



АСН

**Инженерный
Центр Энергетики**

**Замена масляных выключателей
ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**Раздел 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях
инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-
технических мероприятий, содержание технологических решений»**

«Электротехнические решения»

ПЗМ-11.05/119-ИОС

Том 5

2020 г.



А СН

**Инженерный
Центр Энергетики**

**Замена масляных выключателей
ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

**Раздел 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях
инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-
технических мероприятий, содержание технологических решений»**

«Электротехнические решения»

ПЗМ-11.05/119-ИОС

Том 5



Главный инженер

А.Ю. Шуклин

Главный инженер проекта



К.В. Вотьев












2020 г.

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

Содержание тома		
Обозначение	Наименование	Примечание
ПЗМ-11.05/119-ИОС-С	Содержание	
ПЗМ-11.05/119-ИОС-СП	Состав проектной документации	
ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ	Пояснительная записка	
	Графическая часть	
ПЗМ-11.05/119-ИОС лист 1	Схема электрическая	
	принципиальная ПС 220 кВ	
	Петрозаводскмаш (ПС 18)	
	Прилагаемые документы	
ПЗМ-11.05/119-ИОС.ПА	Расчёт токов короткого замыкания	
ПЗМ-11.05/119-ИОС.ПБ	Схемы замещения электрической	
	сети	

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

						ПЗМ-11.05/119-ИОС-С			
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Содержание тома	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Павлов				10.20		П		1
Проверил	Вотьев				10.20				
							 ООО «АСН» г. Самара		
Н.контр.	Касимов				10.20				

Состав проектной документации																																							
Номер тома	Обозначение			Наименование			Примечание																																
1	2			3			4																																
Раздел 1 «Пояснительная записка»																																							
1	ПЗМ-11.05/119-ПЗ			«Пояснительная записка»																																			
Раздел 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений»																																							
5	ПЗМ-11.05/119-ИОС			«Электротехнические решения»																																			
Раздел 6 «Проект организации строительства»																																							
6	ПЗМ-11.05/119-ПОС			«Проект организации строительства»																																			
<p>Состав проектной документации выполнен на основании:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технического задания на выполнение проектных работ по замене масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые выключатели; - Постановления правительства РФ от 16.02.2008г. №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»; - Требований к составу, содержанию и оформлению проектов ПС и ЛЭП напряжением 220 кВ и выше. 304тм-т1. ОАО «Институт «Энергосетьпроект»» 2010г. 																																							
Справка																																							
<p>Удостоверяю, что проектная документация и технические решения, принятые в проекте, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных государственных норм, правил, стандартов, действующих на территории Российской Федерации. В проекте предусмотрены мероприятия по обеспечению безопасности жизни и здоровья людей при эксплуатации объекта.</p>																																							
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div>Главный инженер проекта</div> <div style="text-align: center;">  </div> <div>К.В. Вотьев</div> </div>																																							
Взам. инв. №																																							
	Подп. и дата																																						
Инв. № подл.		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Изм.</th> <th>Кол.уч</th> <th>Лист</th> <th>№ док.</th> <th>Подп.</th> <th>Дата</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td>Вотьев</td> <td></td> <td></td> <td>10.20</td> </tr> <tr> <td>Проверил</td> <td></td> <td>Шуклин</td> <td></td> <td></td> <td>10.20</td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td>Касимов</td> <td></td> <td></td> <td>10.20</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Разраб.		Вотьев			10.20	Проверил		Шуклин			10.20	Н.контр.		Касимов			10.20							<div style="text-align: center;">ПЗМ-11.05/119-ИОС-СП</div>	
	Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата																																	
	Разраб.		Вотьев			10.20																																	
	Проверил		Шуклин			10.20																																	
	Н.контр.		Касимов			10.20																																	
Состав проектной документации						Стадия	Лист	Листов																															
						П		1																															
						 <div style="margin-left: 10px;"> ООО «АСН» г. Самара </div>																																	

Содержание

1.	Основания для разработки проектной документации	2
2.	Краткая характеристика объекта	2
3.	Определение расчётных параметров работы сети для выбора проектируемого оборудования	4
3.1.	Исходные данные для расчётов	4
3.2.	Расчёт динамического действия тока короткого замыкания.....	4
3.3.	Расчёт термического действия тока короткого замыкания	5
3.4.	Определение удельной длины пути утечки внешней изоляции.....	5
3.5.	Выбор и проверка ошиновки на длительно допустимый ток	5
3.6.	Проверка ошиновки на термическую стойкость	5
3.7.	Проверка ошиновки на электродинамическое действие тока КЗ	6
3.8.	Проверка проводов по условиям короны	6
4.	Выбор и проверка основного электротехнического оборудования	7
4.1.	Выбор высоковольтного выключателя	7
5.	Ведомость основного электротехнического оборудования и материалов.....	8
6.	Технические требования на основное электротехническое оборудование	9
6.1.	Технические требования к элегазовым колонковым выключателям.....	9
7.	Технические решения по организации питания привода и обогрева	14
8.	Защита от перенапряжений	15
9.	Заземление	16
10.	Список литературы	17

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

						ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ				
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Пояснительная записка <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: flex-end; margin-top: 10px;"> <div> ООО «АСН» г. Самара </div> </div>				
Разраб.		Павлов			10.20					
Проверил		Вотьев			10.20					
Н.контр.		Касимов			10.20					
						Стадия	Лист	Листов		
						П	1	17		

1. Основания для разработки проектной документации

Настоящая проектная документация разработана на основании технического задания на выполнение проектных работ по замене масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые выключатели.

2. Краткая характеристика объекта

Настоящим проектом производится замена 2-х морально и физически изношенных баковых выключателей 220 кВ ВТ-1-220 и ВТ-2-220 ПС 220 кВ Петрозаводскмаш (ПС 18). Существующие выключатели типа У-220А-1000-25У1 эксплуатируются более 30 лет (введены в эксплуатацию в 1987 году).

Достоинства масляных баковых выключателей:

1. Высокая надёжность.
2. Простота конструкции камер и механизма.
3. Высокая механическая прочность элементов (камер, бака, механизма, вводов).
4. Использование трансформаторов тока.
5. Не требуется высококвалифицированный персонал для обслуживания.
6. Среда для гашения дуги: масло – оно не является дефицитным.

Недостатки масляных баковых выключателей:

1. Необходимость периодической очистки масла.
2. Сложность и трудоёмкость ремонта и ревизии выключателей с напряжением 110 кВ и выше.
3. Взрыво- и пожароопасность.

Проектом предусматривается установка новых колонковых элегазовых выключателей.

Достоинства современных колонковых выключателей:

1. Меньшее количество изоляционной среды (элегаза).
2. Относительно малая масса.
3. Отсутствие необходимости подогрева элегаза.
4. Удобный доступ к дугогасительным контактам.

Недостатки колонковых выключателей:

1. Меньшая сейсмостойкость.
2. Отсутствие встроенных трансформаторов тока.

Технические требования к выключателям отражены в разделе 6.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам.инв.№							ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ	Лист
										2
			Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Также выполняется:

- замена ошиновки 220 кВ в примыкающих к проектируемому оборудованию пролётах;
- монтаж опорных металлических конструкций выключателей на существующие фундаменты;
- монтаж шкафов обогрева и зажимов выключателей;
- прокладка низковольтных силовых и контрольных кабелей в существующих железобетонных кабельных лотках и проектируемых металлических коробах;
- подключение к существующей системе РЗА;
- заземление устанавливаемого оборудования.

Подстанция обслуживаемая. Организовано постоянное круглосуточное дежурство и работа оперативного персонала.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам.инв.№							ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ	Лист
										3
			Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

3. Определение расчётных параметров работы сети для выбора проектируемого оборудования

3.1. Исходные данные для расчётов

Согласно расчётам токов короткого замыкания (Приложение А) значение максимального тока короткого замыкания на шинах 220 кВ подстанции в перспективе

$$I_{\text{кз max}}^{(3)} = 7,350 \text{ кА};$$

$$I_{\text{кз max}}^{(1)} = 7,264 \text{ кА}.$$

Согласно *Постановлению Правительства РФ от 13 августа 2018 г. №937 п. 92* допускается перегрузка по активной и (или) реактивной мощности генерирующего оборудования, линий электропередачи и электросетевого оборудования.

Определяем наибольший рабочий ток на шинах 220 кВ исходя из номинальных характеристик установленных трансформаторов

$$I_{\text{раб max}} = 2 * k_{\text{пер}} * I_{\text{ВН Т}} = 2 * 1,05 * 166 = 349 \text{ А},$$

где $k_{\text{пер}} = 1,05$ – коэффициент допустимой длительной перегрузки масляного трансформатора (согласно *ПТЭ ЭСус п.5.3.14*).

Значение наибольшего рабочего тока на шинах 220 кВ в ремонтном режиме (с включением ремонтной перемычки) определено на основании контрольного замера сети и равно

$$I_{\text{раб max}} = 200,8 \text{ А}.$$

3.2. Расчёт динамического действия тока короткого замыкания

Расчёт ударного тока короткого замыкания производится по формуле

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} * k_{\text{уд}} * I_{\text{п.0}} = \sqrt{2} * 1,72 * 7,35 = 17,84 \text{ кА},$$

где $k_{\text{уд}}$ – ударный коэффициент

$$k_{\text{уд}} = 1 + e^{-\frac{0,01}{T_a}} = 1,72;$$

$T_a = 0,03 \text{ с}$ – постоянная времени затухания аperiodической составляющей тока КЗ (согласно методике *Электрооборудование станций и подстанций. Рожкова, Козулин. «Энергоатомиздат», 1987*);

$I_{\text{п.0}}$ - начальное значение периодической составляющей тока КЗ

$$I_{\text{п.0}} = I_{\text{кз max}}.$$

Аperiodическая составляющая тока КЗ

$$i_{\text{a,t}} = \sqrt{2} * I_{\text{п.0}} * e^{-\frac{t_{\text{св}} + 0,01}{T_a}} = \sqrt{2} * 7,35 * e^{-\frac{0,035 + 0,01}{0,03}} = 2,32 \text{ кА},$$

где $t_{\text{св}}$ - собственное время отключения выключателя (35 мс).

Взам.инв.№		$I_a = 0,03 \text{ с}$ - постоянная времени затухания апериодической составляющей тока КЗ (согласно методике <i>Электрооборудование станций и подстанций. Рожкова, Козулин. «Энергоатомиздат», 1987</i>);								
		$I_{п.0}$ - начальное значение периодической составляющей тока КЗ								
Подп. и дата		$I_{п.0} = I_{кз \text{ max}}$								
		Апериодическая составляющая тока КЗ								
Инв.№ подл.		$i_{a,t} = \sqrt{2} * I_{п.0} * e^{-\frac{t_{св}+0,01}{T_a}} = \sqrt{2}*7,35*e^{-\frac{0,035+0,01}{0,03}} = 2,32 \text{ кА},$								
		где $t_{св}$ - собственное время отключения выключателя (35 мс).								
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ				Лист
										4

3.3. Расчёт термического действия тока короткого замыкания

Для проверки на термическую стойкость определяем тепловой импульс короткого замыкания, характеризующего количество тепла, выделяющегося в аппаратах за время $t_{откл}$

$$W_k = I_{п.0}^2 * (t_{откл.в} + t_{р.з} + T_a) = 7,35^2 * (0,055 + 0,1 + 0,03) = 5,94 \text{ кА}^2 \cdot \text{с},$$

где $t_{откл.в}$ – полное время отключения элегазового выключателя (55 мс);

$t_{р.з}$ – время действия основной релейной защиты (100 мс).

3.4. Определение удельной длины пути утечки внешней изоляции

По условиям работы изоляции устанавливаются 4 степени загрязнения (СЗ):

- 1 - лёгкая;
- 2 - средняя;
- 3 - сильная;
- 4 - очень сильная.

На подстанции в соответствии с ГОСТ 9920 для оборудования, установленного на открытом воздухе, принимается 2-я степень загрязнения.

Удельная длина пути утечки внешней изоляции оборудования 220 кВ $\lambda_n \lambda_h = 2,25$ см/кВ (5700 мм).

3.5. Выбор и проверка ошиновки на длительно допустимый ток

Определение сечения ошиновки 220 кВ осуществляется по допустимому длительному току с учётом ожидаемого роста нагрузок (ПУЭ, п.2.2.17, табл.1.3.29, 1.3.35).

Ошиновка 220 кВ представляет собой одиночный сталеалюминиевый провод АС 500.

Допустимый длительный ток провода

$$I_{дд} = 960 \text{ А} > I_{раб \max} = 349 \text{ А}.$$

Условие пропускания номинального и длительно-допустимого тока ошиновкой соблюдается.

3.6. Проверка ошиновки на термическую стойкость

Проверку сечения ошиновки на термическую стойкость произведём на основании ранее полученных параметров системы

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{W_k}}{C_T} = \frac{\sqrt{5,94}}{76} * 1000 = 32 \text{ мм}^2,$$

где C_T - параметр, значение которого зависит от материала ошиновки, для сталеалюминиевого провода $C_T = 76$ (РД 153-34.0-20.527-98 Руководящие указания по расчёту токов короткого замыкания и выбору электрооборудования).

Взам.инв.№								
Подп. и дата								
Инв.№ подл.								
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ		Лист
								5

$$q = 500 > q_{\min}.$$

Требование термической стойкости ошиновки соблюдается.

3.7. Проверка ошиновки на электродинамическое действие тока КЗ

На электродинамическое действие тока КЗ проверяются гибкие шины РУ при $I_{\text{кз}} \geq 20 \text{ кА}$. В нашем случае проверка не производится, гибкая ошиновка 220 кВ удовлетворяет условия электродинамического воздействия.

3.8. Проверка проводов по условиям короны

Проверка по условиям короны необходима для гибких проводников при напряжении 35 кВ и выше.

Разряд в виде короны возникает при максимальном значении начальной критической напряжённости электрического поля

$$E_0 = 30,3m(1 + \frac{0,299}{\sqrt{r_0}}) = 30,3 \cdot 0,82(1 + \frac{0,299}{\sqrt{1,47}}) = 30,97 \text{ кВ/см},$$

где m – коэффициент, учитывающий шероховатость поверхности провода (для многопроволочных проводов $m = 0,82$);

r_0 – радиус провода, см.

Максимальное значение напряжённости электрического поля вокруг провода определяем по формуле

$$E = \frac{0,354U}{r_0 \lg \frac{1,26D}{r_0}} = \frac{0,354 \cdot 220}{1,47 \lg \frac{1,26 \cdot 400}{1,47}} = 21 \text{ кВ/см},$$

где D – расстояние между соседними фазами, см.

При горизонтальном расположении проводов напряжённость на среднем проводе примерно на 7% больше величин, определённых по формуле. Провода не будут коронировать, если наибольшая напряжённость поля у поверхности любого провода не более $0,9E_0$. Таким образом, условие отсутствия короны можно записать в виде

$$1,07E \leq 0,9E_0;$$

$$22,47 < 27,87.$$

На проводах 220 кВ корона отсутствует.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам.инв.№	<div>1,07E ≤ 0,9E₀; 22,47 < 27,87.</div> <div>На проводах 220 кВ корона отсутствует.</div>					
							ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ	Лист
								6
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

4. Выбор и проверка основного электротехнического оборудования

4.1. Выбор высоковольтного выключателя

Условия выбора выключателя приведены в таблице 1.

Таблица 1

Расчётные величины		Каталожные данные выключателя	Условие выбора
Наименование параметра	Значение		
$U_{уст}, \text{кВ}$	220	$U_{ном}, \text{кВ}$	$U_{ном} \geq U_{уст}$
$I_{раб\ max}, \text{А}$	349	$I_{ном}, \text{А}$	$I_{ном} \geq I_{раб\ max}$
$I_{п.0}, \text{кА}$	7,35	$I_{ном.откл}, \text{кА}$	$I_{ном.откл} \geq I_{п.0}$
$i_{уд}, \text{кА}$	17,84	$i_{дин}, \text{кА}$	$i_{дин} \geq i_{уд}$
$B_k, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	5,94	$I_{терм}^2 \cdot t_{терм}, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{терм}^2 \cdot t_{терм} \geq B_k$
$i_{a,t}, \text{кА}$	2,32	$\frac{\sqrt{2} \cdot I_{ном.откл} \cdot \beta_{ном}}{100}, \text{кА}$	$\frac{\sqrt{2} \cdot I_{ном.откл} \cdot \beta_{ном}}{100} \geq i_{a,t}$

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам.инв.№							Лист	
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ				7

5. Ведомость основного электротехнического оборудования и материалов

Таблица 2

№ п/ п	Наименование	Тип	Ед. из м.	Кол- во	Примечания
1.	Выключатель элегазовый колонковый с пружинным приводом	$U_{ном} = 220 \text{ кВ}$ $I_{ном} \geq 1000 \text{ А}$ $I_{ном.откл} \geq 20 \text{ кА}$	шт	2	Трёхполюсный
2.	Провод сталеалюминиевый	АС 500/27	м	150 ¹⁾	
3.	Зажим аппаратный прессуемый	A2A-400-2Т	шт	24	
4.	Полоса заземления	40х5 мм	м	20 ¹⁾	

¹⁾ – уточняется на стадии рабочей документации.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам.инв.№							Лист
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ			8

6. Технические требования на основное электротехническое оборудование

6.1. Технические требования к элегазовым колонковым выключателям

Таблица 3

№ п/п	Наименование параметра	Требуемое значение	Предлагаемое участником конкурса
	Основные параметры		
5.	Изготовитель	*	
6.	Заводской тип (марка)	*	
7.	Номинальное напряжение, кВ	220	
8.	Наибольшее рабочее напряжение, кВ	252	
9.	Номинальная частота, Гц	50	
10.	Номинальный ток, А, не менее	1000	
11.	Номинальный ток отключения, кА, не менее	20	
	Номинальные значения климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150		
12.	Климатическое исполнение (У, УХЛ) и категория размещения	У1	
13.	Верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С	+40	
14.	Нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С	-45	
15.	Толщина стенки гололёда, мм, не менее	20	
16.	Допустимая скорость ветра при наличии гололёда, м/с, не менее	15	
17.	Допустимая скорость ветра при отсутствии гололёда, м/с, не менее	40	
18.	Высота установки над уровнем моря, м, не более	1000	
19.	Сейсмичность района, баллов по шкале MSK-64, не менее	6	
	Требования к электрической прочности изоляции по ГОСТ 1516.3 и ГОСТ 9920		
20.	Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ - относительно земли и между соседними полюсами - между контактами одного и того же полюса	900 900	
21.	Испытательное одноминутное переменное напряжение, кВ - относительно земли - между контактами одного и того же полюса	395 395	
22.	Удельная длина пути утечки внешней изоляции, мм (см/кВ), не менее	5700 (2,25)	
	Требования к стойкости при сквозных токах КЗ		
23.	Ток термической стойкости, кА, не менее	20	
24.	Время протекания тока термической стойкости, с	3	
25.	Наибольший пик тока электродинамической стойкости, кА, не менее	51	
	Требования к коммутационной способности		
26.	Наибольший пик тока включения, кА, не менее	51	

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

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ	Лист
							9

Взам.инв.№	Подп. и дата	Инв.№ подл.							Лист
			ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ						11
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

	закрытых (НЗ) блок контактов, не менее		
55.	Переключатель управления – местное/дистанционное	Да	
56.	Кнопки местного управления выключателем	Да	
57.	Наличие устройства ручного завода пружин привода	Да	
58.	Номинальное напряжение цепей управления, В	DC220	
59.	Диапазон изменения напряжения постоянного тока цепей управления, % от номинального значения, не менее: <ul style="list-style-type: none"> - для цепей отключения - для цепей включения 	70-110 85-105	
60.	Ток в цепи управления привода при номинальном напряжении, А, не более	6	
61.	Количество электромагнитов отключения, шт, не менее	2	
62.	Количество электромагнитов включения, шт	1	
63.	Напряжение срабатывания электромагнитов управления, В, не менее	90	
64.	Напряжение срабатывания реле, действие которых может привести к ложному срабатыванию коммутационных аппаратов (например, выходные реле защит, РКВ, РКО и т.д.), В, не менее	140 (не менее 0,6 U _н)	
65.	Напряжение питания обогревателей, В	AC220	
66.	Номинальная мощность подогревательных (в том числе антиконденсанных) устройств, Вт	*	
67.	Напряжение питания электродвигателей привода, В	DC220	
68.	Диапазон изменения напряжения цепи двигателя завода пружин, % от номинального значения	85-110	
69.	Ток, потребляемый электродвигателем привода (пусковой/установившийся), А, не более	*/*	
70.	Цвет глазури фарфора	Белый	
71.	Допустимая величина механической статической нагрузки от тяжения проводов в продольном направлении, Н, не менее	1000	
72.	Допустимая величина механической динамической нагрузки от тяжения проводов в поперечном направлении, Н, не менее	1000	
73.	Габаритные размеры (длина/ширина/высота), м	*	
74.	Масса выключателя с приводом, кг	*	
75.	Масса элегаза (смеси), кг	*	
	Требования по надёжности		
76.	Гарантийный срок эксплуатации выключателя со дня ввода в эксплуатацию, месяцев, не менее	60	
77.	Срок службы до среднего ремонта, лет, не менее	25 лет	
78.	Срок службы, лет, не менее	30	
79.	Удельная стоимость сервисного послегарантийного обслуживания выключателя изготовителем, руб/год	*	
80.	Поставка любых запасных частей, ремонт и/или замена любого блока оборудования в течение 20 лет со дня окончания гарантийного срока	Да	
81.	Срок поставки запасных частей для оборудования не более 6 месяцев с момента подписания договора на их покупку	Да	

		Требования по безопасности							
82.	Контактная площадка для подсоединения заземляющего проводника						Да		
83.	Знак заземления возле контактной площадки						Да		
84.	Степень защиты оболочки шкафов приводов и шкафов управления, не менее						IP54		
85.	Испытательное переменное напряжение электрической прочности изоляции вспомогательных цепей, кВ						2		
86.	Наличие сертификата соответствия или декларации о соответствии требованиям безопасности в системе ГОСТ Р						Обязательно на момент проведения конкурса		
		Требования по экологии							
87.	Напряжение радиопомех (НРП), измеренное при 1,1 наибольшего рабочего напряжения, мкВ, не более						2500		
88.	Уровень шума, создаваемый выключателем при срабатывании, Дб, не более						*		
		Комплектность выключателя							
89.	Выключатель с приводом и опорной металлоконструкцией (размеры и конструкция согласовываются дополнительно)						Да		
90.	Шкаф управления						Нет		
91.	Элегаз (смесь) для первичной заправки						Да		
92.	Одиночный комплект ЗИП						Да		
93.	Комплект эксплуатационной документации на русском языке (количество экземпляров)						3		
		Приборы и сервисные устройства							
94.	Счётчики числа срабатываний выключателя						Да		
95.	Устройство поиска и контроля утечки элегаза						1 на заказ		
96.	Манометрический индикатор плотности элегаза с температурной компенсацией и блок-контактами для сигнализации о снижении давления и запрещения оперирования выключателем						Да		
97.	Индикатор нарушения цепей обогрева						Да		
98.	Разъёмы автономной герметизации элегаза						Да		
99.	Реле против «прыгания»						Да		
100.	Устройство ручного завода привода						Да		
		Маркировка, упаковка, транспортировка, условия хранения							
101.	Маркировка, упаковка и консервация по ГОСТ Р 52565, ГОСТ 14192, ГОСТ 23216 и ГОСТ 15150						Да		
102.	Условия транспортирования и хранения по ГОСТ 23216						Да		
103.	В процессе транспортирования и хранения оборудование должно быть законсервировано и приняты меры для его защиты от механических повреждений и воздействия факторов окружающей среды по ГОСТ 23216						Да		
104.	Выключатели должны транспортироваться при пониженном избыточном давлении элегаза 0,05 МПа						Да		
105.	Срок хранения выключателя в упаковке изготовителя,						Да		
Взам.инв.№	Подп. и дата	Инв.№ подл.					ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ		Лист
									12
			Изм.	Кол.	Лист	№ док.			Подп.

7. Технические решения по организации питания привода и обогрева

Настоящим проектом помимо замены основного высоковольтного оборудования предусматривается установка шкафов обогрева и зажимов выключателей с организацией питания цепей обогрева и цепей привода от существующих распределительных шкафов, расположенных в ячейках №14 и №34 соответственно.

Новые силовые кабели 220 В питания цепей обогрева прокладываются по существующим кабельным трассам по кольцевой схеме с резервированием. АВР реализован в ЩСН по типу неявного резерва с питанием от разных ТСН.

Цепи питания приводов 220 В организуются напрямую с ЩПТ по радиальным схемам.

Проходы кабелей через перекрытия, а также в шкафы должны осуществляться через уплотняющие устройства или герметизироваться негорючим материалом для предотвращения попадания внутрь пыли, влаги, посторонних предметов и т. п.

Для защиты кабелей от механических повреждений на открытых участках должны использоваться электротехнический стальной короб и герметичный металлорукав типа РЗ-ЦПнг.

Для соблюдения требований электробезопасности стальные короба, металлорукав и металлические оболочки кабелей заземляются с помощью проводов сечением 10 мм² марки ПВЗ не менее, чем в двух местах – в начале и в конце каждой трассы. Соединения проводов должны быть надёжными и обеспечивать непрерывность электрической цепи, выполняются болтовым соединением или сваркой.

Для питания и защиты цепей питания привода и обогрева проектируются новые автоматические выключатели.

Инв.№ подл.							Взам.инв.№			
									Подп. и дата	
						ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ		Лист		
								14		
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата					

8. Защита от перенапряжений

Система защиты подстанции от прямых ударов молний выполнена на основе существующих молниеотводов. В рамках данного проекта дополнительных мер для молниезащиты не предусматривается.

Защита электрооборудования от набегающих волн атмосферных и коммутационных перенапряжений производится существующими разрядниками.

Грозотросы воздушных линий подключены к заземляющему устройству подстанции.

Инв.№ подл.						Подп. и дата		Взам.инв.№	
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ			Лист
									15

9. Заземление

Допустимое сечение заземляющих проводников по термической стойкости, выбираемое из условия нагрева стального проводника до 400°C, как не имеющего непосредственного соединения с аппаратами, определяется выражением:

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{B_k}}{C_T} = \frac{\sqrt{5,94}}{70} * 1000 = 35 \text{ мм}^2;$$

Заземление необходимо выполнять стальным заземляющим проводником сечением не менее 35 мм². Проектируемое оборудование должно быть заземлено при помощи спуска из полосовой стали сечением 40x5 мм соединением с существующим контуром заземления.

Спуск прокладывается открыто. Сопротивление растеканию тока в любое время года не должно превышать 0,5 Ом. При производстве работ особое внимание следует уделить целостности существующего контура ЗУ и при случайном повреждении необходимо произвести работы по восстановлению контура ЗУ с дальнейшим выполнением замеров и диагностирования.

Присоединения заземляющих и нулевых защитных проводников и проводников уравнивания потенциалов к открытым проводящим частям должны быть надёжными и обеспечивать непрерывность электрической цепи, выполнены при помощи болтовых соединений или сварки. Соединения должны быть защищены от коррозии и механических повреждений. Для болтовых соединений должны быть предусмотрены меры против ослабления контакта.

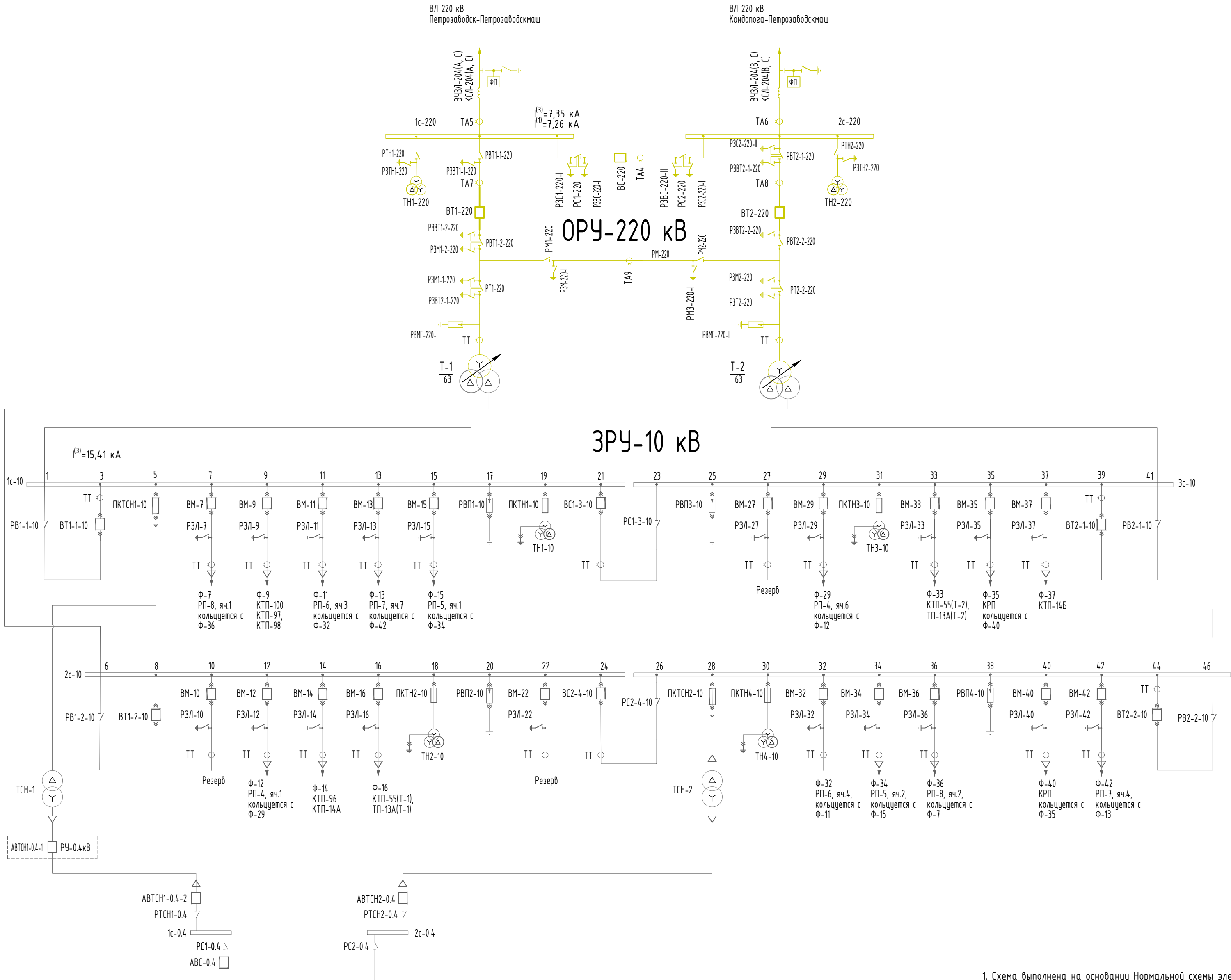
Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам.инв.№							ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ	Лист
										16
			Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

10. Список литературы





1. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008г. №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
2. Постановление Правительства РФ от 13 августа 2018 г. №937 «Об утверждении Правил технологического функционирования электроэнергетических систем и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».
3. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
4. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирование, временная противокоррозийная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний.
5. ГОСТ 1516.3-96 Электрооборудование переменного тока на напряжение от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции.
6. ГОСТ 23216-78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозийная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний.
7. ГОСТ 9920-89 Электроустановки переменного тока на напряжение от 3 до 750 кВ. Длина пути утечки внешней изоляции.
8. ГОСТ Р 52565-2006 Выключатели переменного тока на напряжения от 3 до 750 кВ. Общие технические условия.
9. РД 153-34.0-20.527-98 Руководящие указания по расчёту токов короткого замыкания и выбору электрооборудования.
10. СО 34.04.181-2003. Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей, утверждённые РАО ЕЭС России 25.12.2003.
11. Правила устройства электроустановок (ПУЭ), издание 6, 7.
12. Схема и программа развития электроэнергетики Республики Карелия на период до 2024 года, утверждённая распоряжением главы Республики Карелия от 31 июля 2020 года № 475-р.
13. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 11. Расчёты токов короткого замыкания для релейной защиты и системной автоматики в сетях 110-750 кВ. – М.: Энергия, 1979. – 152 с., ил.
14. Электрооборудование станций и подстанций. Рожкова, Козулин. «Энергоатомиздат», 1987
15. Электрооборудование электрических станций и подстанций. Рожкова, Карнеева, Чиркова. «Академия», 2007.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам.инв.№	12. Схема и программа развития электроэнергетики Республики Карелия на период до 2024 года, утверждённая распоряжением главы Республики Карелия от 31 июля 2020 года № 475-р.					
			13. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 11. Расчёты токов короткого замыкания для релейной защиты и системной автоматики в сетях 110-750 кВ. – М.: Энергия, 1979. – 152 с., ил.					
			14. Электрооборудование станций и подстанций. Рожкова, Козулин. «Энергоатомиздат», 1987					
15. Электрооборудование электрических станций и подстанций. Рожкова, Карнеева, Чиркова. «Академия», 2007.								
						ПЗМ-11.05/119-ИОС-ПЗ		Лист
								17
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Вз. инв.№







1. Схема выполнена на основании Нормальной схемы электрических соединений ПС 220 кВ Петрозаводскмаш (ПС 18) на 2020 год.
2. Жирной линией показано проектируемое оборудование, тонкой - существующее.

						ПЗМ-11.05/119-ИОС			
						Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые			
Изм	К.уч	Лист	Ндок	Подпись	Дата	Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Электротехнические решения	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Павлов				10.20		П	1	
Пров.	Вотьев				10.20				
Н. контр.	Касимов				10.20	Схема электрическая принципиальная ПС 220 кВ Петрозаводскмаш (ПС 18)	 ООО "АСН" г. Самара		

Содержание

1.	Общие данные	2
2.	Расчёт токов короткого замыкания.....	3
3.	Заключение по расчётам токов КЗ.....	4

Изм.№ подл.	Подп. и дата	Взам.инв.№

						ПЗМ-11.05/119-ИОС.ПА					
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Приложение. Расчёт токов короткого замыкания			Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Павлов				10.20				П	1	4
Проверил	Вотьев				10.20						
Н.контр.	Касимов				10.20					ООО «АСН» г. Самара	

1. Общие данные

В соответствии с техническим заданием на проектирование по титулу: «Замена масляных выключателей ВТ-1-220 и ВТ-2-220 на элегазовые выключатели» выполняет расчёт токов короткого замыкания на шинах объекта проектирования ПС 220 кВ Петрозаводскмаш и в прилегающей сети.

Расчеты выполняются на год окончания реконструкции – 2021 год и перспективу 5 лет – 2026 год.

Перспективные изменения сети 110 кВ и выше района расположения ПС 220 кВ Петрозаводскмаш приняты согласно следующим документам:

- Схема и программа развития ЕЭС России на 2020 – 2026 гг.;
- Схема и программа развития электроэнергетики Республики Карелия на период до 2024 года [12].

Перспективные изменения сети 110 кВ и выше района расположения ПС 220 кВ Петрозаводскмаш на период до 2026 года приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 Перспективные изменения сети 110 кВ и выше района расположения ПС 220 кВ Петрозаводскмаш.

Наименования проекта (мероприятия)	Технические характеристики проекта	Рекомендуемый срок ввода
Строительство одноцепной ВЛ 330 кВ Тихвин-Литейный – Петрозаводск ориентировочной протяженностью 280 км, с установкой шунтирующего реактора мощностью 100 Мвар на ПС 330 кВ Тихвин-Литейный	280 км 100 Мвар	2021 год
Строительство одноцепной ВЛ 330 кВ Ондская ГЭС – Петрозаводск ориентировочной протяженностью 278 км с установкой управляемого шунтирующего реактора мощностью 180 Мвар на ПС 330 кВ Петрозаводск	278 180 Мвар	2022 год
Строительство РП 330 кВ Каменный Бор (Ондский) с установкой управляемого шунтирующего реактора мощностью 180 Мвар	180 Мвар	2022 год

Взам.инв.№	Подп. и дата	Инв.№ подл.							ПЗМ-11.05/119-ИОС.ПА	2
			Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

2. Расчёт токов короткого замыкания

Расчёт токов КЗ, выполненный в проекте, производится на основании рекомендаций «Руководящих указаний по релейной защите. Выпуск 11. «Расчёты токов короткого замыканий для релейной защиты и системной автоматики в сетях 110–750 кВ» [13] с использованием программы АРМ РЗА.

При расчёте токов КЗ учитываются активные сопротивления и сопротивления взаимоддукций ВЛ (для ВЛ 110 кВ принято глухое заземление грозозащитных тросов, для ВЛ 220 кВ и выше заземление через искровой промежуток). Режим заземления нейтралей трансформаторов, в существующей сети, принят по данным эксплуатирующих организаций.

Расчёт производится в схеме замещения, составленной для сети холостого хода (без учёта нагрузочного режима, предшествующего моменту возникновения КЗ). Объем расчётной модели прилегающей сети определён с учётом следующих рекомендаций:

- для исследуемого объекта должны быть моделированы в явном виде все питающие линии и силовые трансформаторы (автотрансформаторы) рассматриваемого РУ;
- расчётная схема должна содержать эквиваленты систем, соответствующие максимальному режиму их работы.

Схема замещения рассматриваемого района на 2021-й г. и перспективу 5 лет до 2026 года приведена в Приложении Б.

Результаты расчётов уровней трёхфазного и однофазного КЗ на 2021 г. и 2026 г. сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 Результаты расчёта токов КЗ на шинах ПС района расположения ПС 220 кВ Петрозаводскмаш

Место КЗ		2021 г.		2026 г.	
		$I_{КЗ}^{(3)}, \text{кА}$	$I_{КЗ}^{(1)}, \text{кА}$	$I_{КЗ}^{(3)}, \text{кА}$	$I_{КЗ}^{(1)}, \text{кА}$
ПС 330 кВ Петрозаводск	Шины 330 кВ	7,855	7,097	8,580	7,740
	Шины 220 кВ	9,475	9,660	9,820	10,030
ПС 330 кВ Кондопога	Шины 330 кВ	6,403	5,998	6,524	6,088
	Шины 220 кВ	7,679	9,398	7,751	9,474
ПС 220 кВ Петрозаводскмаш	Шины 220 кВ	7,205	7,144	7,350	7,264
	Шины 10 кВ	15,330	—	15,408	—

Значения токов КЗ приведены к расчётной ступени напряжения.

Взам.инв.№		Подп. и дата		Инв.№ подл.		ПЗМ-11.05/119-ИОС.ПА						3
						Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

3. Заключение по расчётам токов КЗ

По результатам проведённых расчётов токов короткого замыкания определяются требуемые параметры устанавливаемого оборудования:

- 1. Устанавливаемые выключатели должны соответствовать току отключения КЗ не менее 7,4 кА.

Инв.№ подл.	Подп. и дата	Взам.инв.№							ПЗМ-11.05/119-ИОС.ПА	4
			Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Приложение Б. Схемы замещения электрической сети района расположения ПС 220 кВ Петрозаводскмаш

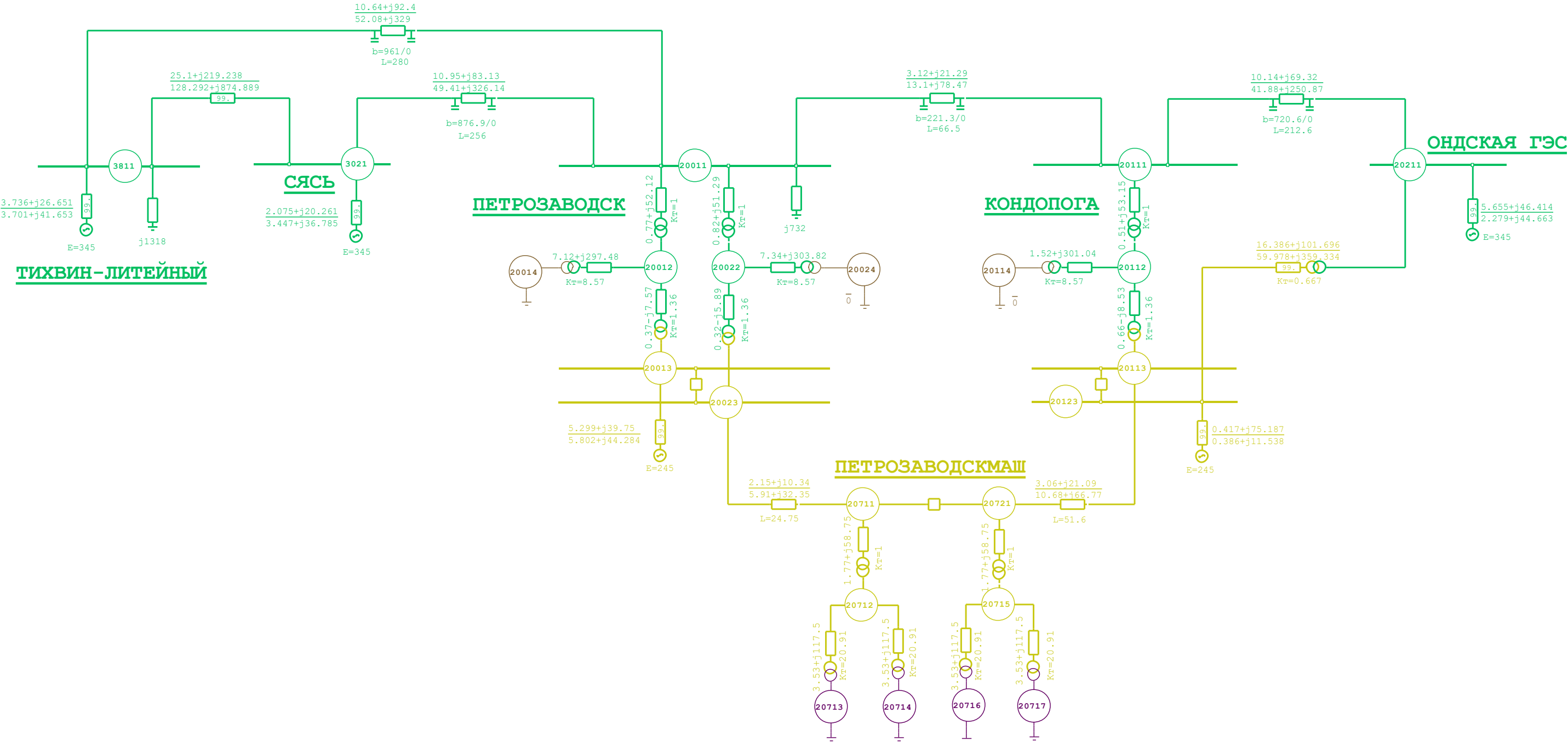


Рисунок Б.1 Схема замещения электрической сети района расположения ПС 220 кВ Петрозаводскмаш на 2021 год.

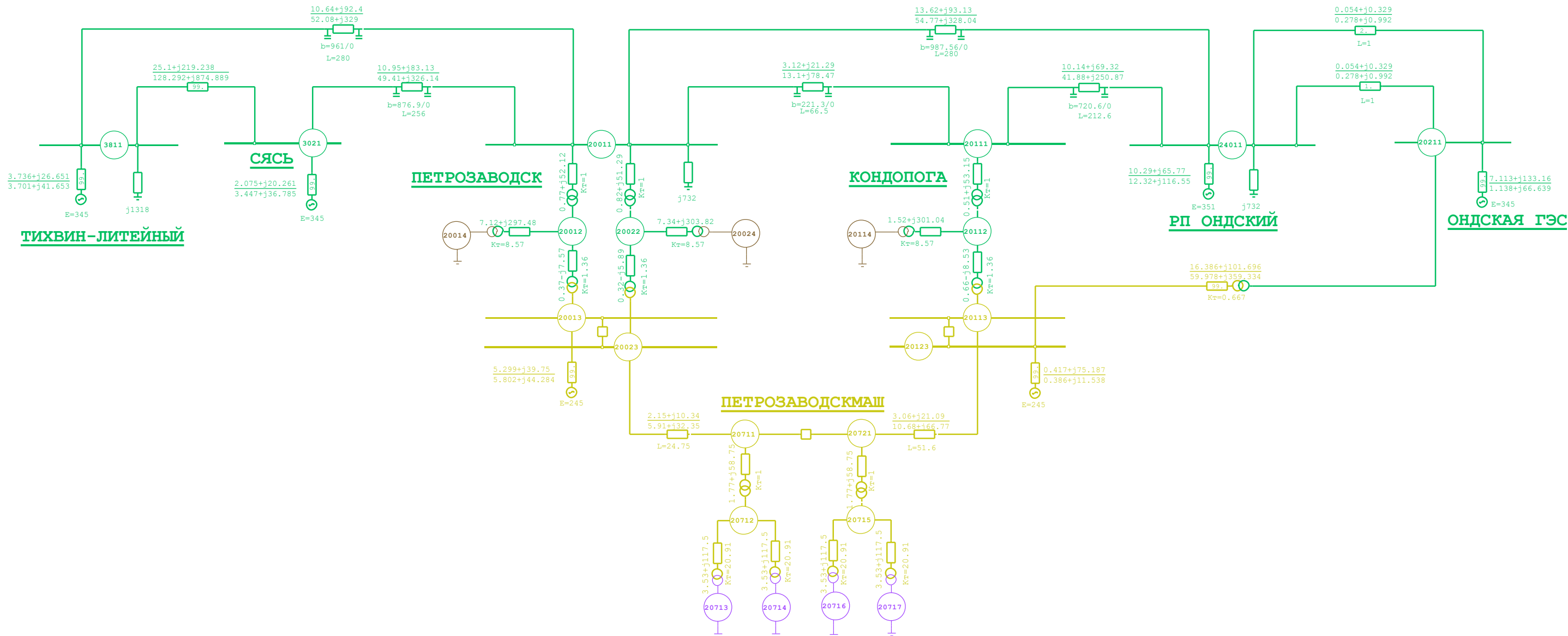


Рисунок Б.2 Схема замещения электрической сети района расположения ПС 220 кВ Петрозаводскмаш на перспективу 5 лет – 2026 год.