



Общество с ограниченной ответственностью  
«Энергия Севера»

ОАО "Кинешемская ГЭС"

**Модернизация ячеек ввода 1, ввода 2 и секционного выключателя  
РУ-6кВ ПС 35/6 «Городская»**

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ  
ТОМ 1

ОБЩАЯ ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
2018.160776-КГЭС-ОПЗ

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

2018 год



Общество с ограниченной ответственностью  
«Энергия Севера»

ОАО "Кинешемская ГЭС"

**Модернизация ячеек ввода 1, ввода 2 и секционного выключателя  
РУ-6кВ ПС 35/6 «Городская»**

РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ  
ТОМ 1

ОБЩАЯ ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
2018.160776-КГЭС-ОПЗ

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

Директор

**А.В. Кавардин**

Главный инженер проекта

**А.П. Зинченко**

2018 год


## Состав проекта

НОМЕР ТОМА	ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	ПРИМЕЧАНИЕ
<b>1</b>	2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Общая пояснительная записка	
<b>2</b>	2018.160776-КГЭС-РЗА	Релейная защита и автоматика	

Рабочая документация разработана в соответствии с градостроительным планом земельного участка, заданием на проектирование, градостроительным регламентом, документами об использовании земельного участка для строительства, техническими регламентами, в том числе устанавливающими требования по обеспечению безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий, и с соблюдением технических условий.

Главный инженер проекта

\_\_\_\_\_ А.П.Зинченко

						2018.160776-КГЭС-ОПЗ			
Изм.	Кол.уч	Лист	№	Подп.	Дата				
ГИП		Зинченко				Модернизация ячеек ввода 1, ввода 2 и секционного выключателя РУ-6кВ ПС 35/6 «Городская»	Стадия	Лист	Листов
Н.контр		Зинченко					Р	1	64
Исполнит.		Лебедева					 ООО «ЭНЕРГИЯ СЕВЕРА»		

## Содержание

Ведомость основных комплектов чертежей.....	4
Ведомость ссылочных и прилагаемых документов .....	4
Лист согласования .....	5
1. Общая часть .....	6
2. Общая характеристика объекта реконструкции.....	7
2.1. Характеристика района площадки ПС.....	7
2.2. Инженерно-метеорологические условия .....	7
2.3. Основные технико-экономические показатели проекта .....	7
3. Релейная защита, управление и автоматизация. Вторичные соединения. ....	9
3.1. Выполнение комплексов РЗА для ячеек ввода, СВ 6кВ и для защиты Т-1,2.....	9
3.2. Вторичные соединения.....	11
3.3. Проверка основного оборудования 6кВ на пропускную способность, термическую и электродинамическую стойкость к протеканию токов КЗ. ....	11
3.4. Проверка выключателей 6кВ на соответствие существующим характеристикам сети .....	11
3.5. Выбор трансформаторов тока на соответствие существующим характеристикам сети .....	13
3.6. Проверка ошиновки 6 кВ на термическую и динамическую устойчивость.....	15
4. Вторичная коммутация.....	16
4.1. Расчет токов КЗ.....	16
4.2. Выбор уставок РЗА для СВ 6кВ.....	17
4.3. Выбор уставок РЗА для ввода 1(2) 6кВ .....	17
4.4. Бланк задания уставок микропроцессорного терминала релейной защиты «Сириус-2-С-БПТ».....	18
4.5. Бланк задания уставок микропроцессорного терминала релейной защиты «Сириус-2-В-БПТ».....	22
4.6. Расчет токовых защит трансформатора.....	28
4.7. Расчет дифференциальной защиты трансформатора .....	29
4.8. Релейная защита, автоматика и вторичная коммутация .....	52
4.9. Учет электроэнергии и измерения .....	42
4.10. Сигнализация. ....	43
4.11. Рекомендации по адаптации защиты, автоматики и вторичной коммутации .....	43
5. Проверочные расчеты на соответствие параметрам сети трансформаторов тока .....	44
6. Порядок выполнения работ по реконструкции ячеек .....	48

6.1. Установка в ячейку КСО из камня вакуумного выключателя ВВ/TEL с ТКМ-13.21.48	
6.1.1 Установка в ячейку КСО трансформаторов тока .....	48
6.2. Общие сведения по конструкции КРУН серии К–VIУ .....	49
6.3. Пуско-наладочные испытания ячейки КСО. ....	49
6.3.1 Контроль функционирования оборудования .....	49
6.3.2 Испытания электрической прочности изоляции главных цепей .....	50
6.3.3 Пуско-наладочные испытания ячейки К-VI-У .....	50
6.3.4 Испытания электрической прочности изоляции вспомогательных цепей с модулем управления. ....	52
6.3.5 Сдача и приемка модернизированной ячейки .....	52
7. Мероприятия по охране окружающей среды.....	53
7.1. Защита объектов от воздействия на них электрического поля .....	53
7.2. Защита от шумового воздействия .....	54
8. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.....	54
8.1. Противопожарные мероприятия при проведении монтажных работ.....	54
9. Контроль качества строительно-монтажных работ.....	56
10. Перечень мероприятий по снижению негативного влияния на окружающую среду. .	57
Приложения .....	59

**Ведомость основных комплектов чертежей**

ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	Примечания
1	2	3
2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Общая пояснительная записка	
2018.160776-КГЭС-РЗА	Релейная защита и автоматика	

**Ведомость ссылочных и прилагаемых документов**

ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	ПРИМЕЧАНИЯ
1	2	3

**Прилагаемые документы**

ТЗ	Техническое задание на ПИР по модернизации ячеек ввода 1, ввода 2 и секционного выключателя РУ-6кВ ПС 35/6 «Городская» от 06.11.18	

**Ссылочные документы**

ПУЭ	Правила устройства электроустановок	
Версия 2.0	Вакуумный выключатель ВВ/TEL-10. Руководство по эксплуатации (Таврида Электрик).	
Версия 2.1	Модули управления серии TER_CM_16 для вакуумных выключателей ВВ/TEL-10. Руководство по эксплуатации (Таврида Электрик).	
Версия 2.4	Модернизация ячеек КРУ, КСО 6(10) кВ. Техническая информация (Таврида Электрик).	

Лист согласования

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		5

## 1. Общая часть

Рабочий проект «**Модернизация ячеек ввода 1, ввода 2 и секционного выключателя РУ-6кВ ПС 35/6 «Городская»**» разработан на основании следующих исходных документов и материалов:

Ö Техническое задание на разработку проектно-сметной документации и монтаж оборудования по объекту «Модернизация ячеек ввода 1, ввода 2 и секционного выключателя РУ-6кВ ПС 35/6 «Городская».

Ö Исходные данные, предоставленные заказчиком.

Основание для проектирования – физический и моральный износ, недостаточная пропускная способность оборудования для осуществления проектируемого и последующих технологических присоединений.

### **Проектом предусматривается:**

1) Замена оборудования вводных ячеек 6 кВ Т-1 и Т-2, ячейки СМВ-6 кВ ПС 35/6 кВ «Городская» с установкой:

- вакуумных выключателей типа ВВ/TEL на номинальный ток 1600А, с комплектами ТКМ №7.21/1600 для ячейки типа К-VI-У (ввод 1) и ТКМ №13.21/1600 для ячеек типа КСО из камня (ввод 2 и СВ);

- трансформаторов тока 6кВ типа ТЛП-10-2 класса точности 0,2S/10P/10P на номинальный ток 1600/5А (для ввода 1 и 2) и класса точности 0,5/10P 1000/5А (для СВ);

- устройств РЗА на микропроцессорных терминалах типа «Сириус-2В-БПТ» и «Сириус-2С-БПТ»;

Предусматривается двухстороннее АВР на СВ-6 кВ однократного действия.

2) Дополнительно по требованию Заказчика для защиты силовых трансформаторов Т-1 и Т-2 устанавливаются устройства РЗА на микропроцессорных терминалах типа «Сириус-Т-БПТ».

При выполнении проекта использованы следующие нормативные документы:

- СНиП;
- ПУЭ (действующее издание);
- ПТЭЭП (действующее издание).

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
						6
Изм	Лис	№ докум.	Подп.	Дата		



## 2. Общая характеристика объекта реконструкции

### 2.1. Характеристика района площадки ПС

ПС 35/6 кВ «Городская» расположена в Ивановской области, г. Кинешма.

Реконструкция ведется в пределах существующей ПС, отсутствует необходимость в возведении временных зданий.

Кабельные каналы и кабельные конструкции для прокладки силовых и контрольных кабелей – существующие.

Дополнительного выделения участков во временное и постоянное пользование не требуется. Увеличение площади земельного участка, на котором расположены объекты, не требуется, имущественные интересы правообладателей земельных участков, расположенных около электрической подстанции, не затрагиваются.

Строительства дополнительных дорог для подвоза оборудования и материалов не требуется.

При реконструкции не повреждается растительный слой и благоустройства не требуется.

### 2.2. Инженерно-метеорологические условия

Сейсмичность района ниже 6 баллов по шкале MSK-64.

Расчетная температура воздуха минус 30 С (средняя наиболее холодной пятидневки).

Нормативный скоростной напор ветра 50 кгс/м.

Нормативная толщина стенки гололеда 15 мм.

Нормативная глубина промерзания грунтов 1,8 м.

### 2.3. Основные технико-экономические показатели проекта

Номинальное напряжение оборудования ПС – 35 и 6 кВ.

Схема электрическая соединений остается без изменений.

Реконструкция выполняется на стороне 35 и 6 кВ, на аппаратуре РЗА подстанции.

Основные технические решения по реконструкции ПС «Городская»:

- На стороне 6 кВ устанавливается новое оборудование в ячейке ввода 1 типа К-VI-У:
  - вакуумный выключатель типа ISM15\_Shell\_2(250H) 1600А– 1 шт;
  - трансформаторы тока 6кВ типа ТЛП-10-2 класса точности 0,2S/10P/10P 1500/5 - 3 шт;

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
						7
Изм	Лис	№ докум.	Подп.	Дата		

- микропроцессорный терминал защиты «Сириус-2В-БПТ» производства «Радиус Автоматика» - 1 шт.
- На стороне 6 кВ устанавливается новое оборудование в ячейках ввода 2 и СВ типа КСО из камня:
  - вакуумные выключатели типа ISM15\_Shell\_2(250H) 1600A– 2 шт;
  - трансформаторы тока 6кВ типа ТЛП-10-2 класса точности 0,2S/10P/10P 1500/5 - 3 шт. и 0,5/10P 1000/5 - 3 шт.;
  - микропроцессорный терминал защиты «Сириус-2В-БПТ» производства «Радиус Автоматика» - 1 шт. и «Сириус-2С-БПТ» производства «Радиус Автоматика» - 1 шт.
- Для защиты трансформаторов Т-1 и Т-2 устанавливаются:
  - микропроцессорные терминалы защиты «Сириус-Т-БПТ» производства «Радиус Автоматика» - 2 шт.
- Прокладываются по существующим кабельным трассам контрольные кабельные линии.

Все оборудование устойчиво к действию токов короткого замыкания.

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм	Лис	№ докум.	Подп.	Дата		8

### 3. Релейная защита, управление и автоматизация. Вторичные соединения.

#### 3.1. Выполнение комплексов РЗА для ячеек ввода, СВ 6кВ и для защиты Т-1,2

Согласно ТЗ, защита ячеек ввода 6кВ выполнена с помощью микропроцессорных терминалов защиты типа «Сириус-2В-БПТ», которые обеспечивают следующие функции:

- трехступенчатую (МТЗ) от междуфазных повреждений с контролем двух или трех фазных токов;
- автоматический ввод ускорения любых ступеней МТЗ при любом включении выключателя;
- возможность работы МТЗ-1 в качестве ускоряющей отсечки;
- защита минимального напряжения (ЗМН);
- логическая защита шин (ЛЗШ).
- операции отключения и включения выключателя по внешним командам с защитой от многократных включений выключателя;
- возможность подключения внешних защит;
- формирование сигнала УРОВ при отказах своего выключателя;
- отключение выключателя по входу УРОВ от нижестоящих выключателей;
- однократное АПВ;
- формирование сигнала АВР на включение секционного выключателя или резервного ввода;
- автоматическое восстановление схемы нормального режима после АВР.

Защита ячеек СВ 6кВ выполнена с помощью микропроцессорного терминала защиты типа «Сириус-2С-БПТ», которые обеспечивают следующие функции:

- трехступенчатая максимальная токовая защита от междуфазных повреждений с контролем двух или трех фазных токов;
- автоматический ввод ускорения любых ступеней МТЗ при любом включении выключателя;
- защита от обрыва фазы;
- логическая защита шин;
- выдача сигнала пуска МТЗ для организации логической защиты шин.

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
						9
Изм	Лис	№ докум.	Подп.	Дата		

- операции отключения и включения выключателя по внешним командам с защитой от многократных включений выключателя;
- возможность подключения внешних защит;
- формирование сигнала УРОВ при отказах своего выключателя;
- исполнение входного сигнала УРОВ при отказах нижестоящих выключателей.

Защита трансформаторов Т1, Т2 выполнена с помощью микропроцессорных терминалов защиты типа «Сириус-Т-БПТ», которые обеспечивают следующие функции:

- Двухступенчатая дифференциальная токовая защита трансформатора (токовая отсечка и защита с торможением от сквозного тока и отстройкой от бросков тока намагничивания).
- Цифровое выравнивание величины и фазы токов плечей дифференциальной защиты.
- Автоматическая компенсация токов небаланса в дифференциальной цепи, вносимых работой РПН.
- Контроль небаланса в плечах дифференциальной токовой защиты с действием на сигнализацию.
- Входы отключения от газовой защиты трансформатора и РПН с возможностью перевода действия на сигнал с помощью оперативной кнопки управления на лицевой панели, либо с помощью дискретного входа.
- Ненаправленная двухступенчатая МТЗ высшей стороны трансформатора с возможностью комбинированного пуска по напряжению от стороны низшего напряжения (по дискретному входу). Предусмотрен автоматический ввод ускорения при включении выключателя ВН. Имеется возможность блокировки МТЗ ВН по содержанию второй гармоники для отстройки от бросков тока намагничивания.
- Внутренняя цифровая сборка токовых цепей ВН в треугольник и возможность использования полученных токов для реализации ступеней МТЗ ВН.
- Одна ступень ненаправленной МТЗ низшей стороны трансформатора с возможностью комбинированного пуска по напряжению от стороны низшего напряжения (по дискретному входу). Действие на отдельное реле и на общие реле отключения с разными временами. Предусмотрен автоматический ввод ускорения при включении выключателя НН. Имеется возможность блокировки МТЗ НН по содержанию второй гармоники для отстройки от бросков тока намагничивания при подаче напряжения со стороны НН.
- Защита от перегрузки с действием на сигнализацию.

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
						10
Изм	Лис	№ докум.	Подп.	Дата		

### 3.2. Вторичные соединения

Вторичные цепи выполнены в соответствии с требованиями ПУЭ.

Провода и кабели вторичных цепей выбраны с учетом требований к сопротивлению жил, экранированию от электромагнитных помех.

### 3.3. Проверка основного оборудования 6кВ на пропускную способность, термическую и электродинамическую стойкость к протеканию токов КЗ.

В таблице 1 приведены исходные данные для проверки вновь устанавливаемого оборудования:

Таблица 1. Исходные данные

Наименование величины	Приведенные к напряжению 37кВ	Приведенные к напряжению 6,3 кВ ( $N_{тр}=U_{с\text{ вн}}/U_{с\text{ нн}}=37000/6300=5,87$ )
Ток короткого замыкания в максимальном режиме на стороне 6,3кВ, кА	1,39	$1,39 \cdot 5,87 = 8,16$
Ток короткого замыкания в минимальном режиме на стороне 6,3кВ, кА	1,279	$1,279 \cdot 5,87 = 7,511$
Расчетный ток нагрузки, А	249,7	1466,3

### 3.4. Проверка выключателей 6кВ на соответствие существующим характеристикам сети

1. Проверка выключателей ввода 6кВ:

$$i_y = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_{кз\text{ макс}} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 8,16 = 20,77 \text{ кА},$$

где  $k_y = 1,8$  - ударный коэффициент.

По электродинамической стойкости:  $i_{дин}^3 i_{уд}$

По термической стойкости:  $B_{расч} \leq B_{табл}$

$T_a = 0,01 \text{ с}$  - постоянная времени;

$t_{ов} = 0,058 \text{ с}$  – полное время выключателя с приводом;

$t_{pz} = 1,8 \text{ с}$  – основное время действия защиты, где установлен выключатель

$$t_{откл} = t_{pz} + t_{ов} = 1,8 + 0,058 = 1,858 \text{ с},$$

Поскольку  $t_{откл}^3 \gg 3T_a$ , то для определения интеграла Джоуля можно использовать формулу

$$B_k = I_{кз}^2 \cdot (t_{откл} + T_a) = 8,16^2 \cdot (1,858 + 0,01) = 124,38 \text{ кА}^2 \text{ с}.$$

Таблица 2. Расчетные и каталожные данные выключателя ВВ/TEL-10-31,5/1600

Расчетные данные	Условие	Паспортные данные	Условия выбора
$U_{сети} = 6 \text{ кВ}$ $I_{прод.расч} = 1466,3 \text{ А}$	<	$U_{ном} = 12 \text{ кВ}$ $I_{ном} = 1600 \text{ А}$	По условию длительного режима
$i_y = 20,77 \text{ кА}$	<	$i_{дин} = 80 \text{ кА}$	По динамической стойкости
$B_k = 124,38 \text{ кА}^2 \text{ с}$	<	$i_t = 31,5 \text{ кА}, t = 3 \text{ с}$ $B_k = 31,5^2 \cdot 3 = 2976,75 \text{ кА}^2 \text{ с}$	По термической стойкости

где  $U_{ном}$  и  $I_{ном}$  - номинальное напряжение, и номинальный ток выключателя;

$U_{сети}$  - номинальное напряжение сети, где установлен выключатель;

$I_{прод.расч}$  - максимальный ток нагрузки;

$i_y$  - ударный ток короткого замыкания;

$i_{дин}$  - амплитудное значение предельного сквозного тока КЗ, гарантированное заводом-изготовителем.

Термическая и электродинамическая стойкость выключателей ВВ/TEL 6кВ с КМ типа ISM15\_Shell\_2(250H) 1600А обеспечивается.

## 2. Проверка СВ 6кВ:

$$i_y = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_{кз макс} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 8,16 = 20,77 \text{ кА},$$

где  $k_y = 1,8$  - ударный коэффициент.

По электродинамической стойкости:  $i_{дин}^3 \geq i_{уд}$

По термической стойкости:  $B_{расч} \geq B_{катл}$

$T_a = 0,01 \text{ с}$  - постоянная времени;

$t_{ов} = 0,058 \text{ с}$  - полное время выключателя с приводом;

$t_{пз} = 1,5 \text{ с}$  - основное время действия защиты, где установлен выключатель.

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм	Лис	№ докум.	Подп.	Дата		12

$$t_{откл} = t_{pz} + t_{ov} = 1,5 + 0,058 = 1,558 \text{ с},$$

Поскольку  $t_{откл}^3 \gg 3T_a$ , то для определения интеграла Джоуля можно использовать формулу:

$$B_k = I_{кз}^2 * (t_{откл} + T_a) = 8,16^2 * (1,558 + 0,01) = 104,4 \text{ кА}^2 \text{ с}.$$

Таблица 3. Расчетные и каталожные данные выключателя ВВ/TEL-10-31,5/1600

Расчетные данные	Условие	Паспортные данные	Условия выбора
$U_{сети} = 6 \text{ кВ}$ $I_{прод.расч} = 1466,3 \text{ А}$	<	$U_{ном} = 12 \text{ кВ}$ $I_{ном} = 1600 \text{ А}$	По условию длительного режима
$i_y = 20,77 \text{ кА}$	<	$i_{дин} = 80 \text{ кА}$	По динамической стойкости
$B_k = 104,4 \text{ кА}^2 \text{ с}$	<	$i_t = 31,5 \text{ кА}, t = 3 \text{ с}$ $B_k = 31,5^2 * 3 = 2976,75 \text{ кА}^2 \text{ с}$	По термической стойкости

где  $U_{ном}$  и  $I_{ном}$  - номинальное напряжение, и номинальный ток выключателя;

$U_{сети}$  - номинальное напряжение сети, где установлен выключатель;

$I_{прод.расч}$  - максимальный ток нагрузки;

$i_y$  - ударный ток короткого замыкания;

$i_{дин}$  - амплитудное значение предельного сквозного тока КЗ, гарантированное заводом-изготовителем.

Термическая и электродинамическая стойкость выключателя ВВ/TEL 6кВ с КМ типа ISM15\_Shell\_2(250H) 1600А обеспечивается.

### 3.5. Выбор трансформаторов тока на соответствие существующим характеристикам сети

Для ТТ ввода 1,2:

Номинальный ток определяем по выражению (исходя из номинального тока трансформатора):

$$I_n = S_n / (1,73 * U_c) = 16000 / (1,73 * 6,3) = 1466,3 \text{ А};$$

Согласно полученного тока нагрузки, выбираем трансформаторы тока типа ТЛП-10-2 0,2S/10P/10P 1500/5А с  $I_{ном} = 1500 \text{ А} > I_n = 1466,3 \text{ А}$ .

Каталожные данные трансформаторов тока:

<u>ТЛП-10-2</u>	$I_{ном_{перв}} = 1500A, I_{ном_{втор}} = 5A,$ класс точности 0,2S/10P/10P $i_{дин} = 250 \text{ кА};$ $i_t = 100 \text{ кА}, t = 1 \text{ с};$
-----------------	--

$$i_y = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_{кз макс} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 8,16 = 20,77 \text{ кА},$$

По электродинамической стойкости:

$$i_{дин} > i_y - \text{условие выполняется (250 кА} > 20,77 \text{ кА)};$$

По термической стойкости:

$$B_{красч} \leq B_{к табл}$$

$$B_k = I_{кз}^2 \cdot (t_{откл} + T_a) = 8,16^2 \cdot (1,858 + 0,01) = 124,38 \text{ кА}^2 \text{ с}.$$

$$B_{красч} \leq B_{к табл} - \text{условие выполняется (124,38 кА} < 10000 \text{ кА)};$$

Термическая и электродинамическая стойкость трансформаторов тока ТЛП-10-2 обеспечивается.

Для ТТ СВ:

Согласно тока нагрузки, выбираем трансформаторы тока типа ТЛП-10-2 0,5/10P 1000/5A с  $I_{ном} = 1000 \text{ А}$ .

Каталожные данные трансформаторов тока:

<u>ТЛП-10-2</u>	$I_{ном_{перв}} = 1000A, I_{ном_{втор}} = 5A,$ класс точности 0,5/10P $i_{дин} = 250 \text{ кА};$ $i_t = 100 \text{ кА}, t = 1 \text{ с};$
-----------------	---

$$i_y = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_{кз макс} = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 8,16 = 20,77 \text{ кА},$$

По электродинамической стойкости:

$$i_{дин} > i_y - \text{условие выполняется (250 кА} > 20,77 \text{ кА)};$$

По термической стойкости:

$$B_{красч} \leq B_{к табл}$$

$$B_k = I_{кз}^2 \cdot (t_{откл} + T_a) = 8,16^2 \cdot (1,558 + 0,01) = 104,4 \text{ кА}^2 \text{ с}$$

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
						14
Изм	Лис	№ докум.	Подп.	Дата		



$B_{\text{расч}} \leq B_{\text{табл}}$  – условие выполняется ( $104,4 \text{ кА} < 10000 \text{ кА}$ );

Термическая и электродинамическая стойкость трансформаторов тока ТЛП-10-2 обеспечивается.

### 3.6. Проверка ошиновки 6 кВ на термическую и динамическую устойчивость

На стороне 6кВ установлены однополосные алюминиевые шины прямоугольного сечения  $100 \times 8 \text{ мм}^2$ .

Выполняем проверку:

3. По допустимому току:  $I_{\text{max CIII}} < I_{\text{доп}} = 1466,3 \text{ А} < 1625 \text{ А}$

4. По термической стойкости:

$$\text{ - минимальное сечение: } q = \frac{\sqrt{B_{\text{к макс}}}}{C} = \frac{\sqrt{104,4 \times 10^6}}{91} = 112,281 \text{ мм}^2$$

$$q_{\text{min}} \leq q$$

$$112,218 \text{ мм}^2 < 800 \text{ мм}^2$$

5. По механической стойкости:

Для шин на изоляторах расположенных плашмя:

$$J = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{0,8 \times 10^3}{12} = 66,7 \text{ мм}^2$$

$$l^2 \leq \frac{173,2}{200} \times \sqrt{\frac{66,7}{8}} = 2,5 \text{ м}^2$$

$$l = 1,6 \text{ м}$$

Напряжение в материале шины, возникающее при воздействии изгибающего момента:

$$G_{\text{расч}} = \sqrt{3} \times 10^{-8} \times \frac{I_{\text{уд}}^2 \times l^2}{W \times a}$$

$$W = \frac{b \times h^2}{6} = \frac{0,8 \times 10^2}{6} = 13,33 \text{ см}^3$$

$$G_{\text{расч}} = \sqrt{3} \times 10^{-8} \times \frac{20770^2 \times 1,6^2}{13,33 \times 0,65} = 2,21 \text{ МПа}$$

$$G_{\text{расч}} \leq G_{\text{доп}}$$

$$2,21 \text{ МПа} < 75 \text{ МПа}$$

Т.о. алюминиевые шины  $100 \times 8$  термически и динамически устойчивы к токам КЗ.

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

## 4. Вторичная коммутация

### 4.1. Расчет токов КЗ:

Поясняющая схема ПС 35/6кВ ПС «Городская» с расчетом ТКЗ предоставлена Заказчиком (см. приложения к данному тому, шифр 37.05.13-РЗ.П1):

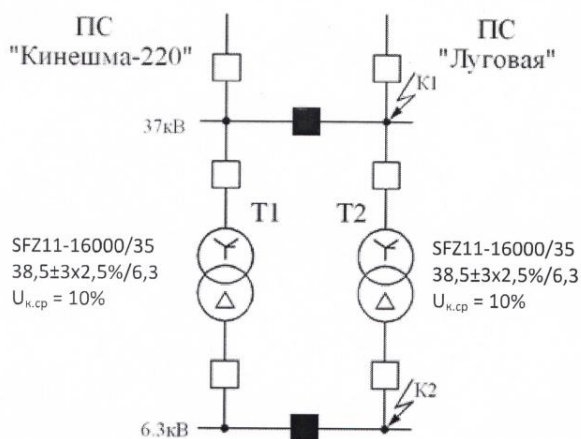


Рис.1. Поясняющая схема

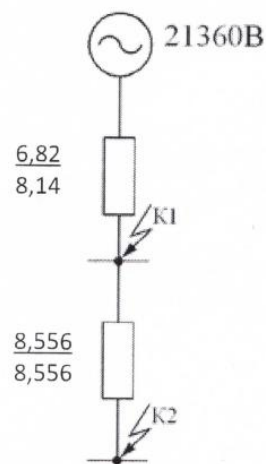


Рис.2. Схема замещения

6,82 Ом – сопротивление в максимальном режиме (прив. к 37кВ);

8,14 Ом – сопротивление в минимальном режиме (прив. к 37кВ).

8,556 Ом – сопротивление трансформатора.

ЭДС в схеме замещения: 
$$E_c = \frac{U_{\phi}}{\sqrt{3}} = \frac{37000}{\sqrt{3}} = 21360В.$$

Таблица 4. Результаты расчетов ТКЗ:

Режим работы системы	Точка КЗ	Ток трехфазного КЗ (А), приведенный к U=37кВ
Максимальный	К1	3131
Минимальный	К1	2621
Максимальный	К2	1390
Минимальный	К2	1279

#### 4.2. Выбор уставок РЗА для СВ 6кВ:

$$I_{p.макс. СВ} = 0,7 \times I_{ном} = 1026,41 A$$

Отстройка от максимального тока нагрузки с учетом самозапуска:

$$I_{C3} = \frac{K_H \times K_{сзн} \times K_C}{K_B} \times I_{p.макс.СВ} = \frac{1,1 \times 1,2 \times 1}{0,95} \times 1026,41 = 1426,2 A$$

$$I_{C3втор} = \frac{K_{CX}}{K_{тр}} \times I_{C3} = \frac{1}{200} \times 1426,2 = 7,131 A, \text{ где } K_{тр} = 1000/5 = 200$$

Примем:

$$I_{C3втор СВ} = 7,5 A, \text{ тогда } I_{C3 СВ} = 1500 A.$$

$T_{C3 СВ} = 1,5 \text{ сек.}$ , с ускорением при включении на КЗ - 0,5 сек с выполнением АВР.

Проверка чувствительности:

$$K_{\chi} = \frac{I^{(2)}_{КЗмин}}{I_{C3}} = \frac{0,87 \times 7511}{1500} = 4,4 > 1,5$$

#### 4.3. Выбор уставок РЗА для ввода 1(2) 6кВ:

С учетом возможной аварийной перегрузки:

$$I_{p.макс. ВВ} = 1,4 \times I_{ном} = 2052,82 A$$

1. Отстройка от максимального тока нагрузки с учетом самозапуска:

$$I_{C3Вв} = \frac{K_H \times K_{сзн} \times K_C}{K_B} \times I_{p.макс.СВ} = \frac{1,1 \times 1,2 \times 1}{0,95} \times 2052,82 = 2852,34 A$$

2. Согласование с защитой СВ 6кВ:

$$I_{C3Вв} \geq K_{НС} * I_{C3 СВ}$$

$$I_{C3} \geq 1,1 * 1500 = 1650 A.$$

$$I_{C3втор} = \frac{K_{CX}}{K_{тр}} \times I_{C3} = \frac{1}{300} \times 2852,34 = 9,51 A, \text{ где } K_{тр} = 1500/5 = 300$$

Время срабатывания принимается на  $\Delta t = 0,3 \text{ сек}$  больше времени срабатывания предыдущей защиты СВ – 6 кВ:

$$T_{C3 СВ} = 1,5 + 0,3 = 1,8 \text{ сек.}$$

Примем:

$$I_{C3втор ВВ} = 9,6 A, \text{ тогда } I_{C3 СВ} = 2880 A.$$

$T_{C3 СВ} = 1,8 \text{ сек.}$ , с ускорением при включении на КЗ - 0,5 сек.

Проверка чувствительности:

$$K_{\chi} = \frac{I^{(2)}_{КЗмин}}{I_{C3}} = \frac{0,87 \times 7511}{2880} = 2,27 > 1,5$$

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм	Лис	№ докум.	Подп.	Дата		17

**4.4. Бланк задания уставок микропроцессорного терминала релейной защиты  
«Сириус-2-С-БПТ»**

Общие	I <sub>НОМ</sub> , А	20...6000	1000
	T <sub>УСКОРЕНИЯ</sub> , с	0,00...2,00	0,5
	Режим сигн.	Непрерывно / 1 с / 2 с / 3 с / 5 с / 10 с / 20 с	Непрерывно
	ТТ фазы В	ЕСТЬ / НЕТ	ЕСТЬ
	Черед.фаз	ПРЯМОЕ / ОБРАТНОЕ	ПРЯМОЕ
	Цвет В/О	Красный и зеленый / Зеленый и красный	Красный и зеленый
МТЗ-1	Функция	ОТКЛ / ВКЛ / УСК.ОТС.	ОТКЛ
	I, А	2,00...200,00	10,00
	T, с	0,00...10,00	0,05
	Ускорение	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
МТЗ-2	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
	I, А	1,00...200,00	7,5
	T, с	0,05...20,00	1,5
	Хар-ка	НЕЗАВ. / НОРМ. ИНВ. / СИЛЬНО ИНВ. / ЧРЕЗВ. ИНВ. / РТ-80 / РТВ-1	НЕЗАВ.
	Ускорение	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
МТЗ-3	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	Действие	СИГНАЛ / ЗАЩИТА	СИГНАЛ
	I, А	0,40...100,00	25,00
	T, с	0,05...99,99	1,00
	Хар-ка	НЕЗАВ. / НОРМ. ИНВ. / СИЛЬНО ИНВ. / ЧРЕЗВ. ИНВ. / РТ-80 / РТВ-1	НЕЗАВ.
	Ускорение	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
ЛЗШ*(см.прим.)	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	I, А	1,00...200,00	9,6
	T, с	0,10...99,99	0,1
ЗОФ	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	Действие	СИГНАЛ / ЗАЩИТА	ЗАЩИТА
	I <sub>2</sub> /I <sub>1</sub>	0,10...1,00	0,25
	T, с	0,20...99,99	3,00
Дуговая защита	Контроль по I	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	I, А	0,20...99,99	10,00
АВР	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
	T, с	0,00...99,99	1
УРОВ	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ

		I, А	0,20...20,00	9,6
		Т, с	0,05...9,99	0,1
		Контр.вх.по I	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
Прогр. входы	1	Точка	из таблицы	УРОВ
		Актив.уровень	«1» / «0»	«1»
		$T_{CPAB}, c$	0,02...99,99	0,02
		$T_{BOBPR}, c$	0,00...99,99	0,00
		УРОВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Имя	12 символов	Вход 1
	2	Точка	из таблицы	Не подкл.
		Актив.уровень	«1» / «0»	«1»
		$T_{CPAB}, c$	0,02...99,99	0,02
		$T_{BOBPR}, c$	0,00...99,99	0,00
		УРОВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Имя	12 символов	Вход 2
	3	Точка	из таблицы	Блок. ЛЗШ
		Актив.уровень	«1» / «0»	«1»
		$T_{CPAB}, c$	0,02...99,99	0,02
		$T_{BOBPR}, c$	0,00...99,99	0,00
		УРОВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Имя	12 символов	Вход 3
	4	Точка	из таблицы	Не подкл.
		Актив.уровень	«1» / «0»	«1»
		$T_{CPAB}, c$	0,02...99,99	0,02
		$T_{BOBPR}, c$	0,00...99,99	0,00
		УРОВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Имя	12 символов	«1»
	5	Точка	из таблицы	Вход 4
		Актив.уровень	«1» / «0»	«1»
		$T_{CPAB}, c$	0,02...99,99	0,02
		$T_{BOBPR}, c$	0,00...99,99	0,00
		УРОВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Имя	12 символов	Вход 5
	6	Точка	из таблицы	Внешн.сигнал

		Актив.уровень	«1» / «0»	«0»	
		$T_{CРАБ.}, c$	0,02...99,99	5,02	
		$T_{ВОЗВР.}, c$	0,00...99,99	0,00	
		УРОВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ	
		Имя	12 символов	Несипр.БУ	
	7	Точка	из таблицы	Не подкл.	
		Актив.уровень	«1» / «0»	«1»	
		$T_{CРАБ.}, c$	0,02...99,99	0,02	
		$T_{ВОЗВР.}, c$	0,00...99,99	0,00	
		УРОВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ	
		Имя	12 символов	Вход 7	
	8	Точка	из таблицы	Не подкл.	
		Актив.уровень	«1» / «0»	«1»	
		$T_{CРАБ.}, c$	0,02...99,99	0,02	
		$T_{ВОЗВР.}, c$	0,00...99,99	0,00	
		УРОВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ	
		Имя	12 символов	Вход 8	
	Прогр. реле	1	Точка	из таблицы	Не подкл.
			$T_{CРАБ.}, c$	0,00...99,99	0,00
			$T_{ВОЗВР.}, c$	0,00...99,99	0,00
			Режим	Без фиксации / С фиксацией / Импульс	Без фиксации
2		Точка	из таблицы	Не подкл.	
		$T_{CРАБ.}, c$	0,00...99,99	0,00	
		$T_{ВОЗВР.}, c$	0,00...99,99	0,00	
		Режим	Без фиксации / С фиксацией / Импульс	Без фиксации	
3		Точка	из таблицы	Не подкл.	
		$T_{CРАБ.}, c$	0,00...99,99	0,00	
		$T_{ВОЗВР.}, c$	0,00...99,99	0,00	
		Режим	Без фиксации / С фиксацией / Импульс	Без фиксации	
4		Точка	из таблицы	Не подкл.	
		$T_{CРАБ.}, c$	0,00...99,99	0,00	
		$T_{ВОЗВР.}, c$	0,00...99,99	0,00	
		Режим	Без фиксации / С фиксацией / Импульс	Без фиксации	
Прогр.	1	Точка	из таблицы	Не подкл.	

светодиоды		T, с	0,00...99,99	0,00
		Режим	Без фиксации / С фиксацией	Без фиксации
		Мигание	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Точка	из таблицы	Не подкл.
	2	T, с	0,00...99,99	0,00
		Режим	Без фиксации / С фиксацией	Без фиксации
		Мигание	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Точка	из таблицы	Не подкл.
	3	T, с	0,00...99,99	0,00
		Режим	Без фиксации / С фиксацией	Без фиксации
		Мигание	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Точка	из таблицы	Не подкл.
	4	T, с	0,00...99,99	0,00
		Режим	Без фиксации / С фиксацией	Без фиксации
		Мигание	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Точка	из таблицы	Не подкл.
	5	T, с	0,00...99,99	0,00
		Режим	Без фиксации / С фиксацией	Без фиксации
		Мигание	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Точка	из таблицы	Не подкл.
АУВ	Управление		ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
	I <sub>о ном</sub> , кА		0,50..50,00	20,00
	T <sub>ВКЛ</sub> , с		0,00...2,00	0,1
	Огран.вкл.		ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
	Огран.откл.		ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	T <sub>ВКЛ.МАКС.</sub> , с		0,10...99,99	0,5
	T <sub>ОТКЛ.МАКС.</sub> , с		0,10...9,99	0,5
	T <sub>ГОТОВ.МАКС.</sub> , с		0,10...99,99	10,00
	Вход АвШП		НР авт / НЗ авт. / Готов / Не готов	НЗ авт
	ТУ по ЛС		ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	Квитир.ТУ		ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	Разреш.ТУ		ПЕРЕКЛ / ВСЕГДА / НА ВКЛ	Всегда
	ЭМО2		ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ

\*Уставки ЛЗШ заводить в терминал только после того, как будет организована блокировка МТЗ со стороны отходящих линий.

#### 4.5. Бланк задания уставок микропроцессорного терминала релейной защиты

##### «Сириус-2-В-БПТ»

Общие	U <sub>НОМ</sub> , кВ	3...35	6
	I <sub>НОМ</sub> , А	20...6000	1500
	Режим сигн.	Непрерывно / 1 с / 2 с / 3 с / 5 с / 10 с / 20 с	Непрерывно
	ТТ фазы В	ЕСТЬ / НЕТ	ЕСТЬ
	Черед.фаз	ПРЯМОЕ / ОБРАТНОЕ	ПРЯМОЕ
	Цвет В/О	Красный и зеленый / Зеленый и красный	Красный и зеленый
МТЗ-1	Функция	ОТКЛ / ВКЛ / УСК.ОТС.	ОТКЛ
	I, А	2,00...200,00	30,00
	T, с	0,00...10,00	2,00
	Направленность	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	Ускорение	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	Пуск по U	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	АПВ	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
	ОНМ при ускор.	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	$j_{\text{м.ч.}}, ^\circ$	0...360	30°
	$j_{\text{сектора}}, ^\circ$	±0...180	90°
МТЗ-2	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
	I, А	1,00...200,00	9,6
	T, с	0,05...20,00	1,8
	Хар-ка	НЕЗАВ. / НОРМ. ИНВ. / СИЛЬНО ИНВ. / ЧРЕЗВ. ИНВ. / РТ-80 / РТВ-1	НЕЗАВ.
	Направленность	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	Ускорение	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
	Пуск по U	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	АПВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	ОНМ при ускор.	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	$j_{\text{м.ч.}}, ^\circ$	0...360	270°
	$j_{\text{сектора}}, ^\circ$	±0...180	90°
МТЗ-3	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	Действие	СИГНАЛ / ЗАЩИТА	ЗАЩИТА
	I, А	0,40...100,00	1,40
	T, с	0,05...99,99	6,00



	Хар-ка	НЕЗАВ. / НОРМ. ИНВ. / СИЛЬНО ИНВ. / ЧРЕЗВ. ИНВ. / РТ-80 / РТВ-1	НЕЗАВ.
	Ускорение	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
	Пуск по U	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
	АПВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
МТЗ общие	T <sub>УСКОРЕНИЯ</sub> , с	0,00...2,00	0,5
	Пуск по U	ВМ / КОМБ	ВМ
	U <sub>ВМБЛОК</sub> , В	5,0...99,9	65
	U <sub>2</sub> , В	5,0...50,0	15
ЛЗШ*(см.прим.)	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	I, А	1,00...100,00	9,6
	T, с	0,10...99,99	0,2
	Пуск МТЗ	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
	Пуск по U	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	АПВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
Защита от ОЗЗ	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	3U <sub>0</sub> , В	5,0...120,0	10,0
	T, с	0,00...150,00	10,0
ЗОФ	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	Действие	СИГНАЛ / ЗАЩИТА	СИГНАЛ
	I <sub>2</sub> /I <sub>1</sub>	0,10...1,00	0,80
	T, с	0,20...99,99	3,00
	АПВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
ЗМН	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
	U, В	5,0...99,9	30
	T, с	0,20...99,99	9
	Контр.U ввода	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
Дуговая защита	Контроль по I	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	I, А	0,20...99,99	1,01
АПВ	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	T, с	0,20...99,99	1,00
	Фиксация блок.	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	Несанкц.откл.	РАЗР / БЛОК	БЛОК
АВР**(см.прим)	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
	T <sub>входа</sub>	0.20...99.99	1
	АВР при 3U <sub>0</sub>	РАЗР / БЛОК	БЛОК
	ЗОФ	РАЗР / БЛОК	БЛОК
	Ком.откл.	РАЗР / ЗАПР	ЗАПР
	Несанкц.откл.	РАЗР / БЛОК	БЛОК

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
						24
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

		$T_{CРАБ.}, c$	0,02...99,99	0,02
		$T_{ВОЗВР.}, c$	0,00...99,99	0,00
		УРОВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		АПВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		АВР	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
		Имя	12 символов	Осн.Защ.Т-ра
	5	Точка	из таблицы	Внеш.откл
		Актив.уровень	«1» / «0»	«1»
		$T_{CРАБ.}, c$	0,02...99,99	0,02
		$T_{ВОЗВР.}, c$	0,00...99,99	0,00
		УРОВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		АПВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		АВР	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Имя	12 символов	Газ.Защ.Т-ра
	6	Точка	из таблицы	Внеш.сигнал
		Актив.уровень	«1» / «0»	«0»
		$T_{CРАБ.}, c$	0,02...99,99	3,12
		$T_{ВОЗВР.}, c$	0,00...99,99	0,00
		УРОВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		АПВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		АВР	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Имя	12 символов	Неиспр.БУ
	7	Точка	из таблицы	Блок.ЗМН
		Актив.уровень	«1» / «0»	«0»
		$T_{CРАБ.}, c$	0,02...99,99	0,02
		$T_{ВОЗВР.}, c$	0,00...99,99	0,00
		УРОВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		АПВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		АВР	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Имя	12 символов	Блок.ЗМН
	8	Точка	из таблицы	Блок.АВР
		Актив.уровень	«1» / «0»	«0»
		$T_{CРАБ.}, c$	0,02...99,99	0,02
		$T_{ВОЗВР.}, c$	0,00...99,99	0,00

		УРОВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		АПВ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		АВР	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Имя	12 символов	Вход 8
Прогр. реле	1	Точка	из таблицы	Контр.Уск
		$T_{CPAB}, c$	0,00...99,99	0,00
		$T_{BOBPR}, c$	0,00...99,99	0,00
		Режим	Без фиксации / С фиксацией / Импульс	Без фиксации
	2	Точка	из таблицы	Контр.Уск
		$T_{CPAB}, c$	0,00...99,99	0,00
		$T_{BOBPR}, c$	0,00...99,99	0,00
		Режим	Без фиксации / С фиксацией / Импульс	Без фиксации
	3	Точка	из таблицы	Не подкл.
		$T_{CPAB}, c$	0,00...99,99	0,00
		$T_{BOBPR}, c$	0,00...99,99	0,00
		Режим	Без фиксации / С фиксацией / Импульс	Без фиксации
Прогр. светодиоды	1	Точка	из таблицы	Не подкл.
		$T, c$	0,00...99,99	0,00
		Режим	Без фиксации / С фиксацией	Без фиксации
		Мигание	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	2	Точка	из таблицы	Не подкл.
		$T, c$	0,00...99,99	0,00
		Режим	Без фиксации / С фиксацией	Без фиксации
		Мигание	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	3	Точка	из таблицы	Не подкл.
		$T, c$	0,00...99,99	0,00
		Режим	Без фиксации / С фиксацией	Без фиксации
		Мигание	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
Неисправности ТН		Сигн.ТН секции	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		Сигн.ТН ввода	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
		$U_2, B$	5,0...99,9	99,0
		$U, B$	5.0...99.9	10,0
		Пуск по U	Вывод МТЗ / Вывод пуска	Вывод МТЗ
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
2018.160776-КГЭС-ОПЗ				Лист
				26

АУВ	ОНМ1	Вывод МТЗ / Вывод направленности	Вывод МТЗ
	ОНМ2	Вывод МТЗ / Вывод направленности	Вывод МТЗ
	Контакт авт.ТН	НР / НЗ	НР
	Управление	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
	I <sub>О ном</sub> , кА	0,50..50,00	31,50
	T <sub>ВКЛ</sub> , с	0,00...2,00	0,1
	Огран.вкл.	ОТКЛ / ВКЛ	ВКЛ
	Огран.откл.	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	T <sub>ВКЛ.МАКС.</sub> , с	0,10...99,99	1,00
	T <sub>ОТКЛ.МАКС.</sub> , с	0,10...9,99	1,00
	T <sub>ГОТОВ.МАКС.</sub> , с	0,10...99,99	10,0
	Вход АвШП	НР авт / НЗ авт. / Готов / Не готов	НР авт
	ТУ по ЛС	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	Квитир.ТУ	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ
	Разреш.ТУ	ПЕРЕКЛ / ВСЕГДА / НА ВКЛ	ВСЕГДА
	ЭМО2	ОТКЛ / ВКЛ	ОТКЛ

Примечания:

\* Уставки ЛЗШ заводить в терминал только после того, как будет организована блокировка МТЗ со стороны отходящих линий.

\*\* Согласно руководству по эксплуатации на устройство Сириус-2В поведение функции АВР определяется уставкой «АВР» – «Функция».

При организации резервного питания запитыванием от смежной секции, на устройстве Сириус-2В выставляют уставку «АВР» – «Функция» = «Выход».

#### 4.6. Расчет токовых защит трансформатора

##### 1. МТЗ на стороне 37кВ:

Отстройка от максимального тока нагрузки с учетом самозапуска:

$$I_{C3} = \frac{K_H \times K_{сзн} \times K_C}{K_B} \times I_{p.максТр} = \frac{1,1 \times 1,2 \times 1}{0,95} \times 250 = 347,37 A$$

$$I_{C3втор} = \frac{K_{CX}}{K_{тр}} \times I_{C3} = \frac{1}{80} \times 347,37 = 4,34 A, \text{ где } K_{тр}=400/5=80$$

Примем:

$I_{C3втор Тр} = 4,5 A$ , тогда  $I_{C3 СВ} = 360 A$ .

Для карты уставок  $I/Ином.вн = 360/400 = 0,9$

$T_{C3 Тр} = 2,5 \text{ сек.}$

Проверка чувствительности:

$$K_{ч} = \frac{I^{(2)}_{КЗмин}}{I_{C3}} = \frac{0,87 \times 279}{360} = 3,09 > 1,5$$

##### 2. Защита от перегрузки на стороне 37кВ:

$$I_{C3} = \frac{K_H}{K_B} \times I_{ном} = \frac{1,2}{0,95} \times 250 = 315,79 A$$

$$I_{C3втор} = \frac{K_{CX}}{K_{тр}} \times I_{C3} = \frac{1}{80} \times 315,79 = 3,95 A, \text{ где } K_{тр}=400/5=80$$

Примем:

$I_{C3втор перег} = 4,0 A$ , тогда  $I_{C3 СВ} = 320 A$ .

Для карты уставок  $I/Ином.вн = 320/400 = 0,8$

$T_{C3 перег} = 7,0 \text{ сек.}$

##### 3. Защита от перегрузки на стороне 6,3кВ:

$$I_{C3} = \frac{K_H}{K_B} \times I_{ном} = \frac{1,2}{0,95} \times 466,3 = 1852,17 A$$

$$I_{C3втор} = \frac{K_{CX}}{K_{тр}} \times I_{C3} = \frac{1}{300} \times 1852,17 = 6,17 A, \text{ где } K_{тр}=1500/5=300$$

Примем:

$I_{C3втор перег} = 6,2 A$ , тогда  $I_{C3 СВ} = 1860 A$ .

Для карты уставок  $I/Ином.вн = 1860/1500 = 1,24$

$T_{C3 перег} = 7,0 \text{ сек.}$

4. Защита включения обдува трансформатора на стороне 37кВ:

$$I_{C3} = K_H \times I_{ном} = 0,8 \times 250 = 200 A$$

$$I_{C3втор} = \frac{K_{CX}}{K_{тр}} \times I_{C3} = \frac{1}{80} \times 200 = 2,5 A, \text{ где } K_{тр} = 400/5 = 80$$

Примем:

$I_{C3обд} = 2,5 A$ , тогда  $I_{C3 CB} = 200 A$ .

Для карты уставок  $I/Ином.ВН = 200/400 = 0,5$

$T_{C3 обд} = 5,0 \text{ сек.}$

5. Защита включения обдува трансформатора на стороне 6,3кВ:

$$I_{C3} = K_H \times I_{ном} = 0,8 \times 466,3 = 1173,04 A$$

$$I_{C3втор} = \frac{K_{CX}}{K_{тр}} \times I_{C3} = \frac{1}{300} \times 1173,04 = 3,9 A, \text{ где } K_{тр} = 1500/5 = 300$$

Примем:

$I_{C3обд} = 3,9 A$ , тогда  $I_{C3 CB} = 1170 A$ .

Для карты уставок  $I/Ином.ВН = 1170/1500 = 0,78$

$T_{C3 обд} = 5,0 \text{ сек.}$

#### 4.7. Расчет дифференциальной защиты трансформатора

##### ДАННЫЕ ОБ ОБЪЕКТЕ

Тип трансформатора	ТДНС-16000 кВА 35/6кВ
Группа соединения обмоток трансформатора	Yн/D-11
Наличие реакторов в зоне дифзащиты	нет
Коэффициенты трансформации ТТ:	
на стороне ВН ( $I_{ПЕРВ. ТТ} / I_{ВТОР. ТТ}$ )	400/5
на стороне НН	1500/5
Размах регулирования РПН в процентах	$\pm 8 \times 1,5\% = 12\%$
Исполнение устройства по номинальным токам входов (5/5; 5/1; 1/5; 1/1)	5 / 5

## ВЫБОР УСТАВОК ДЗТ

В данном разделе приводятся таблицы, облегчающие выбор уставок дифзащиты трансформатора. Они составлены в соответствии с «Рекомендациями по выбору уставок устройств защиты трансформаторов Сириус-Т (версия 3.20 и новее)». В таблицах приняты обозначения, аналогичные применяемым в указанном документе.

Выбор общих параметров дифференциальной защиты (ДЗТ):

Расчет уставок, определяющих вторичные токи в плечах защиты, соответствующие номинальной мощности защищаемого трансформатора:

Наименование величины	Обозначение и метод определения	Числовое значение для стороны	
		ВН	НН
Первичный ток на сторонах защищаемого трансформатора, соответствующий его номинальной мощности, А	$I_{НОМ. ПЕРВ.} = \frac{S_{НОМ}}{\sqrt{3} \times U_{НОМ. СР}}$	249,7	1466,3
Коэффициент трансформации трансформатора тока	$K_I$ ( $I_{ПЕРВ. ТТ} / I_{ВТОР. ТТ}$ )	400/5	1500/5
Схема соединения трансформаторов тока (электрических)	$Y, D$	$D$	$Y$
Вторичный ток в плечах защиты, соответствующий номинальной мощности защищаемого трансформатора, А	$I_{НОМ. ВТОР.} = \frac{I_{НОМ. ПЕРВ.}}{K_I} \times k_{СХ}$	5,4	4,89
Принятые значения уставок (округление до двух знаков после запятой)	« $I_{баз. ВН}$ », « $I_{баз. НН}$ » диапазон уставок: (0,15—30,00) А	5,4	4,9

Коэффициент схемы  $k_{СХ}$  необходимо учитывать в тех случаях, когда подключение терминала производится к электрическим ТТ, собранным по схеме «треугольник». В остальных случаях коэффициент схемы можно принять равным единице.

Уставки группы сборки цифровых трансформаторов тока «Группа ТТ ВН» и «Группа ТТ НН» выбираются с учетом группы защищаемого трансформатора и групп сборки измерительных ТТ по методике, указанной в руководстве по эксплуатации на устройство.

Уставка «Размах РПН, %» выбирается в соответствии с «Рекомендациями по выбору уставок устройств защиты трансформаторов Сириус-Т».



### Выбор уставок дифференциальной отсечки (ДЗТ-1)

Наименование величины	Обозначение и метод определения	Числовое значение
Максимальный ток внешнего КЗ на стороне НН, приведенный к стороне ВН, А	$I_{КЗ\text{ ВНЕШ. МАКС}}$	1390
Расчетный ток максимального внешнего КЗ приведенный к номинальному току трансформатора (в относительных единицах)	$I_{КЗ\text{ ВНЕШ. МАКС}}^{*} = I_{КЗ\text{ ВНЕШ. МАКС}} / I_{НОМ.\text{ ВН}}$	1390/249,7=5,6
Расчетный ток небаланса при внешнем КЗ	$I_{НБ} = K_{отс} (K_{пер} K_{одн} \epsilon + \Delta U_{РПН} + \Delta f_{добав}) I_{КЗ\text{ ВНЕШ.МАКС}}^{*}$	1,5*(3*1*0,05+12/100+0,04)*5,6=2,6
Выбор уставки срабатывания	должно выполняться условие: $I_{диф}/I_{баз} \geq I_{НБ}$ и $I_{диф}/I_{баз} \geq 6$	6
Принятое значение уставки (округление до одного знака после запятой)	« $I_{диф}/I_{баз}$ » диапазон уставки: (4,0—30,0) $I_{БАЗ}$	6

### Выбор уставок чувствительной дифференциальной защиты (ДЗТ-2)

Наименование величины	Обозначение и метод определения	Числовое значение
Принятое значение базовой уставки срабатывания	« $I_{д1}/I_{баз}$ » диапазон уставки: (0,3—1,0) $I_{НОМ}$	0,3
Коэффициент снижения тормозного тока	$K_{сн.т.} = 1 - 0,5 \times (K_{пер} K_{одн} \epsilon + \Delta U_{РПН} + \Delta f_{добав})$	1-0,5*(2*1*0,05+12/100+0,04)=0,87
Расчетный коэффициент торможения в процентах	$K_{ТОРМ} = 100 I_{диф} / I_{ТОРМ} = 100 \times K_{отс} (K_{пер} K_{одн} \epsilon + \Delta U_{РПН} + \Delta f_{добав}) / K_{сн.т.}$	100*1,3*0,26/0,87=38,85
Принятое значение уставки коэффициента торможения (округление до целого числа)	« $K_{ТОРМ}, \%$ » диапазон уставки: (10—100) %	39
Принятое значение уставки второй точки излома	« $I_{м2}/I_{баз}$ » рекомендуемый диапазон уставки: (1,0—2,0) $I_{БАЗ}$	2,0
Принятое значение уставки блокировки по второй гармонике	$I_{д2}/I_{д1}$ диапазон уставки: (0,06—0,20)	0,15

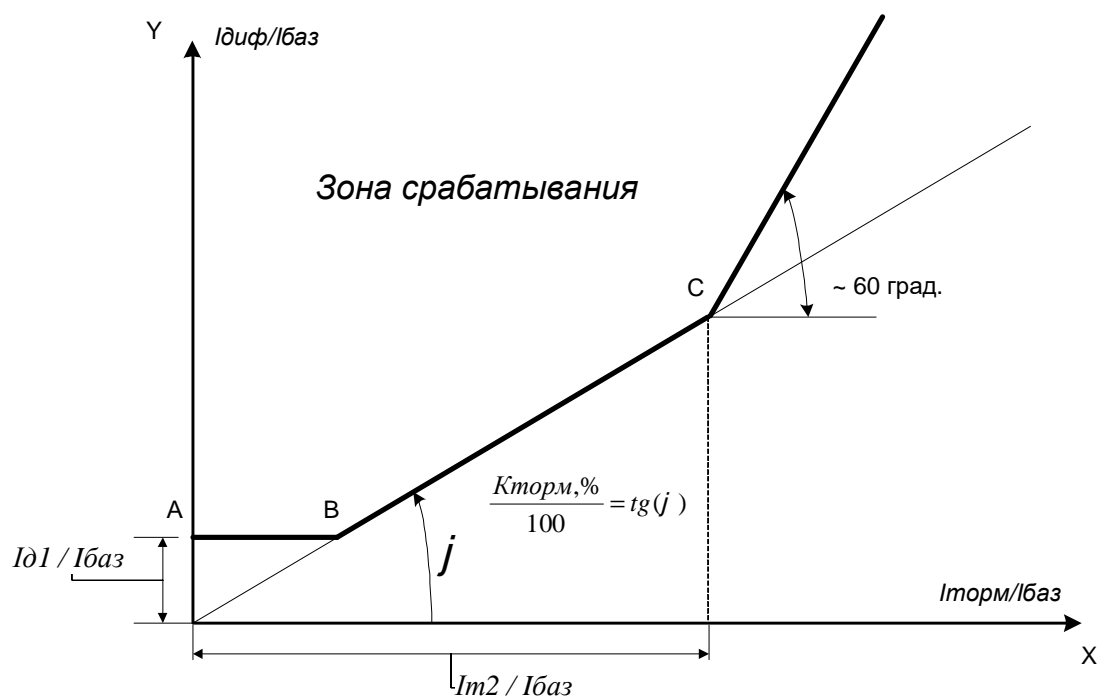


Рис. 1 Тормозная характеристика ступени ДЗТ-2

# СВОДНАЯ ТАБЛИЦА УСТАВОК УСТРОЙСТВА

Уставка	Диапазон	Набор 1	Набор 2
Имя входа 1	Список		Вход 1
Имя входа 2	Список		Вход 2
Имя входа 3	Список		УРОВ НН
Имя входа 4	Список		Вход 4
Имя входа 5	Список		Вход 5
Имя входа 6	Список		Вход 6
Имя входа 7	Список		Вход 7
Имя входа 8	Список		Вход 8
Имя входа 9	Список		Вход 9
Имя входа 10	Список		Вход 10
Имя входа 11	Список		Вход 11
Имя входа 12	Список		Вход 12
Имя входа 13	Список		Вход 13
Имя входа 14	Список		Вход 14
Имя входа 15	Список		Вход 15
Группа уставок «Общие»			
<i>Ином.перТТвн, А</i>	50—5000		400
<i>Ином.перТТнн, А</i>	50—5000		1500
<i>Тускор.вн, с</i>	0,00 – 2,00		0,00
<i>Тускор.нн, с</i>	0,00 – 3,00		0,00
Режим сигн.	Непр. / 1 с / 2 с / 3 с / 5 с / 10 с / 20 с		Непрерывно
Сборка МТЗ-ВН	У / Δ		У
Группа уставок «ДЗТ-1»			
Функция	Откл / Вкл		ВКЛ
<i>Идиф/Ибаз</i>	4,0 – 30,0		6
<i>Т, с</i>	0,00 – 3,00		0
«Мгнов. знач» – контроль мгновенного значения тока	Откл / Вкл		ВКЛ
Группа уставок «ДЗТ-2»			
Функция	Откл / Вкл		ВКЛ
<i>Т, с</i>	0,00—3,00		0,30

<i>I</i> <sub>д1</sub> / <i>I</i> <sub>баз</sub> – базовая уставка защиты	0,3 – 1,0		0,3
<i>K</i> <sub>торм</sub> , % – коэффициент торможения	10 – 100		39
<i>I</i> <sub>т2</sub> / <i>I</i> <sub>баз</sub> – вторая точка излома характеристики	1,0 – 3,0		2,0
<i>I</i> <sub>д2</sub> / <i>I</i> <sub>д1</sub> – уставка блокировки от второй гармоники	0,06 – 1,00		0,15
Группа уставок «ДЗТ-3»			
Функция	Откл / Вкл		ОТКЛ
<i>I</i> <sub>диф</sub> / <i>I</i> <sub>баз</sub>	0,1 – 2,0		1,0
<i>T</i> ,с	1 – 999		1
Группа уставок «ДЗТ общие»			
<i>I</i> <sub>баз.ВН</sub> – базисный ток обмотки ВН трансформатора во вторичных величинах	0,15—30,00 А		5,4
<i>I</i> <sub>баз.НН</sub> – базисный ток обмотки НН трансформатора во вторичных величинах	0,15—30,00 А		4,9
<i>Группа ТТ ВН</i> – группа сборки ТТ на стороне ВН	0 / 1 / 5 / 6 / 7 / 11		11
<i>Группа ТТ НН</i> – группа сборки ТТ на стороне НН	0 / 1 / 5 / 6 / 7 / 11		0
<i>Размах РПН</i> , % – размах регулирования РПН в %	0—16		12
Группа уставок «МТЗ-1 ВН»			
Функция	Откл / Вкл		ОТКЛ
<i>I</i> / <i>I</i> <sub>ном.вн</sub>	0,08 – 40,00		0,08
<i>T</i> , с	0,00—20,00		2,00
ВМ-блокировка	Откл / Вкл		ОТКЛ
Блокир. при БНТ	Откл / Вкл		ОТКЛ
Ускорение	Откл / Вкл		ВКЛ
Группа уставок «МТЗ-2 ВН»			

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Функция	Откл / Вкл		Вкл
<i>I/Ином.вн</i>	0,08 – 40,00		0,9
<i>T, с</i>	0,10—99,99		2,5
ВМ-блокировка	Откл / Вкл		Откл
Блокир. при БНТ	Откл / Вкл		Откл
Ускорение	Откл / Вкл		Откл
<b>Группа уставок «МТЗ НН»</b>			
Функция	Откл / Вкл		Откл
<i>I/Ином.нн</i>	0,08 – 40,00		5,0
Действие на ВН	Откл / Вкл		Вкл
<i>T<sub>НН</sub>, с</i>	0,10—99,99		3,00
<i>T<sub>ВН</sub>, с</i>	0,10—99,99		5,00
ВМ-блокировка	Откл / Вкл		Откл
Блокир. при БНТ	Откл / Вкл		Откл
Ускорение	Откл / Вкл		Вкл
<b>Группа уставок «Перегрузка»</b>			
Функция ВН	Откл / Вкл		Вкл
<i>I<sub>вн</sub>/Ином.вн</i>	0,08 – 4,00		0,8
Функция НН	Откл / Вкл		Вкл
<i>I<sub>нн</sub>/Ином.нн</i>	0,08 – 4,00		1,24
<i>Tперегрузки, с</i>	0,10 – 99,99		7,0
<b>Группа уставок «Обдув»</b>			
Тип системы охлажд.			Д
Функция ВН-1	Откл/Вкл		Вкл
<i>I<sub>вн-1</sub>/Ином.вн</i>	0,08 – 4,00		0,5
Функция НН	Откл/Вкл		Вкл
<i>I<sub>нн</sub>/Ином.нн</i>	0,08 – 4,00		0,78
<i>Tобдува1, с</i>	0,10 – 99,99		5,0
<i>Tобдува Д, с</i>	0,10 – 99,99		5,0
Контроль ДТ	Откл/Вкл		Вкл
Функция ВН-2	Откл/Вкл		Откл
<i>I<sub>вн-2</sub>/Ином.вн</i>	0,08 – 4,00		2,00
<i>Tобдува2, с</i>	0,10 – 99,99		15,00
Функция ВН-3	Откл/Вкл		Откл

<i>Івн-3/Іном.вн</i>	0,08 – 4,00		1,00
<i>Тобдува3, с</i>	0,10 – 99,99		25,00
<b>Группа уставок «УРОВ»</b>			
Функция	Откл / Вкл		ОТКЛ
<i>Туров, с</i>	0,10—9,00		0,50
Контроль РПО	Откл / Вкл		0,10
Действ. на себя	Откл / Вкл		ВКЛ
Контроль по I	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Блокировка РПН»</b>			
Функция	Откл / Вкл		ОТКЛ
<i>I/Іном.вн</i>	0,08 – 4,00		3,00
<b>Группа уставок «Входы – Общие»</b>			
<i>Івн/Іном.вн</i>	0,04 – 40,00		0,63
<i>Інн/Іном.нн</i>	0,04 – 40,00		0,98
<b>Группа уставок «Входы – Вход 1»</b>			
Функция	Список		ВМ-блокир.
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»
<i>Тср, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Тв, с</i>	0,00—99,99		0,00
ВО1 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
ВО1 с контролем Івн	Откл / Вкл		ОТКЛ
ВО1 с контролем Інн	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Входы – Вход 2»</b>			
Функция	Список		РПВ НН
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»
<i>Тср, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Тв, с</i>	0,00—99,99		0,00
ВО2 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
ВО2 с контролем Івн	Откл / Вкл		ОТКЛ
ВО2 с контролем Інн	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Входы – Вход 3»</b>			
Функция	Список		Внеш.откл.
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»

<i>Тср, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Тв, с</i>	0,00—99,99		0,00
ВО3 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
ВО3 с контролем Івн	Откл / Вкл		ОТКЛ
ВО3 с контролем Інн	Откл / Вкл		ОТКЛ

**Группа уставок «Входы – Вход 4»**

Функция	Список		РПВ ВН
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»
<i>Тср, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Тв, с</i>	0,00—99,99		0,00
ВО4 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
ВО4 с контролем Івн	Откл / Вкл		ОТКЛ
ВО4 с контролем Інн	Откл / Вкл		ОТКЛ

**Группа уставок «Входы – Вход 5»**

Функция	Список		Не подкл.
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»
<i>Тср, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Тв, с</i>	0,00—99,99		0,00
ВО5 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
ВО5 с контролем Івн	Откл / Вкл		ОТКЛ
ВО5 с контролем Інн	Откл / Вкл		ОТКЛ

**Группа уставок «Входы – Вход 6»**

Функция	Список		Не подкл.
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»
<i>Тср, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Тв, с</i>	0,00—99,99		0,00
ВО6 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
ВО6 с контролем Івн	Откл / Вкл		ОТКЛ
ВО6 с контролем Інн	Откл / Вкл		ОТКЛ

**Группа уставок «Входы – Вход 7»**

Функция	Список		Не подкл.
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»
<i>Тср, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Тв, с</i>	0,00—99,99		0,00

BO7 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO7 с контролем Ивн	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO7 с контролем Инн	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Входы – Вход 8»</b>			
Функция	Список		Не подкл.
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»
<i>Tcp, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Tв, с</i>	0,00—99,99		0,00
BO8 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO8 с контролем Ивн	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO8 с контролем Инн	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Входы – Вход 9»</b>			
Функция	Список		Не подкл.
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»
<i>Tcp, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Tв, с</i>	0,00—99,99		0,00
BO9 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO9 с контролем Ивн	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO9 с контролем Инн	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Входы – Вход 10»</b>			
Функция	Список		Не подкл.
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»
<i>Tcp, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Tв, с</i>	0,00—99,99		0,00
BO10 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO10 с контролем Ивн	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO10 с контролем Инн	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Входы – Вход 11»</b>			
Функция	Список		Не подкл.
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»
<i>Tcp, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Tв, с</i>	0,00—99,99		0,00
BO11 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO11 с контролем Ивн	Откл / Вкл		ОТКЛ



BO11 с контролем Инн	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Входы – Вход 12»</b>			
Функция	Список		Не подкл.
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»
<i>Tcp, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Tв, с</i>	0,00—99,99		0,00
BO12 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO12 с контролем Ивн	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO12 с контролем Инн	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Входы – Вход 13»</b>			
Функция	Список		Не подкл.
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»
<i>Tcp, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Tв, с</i>	0,00—99,99		0,00
BO13 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO13 с контролем Ивн	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO13 с контролем Инн	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Входы – Вход 14»</b>			
Функция	Список		Не подкл.
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»
<i>Tcp, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Tв, с</i>	0,00—99,99		0,00
BO14 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO14 с контролем Ивн	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO14 с контролем Инн	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Входы – Вход 15»</b>			
Функция	Список		Не подкл.
Актив.уровень	«1» / «0»		«1»
<i>Tcp, с</i>	0,02—99,99		0,02
<i>Tв, с</i>	0,00—99,99		0,00
BO15 с УРОВ	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO15 с контролем Ивн	Откл / Вкл		ОТКЛ
BO15 с контролем Инн	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Реле – Реле 1»</b>			

Точка	Список		Обдыв Д
<i>T<sub>ср</sub>, с</i>	0,00—99,99		0,00
<i>T<sub>в</sub>, с</i>	0,00—99,99		0,00
Режим	Следящий/С фиксацией/ Импульсный		Следящий
<b>Группа уставок «Реле – Реле 2»</b>			
Точка	Список		Блок.РПН
<i>T<sub>ср</sub>, с</i>	0,00—99,99		0,00
<i>T<sub>в</sub>, с</i>	0,00—99,99		0,00
Режим	Следящий/ С фиксацией/ Импульсный		Следящий
<b>Группа уставок «Реле – Реле 3»</b>			
Точка	Список		Не подкл.
<i>T<sub>ср</sub>, с</i>	0,00—99,99		0,00
<i>T<sub>в</sub>, с</i>	0,00—99,99		0,00
Режим	Следящий/ С фиксацией/ Импульсный		Следящий
<b>Группа уставок «Реле – Реле 4»</b>			
Точка	Список		Сраб.защ.
<i>T<sub>ср</sub>, с</i>	0,00—99,99		0,00
<i>T<sub>в</sub>, с</i>	0,00—99,99		0,00
Режим	Следящий/ С фиксацией/ Импульсный		Следящий
<b>Группа уставок «Реле – Реле 5»</b>			
Точка	Список		Не подкл.
<i>T<sub>ср</sub>, с</i>	0,00—99,99		0,00
<i>T<sub>в</sub>, с</i>	0,00—99,99		0,00
Режим	Следящий/ С фиксацией/ Импульсный		Следящий
<b>Группа уставок «Светодиоды – Светодиод 1»</b>			
Точка	Список		Не подкл.
<i>T, с</i>	0,00—99,99		0,00
Режим	Следящий / С фиксацией		Следящий
Мигание	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Светодиоды – Светодиод 2»</b>			
Точка	Список		Не подкл.
<i>T, с</i>	0,00—99,99		0,00

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

Режим	Следящий / С фиксацией		Следящий
Мигание	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Светодиоды – Светодиод 3»</b>			
Точка	Список		Не подкл.
<i>T, с</i>	0,00—99,99		0,00
Режим	Следящий / С фиксацией		Следящий
Мигание	Откл / Вкл		ОТКЛ
<b>Группа уставок «Светодиоды – Светодиод 4»</b>			
Точка	Список		Не подкл.
<i>T, с</i>	0,00—99,99		0,00
Режим	Следящий / С фиксацией		Следящий
Мигание	Откл / Вкл		ОТКЛ

#### 4.8. Релейная защита, автоматика и вторичная коммутация

В проекте применены микропроцессорные устройства РЗА «Сириус» ЗАО «Радиус Автоматика».

На стороне 6 кВ устанавливаются выключатели ООО «Таврида Электрик» (ВВ/TEL на ток 1600А – В1, В2 и СВ-6 кВ). На базе терминалов «Сириус» ЗАО «Радиус Автоматика», устанавливаемых на панелях защит, организована защита от КЗ на своих присоединениях, логическая защита шин (быстрое отключение при КЗ), УРОВ, внешнее отключение от защит 35 кВ.

Исходя из системы переменного оперативного тока, выбраны устройства релейной защиты и автоматики типа БПТ. В качестве устройства управления вакуумным выключателем ВВ/TEL (КМ типа ISM15\_SHELL\_2(250Н)) принят блок управления типа СМ\_16\_2 (220), который устанавливается на фасаде ячейки КСО, и на задней стенке РЩ в КРУ. Для подачи на модуль управления электрической энергии, достаточной для однократного включения и отключения выключателя в условиях отсутствия оперативного питания поставляется ручной генератор. Для подключения ручного генератора к цепям питания модулей управления высоковольтных ячеек КСО и КРУ 6кВ устанавливается розетка типа AC5FDZ.

Для защиты цепей питания предусмотрены автоматические выключатели.

Проектом предусмотрена адаптация вторичных цепей привода вновь устанавливаемого выключателя и МП терминала с существующими цепями устройств РЗА, аварийной и предупредительной сигнализации, с подключение вновь устанавливаемых терминалов и контрольных цепей выключателей к аппаратуре телемеханики.

#### 4.9. Учет электроэнергии и измерения.

Учет электроэнергии реализуется на ПС «Городская» с помощью многофункциональных микропроцессорных счётчиков электрической электроэнергии типа ПСЧ-4ТМ.05 (0,2S/0,5) Нижегородского завода им Фрунзе. Схемы подключения указанных счетчиков к цепям питания 220В, а так же в существующую систему АИИСКУЭ через порт RS-485 остаются без изменения. Изменяется только подключение цепей учета к измерительным цепям трансформаторов (подключение к 3-м ТТ).

Измерение тока осуществляется с помощью измерительных приборов – амперметров, установленных на панели управления и защиты трансформаторами Т1 и Т2, СВ. Для учета используется обмотка 0,2S, для измерения - 0,5, устанавливаемых ТТ в реконструируемых ячейках.

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

#### 4.10. Сигнализация.

Предусмотрены штатная, местная и центральная. Штатная сигнализация обеспечивает информацию о положении выключателя, внешние отключения и внутренние неисправности цепей управления.

Кроме этого, блоки «Сириус» имеют собственную местную сигнализацию: сообщение на дисплее и светодиоды на лицевой линии.

Проектом предусматривается управление выключателей по сигналам телеуправления с контролем положения выключателя.

#### 4.11. Рекомендации по адаптации защиты, автоматики и вторичной коммутации

Работы по монтажу микропроцессорной защиты «Сириус», модуля управления необходимо начать с демонтажа старой релейной защиты и автоматики. В панелях остается то оборудование, которое указано в принципиальных электрических схемах. Монтаж вести в соответствии с РЭ на приборы и по чертежам марки РЗА.

Монтаж вторичных цепей внутри ячеек, релейного щита и на панелях управления и защиты трансформаторов выполнять проводом ПВЗ – 1,5 мм<sup>2</sup>, монтаж токовых цепей выполнять проводом ПВ 3 – 2,5 мм<sup>2</sup>. Для межпанельных связей использовать экранированные контрольные кабели, указанные на схеме и кабельном журнале.

Установку промежуточных реле, автоматов и светодиодных ламп осуществить по месту.

Необходимо обеспечить надежный электрический контакт между панелью, металлоконструкцией и винтами крепления устройств «Сириус», а так же соединить заземляющий винт устройства с контуром заземления медным проводом сечением не менее 2 мм.кв.

## 5. Проверочные расчеты на соответствие параметрам сети трансформаторов тока

В реконструируемых ячейках ввода и СВ принимаются для установки трансформаторы тока **ТЛП-10-2 1500/5** с обмотками **0,2S/10P/10P** – для **вводных ячеек** и **1000/5** с обмотками **0,5/10P** – для **СВ**, климатического исполнения У и категории размещения 2 ООО "Электрощит-К", Калужская обл., п. Бабынино. Трансформаторы тока ТЛП-10-2 устанавливаются в каждой фазе (3 шт. на ячейку).

Мощности обмоток будут определены расчетами в зависимости от применяемого оборудования в цепях учета, измерений и защит.

Для вводной ячейки:

- обмотка **10P** – **Сириус-2В-БПТ**: потребляемая мощность по токовым цепям – **0,1 ВА** при номинальном вторичном токе (5А); ; блок управления **TER\_CM\_16**: потребляемая мощность по токовым цепям 20ВА; провод – медный сечением 2,5мм<sup>2</sup>.

- обмотка **10P** – **Сириус-Т-БПТ**: потребляемая мощность по токовым цепям – **0,01 ВА** при номинальном вторичном токе (5А); провод – медный сечением 2,5мм<sup>2</sup>.

- обмотка **0,2S** – микропроцессорный цифровой счетчик типа **ПСЧ-4ТМ.05**: потребляемая мощность по токовым цепям – **0,1 ВА** при номинальном вторичном токе (5А); потребляемая мощность по цепям напряжения – **1,0 ВА** при напряжении 57,7В. Присоединение – через измерительную клеммную коробку.

Для ячейки СВ:

- обмотка **10P** – **Сириус-2С-БПТ**: потребляемая мощность по токовым цепям – **0,1 ВА** при номинальном вторичном токе (5А); блок управления **TER\_CM\_16**: потребляемая мощность по токовым цепям 20ВА; провод – медный сечением 2,5мм<sup>2</sup>.

### Для Т-1 6кВ:

1-я обмотка 10P для вводной ячейки :

Выбираем типовые значения параметров обмоток 10P из таблиц для выбранного ТТ:

**K<sub>10ном</sub>=20** – номинальная предельная кратность трансформаторов тока;

**S<sub>ном</sub>= 15 ВА** – номинальная мощность нагрузки обмотки защиты (из таблицы);

**Z<sub>ном</sub> = 0,6 Ом** – номинальное сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ, при котором погрешность не превысит 10 %. ( $Z_{ном} = S_{ном} / I_{ном}^2 = 15 / 5^2 = 0,6$  Ом);

**Z<sub>2</sub>= 0,55 Ом** – номинальное сопротивление вторичной обмотки ТТ (по кривым предельных кратностей);

**I<sub>расч</sub> = 1,1 \* I<sub>сзМТЗ</sub> = 1,1 \* 2880 = 3168 А** - ток срабатывания МТЗ, увеличенный на 1,1.

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

Вычисляем максимальное значение величины предельной кратности  $k_{10}$ , ограниченное током МТЗ:

$$k_{10} = \frac{I_{расч}}{I_{ном}} = \frac{3168}{1500} = 2,11;$$

Рассчитываем фактическое сопротивление нагрузки ТТ для обмоток класса точности 10Р:

$$Z_{н фак. расч.} = r_{пр} + Z_{Сириус-2В} + Z_{МУ} + r_{пер}; - \text{сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ}$$

при соединении обмоток фаз в «полную» звезду и двухфазном КЗ.

Сопротивление реле Сириус-2В при токе 5А и мощности 0,1 ВА равно равно:

$$Z_{Сириус-2В} = \frac{0,1}{5^2} = 0,004 \text{ Ом.}$$

Сопротивление модуля управления TER\_CM\_16 при токе 5А и мощности 20 ВА равно:

$$Z_{CM} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом.}$$

Сопротивление контактов принимается 0,05 Ом при двух-трех приборах.

Принимаем длину соединительного провода из меди  $l=43\text{м}$  и минимально допустимое сечение  $2,5\text{мм}^2$ , тогда сопротивление проводов равно:

$$r_{пр} = \frac{43}{53 \times 2,5} = 0,32 \text{ Ом.}$$

Фактическое сопротивление нагрузки равно:

$$Z_{н фак. расч.} = 0,32 + 0,004 + 0,8 + 0,05 = 1,174 \text{ Ом.}$$

Определяем допустимое значение кратности  $k_{10 доп}$ :

$$k_{10 доп} = k_{10 ном} \times \frac{Z_2 + Z_H}{Z_2 + Z_{н фак. расч.}};$$

$$k_{10 доп} = 20 \times \frac{0,55 + 0,6}{0,55 + 1,174} = 17,96.$$

Поскольку  $k_{10 доп} > k_{10}$ , т.е.  $17,96 > 2,11$  следовательно погрешность обмотки 10Р выбранного ТТ не будет превышать допустимое значение 10%.

2-я обмотка 10Р для вводной ячейки:

Выбираем типовые значения параметров обмоток 10Р из таблиц для выбранного ТТ:

**$K_{10 ном}=10$**  – номинальная предельная кратность трансформаторов тока;

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
2		2-2019		02.2019		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

$S_{ном} = 15 \text{ ВА}$  – номинальная мощность нагрузки обмотки защиты (из таблицы);

$Z_{ном} = 0,6 \text{ Ом}$  – номинальное сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ, при котором погрешность не превысит 10 %. ( $Z_{ном} = S_{ном} / I_{ном}^2 = 15 / 5^2 = 0,6 \text{ Ом}$ );

$Z_2 = 2,0 \text{ Ом}$  – номинальное сопротивление вторичной обмотки ТТ (по кривым предельных кратностей);

$I_{расч} = n * I_{макс.КЗ} = 1,0 * 8163 = 8163 \text{ А}$  – максимальный ток при внешнем коротком замыкании (приведенный к 6кВ).

$n = 1,0$  – защита Сириус-Т выполнена с функцией БНТ.

Вычисляем максимальное значение величины предельной кратности  $k_{10}$ , ограниченное током МТЗ:

$$k_{10} = \frac{I_{расч}}{I_{ном}} = \frac{8163}{1500} = 5,4;$$

Рассчитываем фактическое сопротивление нагрузки ТТ для обмоток класса точности 10Р:

$Z_{н фак. расч.} = r_{пр} + Z_{Сириус-Т} + r_{пер}$ ; – сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ при соединении обмоток фаз в «полную» звезду и двухфазном КЗ.

Сопротивление реле Сириус-Т при токе 5А и мощности 0,01 ВА равно равно:

$$Z_{Сириус-2В} = \frac{0,01}{5^2} = 0,0004 \text{ Ом}.$$

Сопротивление контактов принимается 0,05 Ом при двух-трех приборах.

Принимаем длину соединительного провода из меди  $l = 44 \text{ м}$  и минимально допустимое сечение  $2,5 \text{ мм}^2$ , тогда сопротивление проводов равно:

$$r_{пр} = \frac{44}{53 \times 2,5} = 0,296 \text{ Ом}.$$

Фактическое сопротивление нагрузки равно:

$$Z_{н фак. расч.} = 0,296 + 0,0004 + 0,05 = 0,346 \text{ Ом}.$$

Определяем допустимое значение кратности  $k_{10 доп}$ :

$$k_{10 доп} = k_{10 ном} \times \frac{Z_2 + Z_H}{Z_2 + Z_{н фак. расч.}};$$

$$k_{10 доп} = 10 \times \frac{2,0 + 0,6}{2,0 + 0,346} = 11,08.$$

Поскольку  $k_{10 доп} > k_{10}$ , т.е.  $11,08 > 5,4$  следовательно погрешность обмотки 10Р выбранного ТТ не будет превышать допустимое значение 10%.

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
2		2-2019		02.2019		46
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



## Для Т-2 6кВ:

### 1-я обмотка 10Р для вводной ячейки :

Выбираем типовые значения параметров обмоток 10Р из таблиц для выбранного ТТ:

**$K_{10ном}=20$**  – номинальная предельная кратность трансформаторов тока;

**$S_{ном}= 15 \text{ ВА}$**  – номинальная мощность нагрузки обмотки защиты (из таблицы);

$Z_{ном}=0,6 \text{ Ом}$ – номинальное сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ, при котором погрешность не превысит 10 %. ( $Z_{ном}= S_{ном}/I_{ном}^2 = 15/5^2 = 0,6 \text{ Ом}$ );

$Z_2= 0,55 \text{ Ом}$  – номинальное сопротивление вторичной обмотки ТТ (по кривым предельных кратностей);

$I_{расч} = 1,1 * I_{сз\text{МТЗ}} = 1,1 * 2880 = 3168 \text{ А}$  - ток срабатывания МТЗ, увеличенный на 1,1.

Вычисляем максимальное значение величины предельной кратности  $k_{10}$ , ограниченное током МТЗ:

$$k_{10} = \frac{I_{расч}}{I_{ном}} = \frac{3168}{1500} = 2,11;$$

Рассчитываем фактическое сопротивление нагрузки ТТ для обмоток класса точности 10Р:

$$Z_{н\text{ фак.расч.}} = r_{пр} + Z_{\text{Сириус-2В}} + Z_{МУ} + r_{пер}; \text{ - сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ}$$

при соединении обмоток фаз в «полную» звезду и двухфазном КЗ.

Сопротивление реле Сириус-2В при токе 5А и мощности 0,1 ВА равно равно:

$$Z_{\text{Сириус-2В}} = \frac{0,1}{5^2} = 0,004 \text{ Ом.}$$

Сопротивление модуля управления TER\_CM\_16 при токе 5А и мощности 20 ВА равно:

$$Z_{CM} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом.}$$

Сопротивление контактов принимается 0,05 Ом при двух-трех приборах.

Принимаем длину соединительного провода из меди  $l=17\text{м}$  и минимально допустимое сечение  $2,5\text{мм}^2$ , тогда сопротивление проводов равно:

$$r_{пр} = \frac{17}{53 \times 2,5} = 0,128 \text{ Ом.}$$

Фактическое сопротивление нагрузки равно:

$$Z_{н\text{ фак.расч.}} = 0,128 + 0,004 + 0,8 + 0,05 = 0,982 \text{ Ом.}$$

Определяем допустимое значение кратности  $k_{10\text{доп}}$ :

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
2		2-2019		02.2019		47
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$k_{10\text{доп}} = k_{10\text{ном}} \times \frac{Z_2 + Z_H}{Z_2 + Z_{\text{нфак.расч.}}};$$

$$k_{10\text{доп}} = 20 \times \frac{0,55 + 0,6}{0,55 + 0,982} = 15,01.$$

Поскольку  $k_{10\text{доп}} > k_{10}$ , т.е.  $15,01 > 2,11$  следовательно погрешность обмотки 10Р выбранного ТТ не будет превышать допустимое значение 10%.

#### 2-я обмотка 10Р для вводной ячейки:

Выбираем типовые значения параметров обмоток 10Р из таблиц для выбранного ТТ:

**$K_{10\text{ном}}=10$**  – номинальная предельная кратность трансформаторов тока;

**$S_{\text{ном}}= 15 \text{ ВА}$**  – номинальная мощность нагрузки обмотки защиты (из таблицы);

$Z_{\text{ном}}= 0,6 \text{ Ом}$ – номинальное сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ, при котором погрешность не превысит 10 %. ( $Z_{\text{ном}}= S_{\text{ном}}/I_{\text{ном}}^2 = 15/5^2 = 0,6 \text{ Ом}$ );

$Z_2= 2,0 \text{ Ом}$  – номинальное сопротивление вторичной обмотки ТТ (по кривым предельных кратностей);

$I_{\text{расч}} = n * I_{\text{макс.КЗ}} = 1,0 * 8163 = 8163 \text{ А}$  - максимальный ток при внешнем коротком замыкании (приведенный к 6кВ).

$n=1,0$  - защита Сириус-Т выполнена с функцией БНТ.

Вычисляем максимальное значение величины предельной кратности  $k_{10}$ , ограниченное током МТЗ:

$$k_{10} = \frac{I_{\text{расч}}}{I_{\text{ном}}} = \frac{8163}{1500} = 5,44;$$

Рассчитываем фактическое сопротивление нагрузки ТТ для обмоток класса точности 10Р:

$$Z_{\text{н фак.расч.}} = r_{\text{пр}} + Z_{\text{Сириус-Т}} + r_{\text{пер}}; \text{ - сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ при}$$

соединении обмоток фаз в «полную» звезду и двухфазном КЗ.

Сопротивление реле Сириус-Т при токе 5А и мощности 0,01 ВА равно равно:

$$Z_{\text{Сириус-2В}} = \frac{0,01}{5^2} = 0,0004 \text{ Ом.}$$

Сопротивление контактов принимается 0,05 Ом при двух-трех приборах.

Принимаем длину соединительного провода из меди  $l=16\text{м}$  и минимально допустимое сечение  $2,5\text{мм}^2$ , тогда сопротивление проводов равно:

$$r_{\text{пр}} = \frac{16}{53 \times 2,5} = 0,12 \text{ Ом.}$$

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
2		2-2019		02.2019		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

Фактическое сопротивление нагрузки равно:

$$Z_{\text{н фак. расч.}} = 0,12 + 0,0004 + 0,05 = 0,17 \text{ Ом}.$$

Определяем допустимое значение кратности  $k_{10 \text{ доп}}$ :

$$k_{10 \text{ доп}} = k_{10 \text{ ном}} \times \frac{Z_2 + Z_{\text{н}}}{Z_2 + Z_{\text{н фак. расч.}}};$$

$$k_{10 \text{ доп}} = 10 \times \frac{2,0 + 0,6}{2,0 + 0,17} = 11,98.$$

Поскольку  $k_{10 \text{ доп}} > k_{10}$ , т.е.  $11,98 > 5,44$  следовательно погрешность обмотки 10Р выбранного ТТ не будет превышать допустимое значение 10%.

**Для СВ:**

Обмотка 10Р для ячейки СВ:

Выбираем типовые значения параметров обмоток 10Р из таблиц для выбранного ТТ:

**$K_{10 \text{ ном}} = 20$**  – номинальная предельная кратность трансформаторов тока;

**$S_{\text{ном}} = 15 \text{ ВА}$**  – номинальная мощность нагрузки обмотки защиты (из таблицы);

$Z_{\text{ном}} = 0,6 \text{ Ом}$  – номинальное сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ, при котором погрешность не превысит 10 %. ( $Z_{\text{ном}} = S_{\text{ном}} / I_{\text{ном}}^2 = 15 / 5^2 = 0,6 \text{ Ом}$ );

$Z_2 = 0,55 \text{ Ом}$  – номинальное сопротивление вторичной обмотки ТТ (по кривым предельных кратностей);

$I_{\text{расч}} = 1,1 * I_{\text{сз мтз}} = 1,1 * 1500 = 1650 \text{ А}$  - ток срабатывания МТЗ, увеличенный на 1,1.

Вычисляем максимальное значение величины предельной кратности  $k_{10}$ , ограниченное током МТЗ:

$$k_{10} = \frac{I_{\text{расч}}}{I_{\text{ном}}} = \frac{1650}{1000} = 1,65;$$

Рассчитываем фактическое сопротивление нагрузки ТТ для обмоток класса точности 10Р:

$$Z_{\text{н фак. расч.}} = r_{\text{пр}} + Z_{\text{Сириус-2С}} + Z_{\text{МУ}} + r_{\text{пер}}; \text{ - сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ}$$

при соединении обмоток фаз в «полную» звезду и двухфазном КЗ.

Сопротивление реле Сириус-2С при токе 5А и мощности 0,1 ВА равно равно:

$$Z_{\text{Сириус-2С}} = \frac{0,1}{5^2} = 0,004 \text{ Ом}.$$

Сопротивление модуля управления TER\_CM\_16 при токе 5А и мощности 20 ВА равно:

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
2		2-2019		02.2019		49
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$Z_{CM} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом.}$$

Сопротивление контактов принимается 0,05 Ом при двух-трех приборах.

Принимаем длину соединительного провода из меди  $l=28\text{м}$  и минимально допустимое сечение  $2,5\text{мм}^2$ , тогда сопротивление проводов равно:

$$r_{np} = \frac{28}{53 \times 2,5} = 0,21 \text{ Ом.}$$

Фактическое сопротивление нагрузки равно:

$$Z_{н \text{ фак. расч.}} = 0,21 + 0,004 + 0,8 + 0,05 = 1,06 \text{ Ом.}$$

Определяем допустимое значение кратности  $k_{10 \text{ доп}}$ :

$$k_{10 \text{ доп}} = k_{10 \text{ ном}} \times \frac{Z_2 + Z_H}{Z_2 + Z_{н \text{ фак. расч.}}};$$

$$k_{10 \text{ доп}} = 20 \times \frac{0,55 + 0,6}{0,55 + 1,06} = 14,286.$$

Поскольку  $k_{10 \text{ доп}} > k_{10}$ , т.е.  $14,286 > 1,65$  следовательно погрешность обмотки 10Р выбранного ТТ не будет превышать допустимое значение 10%.

#### Для Т-1 35кВ:

##### Обмотка 5Р20 встроенных ТТ в Т-1:

Выбираем типовые значения параметров обмоток 5Р из таблиц для выбранного ТТ:

**$K_{5 \text{ ном}}=20$**  – номинальная предельная кратность трансформаторов тока;

**$S_{\text{ном}}= 20 \text{ ВА}$**  – номинальная мощность нагрузки обмотки защиты (из таблицы);

$Z_{\text{ном}}= 0,8 \text{ Ом}$ – номинальное сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ, при котором погрешность не превысит 5 %. ( $Z_{\text{ном}}= S_{\text{ном}}/I_{\text{ном}}^2= 20/5^2= 0,8 \text{ Ом}$ );

$Z_2= 1,2 \text{ Ом}$  – номинальное сопротивление вторичной обмотки ТТ (по кривым предельных кратностей);

$I_{\text{расч}} = n * I_{\text{макс. КЗ}} = 1,0 * 1390 = 1390 \text{ А}$  - максимальный ток при внешнем коротком замыкании (приведенный к стороне 37 кВ).

$n=1,0$  - защита Сириус-Т выполнена с функцией БНТ.

Вычисляем максимальное значение величины предельной кратности  $k_5$ , ограниченное током МТЗ:

$$k_5 = \frac{I_{\text{расч}}}{I_{\text{ном}}} = \frac{1390}{400} = 3,48;$$

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
2		2-2019		02.2019		50
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Рассчитываем фактическое сопротивление нагрузки ТТ для обмоток класса точности 5Р:

$Z_{\text{н фак.расч.}} = r_{\text{пр}} + Z_{\text{Сириус-Т}} + r_{\text{пер}}$  ; - сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ при соединении обмоток фаз в «полную» звезду и двухфазном КЗ.

Сопротивление реле Сириус-Т при токе 5А и мощности 0,01 ВА равно равно:

$$Z_{\text{Сириус-2В}} = \frac{0,01}{5^2} = 0,0004 \text{ Ом.}$$

Сопротивление контактов принимается 0,05 Ом при двух-трех приборах.

Принимаем длину соединительного провода из меди  $l=65\text{м}$  минимально допустимым сечением  $2,5\text{мм}^2$ , тогда сопротивление проводов равно:

$$r_{\text{пр}} = \frac{65}{53 \times 2,5} = 0,49 \text{ Ом.}$$

Фактическое сопротивление нагрузки равно:

$$Z_{\text{н фак.расч.}} = 0,49 + 0,0004 + 0,05 = 0,54 \text{ Ом.}$$

Определяем допустимое значение кратности  $k_{10\text{доп}}$  :

$$k_{5\text{доп}} = k_{5\text{нн}} \times \frac{Z_2 + Z_{\text{н}}}{Z_2 + Z_{\text{н фак.расч.}}} ;$$

$$k_{5\text{доп}} = 20 \times \frac{1,2 + 0,8}{1,2 + 0,54} = 23.$$

Поскольку  $k_{5\text{доп}} > k_5$ , т.е.  $23 > 3,48$  следовательно погрешность обмотки 5Р выбранного ТТ не будет превышать допустимое значение 5%.

### Для Т-2 35кВ:

#### Обмотка 5Р20 встроенных ТТ в Т-2:

Выбираем типовые значения параметров обмоток 5Р из таблиц для выбранного ТТ:

**$K_{5\text{ном}}=20$**  – номинальная предельная кратность трансформаторов тока;

**$S_{\text{ном}}= 20 \text{ ВА}$**  – номинальная мощность нагрузки обмотки защиты (из таблицы);

$Z_{\text{ном}}= 0,8 \text{ Ом}$ – номинальное сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ, при котором погрешность не превысит 5 %. ( $Z_{\text{ном}}= S_{\text{ном}}/I_{\text{ном}}^2 = 20/5^2 = 0,8 \text{ Ом}$ );

$Z_2= 1,2 \text{ Ом}$  – номинальное сопротивление вторичной обмотки ТТ (по кривым предельных кратностей);

$I_{\text{расч}} = n * I_{\text{макс.КЗ}} = 1,0 * 1390 = 1390 \text{ А}$  - максимальный ток при внешнем коротком замыкании (приведенный к стороне 37кВ).

$n=1,0$  - защита Сириус-Т выполнена с функцией БНТ.

								Лист
2		2-2019		02.2019		2018.160776-КГЭС-ОПЗ		51
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				

Вычисляем максимальное значение величины предельной кратности  $k_5$ , ограниченное током МТЗ:

$$k_5 = \frac{I_{расч}}{I_{ном}} = \frac{1390}{400} = 3,48;$$

Рассчитываем фактическое сопротивление нагрузки ТТ для обмоток класса точности 5Р:

$Z_{н\text{ фак.расч.}} = r_{пр} + Z_{\text{Сириус-Т}} + r_{пер}$ ; - сопротивление нагрузки вторичной обмотки ТТ при соединении обмоток фаз в «полную» звезду и двухфазном КЗ.

Сопротивление реле Сириус-Т при токе 5А и мощности 0,01 ВА равно равно:

$$Z_{\text{Сириус-2В}} = \frac{0,01}{5^2} = 0,0004 \text{ Ом.}$$

Сопротивление контактов принимается 0,05 Ом при двух-трех приборах.

Принимаем длину соединительного провода из меди  $l=50\text{м}$  минимально допустимым сечением  $2,5\text{мм}^2$ , тогда сопротивление проводов равно:

$$r_{пр} = \frac{50}{53 \times 2,5} = 0,377 \text{ Ом.}$$

Фактическое сопротивление нагрузки равно:

$$Z_{н\text{ фак.расч.}} = 0,377 + 0,0004 + 0,05 = 0,43 \text{ Ом.}$$

Определяем допустимое значение кратности  $k_{10доп}$ :

$$k_{5\text{ доп}} = k_{5\text{ ном}} \times \frac{Z_2 + Z_H}{Z_2 + Z_{н\text{ фак.расч.}}};$$

$$k_{5\text{ доп}} = 20 \times \frac{1,2 + 0,8}{1,2 + 0,43} = 24,54.$$

Поскольку  $k_{5\text{ доп}} > k_5$ , т.е.  $24,54 > 3,48$  следовательно погрешность обмотки 5Р выбранного ТТ не будет превышать допустимое значение 5%.

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
2		2-2019		02.2019		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

## 6. Порядок выполнения работ по реконструкции ячеек

При проведении монтажных работ должны быть соблюдены все требования по организации допуска бригады, квалификации обслуживающего персонала, комплекса организационных и эксплуатационных мероприятий. К работам должен допускаться квалифицированный персонал, ознакомленный с руководством по эксплуатации на устанавливаемую и существующую аппаратуру ПС.

### 6.1. Установка в ячейку КСО из камня вакуумного выключателя ВВ/TEL с ТКМ - 13.21

Для предотвращения преждевременного выхода из строя или отказа выключателя, необходимо следовать указаниям руководства по эксплуатации на выключатель и указаниями, отраженными в томе марки РЗА.

Рабочее положение коммутационных модулей ISM15\_Shell\_2 при его установке в КСО - вертикальное. Монтаж и подключение коммутационных модулей должны осуществляться только с использованием проверенных и аттестованных динамометрических ключей.

Работы с ТКМ проводить в соответствии с техническим описанием и с инструкцией по монтажу.

Ошиновку следует производить шинами, тщательно подогнанными к терминалам. Не допускается притягивать согнутые шины к терминалам «через зазор», так как это может вызвать недопустимые статические нагрузки на полюс коммутационного модуля и рост переходного сопротивления.

У плоской шины, подключаемой к ISM15\_Shell\_2 необходимо по углам делать фаски минимум по 10 мм.

При установке коммутационных модулей в ячейку КСО следует соблюдать минимально допустимое расстояние по воздуху между токоведущими частями и от токоведущих частей до заземлённых элементов ячейки.

#### 6.1.1. Установка в ячейку КСО трансформаторов тока

Установку трансформаторов тока осуществить на крепежные места демонтированных трансформаторов;

Корпуса измерительных трансформаторов тока необходимо заземлить путем присоединения заземляющего проводника к зажимам защитного заземления ячейки.

Контактные поверхности шин, не имеющих защитного гальванического покрытия, должны быть обработаны согласно ГОСТ 10434-82;

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

Шины трансформатора тока покрасить: Шины фазы А – желтым, Фазы В – зеленым, Фазы С – красным цветами.

## **6.2. Общие сведения по конструкции КРУН серии К–VIУ**

Шкаф (ячейка) КРУН серии К–VI-У с помощью стенок и панелей разделён на следующие отсеки: ввода (вывода); выкатного элемента; релейный; сборных шин.

КРУН серии К–VI-У комплектуется аппаратурой и приборами согласно схемам главных и вторичных цепей, отраженными в томе марки РЗА.

Доступ в КРУН серии К–VI-У обеспечен через две двери релейного отсека, отсека ввода и отсека сборных шин. За лицевой дверью расположены релейный отсек и отсек выкатного элемента. В релейном отсеке находится поворотная панель, на которой смонтирована новая аппаратура управления выключателем. Также аппаратура вторичных цепей монтируется на задней стенке релейного отсека.

Внутри КРУН серии К–VI-У установлен плафон с лампой накаливания, которая освещает релейный отсек и отсек выкатного элемента. Выкатной элемент представляет собой сварную конструкцию, на которой устанавливается высоковольтное оборудование различных производителей, определяемое схемой главных цепей, (вакуумный выключатель ВВ/TEL) и разъединяющие контакты. Выкатной элемент может занимать относительно корпуса три положения: рабочее; контрольное; ремонтное.

В рабочем и контрольном положениях выкатной элемент находится в фиксированном положении. В ремонтном положении выкатной элемент из корпуса шкафа выдвинут полностью, разъединяющие контакты вторичных цепей разомкнуты, а выкатной элемент с установленной на нем аппаратурой может быть подвергнут осмотру и ремонту.

Ошиновка шкафов КРУН выполнена шинами из алюминиевого сплава электротехнического назначения со следующим взаимным расположением фаз (по виду из коридора обслуживания) и окраской: левая шина - фаза А, жёлтая; средняя шина - фаза В, зелёная; правая шина - фаза С, красная. Заземляющие шины проложены открыто и окрашены в черный цвет.

## **6.3. Пуско-наладочные испытания ячейки КСО.**

Перед вводом ячейки в эксплуатацию необходимо произвести ревизию ячейки и вновь установленного оборудования. Проконтролировать работоспособность оборудования без подачи высокого напряжения:

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		54



### 6.3.1. Контроль функционирования оборудования

- Ö тщательно осмотреть приборы, электрооборудование главной и вспомогательной цепей;
- Ö проверить затяжку болтовых соединений крепления выключателя к раме и шин главной цепи;
- Ö проверить вторичные цепи на соответствие схеме;
- Ö проверить надежность и целостность соединений вторичных цепей;
- Ö проверить работоспособность световой индикации;
- Ö проверить работоспособность вспомогательных контактов ВВ;
- Ö проверить выключатель на выполнение операций “ВКЛ-ОТКЛ” от цепей управления – 5...10 раз, без подачи высокого напряжения;
- Ö проверить выключатель на выполнение операций “ВКЛ – ручное ОТКЛ” воздействием на кнопку ручного отключения – 5...10 раз;
- Ö проверить дистанционно включение ВВ на нижнем и верхнем пределах напряжения питания, указанном в свидетельстве о приемке;
- Ö проверить электрическое сопротивление полюсов на соответствие их значениям указанным в паспорте на ВВ. Электрическое сопротивление полюса ВВ измеряется во включенном положении выключателя;
- Ö проверить правильность и однозначность срабатывания механической блокировки – 5...10 раз.
- Ö наладку микропроцессорных устройств Сириус произвести согласно методики изложенной в РЭ.

### 6.3.2. Испытания электрической прочности изоляции главных цепей

Испытать одноминутным повышенным напряжением промышленной частоты при плавном подъёме, причем испытанию подвергается изоляция фаза-земля и изоляция между разомкнутыми контактами полюсов выключателя. Действующее значение испытательного напряжения – 42 кВ. После включения ячейки под напряжение, необходимо осмотреть ячейку. При наличии ненормальных шумов и потрескиваний немедленно отключить высокое напряжение. Выявить и устранить дефекты.

Испытать одноминутным повышенным напряжением промышленной частоты при плавном подъёме изоляцию первичных обмоток трансформаторов тока относительно вторичных обмоток, а также относительно заземляемых частей. Изоляция с уровнем «б» должна выдерживать воздействие испытательного напряжения -42 кВ.

### 6.3.3. Пуско-наладочные испытания ячейки К-VI-У.

Проверку, настройку и испытания КРУН серии К-VI-У следует выполнять в объёме и в соответствии с проектом, требованиями СНиП 3.05.06–85, СНиП 3.05.05–84, действующими ПУЭ.

#### Механические испытания

Проверьте работу механизма перемещения выкатных тележек. Тележки должны свободно вкатываться из ремонтного положения в контрольное и рабочее и выкатываться обратно. При перемещениях выкатные тележки должны четко фиксироваться в контрольном и рабочем положении. Проверьте исправность механической блокировки, предотвращающей включение высоковольтного выключателя, когда выкатная тележка находится в промежуточном положении, между контрольным и рабочим, а также выкатывание тележки из рабочего положения при включенном выключателе. Проверьте правильность сочленения втычных высоковольтных разъединяющих контактов выкатных тележек.

Проверьте работу шторочного механизма пятикратным вкатыванием тележки до фиксированного рабочего положения и выкатыванием в ремонтное положение. Шторки при этом должны открываться и закрываться плавно, без заеданий и перекосов. Проверьте правильность сочленения подвижных и неподвижных контактов заземляющего разъединителя, обратив внимание на соосность и величину захода подвижных контактов на неподвижные.

Измерьте переходное сопротивление узла заземления выкатных тележек. Сопротивление измеряйте между каркасом тележки и корпусом КРУН. Измерение повторите дважды – при рабочем и контрольном положениях тележки. Величина сопротивления не должна превышать 0,1 Ом.

Испытайте высоковольтную и низковольтную изоляцию в соответствии с "Правилами устройства электроустановок" и "Объёмами и нормами испытания электрооборудования".

Измерьте предварительно сопротивление изоляции главных цепей мегомметром 2,5 кВ.

Установите выкатные тележки в рабочее или контрольное положение согласно схеме опробования КРУН под напряжением. Соблюдайте правила оперирования выкатными тележками. Вкатите тележку вручную в контрольное положение, в котором тележка автоматически фиксируется с помощью фиксатора.

Соедините штепсельные разъёмы вспомогательных цепей.

При выкатывании тележки из рабочего положения в контрольное убедитесь в том, что высоковольтный выключатель отключен. Не вкатывайте тележку резким толчком или с разгона. Затруднения при вкатывании тележки свидетельствуют о наличии в ячейке не устранённого дефекта.

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

#### **6.3.4. Испытания электрической прочности изоляции вспомогательных цепей с модулем управления.**

Испытание изоляции независимых вспомогательных цепей проводится напряжением 2 кВ промышленной частоты, при длительности выдержки 1 мин в холодном состоянии. Перед проведением проверки необходимо соединить вместе все контакты разъема, а блок закрепить на металлической панели. Испытательное напряжение прикладывается между контактами разъема и металлической панелью.

#### **6.3.5. Сдача и приемка модернизированной ячейки**

Сдачу и приемку модернизированной ячейки производить в соответствии с требованиями ПУЭ раздел 1.8.22 (7-е издание).

Результаты испытаний должны быть оформлены соответствующими протоколами.

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		57

## 7. Мероприятия по охране окружающей среды

Проект разработан с учетом требований законодательства об охране природы и основ земельного законодательства Российской Федерации. Указанный технологический процесс является безотходным и не сопровождается вредными выбросами в окружающую природную среду.

Производственный шум и вибрации отсутствуют. В связи с этим проведение воздухо- водоохранных мероприятий и мероприятий по снижению шума и вибрации проектом не предусмотрено.

### 7.1. Защита объектов от воздействия на них электрического поля

Электрическое поле, создаваемое зарядами на элементах подстанции, является биологически постоянно действующим фактором окружающей среды.

При реконструкции интенсивность воздействия напряженности электрического поля не увеличивается. Дополнительных мер не предусматривается.

Защита обслуживающего персонала от нежелательных воздействий электромагнитных полей производится согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» и ГОСТ 12.3.032-84 ССТБ «Работы электромонтажные. Общие требования безопасности».

Все металлоконструкции ПС соединяются с контуром заземления подстанции.

С целью уравнивания потенциалов внутри здания все продольные элементы, к которым крепятся кабельные конструкции, кабельные короба, закладные элементы под электротехническое оборудование присоединяются к сети заземления не менее, чем в двух противоположных точках. В проекте учитываются требования РД 34.20.116-93 «Методические указания по защите вторичных цепей электростанций и подстанций от импульсных помех».

Для защиты человека от поражения электрическим током при нарушении изоляции применяется защитное заземление.

В соответствии с ПУЭ п. 1.7.91 и ГОСТа 12.1.038-82\* необходимо иметь напряжение прикосновения для режимов однофазного КЗ не более 65 В (для времени срабатывания резервной защиты - более 1 с) для рабочих мест, где при производстве оперативных переключений могут возникнуть КЗ на конструкции доступные для прикосновения производящему переключения персоналу и напряжение прикосновения не более 450 В (для времени срабатывания основной защиты - 0,15 с) для остальной территории.

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

## 7.2. Защита от шумового воздействия

Государственный стандарт, санитарные нормы, строительные нормы и правила устанавливают величины допустимых уровней звука на территории и в помещениях жилых и общественных зданий различного функционального назначения. Эти нормы изложены в ГОСТ 12.1.036-81 «Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях», СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», СНиП 23-03-2003 «Защита от шума».

Дополнительных мер по защите от шума не требуется, так как подстанция – отдельно стоящее здание, шумовое воздействие от работы вакуумных выключателей значительно ниже, чем у существующих маломасляных выключателей.

## 8. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Система обеспечения пожарной безопасности на ПС **остается без изменений**.

Ситуационный план, схемы эвакуации людей, схемы технических средств противопожарной защиты не изменяются.

Устанавливаемое по проекту оборудование не содержит ЛВЖ и при аварийной ситуации снижается риск распространения пожара.

Контрольные кабели, применяемые в проекте, не распространяют горение и обладают низким дымовыделением (индекс «нг-ls»).

### 8.1. Противопожарные мероприятия при проведении монтажных работ.

Все СМР на площадке строительства необходимо выполнять в соответствии с Федеральным законом от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» с изм. 2014 г и СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования».

Перед началом СМР приказом по СМО назначается лицо, ответственное за соблюдение требований пожарной безопасности на строительной площадке. Весь персонал СМО до начала Выполнения работ должен:

пройти специальное обучение по противопожарному минимуму с проверкой знаний по ППБ у сварщиков;

- быть ознакомлен с установленным на объекте противопожарным режимом, том числе:
- с порядком хранения горючих материалов в подсобных помещениях;
- с порядком отключения электрооборудования от сети в случае пожара;
- обучен пользованию огнетушителями и другими средствами пожаротушения;

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

- ознакомлен с порядком действия в случае возникновения пожара;
- ознакомлен с планом эвакуации в случае возникновения пожара.

Участки производства работ и бытовые помещения должны быть оборудованы первичными средствами пожаротушения и средствами контроля и оперативного оповещения об угрожающей ситуации.

В местах, содержащих горючие или легковоспламеняющиеся материалы, курение должно быть запрещено, а пользование открытым огнем допускается только в радиусе более 50 м.

Не разрешается накапливать на рабочих местах горючие вещества (жирный масляный обтирочный материал, опилки, стружки и т.п.), их следует хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте.

Противопожарное оборудование должно содержаться в исправном, работоспособном состоянии. Проходы к противопожарному оборудованию должны быть всегда свободны и обозначены соответствующими знаками. При производстве сварочных работ на высоте с лесов и передвижных строительных вышек необходимо принять меры против возгорания настилов.

К выполнению огневых работ допускаются рабочие, прошедшие противопожарный техминимум и имеющие специальные квалификационные удостоверения.

К огневым работам разрешается приступать только после оформления в установленном порядке наряд-допуска на проведение огневых работ. Курить на строительной площадке разрешается только в отведенном для этого месте, оборудованного урной для окурков и спичек, бочкой с водой и ящиком с песком.

## 9. Контроль качества строительно-монтажных работ

В соответствии с требованиями СНиП 12-01-2004 контроль качества реконструкция обеспечивает генподрядчик.

Производственный контроль качества строительства выполняется исполнителем работ и включает в себя:

- входной контроль проектной документации, предоставленной застройщиком (заказчиком);
- входной контроль применяемых материалов, изделий;
- операционный контроль в процессе выполнения и по завершении операций;
- оценку соответствия выполненных работ, результаты которых становятся недоступными для контроля после начала выполнения последующих работ.

Результаты приемки работ, скрываемых последующими работами, в соответствии с требованиями проектной и нормативной документации оформляются актами освидетельствования скрытых работ (СНиП 12-01-2004. Приложение Б).

При обнаружении в результате поэтапной приемки дефектов работ, конструкций, участков инженерных сетей соответствующие акты должны оформляться только после устранения выявленных дефектов.

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		61

## 10. Перечень мероприятий по снижению негативного влияния на окружающую среду

Производить работы в возможно более короткие сроки, занимая под реконструкция минимальную площадь, необходимую для выполнения работ.

Используемый для доставки нового и вывоза демонтированного оборудования автотранспорт должен иметь сертификат на выброс содержащий окись углерода СО.

При длительных перерывах в работе (более 15 мин) запрещается оставлять механизмы с включенными двигателями.

Запрещается использовать в процессе строительства неисправную и неотрегулированную технику.

При проведении работ запрещается использование техники и механизмов, уровни звука которых будут превышать допустимые нормы.

Проведение строительно-монтажных работ допускается лишь в дневное время. Время производства работ с 9 до 17 часов.

Категорически запрещается какое-либо временное использование для строительных нужд территории вне участка строительства.

Строительные рабочие обеспечиваются нормальными бытовыми условиями, соответствующими санитарно-гигиеническим требованиям действующих норм.

Строительные машины и механизмы с двигателем внутреннего сгорания используются с контролируемым содержанием в выхлопных газах вредных веществ, не превышающих нормируемых значений.

Вводятся ограничения по габаритам и грузоподъемности применяемой техники.

Складирование и хранение строительных материалов осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ и правил хранения.

Применяемые строительные материалы, конструкции и оборудование должны иметь гигиенические сертификаты и сертификаты в области пожарной безопасности.

Организовывается централизованная комплектная поставка материалов и конструкций на стройплощадку с поэтапной заготовкой в заводских условиях.

Проходы, проезды и погрузочно-разгрузочные площадки регулярно очищаются от мусора.

Все образующиеся в процессе строительства бытовые отходы и отдельно накапливаемые отходы строительных материалов и конструкций, не подлежащие повторному применению, собираются отдельно в закрытые контейнеры и регулярно вывозятся спецавтотранспортом по договору на согласованные места размещения.

В период свертывания работ все строительные отходы необходимо вывезти в установленные места. Строго запрещается делать «захоронение» строительных отходов в

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		62



пределах территории, прилегающей к объекту. Также категорически запрещается сжигание отходов.

Сбор строительного мусора производится с применением закрытых лотков и бункеров накопителей.

По окончании реконструкции необходимо выполнить санацию территории: ликвидацию несанкционированных свалок бытового мусора, вывоз крупногабаритного мусора как непосредственно с объекта, так и с прилегающих участков.

Строительная площадка оборудуется комплексом первичных средств пожаротушения.

Строительно-монтажные работы выполняются экологически чистыми способами и методами.

При выполнении сварочных и покрасочных работ, рабочих необходимо обеспечить средствами индивидуальной защиты (СИЗ), такими как защитные маски, рукавицы, очки и респираторы, допущенные к использованию на основе санитарных норм РФ.

Размещение барьеров для защиты от шума и раздача рабочим затычек для ушей как защитная мера.

Применение оборудования с более низким уровнем производимого шума.

На внешней площадке (промышленная зона) максимально допустимый уровень шума равен 75 дБ на расстоянии в 1 метр от источника.

Новое оборудование не будет содержать ПХБ (полихлорированные бифенилы) и это требование должно быть указано в тендерной документации на приобретение оборудования.

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		63

## Приложения

1. Техническое задание на проектирование.
2. Свидетельство о допуске к работам по подготовке проектной документации (копия).
3. Расчет ТКЗ ПС 35/6кВ «Городская».
4. Карта уставок релейной защиты и автоматики ПС 35/6кВ «Городская».

					2018.160776-КГЭС-ОПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение ремонта/модернизации существующих ячеек ввода Т-1, ввода Т-2 и секционного выключателя

в РУ-6кВ ОАО «Кинешемская ГЭС»

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Характеристика основных данных и требований
1.	Наименование работы	Ремонт/модернизация ячеек вводов-1,2 и секционного выключателя РУ-6кВ объекта ПС 35/6 «Городская»
2.	Объект	ПС 35/6 «Городская»
3.	Срок выполнения работ по этапам и разделам	Срок выполнения - ПИР в течение 45 (сорока пяти) календарных дней с момента подписания Договора; - СМР и ПНР в течение 60 (шестидесяти) календарных дней с момента согласования ПИР.
4.	Режим производства работы	Режим работы — непрерывный.
5.	Основные нормативно-технические документы (НТД), определяющие требования к проекту.	- СНиП; - ПУЭ (действующее издание); - ПТЭЭП (действующее издание).
6.	Стадийность выполнения работ	Работы должны быть выполнены в соответствии с настоящим техническим заданием в 4 этапа: -выполнение проектно-изыскательских работ; -поставка необходимого оборудования и материалов; -выполнение строительно-монтажных работ; -выполнение пусконаладочных работ.
7.	Объем работ и основные технические требования к оборудованию	Ремонт ячеек ввода Т-1, ввода Т-2 РУ-6кВ, ячейки секционного выключателя в РУ-6кВ ПС 35/6 «Городская»: 1)Выполнить замену масляных выключателей ВМП-10, ВМГ-133 на вакуумные выключатели ВВ/TEL в кол-ве трех единиц, которые должны соответствовать следующим требованиям: - Номинальное напряжение, 10 (6) кВ. - Наибольшее рабочее напряжение, не менее 12кВ. - Номинальный ток, 1600А. - Номинальная частота, 50 Гц. - Собственное время включения, 70 мс, не более. - Собственное/ полное время отключения, 55/65 мс, не более.

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Характеристика основных данных и требований
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ресурс по механической стойкости при номинальном токе не более 800А, 50000 циклов, не менее .</li> <li>- количество операций 100 «О» («В») при токе отключения (включения) в диапазоне 0,6...1.0 I<sub>о.ном.</sub> .</li> <li>- Срок службы, 30 лет, не менее.</li> <li>- Гарантийный срок, 7 лет.</li> <li>- Тип привода - Электромагнитная защелка.</li> <li>- Номинальное напряжение цепей управления, 220В постоянный/переменный.</li> <li>- Вакуумные выключатели должны соответствовать требованиям МЭК-56, ГОСТ Р 52565, ТУ 3414-017-84861888-2010(ТШАГ.674152.003).</li> </ul> <p>2)Заменить существующую РЗА на навесной релейный шкаф (панель) ШнРЗА/YZ в кол-ве трех единиц с устройством микропроцессорной защиты (МПУ), блоком управления вакуумным выключателем, сигнальными лампами, амперметром, указательным реле, промежуточным реле, гнездом вспомогательного включения, автоматическими выключателями на фасад ячейки. Шкаф (панель) релейный ШнРЗА/YZ должен быть изготовлен на высокоточном оборудовании, элементы корпуса окрашены высококачественной структурированной порошковой краской для наружного применения. Устанавливаемое оборудование в релейный шкаф ШнРЗА/YZ должно монтироваться полностью в заводской готовности, а также проходить испытания и проверку качества на производстве. Навесной релейный шкаф ШнРЗА/YZ с микропроцессорной релейной защитой (МПУ) и блоком управления вакуумным выключателем, должен быть выполнен полностью в заводской готовности, а также иметь сертификат производителя. Мощная, гибко расширяемая аппаратная платформа новых терминалов (МПУ) установленных в навесных релейных шкафах ШнРЗА/YZ, должна позволять реализовать практически все современные требования к аппаратуре такого класса, включая цифровое осциллографирование входных сигналов. Все терминалы установленные в ШнРЗА/YZ должны обеспечивать трехступенчатую максимальную токовую ненаправленную защиту от трехфазных и междуфазных замыканий. Вторая и третья ступени МТЗ могут иметь как независимую, так и одну из пяти зависимых времятоковых характеристик. Защита от замыканий на землю в МПУ РЗА должна быть выполнена с использованием высших гармоник, для избегания зависимости от наличия компенсации сети. В МПУ должен быть предусмотрен режим «земляной» защиты по току первой гармоники, а также «смешанный» режим. При каждом аварийном отключении в МПУ должна</p>

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Характеристика основных данных и требований
		<p>производиться запись в память аварийной осциллограммы аналоговых и дискретных входов, а также состояния выходных реле устройства. Длительность записи должна соответствовать длительности существования пусковых условий, максимально – до 7 секунд, с предаварийным режимом – в течение 80 мс и послеаварийным режимом – в течение 80 мс. Максимальное количество осциллограмм – не менее 7. Частота дискретизации осциллографа – 1000 Гц.</p> <p>В устройствах МПУ должен иметься также архив на 1000 событий, в котором будут фиксироваться все пуски МТЗ, изменения состояния входных дискретных сигналов и выходных реле с временем и датой каждого события. Данная информация должна позволять анализировать различные неисправности силового оборудования и своевременно их устранять. Для оперативного управления режимами работы устройств – например, вводом или выводом АПВ, АЧР, УРОВ, ЗМН, АВР должны быть предусмотрены кнопки на передней панели, заменяющие традиционные наклейки. При срабатывании защиты состояние режимов должно фиксироваться в памяти аварий. Все устройства защиты (терминалы МПУ РЗА) должны быть выполнены в одинаковых корпусах и иметь модульное исполнение, позволяющее легко адаптировать их под конкретное применение.</p> <p>Устройство микропроцессорной защиты (МПУ) находящееся в составе ШНРЗА/УЗ должно обеспечивать следующие эксплуатационные возможности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение функций защит, автоматики и управления, определенных ПУЭ и ПТЭ;</li> <li>- ввод и хранение уставок защит и автоматики;</li> <li>- блокировку всех выходов при неисправности устройства для исключения ложных срабатываний;</li> <li>- получение дискретных сигналов управления и блокировок, выдачу команд управления, аварийной и предупредительной сигнализации;</li> <li>- подпитка от токовых цепей при пропадании питания от оперативного тока;</li> <li>- использование в схемах дешунтирования и в схемах с предварительно заряженным конденсатором;</li> <li>- непрерывный оперативный контроль работоспособности (самодиагностику) в течение всего времени работы;</li> <li>- гальваническую развязку всех входов и выходов, включая питание, для обеспечения высокой помехозащищенности;</li> </ul>

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Характеристика основных данных и требований
		<p>- высокое сопротивление и прочность изоляции входов и выходов относительно корпуса и между собой для повышения устойчивости устройства к перенапряжениям, возникающим во вторичных цепях.</p> <p>Функции защиты, выполняемые микропроцессорными устройствами (МПУ) РЗиА:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- двухступенчатая дифференциальная токовая защита трансформатора (токовая отсечка и защита с торможением от сквозного тока и отстройкой от бросков тока намагничивания);</li> <li>- цифровое выравнивание величины и фазы токов плечей дифференциальной защиты;</li> <li>- автоматическая компенсация токов небаланса в дифференциальной цепи, вносимых работой РПН;</li> <li>- контроль небаланса в плечах дифференциальной токовой защиты с действием на сигнализацию;</li> <li>- входы отключения от газовой защиты трансформатора и РПН с возможностью перевода действия на сигнал с помощью оперативной кнопки управления на лицевой панели, либо с помощью дискретного входа;</li> <li>- защита от перегрузки с действием на сигнализацию;</li> <li>- трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ) от междуфазных повреждений с контролем двух или трех фазных токов (любая ступень может иметь комбинированный пуск по напряжению, первые две ступени могут быть выполнены направленными);</li> <li>- автоматический ввод ускорения любых ступеней МТЗ при любом включении выключателя;</li> <li>- возможность работы МТЗ-1 в качестве ускоряющей отсечки;</li> <li>- защита от обрыва фазы питающего фидера (ЗОФ);</li> <li>- сигнализация однофазных замыканий на землю по напряжению нулевой последовательности;</li> <li>- защита минимального напряжения (ЗМН);</li> </ul> <p>Функции автоматизации, выполняемые микропроцессорными устройствами РЗА:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- операции отключения и включения выключателя по внешним командам с защитой от многократных включений выключателя;</li> <li>- возможность подключения внешних защит, например, дуговой, или от однофазных замыканий на землю;</li> <li>- формирование сигнала УРОВ при отказах своего</li> </ul>

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Характеристика основных данных и требований
		<p>выключателя;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отключение выключателя по входу УРОВ от нижестоящих выключателей;</li> <li>–однократное АПВ;</li> <li>–формирование сигнала АВР на включение секционного выключателя или резервного ввода;</li> <li>– автоматическое восстановление схемы нормального режима после АВР.</li> </ul> <p>Дополнительные сервисные функции устройства:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–определение вида повреждения при срабатывании МТЗ;</li> <li>–фиксация токов и напряжений в момент аварии;</li> <li>–измерение времени срабатывания защиты и отключения выключателя;</li> <li>–встроенные часы-календарь;</li> <li>–возможность встраивания устройства в систему единого точного времени станции или подстанции;</li> <li>– измерение текущих фазных токов, напряжений, мощности;</li> <li>– дополнительные реле и светодиоды с функцией, заданной пользователем;</li> <li>–цифровой осциллограф;</li> <li>–регистратор событий.</li> </ul> <p>Микропроцессорное устройство РЗиА должно отображать положение цепей управления выключателя с помощью светодиодов «ОТКЛ» и «ВКЛ» лицевой панели. В зависимости от принятой в данной энергосистеме традиции обозначения цветов положения выключателя, устройство должно отображать положение «Отключено» зеленым цветом и «Включено» красным («Общие»–«Цвет В/О»=«ЗЕЛ/КР»), либо наоборот («Общие»–«Цвет В/О»=«КР/ЗЕЛ»).</p> <p>Элементная база входных и выходных цепей микропроцессорного устройства должно обеспечивать совместимость устройства с любыми устройствами защиты и автоматики разных производителей – электромеханическими, электронными, микропроцессорными, а также сопряжение со стандартными каналами телемеханики.</p> <p>Устройства РЗиА должны быть изготовлены в климатическом исполнении УХЛЗ.1 по ГОСТ 15543.1 и ГОСТ 15150:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- верхнее рабочее значение температуры окружающего</li> </ul>

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Характеристика основных данных и требований
		<p>воздуха при эксплуатации плюс 55 градусов по Цельсию;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации минус 20 градусов по Цельсию;</li> <li>- нижнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации минус 40 градусов по Цельсию;</li> <li>- относительная влажность при +25 градусов по Цельсию – до 98%.</li> </ul> <p>Номинальные рабочие значения механических внешних воздействующих факторов – по ГОСТ 17516.1 для группы механического исполнения М7:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- синусоидальная вибрация в диапазоне частот от 0,5 до 100 Гц с амплитудой ускорения 10 м/с<sup>2</sup> (1g), степень жесткости 10a;</li> <li>- удары многократного действия с пиковым ударным ускорением 30 м/с<sup>2</sup> (3g) и длительностью действия от 2 до 20 мс, степень жесткости 1.</li> </ul> <p>Устройства РЗиА должны быть предназначены для эксплуатации в следующих условиях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- окружающая среда – невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных</li> <li>- паров и газов, разрушающих изоляцию и металлы;</li> <li>- место установки МПУ должно быть защищено от попадания брызг, воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации.</li> </ul> <p>Устройства МПУ РЗиА должны выполнять функции защиты со срабатыванием выходных реле при полном пропадании оперативного питания и при отсутствии подпитки от токовых цепей в течение определенного времени.</p> <p>Устройства МПУ РЗиА должны соответствовать исполнению IP52 по лицевой панели и IP20 по остальным в соответствии с ГОСТ 14254 (МЭК 70-1, EN 60529), кроме клемм подключения токовых цепей. Нарботка на отказ устройства должна составлять не менее 125000 часов.</p> <p>Электрическое сопротивление изоляции между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом в холодном состоянии устройства РЗиА в КСО-6кВ должно составлять:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не менее 100 МОм в нормальных климатических условиях;</li> <li>- не менее 1 МОм при повышенной влажности (относительная влажность – 98%).</li> </ul>



№ п/п	Перечень основных данных и требований	Характеристика основных данных и требований
		<p>Нормальными климатическими условиями считаются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- температура окружающего воздуха — 25градусов по Цельсию;</li> <li>- относительная влажность — от 45 до 80%;</li> <li>- атмосферное давление — от 630 до 800 мм рт. ст.;</li> </ul> <p>3) Заменить существующие трансформаторы тока на новые трансформаторы тока типа ТЛП-10-2 с гарантированным сроком службы не менее 30 лет в кол-ве девяти единиц и следующими параметрами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Номинальное напряжение, 6-10 кВ;</li> <li>- Наибольшее рабочее напряжение, 12 кВ;</li> <li>- Номинальный первичный ток, от 10 до 1500А;</li> <li>- Номинальный вторичный ток, 5 А.</li> <li>- Номинальные вторичные нагрузки <math>\cos\phi = 0,8</math></li> </ul> <p>обмотки для измерения, от 1 до 50 В*А</p> <p>обмотки для защиты, от 1 до 50 В*А</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Номинальный класс точности, согласно ГОСТ 7746</li> </ul> <p>обмотки для измерений: 0,2S; 0,2; 0,5S; 0,5; 1; 3</p> <p>обмотки для защиты: 5Р или 10Р</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Номинальная предельная кратность Кном вторичной обмотки для защиты от 2 до 30</li> <li>- Номинальный коэффициент безопасности приборов КБном обмотки для измерений от 3 до 30</li> </ul> <p>4)Выполнить и организовать электромагнитные оперативные блокировки от неправильных действий персонала.</p> <p>5)Выполнить поставку ручного генератора в кол-ве одной единицы. Ручной генератор предназначен для подачи на модуль управления электрической энергии, достаточной для однократного включения и отключения выключателя в условиях отсутствия оперативного питания. Ручной генератор должен обладать следующими основными техническими характеристиками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Номинальная мощность 40Вт.</li> <li>- Выходное напряжение =0...125В.</li> <li>- Максимальный ток 0,34А.</li> <li>- Рекомендуемая частота вращения ручки 120 об/мин.</li> <li>- Ресурс 100мин.</li> <li>- Длина соединительного кабеля не менее 2,5м.</li> </ul>

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Характеристика основных данных и требований
		<p>- Степень защиты по ГОСТ 14254-96 IP51.</p> <p>Ручной генератор должен иметь корпус из алюминиевого сплава, ручку и соединительный кабель с вилкой типа AC5M. Заземление корпуса генератора должно быть организовано через специальный контакт на корпусе вилки. При вращении ручки генератора должна вырабатываться энергия,</p> <p>достаточная для заряда конденсаторов модуля управления блока вакуумного выключателя. Для подключения ручного генератора к цепям питания модулей управления высоковольтных ячеек КСО-6кВ должна быть установлена розетка AC5FDZ. Гарантийный срок хранения и эксплуатации ручных генератора должна составлять не менее 7 лет со дня поставки.</p> <p>б) Все необходимые материалы для демонтажа, монтажа и наладки Подрядчик предоставляет своими силами.</p>
8.	Гарантийные обязательства	<p>- гарантийный срок должен составлять не менее 60 месяцев с момента ввода в эксплуатацию. Подрядчик должен за свой счет и сроки, согласованные с Заказчиком, устранять дефекты в поставляемом оборудовании, выявленные в период гарантийного срока. В случае выхода из строя оборудования Подрядчик обязан направить своего представителя для участия в составлении акта, фиксирующего дефекты, согласования порядка и сроков их устранения не позднее 10 дней со дня получения письменного извещения Заказчика. Гарантийный срок в этом случае продлевается соответственно на период устранения дефектов.</p>
9.	Исходные данные по объекту ремонта и требования к ремонту	
	- технологическая часть	-
	- автоматизация технологического процесса	-
	- электротехническая часть	Однолинейные схемы
	- строительная часть	-
	- механизация ремонтных работ	-
10.	Основные требования к организации, привлекаемой для выполнения работ	<p>- обладание необходимыми профессиональными знаниями и опытом выполнения аналогичных работ не менее последних 3-х лет;</p> <p>- Подрядчику необходимо прописать в заявке на конкурс марки и производителей, страну производства и краткие</p>

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Характеристика основных данных и требований
		<p>характеристики предлагаемого основного оборудования и материалов устанавливаемого в ячейках. Параметры и характеристики оборудования должны соответствовать требованиям технического задания. В случае не выполнения данного требования заявка к рассмотрению не будет приниматься.</p> <p>- Наличие у организации сертификата соответствия на интегрированную систему менеджмента качества:</p> <p>ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015)</p> <p>ГОСТ Р ИСО 14001-2007 (ISO 14001:2004)</p> <p>ГОСТ Р 54934-2012 (OHSAS 180001:2007)</p> <p>Область сертификации интегрированной системы менеджмента:</p> <p>Работы по подготовке сведений о внутреннем инженерном оборудовании, внутренних сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий:</p> <p>- работы по подготовке наружных сетей электроснабжения не более 110кВ включительно и их сооружений;</p> <p>- работы по подготовке наружных сетей электроснабжения 110кВ и более и их сооружений;</p> <p>- работы по подготовке наружных сетей слаботочных систем.</p> <p>- наличие у организации свидетельства-производителя от заводов-изготовителей вакуумных выключателей ВВ/TEL, шкафов (панелей) ШнРЗА/YZ, трансформаторов тока.</p> <p>- наличие у организации зарегистрированной лаборатории со свидетельством о праве выполнения испытаний и измерений в электроустановках напряжением до и выше 1000В.</p> <p>В случае привлечения организации имеющую лабораторию, наличие договора (Протокола. Соглашения) о намерениях между Подрядчиком и привлекаемую организацию с указанием реквизитов организации, документы или копии документов, подтверждающие соответствие лица, выступающего на стороне Участника закупки, установленным требованиям и условиям допуска к участию в запросе предложений;</p> <p>-подрядчик осуществляет комплектацию работ всеми материалами и оборудованием, необходимыми для ремонта/модернизации ячеек;</p> <p>- все применяемые материалы должны иметь паспорта и</p>

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Характеристика основных данных и требований
		<p>сертификаты;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подрядчик ведет исполнительную документацию на протяжении всего периода производства реконструкции и передает ее заказчику в полном объеме после полного окончания работ;</li> <li>- подрядчик несет полную ответственность при нарушении производства работ;</li> <li>- все необходимые согласования с монтажными и сторонними организациями, возникающие в процессе выполнения работ Подрядчик выполняет самостоятельно;</li> <li>- руководители работ участвующие в выполнении работ, совместно с представителями ОАО «Кинешемская ГЭС» осуществляют входной контроль качества применяемых материалов и оборудования, проводят оперативный контроль качества выполняемых работ, контролируют соответствие выполняемых работ требованиям НТД и проектной документации, проверяют соблюдение технологической дисциплины в процессе реконструкции;</li> <li>- приемку строительно-монтажных и наладочных работ осуществляет Заказчик;</li> <li>- подрядчик обязан гарантировать, что ремонт должен быть проведен согласно проекта заказчика;</li> <li>- подрядчик обязан предоставить акты выполненных работ и исполнительную документацию;</li> <li>- обнаруженные при приемке работ отступления и замечания Подрядчик устраняет за свой счет и в сроки установленные Заказчиком;</li> <li>- контроль и ответственность за соблюдение ПТБ персоналом Подрядчика и привлеченных им субподрядных организаций, при проведении строительно-монтажных работ возлагается на подрядную организацию.</li> </ul>
11.	Обеспечение энергоресурсами (электроснабжение, теплоснабжение, воздухообеспечение), точки подключения	
12.	Требования к новому оборудованию и применяемым материалам	- Сертификаты соответствия на применяемое оборудование.
13.	Дополнительные условия	- Все материалы необходимые для монтажа поставляются новыми, выпущенными в 2018 г

<b>№ п/п</b>	<b>Перечень основных данных и требований</b>	<b>Характеристика основных данных и требований</b>
14.	Перечень отчетной документации	<ul style="list-style-type: none"> <li>-акт сдачи-приемки электромонтажных работ;</li> <li>-журнал производства работ;</li> <li>-свидетельство о регистрации электролаборатории;</li> <li>-акт на скрытые работы;</li> <li>-протоколы замеров контура заземления;</li> <li>-протоколы испытания сборных шин и электрооборудования и контуров заземления;</li> <li>-протоколы наладки ВВ;</li> <li>-протоколы наладки и испытания релейной защиты;</li> <li>-сертификаты на оборудование и материалы;</li> <li>-журнал уставок релейной защиты;</li> <li>-исполнительная документация.</li> </ul>





Саморегулируемая организация, основанная на членстве лиц,  
осуществляющих подготовку проектной документации  
Некоммерческое партнерство  
«СОЮЗ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ»

156005, г. Кострома, улица Ивана Сусанина, д. 50, www.spww.ru  
Регистрационный номер в государственном реестре саморегулируемых  
организаций: СРО-П-102-23122009

г. Кострома

26 февраля 2015г.

## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о допуске к определенному виду или видам работ, которые оказывают  
влияние на безопасность объектов капитального строительства

№ 99-П

Выдано члену саморегулируемой организации Обществу

(полное наименование)

с ограниченной ответственностью «Энергия Севера» ИНН 7604255124,

юридического лица, ИНН, ОГРН, адрес местонахождения; фамилия, имя отчество индивидуального

ОГРН 1147604001456, 150049, г. Ярославль, ул. Лисицына, д.30, корп. 2

предпринимателя, ИНН, ОГРН, место жительства, дата рождения индивидуального предпринимателя)

Основание выдачи Свидетельства Решение Совета Ассоциации «Союз

(наименование органа управления саморегулируемой

Проектировщиков Верхней Волги» протокол № 2 от 26 февраля 2015 г.

организации, номер протокола, дата заседания)

Настоящим Свидетельством подтверждается допуск к работам, указанным в  
приложении к настоящему Свидетельству, которые оказывают влияние на  
безопасность объектов капитального строительства.

Начало действия с 26 февраля 2015 г.

Свидетельство без приложения не действительно.

Свидетельство выдано без ограничения срока и территории его действия.

Председатель Совета  
Ассоциации «Союз Проектировщиков  
Верхней Волги»



В.В. Волк

№ 000786



Виды работ, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства (кроме особо опасных и технически сложных объектов, объектов использования атомной энергии) и о допуске к которым член саморегулируемой организации Ассоциации «Союз Проектировщиков Верхней Волги» Общество с ограниченной ответственностью «Энергия Севера» имеет Свидетельство

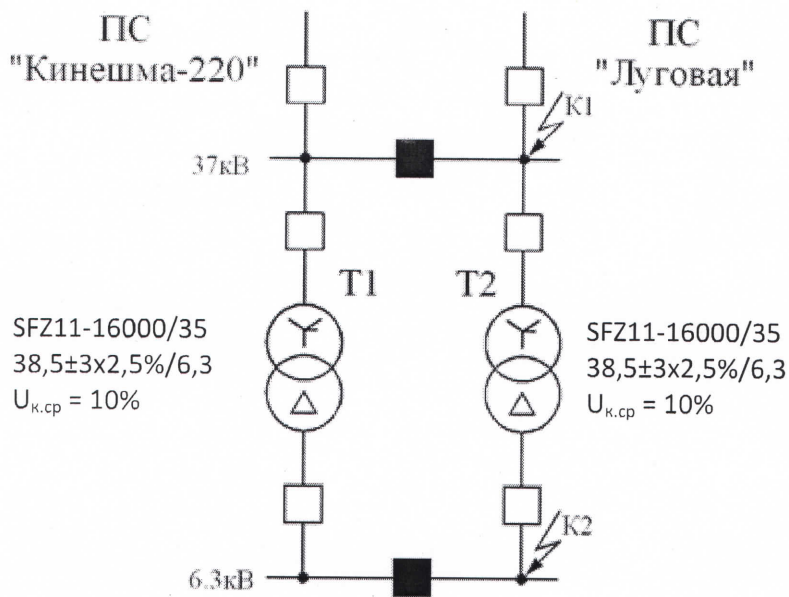
№	Наименование вида работ
1.	<b>Работы по подготовке схемы планировочной организации земельного участка:</b>
1.1.	Работы по подготовке генерального плана земельного участка
1.2.	Работы по подготовке схемы планировочной организации трассы линейного объекта
2.	<b>Работы по подготовке архитектурных решений</b>
4.	<b>Работы по подготовке сведений о внутреннем инженерном оборудовании, внутренних сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий:</b>
4.3.	Работы по подготовке проектов внутренних систем электроснабжения*
4.4.	Работы по подготовке проектов внутренних слаботочных систем*
4.5.	Работы по подготовке проектов внутренних диспетчеризации, автоматизации и управления инженерными системами
5.	<b>Работы по подготовке сведений о наружных сетях инженерно-технического обеспечения, о перечне инженерно-технических мероприятий:</b>
5.3.	Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения до 35 кВ включительно и их сооружений
5.4.	Работы по подготовке проектов наружных сетей электроснабжения не более 110 кВ включительно и их сооружений
5.6.	Работы по подготовке проектов наружных сетей слаботочных систем

Директор исполнительной дирекции  
Ассоциации «Союз Проектировщиков  
Верхней Волги»

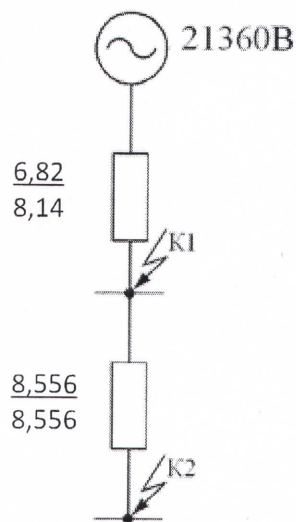


## 1 Расчет ТКЗ

### 1.1 Поясняющая схема ПС 35/6 кВ «Городская»



### 1.2 Схема замещения



Примечание:

1. Сопротивления на схеме замещения указаны в Омах и приведены к напряжению 37 кВ.

2. В схеме замещения:

6,82 – сопротивление в максимальном режиме

8,14 – сопротивление в минимальном режиме



## 1.3 ЭДС системы в схеме замещения

$$E_c = U_6 / \sqrt{3} = 37000 / \sqrt{3} = 21360 \text{ (В)}$$

где:  $U_6$  – базисное напряжение.

## 1.4 Сопротивление системы в схеме замещения

$$Z_{c\max} = E_c / I_{K1\max}^{(3)} = 21360 / 3131 = 6,82 \text{ (Ом)}$$

$$Z_{c\min} = E_c / I_{K1\min}^{(3)} = 21360 / 2621 = 8,14 \text{ (Ом)}$$

где:  $I_{K1\max}^{(3)}$ ,  $I_{K1\min}^{(3)}$  – токи трехфазного короткого замыкания на стороне 37 кВ.

## 1.5 Полное сопротивление первого трансформатора

$$Z_{T1} = \Delta U_K / 100 \cdot U_{\text{ном}}^2 / S_{\text{ном}} = 10 / 100 \cdot 37000^2 / 16000000 = 8,556 \text{ (Ом)}$$

## 1.6 Полное сопротивление второго трансформатора

$$Z_{T2} = \Delta U_K / 100 \cdot U_{\text{ном}}^2 / S_{\text{ном}} = 10 / 100 \cdot 37000^2 / 16000000 = 8,556 \text{ (Ом)}$$

## 1.7 Сопротивление трансформатора в схеме замещения

- для максимального режима (работает один трансформатор с min сопротивлением)

$$Z_{T\max} = Z_{T1} = 8,556 \text{ (Ом)}$$

- для минимального режима (работает один трансформатор с max сопротивлением)

$$Z_{T\min} = Z_{T2} = 8,556 \text{ (Ом)}$$

## 1.8 Токи трехфазного короткого замыкания на стороне 6,3 кВ, приведенные к напряжению 37 кВ

$$I_{K2\max} = E_c / (Z_{c\max} + Z_{T\max}) = 21360 / (6,82 + 8,556) = 1390 \text{ (А)}$$

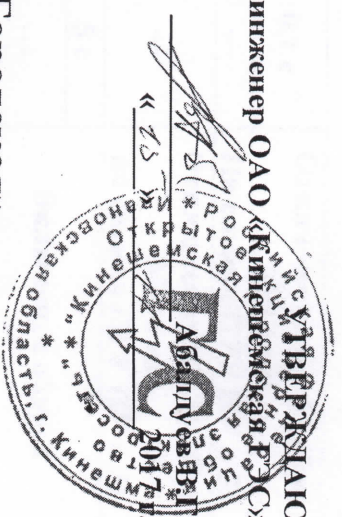
$$I_{K2\min} = E_c / (Z_{c\min} + Z_{T\min}) = 21360 / (8,14 + 8,556) = 1279 \text{ (А)}$$

Результаты расчета токов короткого замыкания сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Результаты расчета токов КЗ

Режим работы системы	Точка КЗ	Ток трехфазного КЗ (А), приведенный к U=37кВ
Максимальный	K1	3131
Минимальный	K1	2621
Максимальный	K2	1390
Минимальный	K2	1279

Главный инженер ОАО «Кинешемская РЭС»



## Карта уставок релейной защиты и автоматики п/ст 35/6 кВ «Городская»

№ п/п	Место установки, наименование присоединения	Тип реле	Тип защиты	Первичный ток (напряжение, температура) срабатывания	Время срабатывания защиты	Действие защиты
1	КРУН 35 кВ ячейка 2, трансформатор № 1	SERAM 1000+	ТО (МТЗ-1)	1480 А	0,1 с	Отключение ВВ
2			МТЗ (МТЗ-2)	416 А	1,1 с	
3			Перегрузка	376 А	7 с	
4	КРУН 35 кВ ячейка 3, ввод ВЛ 35 кВ «Кинешма 220 – Городская левая»	SERAM 1000+	УРОВ	244 А	0,25 с	Отключение ВВ
6			ТО (МТЗ-1)	1480 А	0,1 с	
7			МТЗ (МТЗ-2)	500 А	1,3 с	
8	КРУН 35 кВ ячейка 5, секционный выключатель	SERAM 1000+	ЗМН	14,8 кВ	1,9 с	Отключение ВВ
9			ТО (МТЗ-1)	1480 А	0,1 с	
10			МТЗ (МТЗ-2)	294 А	1,2 с	
11	КРУН 35 кВ ячейка 6, ввод ВЛ 35 кВ «Кинешма 220 – Городская правая»	SERAM 1000+	УРОВ	191 А	0,25 с	Отключение ВВ
12			ТО (МТЗ-1)	1480 А	0,1 с	
13			МТЗ (МТЗ-2)	500 А	1,3 с	
14	КРУН 35 кВ ячейка 7, трансформатор № 2	SERAM 1000+	ЗМН	14,8 кВ	1,9 с	Отключение ВВ
15			ТО (МТЗ-1)	1480 А	0,1 с	
16			МТЗ (МТЗ-2)	416 А	1,1 с	
17			Перегрузка	376 А	7 с	Отключение ВВ
18			УРОВ	244 А	0,25 с	



19	ЗРУ 6 кВ ПУ и 3 трансформатора № 1	РНТ 565	Дифференциальная	375 / 2291 А		0,1 с	Отключение ВВ 35 кВ и МВ 6 кВ
20				Верхний поплавок	---		
21	Трансформатор № 1	ВС-80	Газовая	Нижний поплавок, запорный клапан	---	---	Отключение ВВ 35 кВ и МВ 6 кВ, на сигнал (ЗРУ ПУ и 3)
22	ЗРУ 6 кВ ПУ и 3 тр-ра № 1	РТ-40/6	ОбдУВ	1170 А	5 с	Вкл. 55 °С / откл. 50 °С	Включение обдУва
23				Вкл. 55 °С / откл. 50 °С	---		
24	Трансформатор № 1	ВВУ-804А	Перегрев масла	80 °С	---	---	На сигнал (20РУ ПУ и 3)
25	Трансформатор № 1	ВВР-04J	Перегрев обмотки	100 °С	---	---	На сигнал (12РУ ПУ и 3)
26	ЗРУ 6 кВ ввод 6 кВ с трансформатора № 1	РТ-40/10	МТЗ-1	2000 А	0,9 с	---	Отключение МВ 6 кВ
27	ЗРУ 6 кВ ПУ и 3 трансформатора № 2	РНТ 565	Дифференциальная	375 / 2291 А	0,1 с	---	Отключение ВВ 35 кВ и МВ 6 кВ
28	Трансформатор № 2	ВС-80	Газовая	Верхний поплавок	---	---	На сигнал (7РУ ПУ и 3)
29				Нижний поплавок, запорный клапан	---	---	Отключение ВВ 35 кВ и МВ 6 кВ, на сигнал (ЗРУ ПУ и 3)
30		РТ-40/6	ОбдУВ	1170 А	5 с	---	Включение обдУва
31	Трансформатор № 2	ВВУ-804А	Перегрев масла	Вкл. 55 °С / откл. 50 °С	---	---	На сигнал (20РУ ПУ и 3)
32	Трансформатор № 2	ВВУ-804А		80 °С	---	---	
33	Трансформатор № 2	ВВР-04J		100 °С	---	---	На сигнал (12РУ ПУ и 3)
34	ЗРУ 6 кВ ввод 6 кВ с трансформатора № 2	РТ-40/10	МТЗ-1	2000 А	0,9 с	---	Отключение МВ 6 кВ
35	ЗРУ 6 кВ, МВ 35кВ на ВЛ 35 кВ «Городская – Луговая»	РТ-40/100	ТО	2460 А	0,1 с	Отключение МВ 35 кВ	
36		РТ-40/20	МТЗ-1	750 А	1 с		
37		РТ-40/10	МТЗ-2	380А	5 с		

Инженер производственной лаборатории

*М.С.*

Косяков М.С.