

Общество с ограниченной ответственностью  
«Научно-проектный центр «Энергопроект СКБ»

**Реконструкция подстанций 110кВ  
с установкой трансформаторов тока и  
трансформаторов напряжения**

***ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ***

**Реконструкция ПС 110 кВ «Никола»**

**4400/04180/13-ПЗЗ**

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

Общество с ограниченной ответственностью  
«Научно-проектный центр «Энергопроект СКБ»

**Реконструкция подстанций 110 кВ  
с установкой трансформаторов тока и  
трансформаторов напряжения**

***ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ***

**Реконструкция ПС 110 кВ «Никола»**

**4400/04180/13-ПЗЗ**

Технический директор



А.Н. Козлов

Главный инженер проекта








А.А. Журавель

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

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


## Содержание

Состав проекта .....	3
Справка главного инженера проекта .....	4
Пояснительная записка .....	5
1 Общие сведения .....	5
1.1 Основание для разработки .....	5
1.2 Исходные данные для проектирования .....	5
1.3 Климатические и геофизические условия на площадке строительства .....	5
2 Электротехнические решения .....	6
2.1 Присоединение подстанций к энергосистеме .....	6
2.2 Основные характеристики объектов реконструкции .....	6
2.3 Краткая характеристика реконструкции .....	6
2.4 Выбор основного оборудования .....	6
2.5 Изоляция, защита от перенапряжений, заземление .....	7
3 Конструктивные решения .....	7
3.2 Металлические стойки под оборудование .....	8
3.3 Металлические конструкции (рамы, площадки обслуживания) под оборудование .....	8
3.4 Мероприятия по защите фундаментов от разрушения .....	9
4 Вторичные цепи РЗА .....	9
4.1 Установка и присоединение трансформаторов тока .....	9
4.2 Расчет вторичных цепей трансформаторов тока ПС «Никола» .....	9
4.2.1 Трансформатор тока в цепи СВ-110 кВ .....	9
4.2.2 Трансформатор тока в цепи Т1-110 кВ .....	13
5 Решения по телемеханике .....	17
6 Решения по АИИСКУЭ .....	18
Приложение А Техническое задание .....	19
Графическая часть .....	24

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №											
						4400/04180/13-ПЗ3С							
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата								
Разраб.	Ратов					Содержание				Стадия	Лист	Листов	
Пров.	Александров									П		1	
Нач.отд.	Александров									ООО «НПЦ «Энергопроект СКБ»»			
Н.контр.	Родионов												
ГИП	Журавель												

		3
Состав проекта		

[illegible]

Инв. № подл.		Разраб.	Ратов			Состав проекта	Стадия	Лист	Листов			
							П		1			
							ООО «НПЦ «Энергопроект СКБ»»					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата		4400/04180/13-ПЗЗ-СП					
Взам. инв. №												

### Справка главного инженера проекта

В настоящем проекте все технические решения по зданиям, сооружениям, конструкциям, оборудованию и технологической части приняты и разработаны в полном соответствии с действующими нормами и правилами, включая правила пожарной безопасности.

При соблюдении правил технической эксплуатации, а также требований техники безопасности и пожарной безопасности, эксплуатация зданий и сооружений по данному проекту безопасна.

Главный инженер проекта



А.А. Журавель

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

## Пояснительная записка

### 1 Общие сведения

#### 1.1 Основание для разработки

Проект по реконструкции подстанций 110 кВ с установкой трансформаторов тока и трансформаторов напряжения выполнен на основании:

- технического задания выданного ОАО «МРСК Центра» - «Костромаэнерго»;
- инвестиционной программы филиала ОАО «МРСК Центра» - «Костромаэнерго».

#### 1.2 Исходные данные для проектирования






Исходными данными для проектирования являются:

- техническое задание, выданное ОАО «МРСК Центра» - «Костромаэнерго»;
- нормальная схема электрических соединений ПС 110 кВ «Никола» на 2012 год;
- расчетные значения токов короткого замыкания;
- материалы, полученные в ходе проектного обследования подстанции.

#### 1.3 Климатические и геофизические условия на площадке строительства

Климат территории относится к климатическому району II и характеризуется следующими метеоусловиями:

- а) температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 (СНиП 23-01-99) м/ст Кострома - минус 31° С ;
- б) ветровой район I (СНиП 2.01.07-85 прил.5, карта 3);
- в) гололедный район I (СНиП 2.01.07-85);
- г) снеговой район IV (СНиП 2.01.07-85 прил.5, карта 1);
- д) нормативная глубина сезонного промерзания грунтовой толщи – 1.5 м.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата	4400/04180/13-ПЗЗ		
Разраб.	Ратов				Пояснительная записка	Стадия	Лист	Листов
Пров.	Александров					П	1	14
Нач.отд.	Александров					ООО «НПЦ «Энергопроект СКБ»»		
Н.контр.	Родионов							
ГИП	Журавель							

## 2.1 Присоединение подстанций к энергосистеме

## 2.2 Основные характеристики объектов реконструкции

Место расположения объектов реконструкции:

Наименование ПС	Область	Район	Город	Адрес
ПС «Никола» 110/35/10 кВ	Костромская	Вохомский	-	д. Кекур

Согласно Техническому заданию на проектирование существующие схемы первичных соединений на реконструируемых подстанциях остаются без изменений:

- ОРУ-110 кВ ПС «Никола» – «Мостик с ОД и КЗ в цепях трансформатора и ремонтной перемычкой со стороны линий».

Вид обслуживания - с дежурным персоналом.

### 2.3 Краткая характеристика реконструкции

Для реализации решений технического задания по реконструкции подстанций 110 кВ проектной документацией предусматривается:

Реконструкция ПС 110 кВ «Никола» – В части замены измерительных трансформаторов тока ОРУ-110 кВ в цепи силового трансформатора Т1 и в цепи секционного выключателя со стороны второй секции шин:

замена существующих масляных трансформаторов тока 110 кВ на трансформаторы тока с элегазовой изоляцией в количестве 6 штук.

## 2.4 Выбор основного оборудования

Согласно СТО 56947007-29.240.10.028-2009 «Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ» выбор технических характеристик основного оборудования выполнен по токам короткого замыкания на шинах 110 кВ реконструируемых подстанций. Выбранное оборудование проверено по устойчивости к действию токов короткого замыкания (КЗ).

						4400/04180/13-ПЗЗ	Лист
							2
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Результаты расчета токов КЗ на стороне 110 кВ приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Расчетные значения токов короткого замыкания

Наименование ПС	Место КЗ на шинах РУ напряжением, кВ	Ток КЗ, кА
ПС «Никола»	ОРУ-110	$I_{по.кз} = 1,937$

На проектируемых ПС 110кВ принято к установке нижеперечисленное оборудование:

– замена масляных трансформаторов тока ТФЗМ-110Б-1 У1 на элегазовые трансформаторы тока ТРГ-110 IV УХЛ1 производства ЗАО «Энергомаш (Екатеринбург) – Уралэлектротяжмаш»;

## 2.5 Изоляция, защита от перенапряжений, заземление

Подстанции размещаются в третьем районе по степени загрязненности атмосферы. На основании ГОСТ 9920-89 изоляция вновь устанавливаемого оборудования с эффективной длиной пути утечки не менее 2,5 см/кВ.

Защита оборудования от прямых ударов молнии осуществляется при помощи существующих систем молниеотводов установленных на подстанциях.

Защита от волн грозовых перенапряжений осуществляется при помощи существующих ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников.

Заземление вновь устанавливаемого оборудования присоединяется к существующему контуру заземления при помощи стальной полосы сечением 40х5 мм.

## 3 Конструктивные решения

Реконструкция ПС 110 кВ «Никола» включает в себя:

- демонтаж металлоконструкций под существующее оборудование ОРУ-110 кВ;
- установка трансформаторов тока ТРГ-110 IV УХЛ1 (металлоконструкции);

### 3.1 Фундаменты под оборудование

ПС 110 кВ «Никола». Существующие железобетонные лежни.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	4400/04180/13-ПЗЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		3
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		



### 3.2 Металлические стойки под оборудование

Стойки под оборудование предусматриваются металлические, индивидуального изготовления, выполненные из горячекатаного проката. Материал металлических конструкций сталь С245 по ГОСТ 27772-89.

Прокатная сталь, применяемая для изготовления металлических конструкций под оборудование должна иметь противокоррозионное покрытие по ГОСТ 9.307-88 (ИСО 1461-89) «ЕСЗКС. Покрытия цинковые горячие».

Заводская сварка производится полуавтоматом в среде  $\text{CO}_2$  сварочной проволокой Св08Г2С. Ручную сварку производить по ГОСТ 5264-80 электродами типа Э42 ГОСТ 9467-75.

Сварные швы металлических конструкций подкрашиваются методом холодного цинкования покрытием типа - «ProtectSteelZinc» или «Цинконол».

Антикоррозионная защита соединительных изделий и сварных швов выполняется в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии».

### 3.3 Металлические конструкции (рамы, площадки обслуживания) под оборудование

Металлические конструкции (рамы, площадки обслуживания) состоят из отдельных конструктивных элементов, собираются на месте монтажа и соединяются между собой с помощью монтажной сварки.

Материал металлических конструкций сталь С245 по ГОСТ 27772-88.

Прокатная сталь, применяемая для изготовления металлических конструкций под оборудование должна иметь противокоррозионное покрытие по ГОСТ 9.307-88 (ИСО 1461-89) «ЕСЗКС. Покрытия цинковые горячие».

Сварные швы металлических конструкций, кроме рамы РМ-1, подкрашиваются методом холодного цинкования покрытием типа - «ProtectSteelZinc» или «Цинконол».

Заводская сварка производится полуавтоматом в среде  $\text{CO}_2$  сварочной проволокой Св08Г2С. Ручную сварку производить по ГОСТ 5264-80 электродами типа Э42 ГОСТ 9467-75.

Антикоррозионная защита соединительных изделий и сварных швов выполняется в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии».

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	4400/04180/13-ПЗЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		4
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

### 3.4 Мероприятия по защите фундаментов от разрушения

Боковые поверхности стоек и фундаментов, соприкасающиеся с грунтом, обмазать горячей битумной мастикой за два раза по слою холодной огрунтовки из битума, разведенного бензином или керосином.

## 4 Вторичные цепи РЗА

## 4.1 Установка и присоединение трансформаторов тока

При реконструкции ПС «Никола» производится замена масляных трансформаторов тока 110 кВ на элегазовые трансформаторы тока (ТТ) типа ТРГ-110.

Для организации вторичных цепей ТТ-110 кВ устанавливается новый ящик зажимов ТТ-110 кВ. В ящике зажимов предусмотрена установка клеммных рядов. Ящик зажимов оборудован антиконденсатным и автоматическим обогревом с включением от термостата.

Для токовых цепей применяется контрольный кабель типа КВВГЭнг-LS с изоляцией, не поддерживающей горение и низким газо-дымовыделением (LowSmoke). Для защиты от электромагнитных помех кабель экранирован. Сечение кабеля ТТ-110 кВ принимается 2,5 мм<sup>2</sup>.

Контроль плотности элегаза осуществляется сигнализаторами плотности. При падении давления элегаза до 0,15 МПа срабатывает первая ступень – предупредительная сигнализация. При этом необходимо принять меры по устранению утечки элегаза. При дальнейшем снижении давления элегаза до 0,12 МПа срабатывает вторая ступень - аварийная сигнализация. При данном сигнале необходимо принять немедленные меры по отключению трансформатора и выводу его в ремонт для устранения аварии. Привязки к существующим цепям релейной защиты и автоматики осуществляются по месту при монтаже.

## 4.2 Расчет вторичных цепей трансформаторов тока

#### 4.2.1 Трансформатор тока в цепи СВ-110 кВ

Расчет производится по номинальным мощностям обмоток ТРГ-110 0,2S/0,5/5P/5P/5P  
(комплект № 608-26)

Расчет допустимой нагрузки производится по данным таблиц 4.2.1 и 4.2.2.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	4400/04180/13-ПЗЗ	Лист
							5
Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	<div>4.2.1 Трансформатор тока в цепи СВ-110 кВ</div> <div>Расчет производится по номинальным мощностям обмоток ТРГ-110 0,2S/0,5/5P/5P/5P (комплект № 608-26)</div> <div>Расчет допустимой нагрузки производится по данным таблиц 4.2.1 и 4.2.2.</div>				

Таблица 4.2.1 – Технические характеристики трансформатора тока

№	Наименование параметра	Обозначение параметра	Тип (величина)
1	Используемый коэффициент трансформации	$k_{\text{ТТ}}$	300/5 (0,2S, 0,5) 600/5 (5P)
2	Количество обмоток	-	5
3	Классы точности обмоток	-	0,2S/0,5/5P/5P/5P
4	Кол-во фаз	-	3
5	Номинальная мощность одной обмотки	$S_{2\text{ном}}$	30/30/30/30/30
6	Номинальная предельная кратность	$k_{\text{ном}}$	20
7	Номинальная вторичная нагрузка	$Z_{2\text{ном}}$	1,2/1,2/1,2/1,2/1,2

Таблица 4.2.2 – Элементы и характеристика

№	Элементы	Характеристика
Обмотка 02,S (фаза А, В и С)		
1	Кабель от ТТ до КИ-10	Сечение 2,5 мм <sup>2</sup> , длина 30м, (медь)
2	Провод от КИ-10 до счетчика	Сечение 2,0 мм <sup>2</sup> , длина 2м, (медь)
3	Счетчик	Мощность 0,1 ВА
Обмотка 05 (фаза А, В и С)		
1	Кабель от ТТ до приборов	Сечение 2,5 мм <sup>2</sup> , длина 30м, (медь)
2	Щитовой прибор	Мощность 2 ВА
3	Преобразователь «Приз»	0,1 ВА
Обмотка 5P		
1	Кабель от ТТ до ОПУ	Сечение 2,5 мм <sup>2</sup> , длина 70 м, (медь)
2	ЩДЭ 2802	Мощность 12 ВА
Обмотка 5P		
1	Кабель от ТТ до ОПУ	Сечение 2,5 мм <sup>2</sup> , длина 70 м, (медь)
2	ЩДЭ 2802	Мощность 12 ВА
Обмотка 5P		
1	Резерв	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

4400/04180/13-ПЗЗ

Лист

6

Сечение кабелей выбирается из условия механической прочности ( $S_{\text{каб}} \geq 2,5 \text{ мм}^2$ ).  
Расчет вторичных обмоток трансформатора производится по самой нагруженной обмотке.

### Обмотка 5Р.

Сопротивление кабелей, подключенных к обмотке трансформатора тока:

$$R_{\text{каб}} = \rho_{\text{Cu}} \cdot \frac{\sum l_{\text{каб}}}{S_{\text{каб}}}; \quad (4.1)$$

$$R_{\text{каб}} = 0,0172 \cdot \frac{70}{2,5} = 0,48 \text{ (Ом)}.$$

Сопротивление приборов, подключенных к обмотке трансформатора тока:

$$R_{\text{приб}} = \frac{\sum S_{\text{приб}}}{I_{\text{ном}}^2}; \quad (4.2)$$

$$R_{\text{приб}} = \frac{12}{5^2} = 0,48 \text{ (Ом)}.$$

Суммарное сопротивление контактов, подключенных к обмотке трансформатора тока:

$$R_{\text{конт}} = n \cdot R_{\text{к}}; \quad (4.3)$$

$$R_{\text{конт}} = 10 \cdot 0,0001 = 0,001 \text{ (Ом)}.$$

Величина общего сопротивления, подключенного к обмотке трансформатора:

$$R_{\text{общ}} = R_{\text{каб}} + R_{\text{приб}} + R_{\text{конт}}; \quad (4.4)$$

$$R_{\text{общ}} = 0,48 + 0,48 + 0,001 = 0,961 \text{ (Ом)}.$$

Так как  $R_{\text{общ}} < Z_{2\text{ном}} = 1,2 \text{ Ом}$ , сечение вторичных кабелей остаётся неизменным.

Переведем в мощность вторичных обмоток:

$$S_{\text{общ}} = R_{\text{общ}} \cdot I_{\text{ном}}^2; \quad (4.5)$$

$$S_{\text{общ}} = 0,961 \cdot 25 = 24,025 \text{ (В} \cdot \text{А)}.$$

Расчетная кратность тока КЗ:

$$k_{\text{расч}} = \frac{I_{\text{кз.макс}}}{I_{\text{ном}}}; \quad (4.6)$$

$$k_{\text{расч}} = \frac{1,937}{600} = 0,00322 \text{ (о. е.)}.$$

где  $I_{\text{кз.макс}} = 1,937 \text{ кА}$  – ток трехфазного короткого замыкания, приведенный к своей стороне напряжения.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	4400/04180/13-ПЗЗ	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		7
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

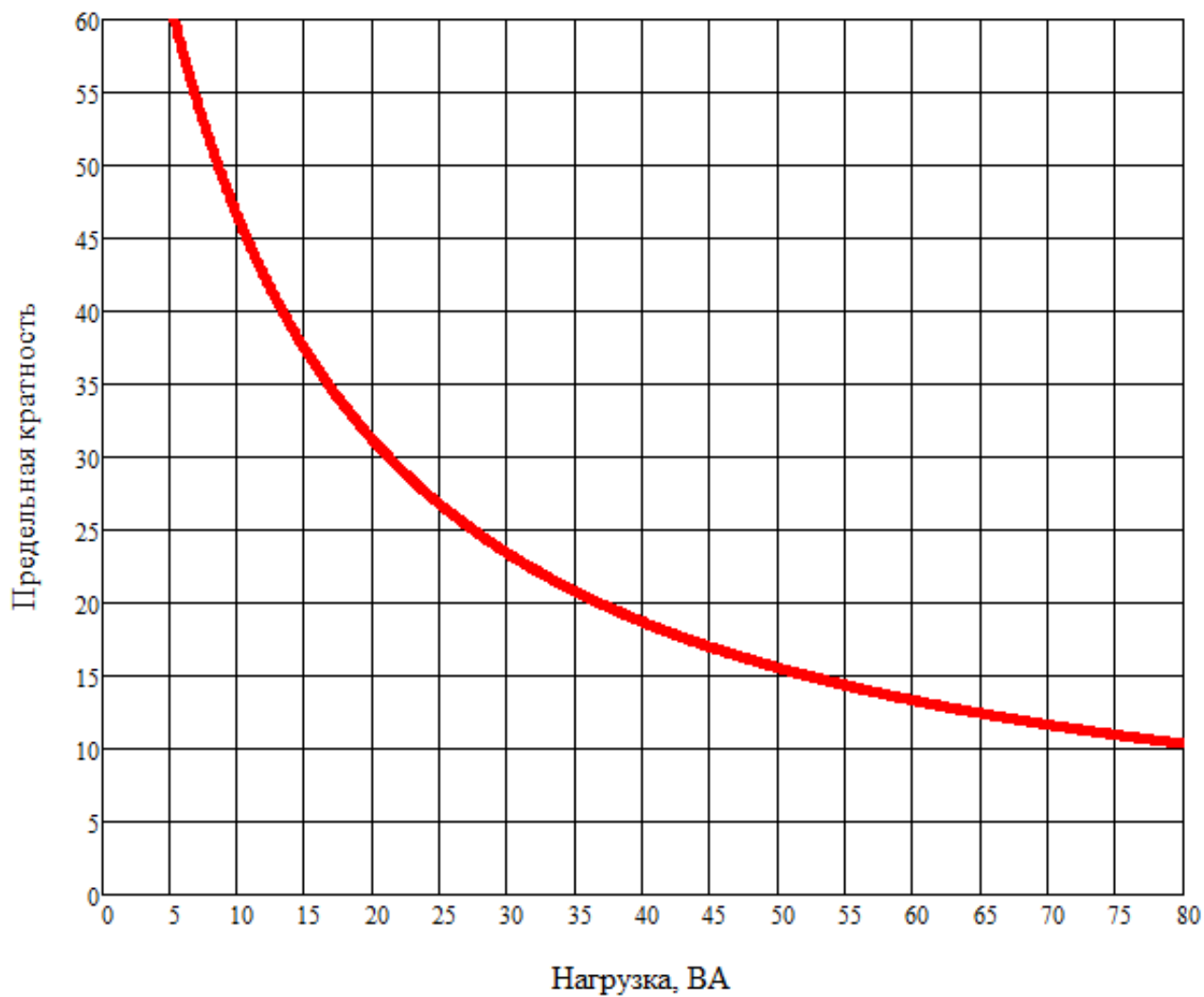


Рисунок 4.2.1 – Кривые предельной кратности вторичных обмоток защиты

По рисунку 4.2.1, при  $S_{\text{факт}} = 24,025 \text{ ВА}$  и  $K_{\text{расч}} = 0,00322$ , точка находится ниже кривой предельной кратности, что соответствует условиям надежной работы релейной защиты.

**Обмотка 0,5.**

Расчет и выбор сечения кабеля вторичных цепей выполняется по формулам 4.1÷4.4. Сопротивление кабелей, подключенных к обмотке трансформатора тока

$$R_{\text{каб}} = 0,0172 \cdot \frac{30}{2,5} = 0,206(\text{Ом}).$$

Сопротивление приборов, подключенных к обмотке трансформатора тока

$$R_{\text{приб}} = \frac{2 + 0,1}{5^2} = 0,084(\text{Ом}).$$

Сопротивление контактов, подключенных к обмотке трансформатора тока

$$R_{\text{конт}} = 0,1(\text{Ом}).$$

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Величина общего сопротивления, подключенного к обмотке трансформатора

$R_{общ} = 0,206 + 0,084 + 0,1 = 0,39(Ом).$

Так как  $R_{общ} < Z_{ном} = 1,2\text{ Ом}$ , сечение вторичных кабелей остаётся неизменным.

По формуле 4.5 переведем в мощность вторичных обмоток

$S_{общ} = 0,39 \cdot 25 = 9,75(В \cdot А).$

**Обмотка 0,2S.**

Сопротивление кабелей, подключенных к обмотке трансформатора тока:

$R_{каб1} = 0,0172 \cdot \frac{30}{2,5} = 0,206\text{ (Ом)};$

$R_{каб2} = 0,0172 \cdot \frac{2}{2,5} = 0,014\text{ (Ом)};$

Сопротивление приборов, подключенных к обмотке трансформатора тока

$R_{приб} = \frac{0,1}{5^2} = 0,004\text{ (Ом)}.$

Суммарное сопротивление контактов, подключенных к обмотке трансформатора тока

$R_{конт} = 0,1(Ом).$

Величина общего сопротивления, подключенного к обмотке трансформатора

$R_{общ} = 0,004 + 0,206 + 0,014 + 0,1 = 0,324\text{ (Ом)}.$

Так как  $R_{общ} < Z_{ном} = 1,2\text{ Ом}$ , сечение вторичных кабелей остаётся неизменным.

По формуле 4.5 переведем в мощность вторичных обмоток

$S_{общ} = 0,324 \cdot 25 = 8,1(В \cdot А).$

Фактическая мощность нагрузки составляет 27 процентов от номинальной мощности обмотки. С целью нормализации нагрузки вторичных цепей трансформаторов тока, в каждой фазе нужно установить догрузочный резистор типа МР3021-Т-5А (согласно МИ3022-2006). После установки догрузочного резистора мощностью 4 ВА - фактическая мощность становится равной 12,1 ВА, что составляет 40,33 процентов от номинальной мощности.

**4.2.2 Трансформатор тока в цепи Т1-110 кВ**

Расчет производится по номинальным мощностям обмоток ТРГ-110 0,2S/0,5/5P/5P/5P (комплект № 608-26)

Расчет допустимой нагрузки производится по данным таблиц 4.2.3 и 4.2.4.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Таблица 4.2.3 – Технические характеристики трансформатора тока

№	Наименование параметра	Обозначение параметра	Тип (величина)
1	Используемый коэффициент трансформации	$k_{\text{ТТ}}$	300/5 (0,2S, 0,5) 600/5 (5P)
2	Количество обмоток	-	5
3	Классы точности обмоток	-	0,2S/0,5/5P/5P/5P
4	Кол-во фаз	-	3
5	Номинальная мощность одной обмотки	$S_{2\text{НОМ}}$	30/30/30/30/30
6	Номинальная предельная кратность	$k_{\text{НОМ}}$	20
7	Номинальная вторичная нагрузка	$Z_{2\text{НОМ}}$	1,2/1,2/1,2/1,2/1,2

Таблица 4.2.4 – Элементы и характеристика

№	Элементы	Характеристика
Обмотка 02,S (фаза А, В и С)		
1	Кабель от ТТ до КИ-10	Сечение 2,5 мм <sup>2</sup> , длина 45м, (медь)
2	Провод от КИ-10 до счетчика	Сечение 2,0 мм <sup>2</sup> , длина 2м, (медь)
3	Счетчик	Мощность 0,1 ВА
Обмотка 05 (фаза А, В и С)		
1	Кабель от ТТ до приборов	Сечение 2,5 мм <sup>2</sup> , длина 45м, (медь)
2	Щитовой прибор	Мощность 2 ВА
3	Преобразователь «Приз»	0,1 ВА
Обмотка 5P		
1	Кабель от ТТ до ОПУ	Сечение 2,5 мм <sup>2</sup> , длина 50 м, (медь)
2	ЩДЭ 2802	Мощность 12 ВА
Обмотка 5P		
1	Кабель от ТТ до ОПУ	Сечение 2,5 мм <sup>2</sup> , длина 50 м, (медь)
2	ЩДЭ 2802	Мощность 12 ВА
Обмотка 5P		
1	Резерв	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

4400/04180/13-ПЗЗ

Лист

10

Сечение кабелей выбирается из условия механической прочности ( $S_{\text{каб}} \geq 2,5 \text{ мм}^2$ ).  
Расчет вторичных обмоток трансформатора производится по самой нагруженной обмотке.

**Обмотка 5Р.**

Расчет и выбор сечения кабеля вторичных цепей выполняется по формулам 4.1÷4.4.

Сопротивление кабелей, подключенных к обмотке трансформатора тока

$$R_{\text{каб}} = 0,0172 \cdot \frac{50}{2,5} = 0,344 \text{ (Ом)}.$$

Сопротивление приборов, подключенных к обмотке трансформатора тока

$$R_{\text{приб}} = \frac{12}{5^2} = 0,48 \text{ (Ом)}.$$

Суммарное сопротивление контактов, подключенных к обмотке трансформатора тока

$$R_{\text{конт}} = 10 \cdot 0,0001 = 0,001 \text{ (Ом)}.$$

Величина общего сопротивления, подключенного к обмотке трансформатора

$$R_{\text{общ}} = 0,344 + 0,48 + 0,001 = 0,825 \text{ (Ом)}.$$

Так как  $R_{\text{общ}} < Z_{2\text{ном}} = 1,2 \text{ Ом}$ , сечение вторичных кабелей остаётся неизменным.

По формуле 4.5 переведем в мощность вторичных обмоток

$$S_{\text{общ}} = 0,825 \cdot 25 = 20,625 \text{ (В} \cdot \text{А)}.$$

По формуле 4.6 расчетная кратность тока КЗ

$$k_{\text{расч}} = \frac{1,937}{600} = 0,00322 \text{ (о. е.)}.$$

где  $I_{\text{кз.макс}} = 1,937 \text{ кА}$  – ток трехфазного короткого замыкания, приведенный к своей стороне напряжения.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							4400/04180/13-ПЗЗ	Лист
										11
			Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		



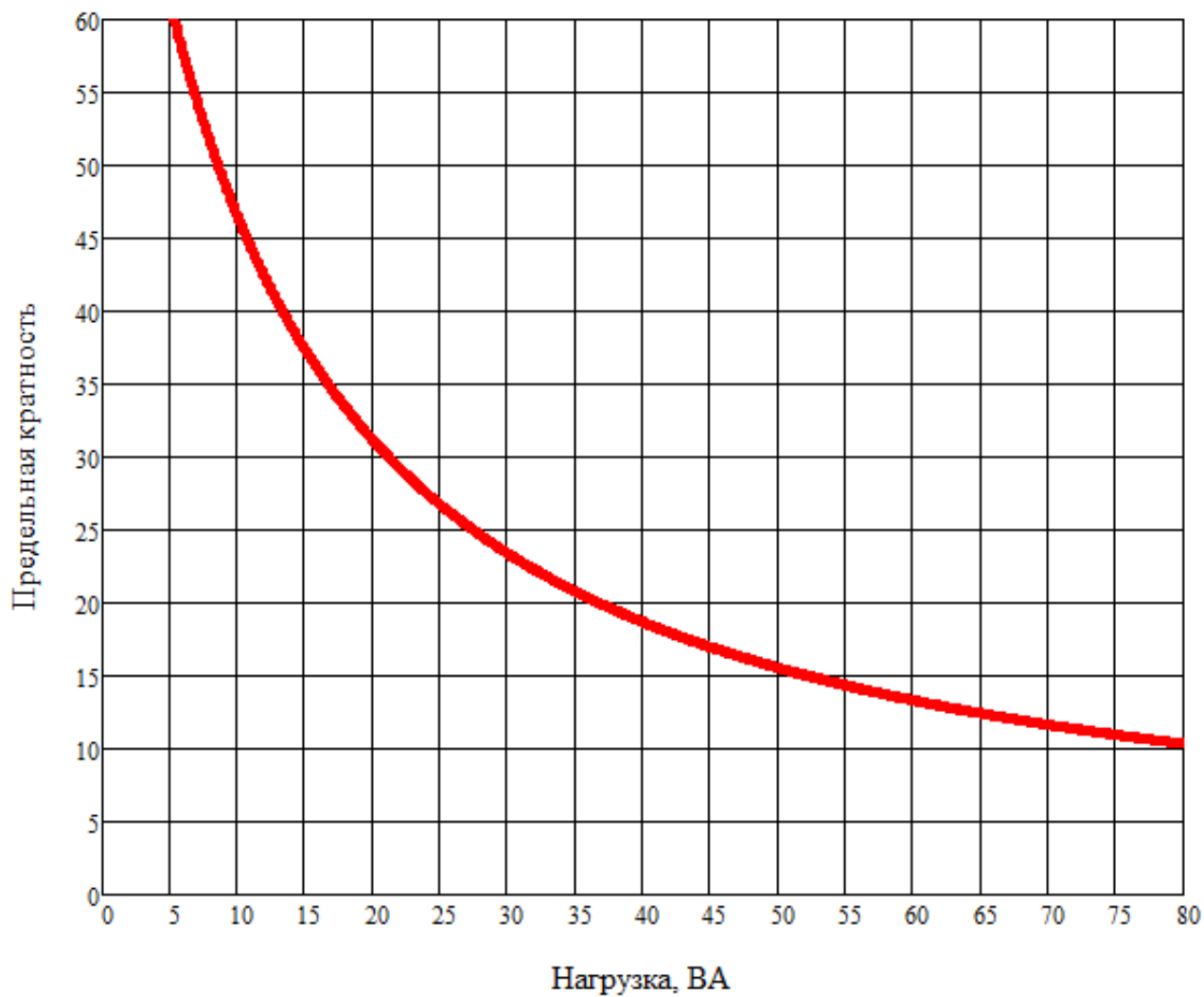


Рисунок 4.2.2 – Кривые предельной кратности вторичных обмоток защиты

По рисунку 4.2.2, при  $S_{\text{факт}} = 20,625 \text{ ВА}$  и  $K_{\text{расч}} = 0,00322$ , точка находится ниже кривой предельной кратности, что соответствует условиям надежной работы релейной защиты.

**Обмотка 0,5.**

Расчет и выбор сечения кабеля вторичных цепей выполняется по формулам 4.1÷4.4. Сопротивление кабелей, подключенных к обмотке трансформатора тока

$$R_{\text{каб}} = 0,0172 \cdot \frac{45}{2,5} = 0,310(\text{Ом}).$$

Сопротивление приборов, подключенных к обмотке трансформатора тока

$$R_{\text{приб}} = \frac{2 + 0,1}{5^2} = 0,084(\text{Ом}).$$

Сопротивление контактов, подключенных к обмотке трансформатора тока

$$R_{\text{конт}} = 0,1(\text{Ом}).$$

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Величина общего сопротивления, подключенного к обмотке трансформатора

$$R_{\text{общ}} = 0,310 + 0,084 + 0,1 = 0,494(\text{Ом}).$$

Так как  $R_{\text{общ}} < Z_{2\text{ном}} = 1,2 \text{ Ом}$ , сечение вторичных кабелей остаётся неизменным.

По формуле 4.5 переведем в мощность вторичных обмоток

$$S_{\text{общ}} = 0,494 \cdot 25 = 12,35(\text{В} \cdot \text{А}).$$

**Обмотка 0,2S.**

Расчет и выбор сечения кабеля вторичных цепей выполняется по формулам 4.1÷4.4.

Сопротивление кабелей, подключенных к обмотке трансформатора тока:

$$R_{\text{каб1}} = 0,0172 \cdot \frac{45}{2,5} = 0,310 \text{ (Ом)};$$

$$R_{\text{каб2}} = 0,0172 \cdot \frac{2}{2,5} = 0,014 \text{ (Ом)};$$

Сопротивление приборов, подключенных к обмотке трансформатора тока

$$R_{\text{приб}} = \frac{0,1}{5^2} = 0,004 \text{ (Ом)}.$$

Суммарное сопротивление контактов, подключенных к обмотке трансформатора тока

$$R_{\text{конт}} = 0,1(\text{Ом}).$$

Величина общего сопротивления, подключенного к обмотке трансформатора

$$R_{\text{общ}} = 0,004 + 0,31 + 0,014 + 0,1 = 0,428 \text{ (Ом)}.$$

Так как  $R_{\text{общ}} < Z_{2\text{ном}} = 1,2 \text{ Ом}$ , сечение вторичных кабелей остаётся неизменным.

Переведем в мощность вторичных обмоток

$$S_{\text{общ}} = 0,428 \cdot 25 = 10,7(\text{В} \cdot \text{А}).$$

Фактическая мощность нагрузки составляет 35,67 процентов от номинальной мощности обмотки, что достаточно для точности измерения.

**4.3 Общие решения по обеспечению ЭМС**

На ПС Николае все применяемые устройства РЗА выполнены на электромеханической элементной базе. Поэтому дополнительных мер по обеспечению ЭМС проводить не требуется.

В случае модернизации системы РЗА и установки современных микропроцессорных устройств рекомендуется произвести дополнительное обследование электромагнитной обстановки на подстанции.

**5 Решения по телемеханике**

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

						4400/04180/13-ПЗЗ	Лист
							13
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

Проектом по реконструкции подстанций 110 кВ с установкой трансформаторов тока и трансформаторов напряжения не предусматривается реконструкция систем телемеханики. Системы телемеханики на реконструируемых подстанциях существующие.

В соответствии с техническим заданием на проектирование закладываются контрольные кабели от шкафовзажимов трансформаторов до устройств телемеханики.

6 Решения по АИИСКУЭ

Проектом по реконструкции подстанций 110 кВ с установкой трансформаторов тока и трансформаторов напряжения не предусматривается реконструкция системы АИИСКУЭ. Системы АИИСКУЭ на реконструируемых подстанциях существующие.

В соответствии с техническим заданием на проектирование закладываются контрольные кабели от шкафовзажимов трансформаторов до устройств АИИСКУЭ.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист		
										4400/04180/13-ПЗЗ	14
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата						

## Приложение А Техническое задание

“Утверждаю”  
 Заместитель директора  
 по техническим вопросам –  
 главный инженер филиала  
 ОАО «МРСК Центра» – «Костромаэнерго»  
 Е.А.Смирнов  
 “ 02 ” “ 11 ” 2012г.

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на проведение конкурса по выбору подрядчика  
на проектирование реконструкции подстанций 110 кВ с установкой трансформаторов тока и  
трансформаторов напряжения.

#### 1. Общие положения.

Выполнить проект реконструкции трех ПС с установкой трансформаторов тока и трансформаторов напряжения 110кВ, расположенных в

Наименование ПС	Область	Район	Город	Адрес
ПС «Новинское» 110/10кВ	Костромская	Межевской	-	д. Новинское
ПС «Ильинское» 110/35/10кВ	Костромская	Кологривский	-	с. Ильинское
ПС «Никола» 110/35/10кВ	Костромская	Вохомский	-	дер. Кекур

#### 2. Обоснование для проектирования.

– инвестиционная программа филиала ОАО «МРСК Центра» – «Костромаэнерго» на 2014 год.

#### 3. Основные нормативно-технические документы (НТД), определяющие требования к проекту.

- нормы технологического проектирования ПС переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (СО 153 - 34. 20.122-2006);
- постановление правительства Российской Федерации № 87 от 16 февраля 2008 г. «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;
- техническая политика ОАО «МРСК Центра», утвержденная приказом ОАО «МРСК Центра» №227 от 16.08.2010 г.
- положение о технической политике в области ИТ технологий, утверждено решением совета Директоров ОАО "МРСК Центра" (протокол от 30 июля 2010 г. №16/10);
- схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ. Типовые решения;
- типовые требования к корпоративному стилю оформления объектов и техники производственного назначения, принадлежащих ОАО «МРСК Центра», утвержденные приказом ОАО «МРСК Центра» от 18.01.2008 № 15 и приказом от 27.05.2010 №138-ЦА «О внесении изменений и дополнений в «Альбом фирменного стиля ОАО «МРСК Центра»;

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		Лист
						4400/04180/13-ПЗЗ	15

Изм. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

- ПУЭ (действующее издание);
- ПТЭ (действующее издание);
- ГОСТ 7746-2001 ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА Общие технические условия
- ГОСТ 1983-2001 ТРАНСФОРМАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ Общие технические условия

#### 4. Стадийность проектирования.

Проект выполняется в соответствии с настоящим техническим заданием в 3 этапа:

- предпроектное обследование объекта;
- разработка проектной и рабочей документации;
- согласование проекта и проектно-сметной документации в надзорных органах.

#### 5. Основные характеристики реконструируемой ПС «Новинское» 110/10 кВ.

5.1. Схема первичных соединений РУ 110 кВ – «Мостик с ОД, КЗ в цепях трансформатора и ремонтной перемычкой со стороны линий».

5.2. Номинальное напряжение: 110 кВ.

5.3. РУ 110 кВ – тип ОРУ.

5.4. Обслуживание подстанции: ОВБ.

Наименование	Объем	Примечание
Проектируемые ТТ-110кВ и ТН-110кВ будут устанавливаться		
2 с.ш. 110кВ	ЗТН 110кВ	
СВ 110кВ	ЗТТ 110кВ – выносного типа	

#### 6. Основные характеристики реконструируемой ПС «Ильинское» 110/35/10 кВ.

6.1 Схема первичных соединений РУ 110 кВ – Мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны линий.

6.2 Номинальное напряжение: 110 кВ.

6.3 РУ 110 кВ – тип ОРУ.

6.4 Обслуживание подстанции: с дежурным персоналом (дежурные с 8-17 на рабочем месте, остальное время суток на дому)

Наименование	Объем	Примечание
Проектируемые ТТ-110кВ будут устанавливаться		
СВ-110кВ	ЗТТ 110кВ-выносного типа	

#### 7. Основные характеристики реконструируемой ПС «Никола» 110/35/10 кВ.

7.1 Схема первичных соединений РУ 110 кВ – «Мостик с ОД и КЗ в цепях трансформатора и ремонтной перемычкой со стороны линий».

7.2 Номинальное напряжение: 110 кВ.

7.3 РУ 110 кВ – тип ОРУ.

7.4 Обслуживание подстанции: с дежурным персоналом (дежурные с 8-17 на рабочем месте, остальное время суток на дому)

Наименование	Объем	Примечание
Проектируемые ТТ-110кВ будут устанавливаться		
СВ 110кВ	ЗТТ 110кВ – выносного типа	
Т1 110кВ	ЗТТ 110кВ – выносного типа	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	4400/04180/13-ПЗЗ	Лист
							16

Изм. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

8. Описание основных объемов работ, включаемых в проект.

8.1 Выполнить предпроектное обследования объекта.

8.2 Главная электрическая схема ПС с пояснительной запиской и решениями по типам оборудования.

8.3 Конструктивные решения (установочные чертежи) в соответствии с видами выбранного электрооборудования.

8.4 Выполнить строительную часть подстанции (фундаменты под устанавливаемое оборудование). Тип фундаментов определить на основании проектно-исследовательских работ. Металлоконструкции должны быть защищены от коррозии антикоррозионным покрытием, выполненным методом горячей оцинковки.

8.5 Марки и производителя устанавливаемых трансформаторов согласовать на стадии проектирования.

8.6 Конструктивные решения (установочные чертежи) - в соответствии с видами выбранного электрооборудования.

8.7 Технические требования к оборудованию принять в соответствии с техническими заданиями на закупку оборудования филиала ОАО «МРСК Центра» - «Костромаэнерго».

8.8 Запроектировать необходимое количество вторичных обмоток трансформаторов для подключения УРЗА, АИИС КУЭ, ТМ.

8.9 Запроектировать необходимое количество контрольных кабелей от трансформаторов до ящиков зажимов, и от ящиков зажимов до устройств РЗА, АИИС КУЭ, ТМ.

8.10 Предусмотреть проектом обоснование (расчеты) требуемых номинальных первичных и вторичных токов трансформаторов тока, а также величин мощности вторичных обмоток трансформаторов тока и напряжения (на основании обосновывающих расчетов с учетом типов применяемых средств измерений, их потребляемой мощности, расчетных длин и сечения контрольных кабелей вторичных цепей).

8.11 Заземление вновь устанавливаемого оборудования выполнить в соответствии с требованиями ПУЭ и условиями протекания длительного наибольшего тока несимметричного режима в соответствии с «Методическими указаниями по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех», утвержденными Департаментом науки и техники 29.06.93 (РД 34.20.116-93).

8.12 Проектом предусмотреть учёт электромагнитного влияния первичных цепей на вторичные цепи, выполнить расчёт уровней электрических наводок и помех, предусмотреть мероприятия по обеспечению электромагнитной совместимости, в т.ч. по исключению электростатического влияния.

8.13 Выполнить привязку устанавливаемых трансформаторов к оборудованию РЗА, АСКУЭ, ТМ.

9 Релейная защита и автоматика.

Технические решения по релейной защите (РЗА), с использованием микропроцессорных устройств:

- обоснование (расчеты) требуемых номинальных первичных и вторичных токов трансформаторов, а также величин мощности вторичных обмоток трансформаторов тока и напряжения (на основании обосновывающих расчетов с учетом видов устройств РЗА, их потребления, ориентировочных длин кабелей, значений токов КЗ и допустимой погрешности для

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	4400/04180/13-ПЗЗ	Лист			
								Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

обоснование принятых коэффициентов трансформации трансформаторов дифференциальных защит для обеспечения программного выравнивания вторичных токов трансформаторов (без установки промежуточных трансформаторов).

10.5 Документацию по проекту представить в 4 экземплярах на бумажном носителе и в электронном виде в 1 экземпляре на CD носителе, при этом текстовую и графическую информацию представить в стандартных форматах MS Office, AutoCAD, а сметную документацию в формате MS Excel, либо в другом числовом формате, совместимого с MS Excel, позволяющем вести накопительные ведомости по локальным сметам.

- привлечение субподрядчика, а также выбор типа оборудования и заводов изготовителей производится по согласованию с заказчиком.

- вести авторский надзор за строительством объекта и соответствием выполняемых работ проектной документации.

Проектные работы выполняются в соответствии с согласованным с Заказчиком графиком выполнения работ.


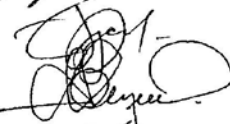
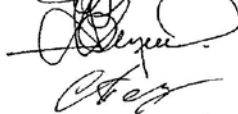
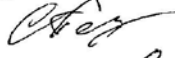
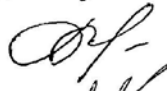

14 Разработанная проектно-сметная документация является собственностью Заказчика, и передача ее третьим лицам без его согласия запрещается.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Проектные работы выполняются в соответствии с согласованным с Заказчиком графиком выполнения работ.							
			14 Разработанная проектно-сметная документация является собственностью Заказчика, и передача ее третьим лицам без его согласия запрещается.							
							4400/04180/13-ПЗЗ		Лист	
									18	
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата					

15 Профессиональная ответственность проектной организации должна быть застрахована.

16 Стоимость и условия оплаты.

Расчет за выполненные работы производится в течении 30 (тридцати) рабочих дней с момента подписания сторонами актов выполненных работ (форма КС-2).

И.о. заместителя главного инженера – начальника УВС		А.Н.Ерин
Начальник службы РЗАИиМ		С.Ю.Гусев
Начальник отдела МиКЭ– главный метролог		А.В.Киреев
Ведущий инженер ОЭиРСУ		С.Н.Петров
Начальник СЭСДТУиИТ		А.А.Шибяев
Заместитель главного инженера по оперативно-технологическому управлению (начальник ЦУС)		П.В.Колотилов

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							4400/04180/13-ПЗЗ	Лист
										19
			Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

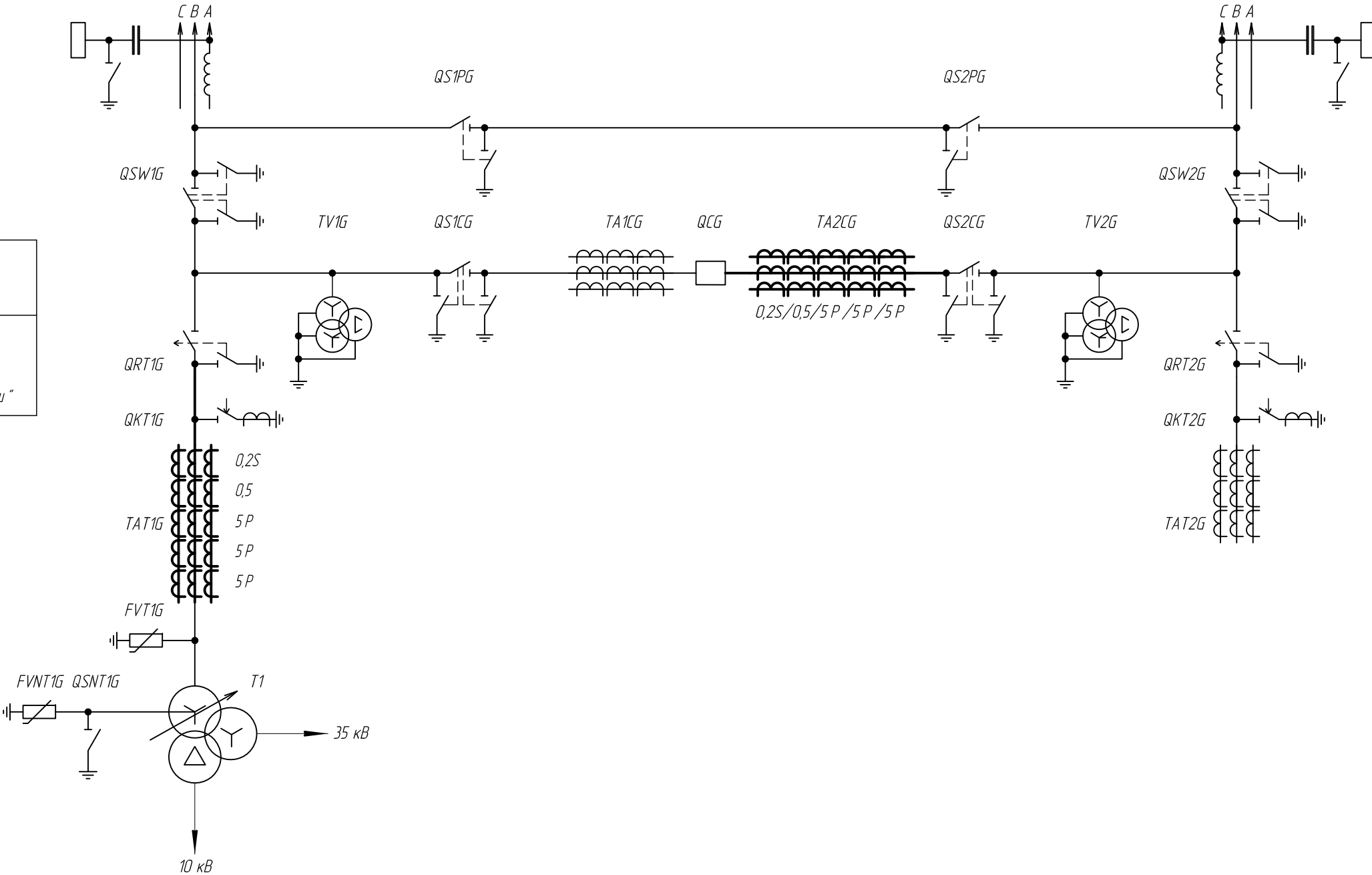


ВЛ-110 кВ  
Поназырева-Никола

ВЛ-110 кВ  
Никола-Вахма

Устанавливаемое оборудование на ПС "Никола "

Обозначение	Наименование
TAT1G, TA2CG	Трансформатор тока элегазовый ТРГ-110 IV УХЛ1 кл.т. 0,2S/0,5/5P/5P/5P Производитель : ЗАО "Энергомаш-Уралэлектротяжмаш"



Утолщенными линиями показано вновь устанавливаемое оборудование.

						4400/04180/13- ПЗ 3		
						Реконструкция ПС 110 кВ "Никола "		
Изм.	Колуч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата	Электротехнические решения	Стadia	Лист
Разраб	Ратов						П	1
Проверил	Александров					Принципиальная электрическая схема	ООО "НПЦ "Энергопроект СКБ" г. Чебоксары 2013 г.	
Рук. гр.								
Нач. отд	Александров							
Н.контр	Радионов							
ГИП	Журавель							