

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 «Новинское»

4400/04180/13-ПЗ2

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 «Новинское»

4400/04180/13-ПЗ2

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

Технический директор



А.Н. Козлов

Главный инженер проекта








А.А. Журавель

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

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
3.1 Фундаменты под оборудование	8
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	10
4.3 Установка и присоединение трансформаторов напряжения	13
4.4 Расчет и проверка трансформаторов напряжения 110 кВ ПС «Новинское»	14
5 Решения по телемеханике	21
6 Решения по АИИСКУЭ	21
Приложение А Техническое задание	23
Графическая часть	28

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №									
							4400/04180/13-ПЗ2С				
	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][illegible]

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

Инв. № 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 «Новинское» 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-ПЗ2			
Изм. № подл.	Разраб.	Ратов				Пояснительная записка	Стадия	Лист	Листов
	Пров.	Александров					П	1	18
	Нач.отд.	Александров					ООО «НПЦ «Энергопроект СКБ»		
	Н.контр.	Родионов							
	ГИП	Журавель							

2.1 Присоединение подстанций к энергосистеме

2.2 Основные характеристики объектов реконструкции

Наименование ПС	Область	Район	Город	Адрес
ПС «Новинское» 110/10 кВ	Костромская	Межевской	-	д. Новинское

Вид обслуживания - с дежурным персоналом.

замена существующих масляных трансформаторов напряжения 110 кВ на трансформаторы напряжения с элегазовой изоляцией в количестве трех штук;

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

						4400/04180/13-ПЗ2	Лист
							2
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

на шинах 110 кВ реконструируемых подстанций. Выбранное оборудование проверено по устойчивости к действию токов короткого замыкания (КЗ).

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 «Новинское»	ОРУ-110	$I_{по.кз} = 1,874$

На проектируемой 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»;
- замена масляных трансформаторов напряжения НКФ-110-83 У1 на элегазовые трансформаторы напряжения ЗНГ-110 IV У1 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 «Новинское» включает в себя:

- демонтаж железобетонных стоек и металлоконструкций под существующее оборудование ОРУ-110 кВ;
- установка трансформатора тока ТРГ-110 IV УХЛ1 (железобетонные фундаменты, опоры и металлоконструкции);

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	4400/04180/13-ПЗ2	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		3
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

- установка трансформатора напряжения ЗНГ-110 IV У1 (железобетонные фундаменты, опоры и металлоконструкции);
- установку брусков, лотков и лотковых плит на ОРУ-110 кВ.

3.1 Фундаменты под оборудование

ПС 110 кВ «Новинское». Фундаменты под установку оборудования выполняются в виде набетонок квадратного сечения 80х80см из бетона В15, в которые устанавливаются железобетонные стойки СОН.

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 CO₂ 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 «Цинкопол».

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.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	4400/04180/13-ПЗ2	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		4
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

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 CO₂ 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».

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 «Новинское» 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 мм².

Контроль плотности элегаза осуществляется сигнализаторами плотности. При падении давления элегаза до 0,15МПа 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.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	4400/04180/13-ПЗ2	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		5
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

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 4.3.2 – Элементы и характеристика

№	Элементы	Характеристика
Обмотка 02,S (фаза А, В и С)		
1	Кабель от ТТ до КИ-10	Сечение 2,5 мм ² , длина 75м, (медь)
2	Провод от КИ-10 до счетчика	Сечение 2,0 мм ² , 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 ² , длина 75м, (медь)
2	Щитовой прибор	Мощность 2 ВА
3	Преобразователь «Приз»	0,1 ВА
Обмотка 5Р		
1	Кабель от ТТ до ОПУ	Сечение 2,5 мм ² , длина 70 м, (медь)
2	ШДЭ 2802	Мощность 12 ВА

						4400/04180/13-ПЗ2	Лист
							6
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

№	Элементы	Характеристика
Обмотка 5Р		
1	Кабель от ТТ до ОПУ	Сечение 2,5 мм ² , длина 70 м, (медь)
2	ШДЭ 2802	Мощность 12 ВА
Обмотка 5Р		
1	Резерв	

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:

$$R_{\text{каб}} = \rho_{\text{Cu}} \cdot \frac{\sum l_{\text{каб}}}{S_{\text{каб}}}; \tag{4.1}$$
$$R_{\text{каб}} = 0,0172 \cdot \frac{70}{2,5} = 0,48 \text{ (Ом)}.$$

Сопротивление приборов, подключенных к обмотке трансформатора тока:

$$R_{\text{приб}} = \frac{\sum S_{\text{приб}}}{I_{\text{ном}}^2}; \tag{4.2}$$
$$R_{\text{приб}} = \frac{12}{5^2} = 0,48 \text{ (Ом)}.$$

Суммарное сопротивление контактов, подключенных к обмотке трансформатора тока:

$$R_{\text{конт}} = n \cdot R_{\text{к}}; \tag{4.3}$$
$$R_{\text{конт}} = 10 \cdot 0,0001 = 0,001 \text{ (Ом)}.$$

Величина общего сопротивления, подключенного к обмотке трансформатора:

$$R_{\text{общ}} = R_{\text{каб}} + R_{\text{приб}} + R_{\text{конт}}; \tag{4.4}$$
$$R_{\text{общ}} = 0,48 + 0,48 + 0,01 = 0,961 \text{ (Ом)}.$$

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

Переведем в мощность вторичных обмоток:

$$S_{\text{общ}} = R_{\text{общ}} \cdot I_{\text{ном}}^2; \tag{4.5}$$
$$S_{\text{общ}} = 0,961 \cdot 25 = 24,025 \text{ (В·А)}.$$

Расчетная кратность тока КЗ

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

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

$$k_{расч} = \frac{1,874}{600} = 0,00312 \text{ (о. е.)}.$$

где $I_{кз.макс} = 1,874 \text{ кА}$ – ток трехфазного короткого замыкания, приведенный к своей стороне напряжения.

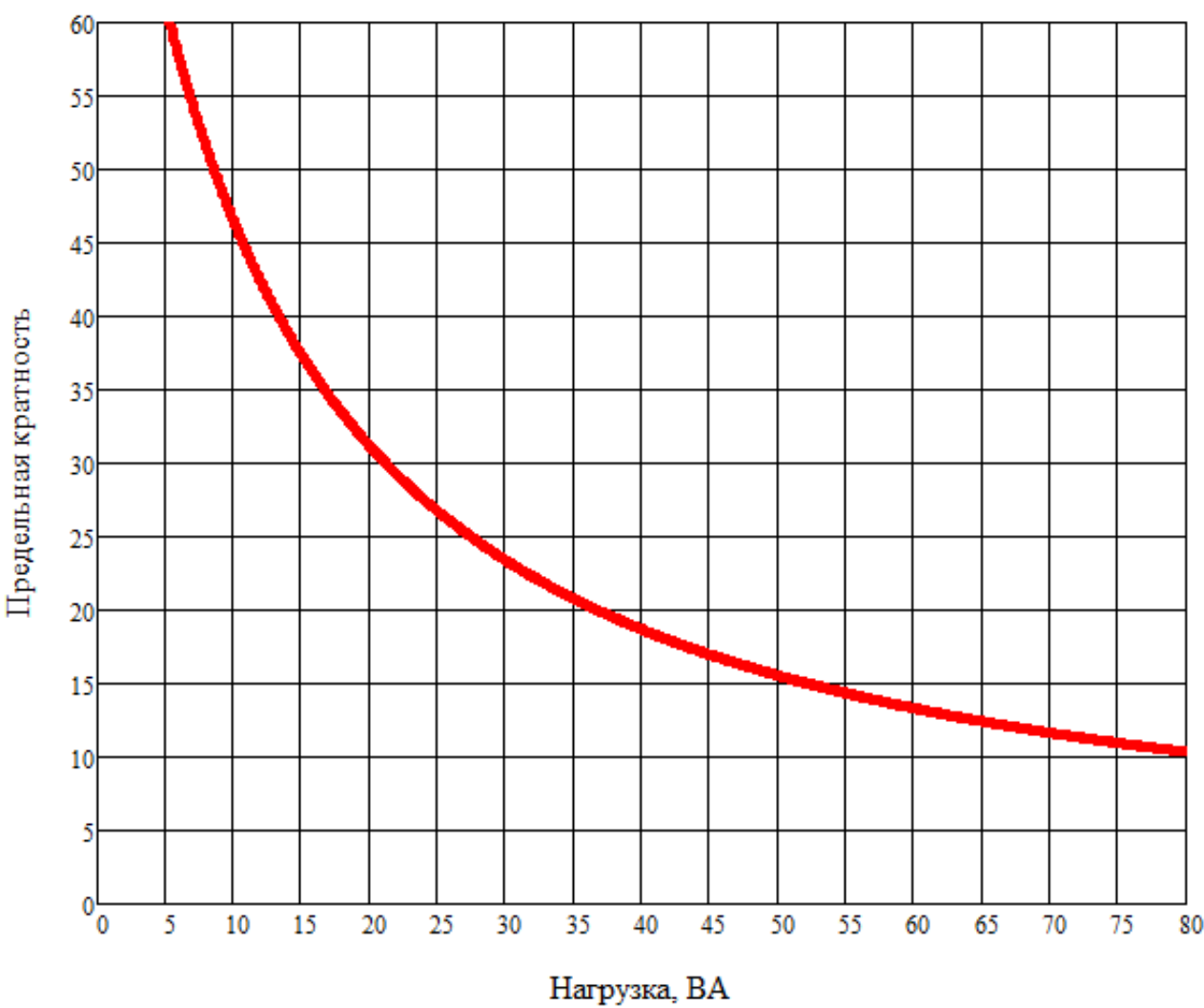


Рисунок 4.2.1 – Кривые предельной кратности вторичных обмоток защиты

По рисунку 4.2.1, при $S_{факт} = 24,025 \text{ ВА}$ и $K_{расч} = 0,00312$, 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

$$R_{каб} = 0,0172 \cdot \frac{75}{2,5} = 0,516 \text{ (Ом)}.$$

Сопротивление приборов, подключенных к обмотке трансформатора тока

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

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

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

Сопротивление контактов, подключенных к обмотке трансформатора тока

$$R_{\text{конт}} = 0,1(\text{Ом}).$$

Величина общего сопротивления, подключенного к обмотке трансформатора

$$R_{\text{общ}} = 0,516 + 0,084 + 0,1 = 0,7(\text{Ом}).$$

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

По формуле 4.5 переведем в мощность вторичных обмоток

$$S_{\text{общ}} = 0,7 \cdot 25 = 17,5(\text{В} \cdot \text{А}).$$

Обмотка 0,2S.

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

Сопротивление кабелей, подключенных к обмотке трансформатора тока:

$$R_{\text{каб1}} = 0,0172 \cdot \frac{75}{2,5} = 0,516 (\text{Ом});$$

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

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

$$R_{\text{общ}} = 0,004 + 0,516 + 0,014 + 0,1 = 0,634 (\text{Ом}).$$

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

По формуле 4.5 переведем в мощность вторичных обмоток

$$S_{\text{общ}} = 0,634 \cdot 25 = 15,85(\text{В} \cdot \text{А}).$$

Фактическая мощность нагрузки составляет 52,83 процента от номинальной мощности обмотки, что достаточно для точности измерения.

4.3Установка и присоединение трансформаторов напряжения

Для организации вторичных цепей напряжения трансформатора напряжения (ТН)110кВ устанавливается новый ящик зажимов ТН-110 кВ. В ящике зажимов предусмотрена установка клеммных рядов, автоматических выключателей для защиты цепей основной обмотки, соединенной в «звезду», и дополнительной обмотки, соединенной в «треугольник»,

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

Для цепей напряжения применяется контрольный кабель типа КВВГЭнг-LS с изоляцией, не поддерживающей горение и низким газо-дымовыделением (LowSmoke). Для защиты от электромагнитных помех кабель экранирован, при этом экран необходимо заземлить с обоих концов специальными заземляющими зажимами. Сечение кабеля ТН-110 кВ принимается 4 мм².

Общие данные устанавливаемого на ПС трансформатора напряжения приведены в таблице 4.4.1

Таблица 4.4.2 - Элементы и их характеристика

№	Элементы	Кол-во	Мощность	Суммарная мощность
1	2	3	4	5
Sa				
1	ШДЭ 2802	2	6 ВА	12 ВА
2	Измерительные приборы	4	2 ВА	8 ВА
3	БПНС	1	90 ВА	90 ВА
Sв				
1	ШДЭ 2802	2	6 ВА	12 ВА
2	Измерительные приборы	4	2 ВА	8 ВА
3	БПНС	1	90 ВА	90 ВА
Sc				
1	ШДЭ 2802	2	6 ВА	12 ВА
2	Измерительные приборы	4	2 ВА	8 ВА
3	БПНС	1	90 ВА	90 ВА

Определим суммарную нагрузку на основную обмотку ТН:

$S_A = 110 \text{ ВА};$

$S_B = 110 \text{ ВА};$

$S_C = 110 \text{ ВА};$

При такой нагрузке ТН будет работать в классе точности 3Р.

При соединении вторичных обмоток однофазных ТН в звезду нагрузка, подсчитанная для наиболее загруженной фазы должна сопоставляться с мощностью одной фазы трансформаторов в требуемом классе точности.

Определяем сечение и падение напряжения на участке от ОРУ-110 кВ, ШЗН до ОПУ, как участка наиболее удаленного и с максимальной нагрузкой.

Определяем ток нагрузки

$$I_{нагр.ТН} = \frac{\sqrt{3} \cdot S_{сумм.нагр}}{U_{ТН}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 110}{100} = 1,903 \text{ А},$$

где $U_{ТН}$ - номинальное линейное напряжение вторичной обмотки трансформатора;

$I_{нагр.ТН}$ - максимальный ток нагрузки;

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

$S_{\text{сумм.нагр.}}$ - максимальная нагрузка на участке ОРУ-110 кВ, ШЗН до ОПУ (при резервировании системы шин нагрузка удваивается).

Дальнейший расчет ведется для удвоенной нагрузки, на случай вывода в ремонт одного из трансформаторов напряжения.

Сопротивление жил кабеля от ОРУ-110 кВ, ШЗН до ОПУ:

$$r_{\text{макс.доп}} = \frac{\Delta U_{\text{доп}}}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{нагр.ТН}}} = \frac{1,5}{\sqrt{3} \cdot 3,806} = 0,227 \text{ Ом};$$

$$S_{\text{каб.рас}} = \rho_{\text{Cu}} \cdot \frac{l_{\text{каб}}}{r_{\text{каб.доп}}} = 0,0172 \cdot \frac{50}{0,227} = 3,79 \text{ мм}^2$$

где $\Delta U_{\text{доп}}$ - допустимое падение напряжения (для цепей измерения равно 1,5В);

$l_{\text{каб}}$ - длина кабеля от ОРУ-110 кВ, ШЗН до ОПУ равна 50 м ;

$S_{\text{каб.расч}}$ -расчетное сечение кабеля (одной жилы), мм^2 ;

$r_{\text{макс.доп}}$ - максимально допустимое сопротивление кабеля, Ом.

От ОРУ-110 кВ, ШЗН до ОПУ, исходя из условий механической прочности и опыта эксплуатации, принимаем кабель ВВГнг-LS 4х10 мм².

Теперь определяем падение напряжения на этом участке

$$r_{\text{дейст}} = \rho_{\text{Cu}} \cdot \frac{l_{\text{каб}}}{S_{\text{каб.прин}}} = 0,0172 \cdot \frac{50}{10} = 0,086 \text{ (Ом)},$$

где $S_{\text{каб.прин}}$ - принятое сечение кабеля (одной жилы), мм^2 .

$r_{\text{действ}}$ - действительное сопротивление кабеля.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_{\text{нагр.ТН}} \cdot r_{\text{действ}} = \sqrt{3} \cdot 1,903 \cdot 0,086 = 0,28 \text{ В},$$

где ΔU - падение напряжения на участке от ОРУ-110 кВ, ШЗН до ОПУ.

Следовательно, выбранные сечения удовлетворяют требованию по допустимому падению напряжения для цепей релейной защиты равному 1,5В.

К основной обмотке (0,2) трансформатора напряжения подключены следующие элементы.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	4400/04180/13-ПЗ2	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		13
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

Таблица 4.4.3 - Элементы и их характеристика

№	Элементы	Кол-во	Мощность	Суммарная мощность
1	2	3	4	5
Sa				
1	Счетчик	1	2 ВА	2 ВА
Sв				
1	Счетчик	1	2 ВА	2 ВА
Sc				
1	Счетчик	1	2 ВА	2 ВА

Определим суммарную нагрузку на основную обмотку ТН:

$S_A = 2 \text{ ВА};$

$S_B = 2 \text{ ВА};$

$S_C = 2 \text{ ВА};$

При такой нагрузке ТН будет работать в классе точности 0,2.

При соединении вторичных обмоток однофазных ТН в звезду нагрузка, подсчитанная для наиболее загруженной фазы должна сопоставляться с мощностью одной фазы трансформаторов в требуемом классе точности.

Определяем сечение и падение напряжения на участке от ОРУ-110 кВ, ШЗН до ОПУ, как участка наиболее удаленного и с максимальной нагрузкой.

Определяем ток нагрузки

$$I_{нагр.ТН} = \frac{\sqrt{3} \cdot S_{сумм.нагр}}{U_{ТН}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2}{100} = 0,035 \text{ А},$$

где $U_{ТН}$ - номинальное линейное напряжение вторичной обмотки трансформатора;

$I_{нагр.ТН}$ - максимальный ток нагрузки;

$S_{сумм.нагр.}$ - максимальная нагрузка на участке ОРУ-110 кВ, ШЗН до ОПУ (при резервировании системы шин нагрузка удваивается).

Дальнейший расчет ведется для удвоенной нагрузки, на случай вывода в ремонт одного из трансформаторов напряжения.

Сопротивление жил кабеля от ОРУ-110 кВ, ШЗН до ОПУ:

$$r_{макс.доп} = \frac{\Delta U_{доп}}{\sqrt{3} \cdot I_{нагрТН}} = \frac{1,5}{\sqrt{3} \cdot 0,035} = 24,75 \text{ Ом};$$

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

$$S_{каб.рас} = \rho_{Cu} \cdot \frac{l_{каб}}{r_{каб.доп}} = 0,0172 \cdot \frac{50}{0,227} = 3,79 \text{ мм}^2$$

где $\Delta U_{доп}$ - допустимое падение напряжения (для цепей учета равно 1,5В);

$l_{каб}$ - длина кабеля от ОРУ-110 кВ, ШЗН до ОПУ равна 50 м ;

$S_{каб.расч}$ -расчетное сечение кабеля (одной жилы), мм^2 ;

$r_{макс.доп}$ - максимально допустимое сопротивление кабеля, Ом.

От ОРУ-110 кВ, ШЗН до ОПУ, исходя из условий механической прочности и опыта эксплуатации, принимаем кабель ВВГнг-LS 4х10 мм^2 .

Теперь определяем падение напряжения на этом участке

$$r_{дейст} = \rho_{Cu} \cdot \frac{l_{каб}}{S_{каб.прин.}} = 0,0172 \cdot \frac{50}{10} = 0,086 \text{ (Ом)},$$

где $S_{каб.прин}$ - принятое сечение кабеля (одной жилы), мм^2 .

$r_{действ}$ - действительное сопротивление кабеля.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_{нагр.ТН} \cdot r_{действ} = \sqrt{3} \cdot 0,035 \cdot 0,086 = 0,005 \text{ В},$$

где ΔU - падение напряжения на участке от ОРУ-110 кВ, ШЗН до ОПУ.

Следовательно, выбранные сечения удовлетворяют требованию по допустимому падению напряжения для цепей учета равному 1,5В.

Расчет для схемы «треугольник».

К дополнительной обмотке трансформатора напряжения подключены следующие элементы.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						
						4400/04180/13-П32	Лист	
							15	
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			

№	Элементы	Кол-во	Мощность	Суммарная мощность
1	2	3	4	5
Sн				
1	ШДЭ 2802	2	3 ВА	6 ВА
2	ФИП-В	1	3 ВА	3 ВА
3	Приз	1	0,1 ВА	0,1 ВА
4	Щитовой прибор	1	2 ВА	2 ВА
Sк				
1	ШДЭ 2802	2	3 ВА	6 ВА
2	ФИП-В	1	3 ВА	3 ВА
3	Приз	1	0,1 ВА	0,1 ВА
4	Щитовой прибор	1	2 ВА	2 ВА

где $\Delta U_{\text{доп}}$ - допустимое падение напряжения (для релейной защиты равно 3В).

От ОРУ-110 кВ, ШЗН до ОПУ, исходя из условий механической прочности и опыта эксплуатации, принимаем кабель ВВГнг-LS 4х10 мм².

Теперь определяем падение напряжения на этом участке:

$$r_{дейст} = \rho_{Cu} \cdot \frac{l_{каб}}{S_{каб.прин.}} = 0,0172 \cdot \frac{50}{10} = 0,086 \text{ (Ом)},$$

$$\Delta U = I_{нагр.ТН} \cdot r_{действ} = 0,111 \cdot 0,086 = 0,0095 \text{ В},$$

где ΔU - падение напряжения на участке ОРУ-110 кВ, ШЗН до ОПУ.

Следовательно, выбранные сечения удовлетворяют требованиям по допустимому падению напряжения для релейной защиты равному 3 В.

Расчет нагрузки произведен для случая, когда устройства I и Пс.ш. по стороне 110 кВ питаются от одного ТН.

4.5 Общие решения по обеспечению ЭМС

На ПС Новинское 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

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 шкафов зажимов 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.

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

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

[illegible]

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	№докум.	Подп.	Дата	4400/04180/13-ПЗ2	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№докум.	Подп.	Дата		19
Изм.	Кол.уч	Лист	№докум.	Подп.	Дата		

- #### 4. Стадийность проектирования.

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

- ## 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.

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)

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	3ТТ 110кВ – выносного типа	
Т1 110кВ	3ТТ 110кВ – выносного типа	

Инв. № 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-изыскательских 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-ПЗ2	Лист	
								21

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

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.


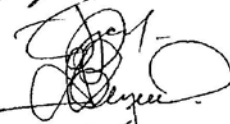
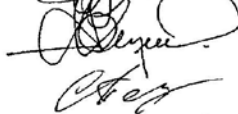
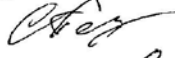
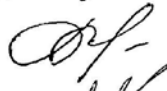

14 Разработанная проектно-сметная документация является собственностью Заказчика, и передача ее третьим лицам без его согласия запрещается.

[illegible]

15 Профессиональная ответственность проектной организации должна быть застрахована.

16 Стоимость и условия оплаты.

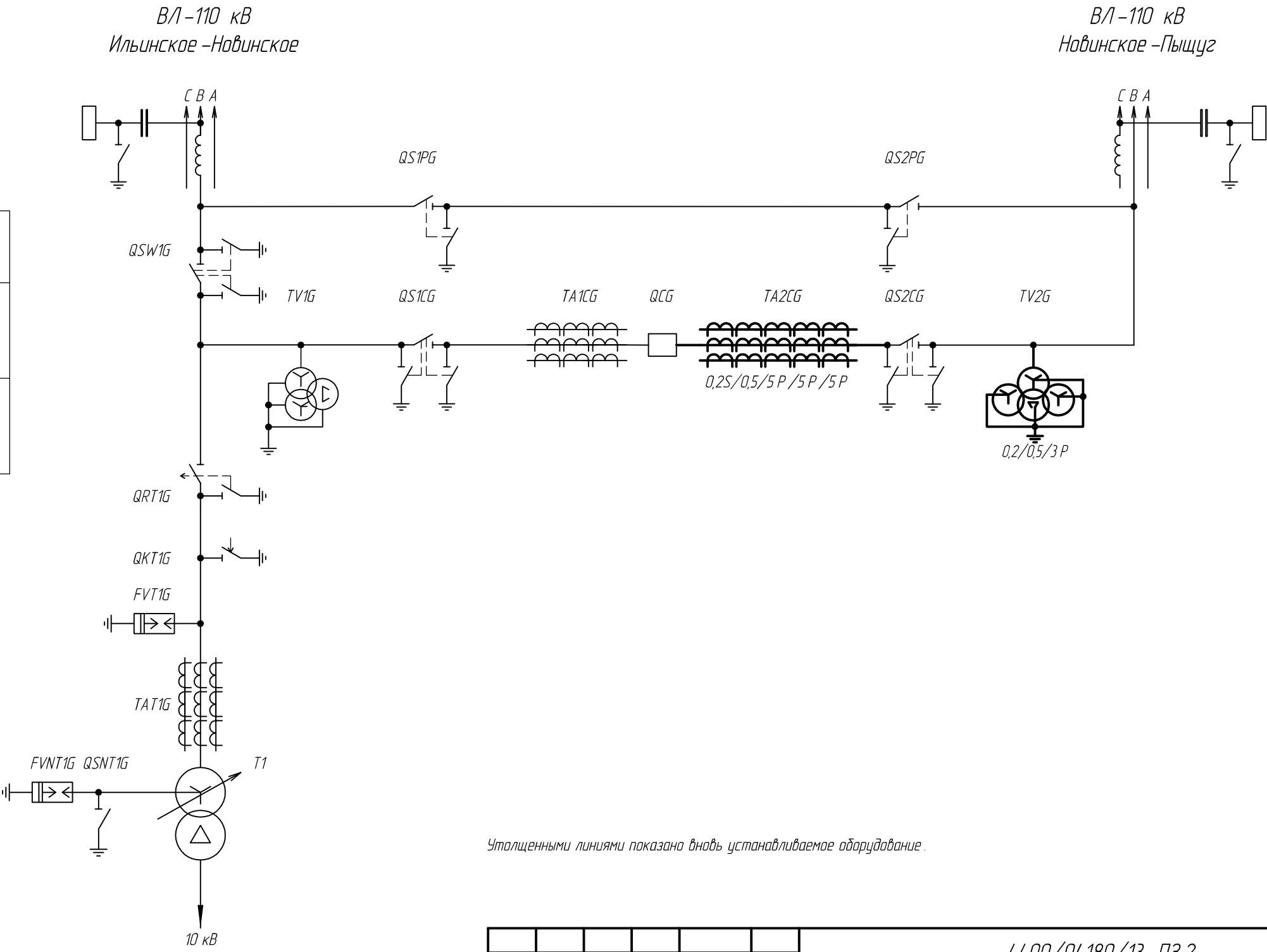
Расчет за выполненные работы производится в течении 30 (тридцати) рабочих дней с момента подписания сторонами актов выполненных работ (форма КС-2).

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-П32	Лист
										23
			Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

Устанавливаемое оборудование на ПС "Новинское"

Обозначение	Наименование
TA2CG	Трансформатор тока элегазовый ТРГ –110 IV УХЛ1 кл.т. 0,2S/0,5/5 P /5 P /5 P Производитель : ЗАО "Энергомаш –Уралэлектротяжмаш"
TV2G	Трансформатор напряжения элегазовый ЗНГ –110 IV У1 номинальное напряжение адматок : (110/ $\sqrt{3}$)/10,1/ $\sqrt{3}$)/0,1/10,1/ $\sqrt{3}$), кл.т. 0,2/0,5/3 P Производитель : ЗАО "Энергомаш –Уралэлектротяжмаш"



Утолщенными линиями показано вновь устанавливаемое оборудование

						4400/04180/13- ПЗ 2		
						Реконструкция ПС 110 кВ "Новинское"		
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндк.	Подп.	Дата			
Разраб.	Ратов					Электротехнические решения	Стадия	Лист
Проверил	Александров						П	
Рук. гр.								1
Нач. отд.	Александров					Принципиальная электрическая схема	ООО "НПЦ "Энергопроект СКБ"	
Н.контр	Радионова						г. Чебоксары 2013 г.	
ГИП	Журавель							