3х50	0,400	0,589	0,083	0,079	0,011	Zкп3
РП-34 яч.№9 - ТП-801	ААБ-3х70	0,800	0,420	0,080	0,112	0,021	Zкп4
РП-34 яч.№4 - Т-2	ААБ-3х50	0,017	0,589	0,083	0,003	0,000	Zкп5
РП-34 яч.№10 - ТП-801	ААБ-3х70	0,800	0,420	0,080	0,112	0,021	Zкп6
РП-34 яч.№12 - ТП-102	АСБ-3х70	0,450	0,420	0,080	0,063	0,012	Zкп7
РП-34 яч.№14 - ТП-102	АСБ-3х70	0,450	0,420	0,080	0,063	0,012	Zкп8

1. Существующие параметры токов короткого замыкания и уставок

Вышестоящих защит:

1.1 ПС 110/35/6 кВ «Северная»:

Ток короткого замыкания на шинах:

- в максимальном режиме:

$I_{кз\max}^3=12,806\text{ кА};$

- в минимальном режиме:

$I_{кз\min}^3=11,950\text{ кА};$

Уставки РЗА на Л-623(Л-608) ПС «Северная»:

МТЗ: защита выполнена на РТ-40,  $I_{сз.}=780\text{ А}$ ,  $t=1\text{сек}$ , вид характеристики –

независимая;

ТО: защита выполнена на РТ-40,  $I_{сз.}=3000\text{ А}$ ,  $t=0\text{сек}$ , вид характеристики –

независимая;

1.2 ПС 110/35/6 кВ «Западная»:

Ток короткого замыкания на шинах:

- в максимальном режиме:

$I_{кз\max}^3=13,095\text{ кА};$

- в минимальном режиме:

$I_{кз\min}^3=12,418\text{ кА};$

Уставки РЗА на Л-628 ПС «Западная»:

МТЗ 1 ст.: защита выполнена на ОРИОН-2,  $I_{сз.}=300\text{ А}$ ,  $t=1,2\text{сек}$ , вид характеристики

– независимая;

МТЗ 2 ст.: защита выполнена на ОРИОН-2,  $I_{сз.}=1200\text{ А}$ ,  $t=0,3\text{сек}$ , вид характеристики

– независимая;

МТЗ 3 ст.: защита выполнена на ОРИОН-2,  $I_{сз.}=3500\text{ А}$ ,  $t=0,1\text{сек}$ , вид характеристики

– независимая;

2. Расчетные параметры схемы замещения:

Сопротивления воздушных и кабельных линий рассчитываются по формулам,

приведенным ниже, и сводятся в таблицу 2.

$$x_{кл} = x_{уд} \cdot l \tag{1.1}$$

$$r_{кл} = r_{уд} \cdot l \tag{1.2}$$

$$x_{вл} = x_{уд} \cdot l \tag{1.3}$$

$$r_{вл} = r_{уд} \cdot l \tag{1.4}$$

$$z_{кл} = \sqrt{r_{кл}^2 + x_{кл}^2} \tag{1.5}$$

$$z_{вл} = \sqrt{r_{вл}^2 + x_{вл}^2} \tag{1.6}$$

где  $x_{кл}, r_{кл}, z_{кл}$  – реактивное, активное и полное сопротивление кабельной линии, Ом;  
Ом;

$x_{вл}, r_{вл}, z_{вл}$  - реактивное, активное и полное сопротивление воздушной линии, Ом;

$x_{уд}, r_{уд}$  - удельное реактивное и активное сопротивление линии

электропередач, Ом/км;

$l$  - длина линии, км.

						ТЭС-068-003-19-РЗ		
Реконструкция РУ-6 кВ инв. № 864096071, расположенного в здании РТ-34 инв. № 86405096 находящегося по адресу: Смоленская область, г. Смоленск, ул. Фрунзе, д.57, лит.161, для филиала "Волго-Вятский" АО "Оборонэнерго"						Релейная защита		
Изм. Кол.уч.	Лист	И докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Могучева		Могучева					
Проверил	Торымин		Торымин					
Нач.отд.	Торымин		Торымин					
Н.контр.	Баранов		Баранов			Расчет токов короткого замыкания		
ГПП	Дударев		Дударев	2019				

3. Токи короткого замыкания

Расчетные значения токов короткого замыкания для точек К1...Кп.

- ток трехфазного короткого замыкания в максимальном режиме -  $I_{k\max}^{(3)}$ ;

- ток трехфазного короткого замыкания в минимальном режиме -  $I_{k\min}^{(3)}$ ;

- ток двухфазного короткого замыкания в минимальном режиме -  $I_{k\min}^{(2)}$ ;

Таблица3 – Значения токов короткого замыкания

Расчетная точка к.з.	$I_{k\max}^{(3)}$ , кА	$I_{k\min}^{(3)}$ , кА	$I_{k\min}^{(2)}$ , кА
1	2	3	4
Расчетная схема сети при питании от ПС 110/35/6кВ "Северная" (нормальный режим)			
К1 шины ПС «Северная»	12,806	11,950	10,349
К2 шины РП-34	9,909	9,411	8,150
К3 шины ТП-1	8,857	8,486	7,349
К4 шины ТП-55АЭР	8,502	8,165	7,071
К5 шины ТП-801	8,320	8,001	6,929
К6 шины 6 кВ Т-2	9,882	9,388	8,131
К7 шины 0,4 кВ Т-2	0,787	0,784	0,679
К8 шины ТП-801	8,320	8,001	6,929
К9 шины ТП-102	9,007	8,616	7,465
К10 шины ТП-102	9,007	8,616	7,465
Расчетная схема сети при питании от Л-628 ПС 110/35/6кВ "Западная" (аварийный режим №1)			
К1 шины ПС «Западная»	13,095	12,418	10,754
К2 шины ТП-55АЭР	7,218	7,063	6,116
К3 шины РП-34	6,139	6,038	5,229
К4 шины ТП-1	5,473	5,399	4,676
К5 шины ТП-801	5,205	5,140	4,451
К6 шины 6 кВ Т-2	6,114	6,014	5,209
К7 шины 0,4 кВ Т-2	0,762	0,760	0,658
К8 шины ТП-801	5,205	5,140	4,451
К9 шины ТП-102	5,580	5,501	4,764
К10 шины ТП-102	5,580	5,501	4,764

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



Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тТ}} I_{сз}$	0,02А	0,02 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы
					$k_{тТ} =$	30/1	Коэффициент трансформации ТТ
Время срабатывания защиты	Защита выполнена с действием на сигнал	$t_{сз}$	5 с	5 с	-	-	-
Устройство резервирования отказа выключателя							
Время срабатывания		$t_{уров} \geq t_{выкл} + t_{возв} + t_{зап}$	0,2 с	0,2 с	$t_{выкл} =$	0,05 с	Время отключения выключателя
					$t_{возв} =$	0,05 с	Время возврата устройства
					$t_{зап} =$	0,1 с	Время запаса по задержке

						ТЭС-068-003-19-РЗ	Лист
							5.2
Изм.	Кол.уч.	Лист	N докум.	Подпись	Дата		

*Копировал*



Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Устройство резервирования отказа выключателя							
Время срабатывания		$t_{уров} \geq t_{выкл} + t_{возв} + t_{зап}$	0,2 с	0,2 с	$t_{выкл} =$	0,05 с	Время отключения выключателя
					$t_{возв} =$	0,05 с	Время возврата устройства
					$t_{зап} =$	0,1 с	Время запаса по задержке

Изм.	Кол.уч.	Лист	N докум.	Подпись	Дата	ТЭС-068-003-19-РЗ		Лист
								5.4

Согласовано			
Инв. N подл.	Подпись и дата		
	Взам. инв. N		



Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Устройство резервирования отказа выключателя							
Время срабатывания		$t_{\text{уров}} \geq t_{\text{выкл}} + t_{\text{возв}} + t_{\text{зап}}$	0,2 с	0,2 с	$t_{\text{выкл}} =$	0,05 с	Время отключения выключателя
					$t_{\text{возв}} =$	0,05 с	Время возврата устройства
					$t_{\text{зап}} =$	0,1 с	Время запаса по задержке

						ТЭС-068-003-19-РЗ		Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			5.6

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









Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Устройство резервирования отказа выключателя							
Время срабатывания		$t_{уров} \geq t_{выкл} + t_{возв} + t_{зап}$	0,2 с	0,2 с	$t_{выкл} =$	0,05 с	Время отключения выключателя
					$t_{возв} =$	0,05 с	Время возврата устройства
					$t_{зап} =$	0,1 с	Время запаса по задержке

Изм.	Кол.уч.	Лист	N докум.	Подпись	Дата	ТЭС-068-003-19-РЗ		Лист
								5.10

Согласовано			
Инв. N подл.	Подпись и дата		
	Взам. инв. N		



Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Устройство резервирования отказа выключателя							
Время срабатывания		$t_{\text{уров}} \geq t_{\text{выкл}} + t_{\text{возв}} + t_{\text{зап}}$	0,2 с	0,2 с	$t_{\text{выкл}} =$	0,05 с	Время отключения выключателя
					$t_{\text{возв}} =$	0,05 с	Время возврата устройства
					$t_{\text{зап}} =$	0,2 с	Время запыа по задержке

Изм.	Кол.уч.	Лист	N докум.	Подпись	Дата	ТЭС-068-003-19-РЗ	Лист
							5.12

Согласовано			
Инв. N подл.	Подпись и дата		
	Взам. инв. N		

Секционный выключатель 6 кВ яч. №2

Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Максимальная токовая защита							
Ток срабатывания защиты	Согласование по току с присоединениями отходящих линий	$I_{сз} \geq k_{нс} \cdot (I_{сз\ max} + \sum I_{раб\ max})$	694,1 А	695 А	$k_{нс} =$	1,1	Коэффициент надежности согласования
					$I_{сз\ max} =$	286 А	Максимальный ток срабатывания МТЗ присоединения отходящей линии
					$\sum I_{раб\ max} =$	190+155=345А	Сумма максимальных рабочих токов прочих присоединений ОЛ
Коэффициент чувствительности	При двухфазном КЗ на шинах РП-34	$k_{ч} = \frac{I_{к2\ min}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 1,5$	11,7	11,7	$I_{к2\ min}^{(2)} =$	8150 А	Ток двухфазного КЗ на шинах РП-34
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	8,68 А	8,7 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы
					$k_{тт} =$	400/5	Коэффициент трансформации ТТ
Время срабатывания защиты		$t_{сз}$	0,7	0,7			
Вид ВТХ		Независимая					
Логическая защита шин							
Ток срабатывания защиты		$I_{сз} \geq I_{сз\ МТЗ}$	695 А	695 А	$I_{сз\ МТЗ} =$	695 А	Ток срабатывания МТЗ
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	8,68 А	8,7 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы
					$k_{тт} =$	400/5	Коэффициент трансформации ТТ
Время срабатывания		$t_{сз}$	0,15 с	0,15 с	-	-	-
Устройство резервирования отказа выключателя							
Время срабатывания		$t_{уов} \geq t_{выкл} + t_{возв} + t_{зап}$	0,2 с	0,2 с	$t_{выкл} =$	0,05 с	Время отключения выключателя
					$t_{возв} =$	0,05 с	Время возврата устройства
					$t_{зап} =$	0,1 с	Время запаса по задержке
<div>Расчет уставок АВР</div> <div>Напряжение срабатывания ЗМН АВР.</div> <div><math>U_{min} = (0,25...0,4) \cdot U_{ном} = 0,4 \cdot 6 = 2400\ В</math></div> <div>где, <math>U_{ном}</math> - номинальное напряжение сети, кВ;</div> <div>Для микропроцессорного устройства принимается уставка 40 %</div> <div>Напряжение контроля</div> <div><math>U_{min} = 0,6 \cdot U_{ном} = 0,6 \cdot 6 = 3600\ В</math></div> <div>Для микропроцессорного устройства принимается уставка 60 %</div> <div>Время срабатывания АВР определяется эксплуатирующей организацией.</div>							
<div> <div>Изм.</div> <div>Кол.уч</div> <div>Лист</div> <div>№ докум.</div> <div>Подпись</div> <div>Дата</div> </div> <div>ТЭС-068-003-19-РЗ</div> <div>Лист</div> <div>5.13</div>							

Согласовано

Взам.инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.

Копировал

Формат А4


Ввод №1(№2) 6 кВ яч. №5(№8)									
Параметр		Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные			
Максимальная токовая защита									
Ток срабатывания защиты	Согласование по току с присоединениями отходящих линий	$I_{сз} \geq k_{нс} \cdot (I_{сз\ max} + \sum I_{раб\ max})$	1224,85 А	1225 А	$k_{нс} =$	1,1	Коэффициент надежности согласования		
					$I_{сз\ max} =$	695 А	Максимальный ток срабатывания МТЗ присоединения отходящей линии		
					$\sum I_{раб\ max} =$	190+190+38,5=418,5 А	Сумма максимальных рабочих токов прочих присоединений ОЛ		
Коэффициент чувствительности	При двухфазном КЗ на шинах РП-34	$k_{\psi} = \frac{I_{к2\ min}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 1,5$	6,65	6,7	$I_{к2\ min}^{(2)} =$	8150 А	Ток двухфазного КЗ на шинах РП-34		
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	15,3 А	15,3 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы		
					$k_{тт} =$	400/5	Коэффициент трансформации ТТ		
Время срабатывания защиты		$t_{сз}$	1	1					
Логическая защита шин									
Ток срабатывания защиты		$I_{сз} \geq I_{сз\ МТЗ}$	1225 А	1225 А	$I_{сз\ МТЗ} =$	1225 А	Ток срабатывания МТЗ		
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	15,3 А	15,3 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы		
					$k_{тт} =$	400/5	Коэффициент трансформации ТТ		
Время срабатывания		$t_{сз}$	0,15 с	0,15 с	-	-	-		
Устройство резервирования отказа выключателя									
Время срабатывания		$t_{уров} \geq t_{выкл} + t_{возв} + t_{зап}$	0,2 с	0,2 с	$t_{выкл} =$	0,05 с	Время отключения выключателя		
					$t_{возв} =$	0,05 с	Время возврата устройства		
					$t_{зап} =$	0,1 с	Время загаса по задержке		
Согласовано									
Инв. N подл.	Взам. инв. N								
Подпись и дата									
ТЭС-068-003-19-РЗ								Лист	
Изм.	Кол.уч.	Лист	N докум.	Подпись	Дата				5.14



Отходящая линия 6 кВ Л-608 (Л-623) ПС "Северная"							
Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Максимальная токовая защита							
Ток срабатывания защиты	Согласование по току с присоединениями отходящих линий	$I_{сз} \geq k_{нс} \cdot (I_{сз\ max} + \sum I_{раб\ max})$	1347,5 А	1348 А	$k_{нс} =$	1,1	Коэффициент надежности согласования
					$I_{сз\ max} =$	1225 А	Максимальный ток срабатывания МТЗ присоединения отходящей линии
Коэффициент чувствительности	При двухфазном КЗ на шинах РП-34	$k_v = \frac{I_{к2min}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 1,5$	6,04	6	$I_{к2\ min}^{(2)} =$	8150 А	Ток двухфазного КЗ на шинах РП-34
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{т\tau}} I_{сз}$	11,23 А	11,2 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы
					$k_{т\tau} =$	600/5	Коэффициент трансформации ТТ
Время срабатывания защиты		$t_{сз}$	1,3	1,3			

Примечания :  
Для селективной работы нижестоящих и вышестоящих защит , необходимо поднять уставку по току и времени срабатывания МТЗ на отходящих присоединениях Л-608 ( Л-623) ПС "Северная " с 780 А до 1348 А , с 1 сек до 1,3 сек. Данные уставки удовлетворяют условие по чувствительности МТЗ в основной зоне защиты .

						ТЭС-068-003-19-РЗ		Лист
								5.15
Изм.	Кол.уч.	Лист	N докум.	Подпись	Дата			

Отходящая линия 6 кВ яч.№13 к ТП-1									
Параметр		Расчетное условие	Расчетное выражение		Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Максимальная токовая защита									
Ток срабатывания защиты		Отстройка от максимального тока нагрузки	$I_{сз} \geq \frac{k_n \cdot k_{сзп}}{k_B} I_{раб\ max}$	233,3 А	234 А	$I_{раб\ max} =$	155 А	Допустимый длительный ток для кабеля	
						$k_n =$	1,1	Коэффициент надежности	
						$k_{сзп} =$	1,3	Коэффициент самозапуска	
						$k_B =$	0,95	Коэффициент возврата	
Коэффициент чувствительности		При двухфазном КЗ в конце линии	$k_{\psi} = \frac{I_{к4min}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 1,5$	19,9	20	$I_{к4min}^{(2)} =$	4676 А	Ток двухфазного КЗ в конце линии	
Ток срабатывания реле			$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	5,85 А	6 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы	
						$k_{тт} =$	200/5	Коэффициент трансформации ТТ	
Время срабатывания защиты			$t_{сз}$	0,4	0,4	-	-	-	
Вид ВТХ		Независимая							
Токковая отсечка									
Ток срабатывания защиты		Отстройка от трехфазного КЗ в конце линии	$I_{сз} \geq k_{отс} \cdot I_{к4max}^{(3)}$	6293,95 А	6294 А	$k_{отс} =$	1,15	Коэффициент отстройки	
						$I_{к4max}^{(3)} =$	5473 А	Ток трехфазного КЗ в конце линии	
Коэффициент чувствительности		В месте установки защиты	$k_{\psi} = \frac{I_{к3min}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 1,2$	0,83	0,83	$I_{к3min}^{(2)} =$	5229 А	Ток двухфазного КЗ на шинах РП-34	
Ток срабатывания реле			$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	157,4 А	157,4 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы	
						$k_{тт} =$	200/5	Коэффициент трансформации ТТ	
Токковая отсечка не чувствительна и выводится из работы									
Токковая защита нулевой последовательности									
Собственный емкостной ток фидера			$I_{с.фид} = \sum (I_{с.уд.} \cdot L_{кл})$	0,272 А	0,3 А	$I_{с.уд.} =$	0,68 А/км	Удельное значение емкостного тока	
						$L_{кл} =$	0,4 км	Длина КЛ	
Ток срабатывания защиты		Несрабатывание при внешнем ОЗЗ	$I_{сз} \geq k_n \cdot k_{бр} \cdot I_{с.фид}$	0,54	0,6	$k_n =$	1,2	Коэффициент надежности	
						$k_{бр} =$	1,5	Коэффициент "броска"	
ТЭС-068-003-19-РЗ									
Реконструкция РУ -6 кВ инв.№ 864096071, расположенного в здании РП -34 инв.№ 864005096 находящегося по адресу: Смоленская область, г. Смоленск, ул. Фрунзе, д.57, лит.161, для филиала "Волго-Вятский" АО "Оборонэнерго"									
Изм.		Коп.уч.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Могучева							
Проверил		Тюрьмин							
Нач.отд.		Тюрьмин							
Н.контр.		Баранов							
ГИП		Дударев				2019			
Релейная защита							Стадия	Лист	Листов
							Р	6.1	13
Расчет уставок РЗиА РП-34 при питании от ПС 110/35/6 кВ "Западная" (аварийный режим)							 ГРУППА КОМПАНИЙ ТАВРИДА ЭНЕРГОСТРОЙ		
Копировал									
Формат А4									

Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тТ}} I_{сз}$	0,02 А	0,02 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы
					$k_{тТ} =$	30/1	Коэффициент трансформации ТТ
Время срабатывания защиты	Защита выполнена с действием на сигнал	$t_{сз}$	5 с	5 с	-	-	-
Устройство резервирования отказа выключателя							
Время срабатывания		$t_{уров} \geq t_{выкл} + t_{возв} + t_{зап}$	0,2 с	0,2 с	$t_{выкл} =$	0,05 с	Время отключения выключателя
					$t_{возв} =$	0,05 с	Время возврата устройства
					$t_{зап} =$	0,1 с	Время запаса по задержке

						ТЭС-068-003-19-РЗ	Лист
							6.2
Изм.	Кол.уч.	Лист	N докум.	Подпись	Дата		

*Копировал*



Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Устройство резервирования отказа выключателя							
Время срабатывания		$t_{уров} \geq t_{выкл} + t_{возв} + t_{зап}$	0,2 с	0,2 с	$t_{выкл} =$	0,05 с	Время отключения выключателя
					$t_{возв} =$	0,05 с	Время возврата устройства
					$t_{зап} =$	0,1 с	Время запаса по задержке

							ТЭС-068-003-19-РЗ		Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				6.4

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

Отходящая линия 6 кВ яч. №10 к ТП-801

Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Максимальная токовая защита							
Ток срабатывания защиты	Отстройка от максимального тока нагрузки	$I_{сз} \geq \frac{k_H \cdot k_{сзп}}{k_B} I_{раб\ max}$	286 А	286 А	$I_{раб\ max} =$	190 А	Допустимый длительный ток для кабеля
					$k_H =$	1,1	Коэффициент надежности
					$k_{сзп} =$	1,3	Коэффициент самозапуска
					$k_B =$	0,95	Коэффициент возврата
Коэффициент чувствительности	При двухфазном КЗ в конце линии	$k_{\chi} = \frac{I_{к8min}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 1,5$	15,56	15,6	$I_{к8min}^{(2)} =$	4451 А	Ток двухфазного КЗ в конце линии
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	7,15 А	7,2 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы
					$k_{тт} =$	200/5	Коэффициент трансформации ТТ
Время срабатывания защиты		$t_{сз}$	0,4	0,4	-	-	-
Вид ВТХ	Независимая						
Токовая отсечка							
Ток срабатывания защиты	Отстройка от трехфазного КЗ в конце линии	$I_{сз} \geq k_{отс} \cdot I_{к8\ max}^{(3)}$	5985,75 А	5986 А	$k_{отс} =$	1,15	Коэффициент отстройки
					$I_{к8\ max}^{(3)} =$	5205 А	Ток трехфазного КЗ в конце линии
Коэффициент чувствительности	В месте установки защиты	$k_{\chi} = \frac{I_{к3min}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 1,2$	0,87	0,9	$I_{к3min}^{(2)} =$	5229 А	Ток двухфазного КЗ на шинах РП-34
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	149,65 А	149,7 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы
					$k_{тт} =$	200/5	Коэффициент трансформации ТТ
Токовая отсечка не чувствительна и выводится из работы							
Токовая защита нулевой последовательности							
Собственный емкостной ток фидера		$I_{с.фид} = \sum (I_{с.уд.} \cdot L_{кл})$	0,64 А	0,64 А	$I_{с.уд.} =$	0,8 А/км	Удельное значение емкостного тока
					$L_{кл} =$	0,8 км	Длина КЛ
Ток срабатывания защиты	Несрабатывание при внешнем ОЗЗ	$I_{сз} \geq k_H \cdot k_{бр} \cdot I_{с.фид}$	1,15 А	1,2 А	$k_H =$	1,2	Коэффициент надежности
					$k_{бр} =$	1,5	Коэффициент "броска"
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	0,04 А	0,04 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы
					$k_{тт} =$	30/1	Коэффициент трансформации ТТ
Время срабатывания защиты	Защита выполнена с действием на сигнал	$t_{сз}$	5 с	5 с	-	-	-
							Лист
							6.5
Изм.	Кол. уч.	Лист	N докум.	Подпись	Дата	ТЭС-068-003-19-РЗ	

ТЭС-068-003-19-РЗ

Копировал

Формат А4

Согласовано

Взам. инв. N

Подпись и дата

Инв. N подл.

Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Устройство резервирования отказа выключателя							
Время срабатывания		$t_{уров} \geq t_{выкл} + t_{возв} + t_{зап}$	0,2 с	0,2 с	$t_{выкл} =$	0,05 с	Время отключения выключателя
					$t_{возв} =$	0,05 с	Время возврата устройства
					$t_{зап} =$	0,1 с	Время запаса по задержке

						ТЭС-068-003-19-РЗ		Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	N докум.	Подпись	Дата			6.6

Согласовано			
Инв. N подл.	Подпись и дата		
	Взам. инв. N		





Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Устройство резервирования отказа выключателя							
Время срабатывания		$t_{уров} \geq t_{выкл} + t_{возв} + t_{зап}$	0,2 с	0,2 с	$t_{выкл} =$	0,05 с	Время отключения выключателя
					$t_{возв} =$	0,05 с	Время возврата устройства
					$t_{зап} =$	0,1 с	Время запаса по задержке

Изм.	Кол.уч.	Лист	N докум.	Подпись	Дата	ТЭС-068-003-19-РЗ	Лист
							6.8

Согласовано			
Инв. N подл.	Подпись и дата		
	Взам. инв. N		

Отходящая линия 6 кВ яч. №14 к ТП-102

Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Максимальная токовая защита							
Ток срабатывания защиты	Отстройка от максимального тока нагрузки	$I_{сз} \geq \frac{k_H \cdot k_{сзп}}{k_B} I_{раб\ max}$	286 А	286 А	$I_{раб\ max} =$	190 А	Допустимый длительный ток для кабеля
					$k_H =$	1,1	Коэффициент надежности
					$k_{сзп} =$	1,3	Коэффициент самозапуска
					$k_B =$	0,95	Коэффициент возврата
Коэффициент чувствительности	При двухфазном КЗ в конце линии	$k_{\chi} = \frac{I_{к10min}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 1,5$	16,65	16,7	$I_{к10min}^{(2)} =$	4764 А	Ток двухфазного КЗ в конце линии
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	7,15 А	7,2 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы
					$k_{тт} =$	200/5	Коэффициент трансформации ТТ
Время срабатывания защиты		$t_{сз}$	0,4	0,4	-	-	-
Вид ВТХ	Независимая						
Токовая отсечка							
Ток срабатывания защиты	Отстройка от трехфазного КЗ в конце линии	$I_{сз} \geq k_{отс} \cdot I_{к10max}^{(3)}$	6417 А	6417 А	$k_{отс} =$	1,15	Коэффициент отстройки
					$I_{к10max}^{(3)} =$	5580 А	Ток трехфазного КЗ в конце линии
Коэффициент чувствительности	В месте установки защиты	$k_{\chi} = \frac{I_{к3min}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 1,2$	0,81	0,8	$I_{к3min}^{(2)} =$	5229 А	Ток двухфазного КЗ на шинах РП-34
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	160,43 А	160,4 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы
					$k_{тт} =$	200/5	Коэффициент трансформации ТТ
Токовая отсечка не чувствительна и выводится из работы							
Токовая защита нулевой последовательности							
Собственный емкостной ток фидера		$I_{с.фид} = \sum (I_{с.уд.} \cdot L_{кл})$	0,36 А	0,4 А	$I_{с.уд.} =$	0,8 А/км	Удельное значение емкостного тока
					$L_{кл} =$	0,45 км	Длина КЛ
Ток срабатывания защиты	Несрабатывание при внешнем ОЗЗ	$I_{сз} \geq k_H \cdot k_{бр} \cdot I_{с.фид}$	0,72 А	0,72 А	$k_H =$	1,2	Коэффициент надежности
					$k_{бр} =$	1,5	Коэффициент "броска"
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	0,024 А	0,03 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы
					$k_{тт} =$	30/1	Коэффициент трансформации ТТ
Время срабатывания защиты	Защита выполнена с действием на сигнал	$t_{сз}$	5 с	5 с	-	-	-
							Лист
				ТЭС-068-003-19-РЗ			6.9
Изм.	Кол.уч.	Лист	N докум.	Подпись	Дата		

ТЭС-068-003-19-РЗ

Копировал

Формат А4

Согласовано

Взам.инв.Н

Подпись и дата

Инв.Н подл.

Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Устройство резервирования отказа выключателя							
Время срабатывания		$t_{\text{уров}} \geq t_{\text{выкл}} + t_{\text{возв}} + t_{\text{зап}}$	0,2 с	0,2 с	$t_{\text{выкл}} =$	0,05 с	Время отключения выключателя
					$t_{\text{возв}} =$	0,05 с	Время возврата устройства
					$t_{\text{зап}} =$	0,1 с	Время запаса по задержке

						ТЭС-068-003-19-РЗ		Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			6.10

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

Секционный выключатель 6 кВ яч. №2

Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные		
Максимальная токовая защита							
Ток срабатывания защиты	Согласование по току с присоединениями отходящих линий	$I_{сз} \geq k_{нс} \cdot (I_{сз\ max} + \sum I_{раб\ max})$	694,1 А	695 А	$k_{нс} =$	1,1	Коэффициент надежности согласования
					$I_{сз\ max} =$	286 А	Максимальный ток срабатывания МТЗ присоединения отходящей линии
					$\sum I_{раб\ max} =$	190+155=345А	Сумма максимальных рабочих токов прочих присоединений ОЛ
Коэффициент чувствительности	При двухфазном КЗ на шинах РП-34	$k_{ч} = \frac{I_{к3\ min}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 1,5$	7,5	7,5	$I_{к3\ min}^{(2)} =$	5229 А	Ток двухфазного КЗ на шинах РП-34
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	8,68 А	8,7 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы
					$k_{тт} =$	400/5	Коэффициент трансформации ТТ
Время срабатывания защиты		$t_{сз}$	0,7	0,7			
Вид ВТХ		Независимая					
Логическая защита шин							
Ток срабатывания защиты		$I_{сз} \geq I_{сз\ МТЗ}$	695 А	695 А	$I_{сз\ МТЗ} =$	695 А	Ток срабатывания МТЗ
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	8,68 А	8,7 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы
					$k_{тт} =$	400/5	Коэффициент трансформации ТТ
Время срабатывания		$t_{сз}$	0,15 с	0,15 с	-	-	-
Устройство резервирования отказа выключателя							
Время срабатывания		$t_{уРОВ} \geq t_{выкл} + t_{возв} + t_{зап}$	0,2 с	0,2 с	$t_{выкл} =$	0,05 с	Время отключения выключателя
					$t_{возв} =$	0,05 с	Время возврата устройства
					$t_{зап} =$	0,1 с	Время запаса по задержке
<div>Расчет уставок АВР</div> <div> Напряжение срабатывания ЗМН АВР. <math display="block">U_{\min} = (0,25 \dots 0,4) \cdot U_{\text{ном}} = 0,4 \cdot 6 = 2400 \text{ В}</math> где, <math>U_{\text{ном}}</math> - номинальное напряжение сети, кВ; </div> <div>Для микропроцессорного устройства принимается уставка 40 %</div> <div> Напряжение контроля <math display="block">U_{\min} = 0,6 \cdot U_{\text{ном}} = 0,6 \cdot 6 = 3600 \text{ В}</math> </div> <div>Для микропроцессорного устройства принимается уставка 60 %</div> <div>Время срабатывания АВР определяется эксплуатирующей организацией.</div>							
						Лист	
ТЭС-068-003-19-РЗ						6.11	
Изм.	Кол.уч	Лист	N докум	Подпись	Дата		

Согласовано

Взам.инв. N

Подпись и дата

Инв. N подл.

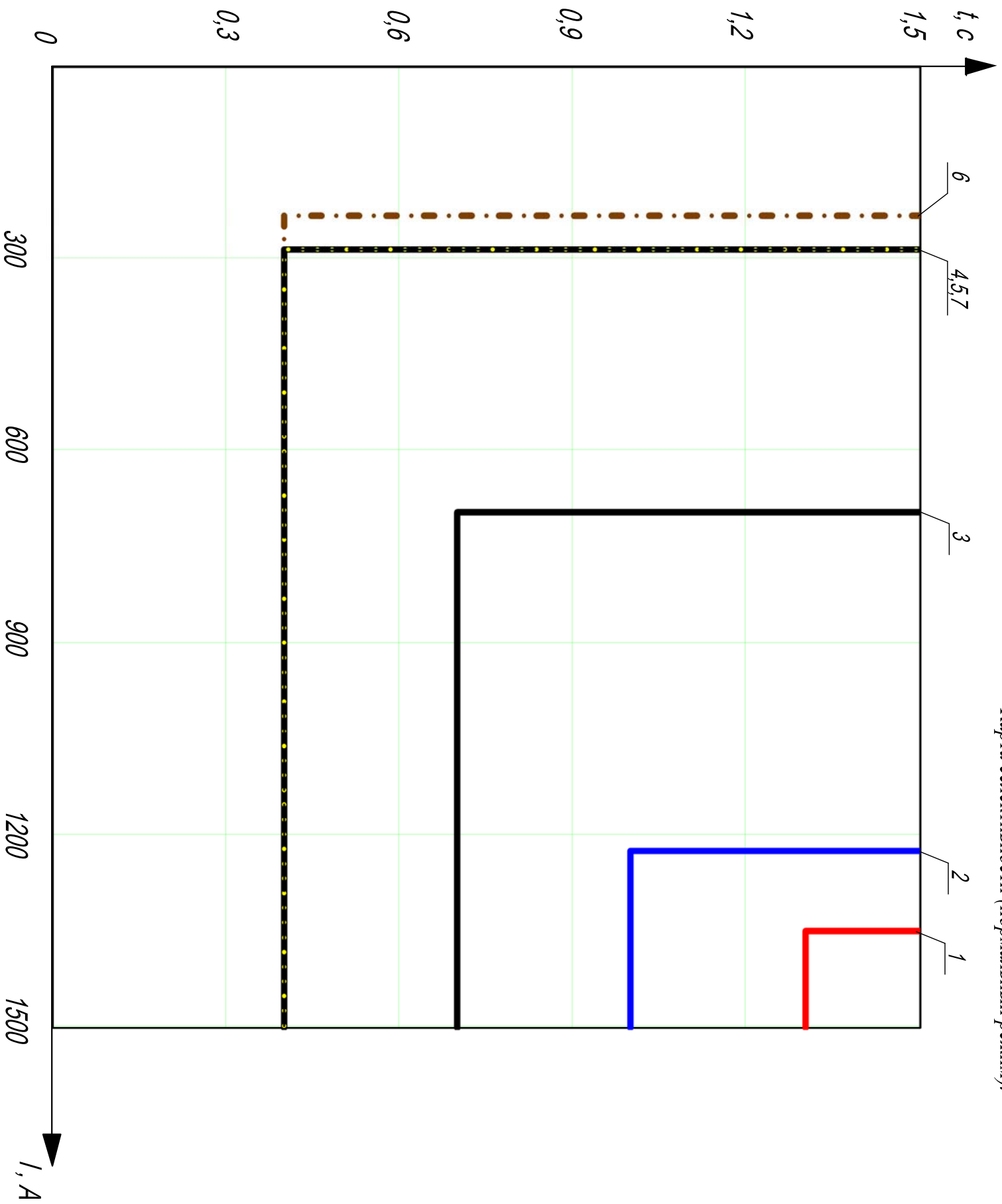
Копировал

Формат А4



Отходящая линия 6 кВ Л-628 ПС "Западная"									
Параметр	Расчетное условие	Расчетное выражение	Расчет	Принятое значение	Исходные данные				
Максимальная токовая защита.									
Ток срабатывания защиты	Отстройка от максимального тока нагрузки	$I_{сз} \geq \frac{k_n \cdot k_{сзп}}{k_B} I_{раб\ max}$	383,8 А	384 А	$I_{раб\ max} =$	255 А	Допустимый длительный ток для кабеля		
					$k_n =$	1,1	Коэффициент надежности		
					$k_{сзп} =$	1,3	Коэффициент самозапуска		
					$k_B =$	0,95	Коэффициент возврата		
Коэффициент чувствительности	При двухфазном КЗ в конце линии	$k_{\psi} = \frac{I_{к3min}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 1,5$	13,62	13,6	$I_{к3min}^{(2)} =$	5229	Ток двухфазного КЗ в конце линии		
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	6,4 А	6,4 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы		
					$k_{тт} =$	300/5	Коэффициент трансформации ТТ		
Время срабатывания защиты		$t_{сз}$	1,3	1,3	-	-	-		
Вид ВТХ	Независимая								
Токковая отсечка									
Ток срабатывания защиты	Отстройка от трехфазного КЗ в конце линии	$I_{сз} \geq k_{отс} \cdot I_{к2max}^{(3)}$	8300,7 А	8301 А	$k_{отс} =$	1,15	Коэффициент отстройки		
					$I_{к2max}^{(3)} =$	7218 А	Ток трехфазного КЗ в конце линии		
Коэффициент чувствительности	В месте установки защиты	$k_{\psi} = \frac{I_{к1min}^{(2)}}{I_{сз}} \geq 1,2$	1,29	1,3	$I_{к1min}^{(2)} =$	10754 А	Ток двухфазного КЗ на шинах ПС "Западная"		
Ток срабатывания реле		$I_{ср} = \frac{k_{сх}}{k_{тт}} I_{сз}$	138,35 А	138,4 А	$k_{сх} =$	1	Коэффициент схемы		
					$k_{тт} =$	300/5	Коэффициент трансформации ТТ		
Время срабатывания защиты		$t_{сз}$	0,1	0,1	-	-	-		
Примечания : 1) Уставка МТЗ для данного присоединения посчитана по допустимому длительному току кабеля . 2) Для селективной работы нижестоящих и вышестоящих защит , необходимо принять вышеуказанные расчетные уставки . Необходимо поднять уставку по току и времени срабатывания МТЗ на отходящем присоединении Л -628 ПС "Западная " с 300 А до 384 А , с 1,2 сек до 1,3 сек . Данные уставки удовлетворяют условие по чувствительности МТЗ в основной зоне защиты .									
Согласовано									
	Взам.инв.№								
		Подпись и дата							
Инв.№ подл.									
ТЭС-068-003-19-РЗ								Лист	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				6.13

Карта селективности (нормальный режим).



1-Л-608 (Л-623) ТС "Северная"  
МТЗ: Ісз=1348 А, Ісз=1,3 с (независимая).

2- Вводной выключатель №1 (№2) РТ-34 МТЗ. Ісз=1225А, Ісз=1 с (независимая).

3-Секционный выключатель РП-34  
МТЗ:  $I_{c3}=695A$ ,  $t_{c3}=0,7$  с (независимая).

4-ОП К ТП-102 яч. №16(№18) РП-34  
МТ3. Іс3=286А, Іс3=0, 4 с (независимая).

5-ОЛК ТП-801 яч. №13(№14) РП-34  
МТЗ. Ісз=2864, Ісз=0,4 с (независимая).

6-ОЛК ТП-1 ЯЧ. №17 РПТ-34  
МТ3: Іс3=234А, Іс3=0, 4 с (независимая).

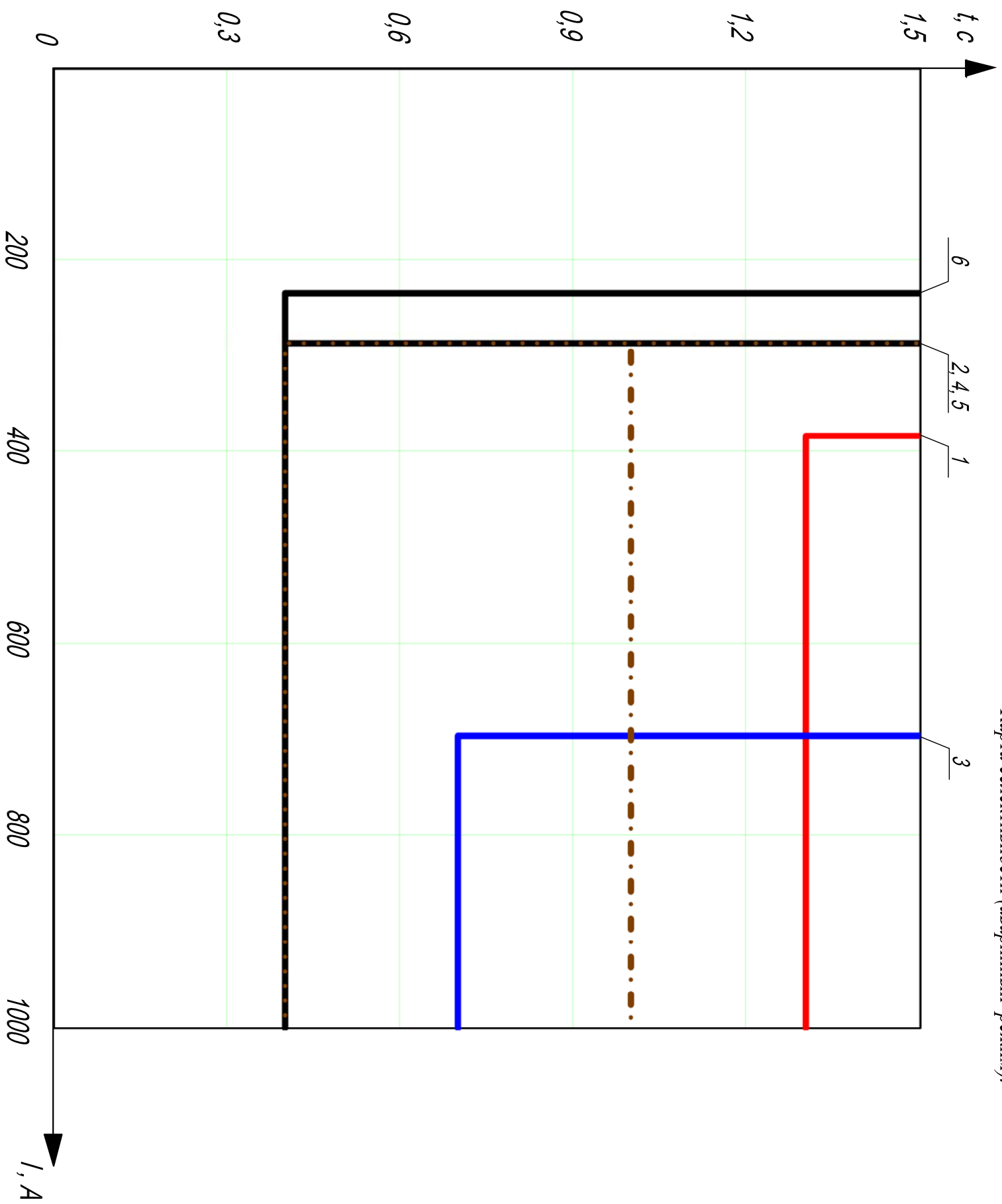
7-Связной лидер яч. №15 РТ-34  
МТЗ.  $l_{c3}=286d$ ,  $t_{c3}=0,4$  с (независимая).

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

**Примечание:** Карта селективности построена с учетом изменённых уставок по току и времени МТЗ вышестоящих защит для Д-608 (Д-623) ПС «Северная» с 780 А на 1348 А, с 1 сек. на 1,3 сек. ступени селективности соблюдены между защитами.

[illegible]

Карта селективности (аварийный режим).



1-Д-628 ТС "Западная"  
 МТЗ:  $i_{\text{сз}}=384 \text{ A}$ ,  $i_{\text{сз}}=1,3 \text{ C}$  (независимая),  
 ТО:  $i_{\text{сз}}=8301 \text{ A}$ ,  $i_{\text{сз}}=0,1 \text{ C}$  (независимая).

2-Связной фидер яч. №15 РТ-34  
МТЗ: Ісз=286А, Ісз=1 с (независимая).

3-Секционный выключатель РТ-34  
МТЗ:  $I_{cs}=695A$ ,  $I_{cs}=0,7$  с (независимая).

4- ОП К ТП-102 ЯЧ. №16(№18) РП-34  
МТЗ:  $l_{c3}=286A$ ,  $t_{c3}=0,4$  с (независимая).

5-ОП К ТП-801 яч. №13(№14) РП-34  
МТ3: lс3=286А, tс3=0,4 с (независимая).

6-ОП к ТП-1 яч. №17 РП-34  
МТЗ:  $tc_3=234A$ ,  $tc_3=0,4$  с (независимая).

**Примечание:** Карта селективности построена с учетом изменённых уставок вышестоящей защиты для Д-628 ПС «Западная» по току и времени с 300 А на 384 А, с 1,2 сек. на 1,3 сек. ступени селективности соблюдены между защитами.

Согласовано			

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N

					ТЭС-068-003-19-РЗ	Имст
						7.2
Изм.	Кор.ч	Имст	№ докум.	Подпись		Дата