



ЗАО «Группа компаний «Электроцит» - ТМ – Самара»  
Филиал «Институт «ЭНЕРГОСЕТЫПРОЕКТ – НН – СЭЦ»

Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок  
антирезонансного трансформатора напряжения  
НАЛИ-НТЗ-6(10)  
производства ООО «НТЗ «Волхов»

**10215- т1**

г. Нижний Новгород  
2015 год



ЗАО «Группа компаний «Электроцит» - ТМ – Самара»  
Филиал «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ – НН – СЭЦ»

Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок  
антирезонансного трансформатора напряжения  
НАЛИ-НТЗ-6(10)  
производства ООО «НТЗ «Волхов»

**10215- т1**

Генеральный директор

Д.Н. Федоровский

Технический директор

А.И. Федоровская

ГИП

А.А. Колесников

Инв. № подлин	
Подпись и дата	
Взамен инв. №	

г. Нижний Новгород  
2015 год

### Аннотация

Типовая работа № 10215-т1 выполнена для трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО «Невский трансформаторный завод «Волхов». Антирезонансный трехфазный трансформатор напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) предназначен для установки в электрических сетях трехфазного переменного тока с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор нейтралью, номинальным напряжением 6 и 10 кВ, частотой 50 Гц.

В настоящей типовой работе даны рекомендации по использованию ТН в схемах распределительных устройств 6(10) кВ подстанций энергосистем, методические указания по расчету, представлены технические характеристики трансформатора напряжения, расчеты величин уставок автоматов для защиты вторичных цепей ТН, расчеты предельных сопротивлений жил кабелей во вторичных цепях ТН, справочная информация для выполнения данных расчетов.

В работе приведены схемы электрические принципиальные ТН на шинах 6(10)кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) для ячеек КРУ 6(10) кВ на постоянном оперативном токе  $=220$  В с питанием от аккумуляторной батареи с микропроцессорными устройствами:

- БМРЗ -152-ТН-01;
- БМРЗ -155-ТНш-01;
- СЕРАМ 1000+ S80;
- Сириус-ТН;
- ТОР 200-Н.

Согласовано			
	Нач. отд. Рыбин		
	Инж. Кат. Пугачев С.		

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен. инв. №

						<b>10215-т1</b>			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разработал	Колесников			<i>Колесников</i>		Схемы эл. принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного ТН НАЛИ-НТЗ-6(10) пр-ва ООО «НТЗ «Волхов». Аннотация	Стадия	Лист	Листов
Проверил	Куприянов			<i>Куприянов</i>					1
Проверил	Бармина			<i>Бармина</i>			Филиал Институт «ЭСП-НН-СЭЦ» г. Н. Новгород 2015 г.		
Н.контр.	Наумова			<i>Наумова</i>					
Нач. отд.	Могонов			<i>Могонов</i>					

## Содержание

	Стр.
Содержание.....	3
1 Требования нормативных документов, предъявляемые к трансформаторам напряжения и их вторичным цепям.....	5
1.1 Общие требования.....	5
1.2 Требования нормативных документов, предъявляемые к ТН для учета электрической энергии и измерения электрических величин.....	8
1.3 Требования нормативных документов, предъявляемые к выполнению вторичных цепей ТН 6 (10) кВ.....	11
1.4 Требования нормативных документов, предъявляемые к выполнению защиты первичной обмотки ТН 6 (10) кВ.....	13
1.5 Требования нормативных документов, предъявляемые к трансформаторам напряжения в области устойчивости к феррорезонансу.....	13
2 Трансформатор напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10).....	14
2.1 Назначение и область применения.....	14
2.2 Условное обозначение.....	17
2.3 Конструкция трансформатора напряжения.....	18
2.4 Антирезонансные свойства ТН.....	18
2.5 Преимущества ТН типа НАЛИ-НТЗ-6(10).....	19
2.6 Основные технические решения, принятые при разработке электрических принципиальных схем ТН 6(10) кВ.....	19
3 Расчет вторичных нагрузок ТН НАЛИ-НТЗ-6(10).....	25
3.1 Расчет допустимой нагрузки.....	25
3.2 Выбор автоматических выключателей вторичных цепей ТН.....	28
3.3 Расчет сечений жил кабелей вторичных цепей ТН.....	33
3.4 Выбор предохранителей первичных цепей ТН.....	37
3.5 Пример расчета.....	40
Список литературы.....	45

Согласовано			
	Нач. отд.	Рыбин	Инж. Кат. Пугачев С.

Взамен. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подлин.

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

## 10215-т1

Схемы эл. принципиальные и  
расчет нагрузок антирезонансного ТН  
НАЛИ-НТЗ-6(10)  
пр-ва ООО «НТЗ «Волхов».  
Содержание

Стадия	Лист	Листов
	1	2
Филиал Институт "ЭСП-НН-СЭЦ" г. Н. Новгород 2015 г.		

4 Чертежи

4.1 ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройствами БМРЗ-152-ТН-01,  
БМРЗ-155-ТНш-01

Перечень аппаратуры..... 47

Схема эл. принципиальная..... 50

4.2 ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством Seram 1000+ S80

Перечень аппаратуры..... 58

Схема эл. принципиальная..... 62

4.3 ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством Сириус-ТН

Перечень аппаратуры..... 70

Схема эл. принципиальная..... 73

4.4 ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством TOP 200-Н

Перечень аппаратуры..... 80

Схема эл. принципиальная..... 83

4.5 Схема эл. подключений цифровых эл. измерительных приборов

(вольтметров)..... 90

4.6 Счетчики учета эл. энергии. Схема эл. подключений цепей напряжения..... 93

Приложения:

Приложение А. Справочные данные по потреблению релейной аппаратуры,  
измерительных приборов, счетчиков учета эл. энергии по цепям напряжения.....

Приложение Б. Время-токовая характеристика типа В выключателей серии Acti9

типа iC60N..... 96

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	<b>10215-т1</b>	Лист
							2

## 1 Требования нормативных документов, предъявляемые к трансформаторам напряжения и их вторичным цепям

Ниже приведены основные требования нормативных документов, которым должен соответствовать ТН типа НАЛИ-НТЗ-6(10) кВ, работающий в сети 6(10) кВ с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор нейтралью.

### 1.1 Общие требования

#### 1.1.1 Термины и определения

Трансформатор напряжения - трансформатор, в котором при нормальных условиях применения вторичное напряжение практически пропорционально первичному напряжению и при правильном включении сдвинуто относительно него по фазе на угол, близкий к нулю (согласно [4] п.2).

Вторичная цепь трансформатора напряжения - внешняя цепь, получающая сигналы измерительной информации от вторичной обмотки трансформатора напряжения (согласно [4] п.3).

Класс точности трансформатора напряжения - обобщенная характеристика трансформатора напряжения, определяемая установленными пределами допускаемых погрешностей при заданных условиях работы. Класс точности обозначается числом, которое равно пределу допускаемой погрешности напряжения в процентах при номинальном первичном напряжении (согласно [4] п.5).

Номинальный класс точности трансформатора напряжения – класс точности, гарантируемый трансформатору напряжения при номинальной вторичной нагрузке и указываемый на его паспортной табличке (согласно [4] п.6).

Заземляемый трансформатор напряжения – однофазный трансформатор напряжения, один конец первичной обмотки которого должен быть наглухо заземлен, или трехфазный трансформатор напряжения, нейтраль первичной обмотки которого должна быть наглухо заземлена (согласно [4] п.31).

Первичное напряжение трансформатора напряжения – напряжение, приложенное к первичной обмотке трансформатора напряжения и подлежащее трансформации (согласно [4] п.71).

Согласовано			
	Нач. отд.	Рыбин	
	Инж. Кат.	Пугачев С.	

Взамен. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подлин.

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

<b>10215-т1</b>		
Схемы эл. принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного ТН НАЛИ-НТЗ-6(10) пр-ва ООО «НТЗ «Волхов».	Стадия	Листов
	1	42
Филиал Институт “ЭСП-НН-СЭЩ” г. Н. Новгород 2015 г.		

Вторичное напряжение трансформатора напряжения – напряжение, возникающее на вторичной обмотке трансформатора напряжения при приложении напряжения к его первичной обмотке (согласно [4] п.72).

Коэффициент трансформации трансформатора напряжения – отношение напряжений на зажимах первичной и вторичной обмоток при холостом ходе (согласно [4] п.73).

Номинальная мощность трансформатора напряжения – значение полной мощности, указанное на паспортной табличке трансформатора напряжения, которую он отдает во вторичную цепь при номинальном вторичном напряжении с обеспечением соответствующих классов точности (согласно [4] п.77).

Предельная мощность трансформатора напряжения – кажущаяся мощность, которую трансформатор напряжения длительно отдает при номинальном первичном напряжении вне классов точности, и при которой нагрев всех его частей не выходит за пределы, допустимые для класса нагревостойкости данного трансформатора (согласно [4] п.78).

Резонанс – явление в электрической цепи, содержащей участки, имеющие индуктивный и емкостной характер, при котором разность фаз синусоидального электрического напряжения и синусоидального электрического тока на входе цепи равна нулю (согласно [5] п. 3.1.14).

Резонансные (феррорезонансные) повышения напряжения – повышения напряжения, вызванные резонансными колебаниями в цепи с линейными (нелинейными) элементами (согласно [5] п. 3.1.15).

Трансформатор напряжения антирезонансный – трансформатор, устойчиво работающий при наличии в сети феррорезонансных явлений (согласно [5] п. 3.1.18, [3] п. 3.1).

### 1.1.2 Основные параметры

Трансформаторам напряжения, предназначенным для измерения, следует присваивать классы точности, выбираемые из ряда: 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 3,0.

Трансформаторам напряжения, предназначенным для защиты, следует присваивать классы точности 3Р или 6Р. Трансформаторам напряжения присваивают один или несколько классов точности в зависимости от номинальных мощностей и назначения. Конкретные классы точности следует устанавливать в стандартах на трансфор-

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
									2
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

маторы напряжения конкретных типов (согласно [3] п.5.1).

Для трехфазных трансформаторов напряжения за номинальные и предельные мощности принимают трехфазные мощности. Для трехобмоточных трансформаторов с включенными нагрузками на обеих вторичных обмотках, работающих одновременно, распределение мощности нагрузки между обмотками следует устанавливать в стандартах на трансформаторы конкретных типов (согласно [3] п.5.4).

Номинальное вторичное напряжение трехфазных трансформаторов напряжения должно быть 100 В, а для трансформаторов, предназначенных для экспорта, - 110В (согласно [3] п.5.8).

Номинальная частота напряжения питающей сети должна быть 50 или 60 Гц. Качество напряжения - по ГОСТ 13109 (согласно [3] п.5.9).

В трехобмоточном трансформаторе основная вторичная обмотка предназначена для питания счетчиков, измерительных приборов и цепей защитных устройств, дополнительная вторичная обмотка - для питания цепей защитных устройств и контроля изоляции сети (согласно [3] п.6.2).

Трехфазные трансформаторы, а также трехфазные группы однофазных трансформаторов, предназначенные для контроля изоляции в сетях с изолированной нейтралью, должны выдерживать не менее 8 ч однофазные замыкания сети на землю при наибольшем рабочем напряжении, соответствующем [ГОСТ 721](#) (согласно [3] п.6.6).

Электромагнитные трансформаторы должны в течение 1 с выдерживать токи короткого замыкания, возникающего на вводах вторичных обмоток (согласно [3] п.6.14.1).

Все вводы и выводы трансформаторов для внешнего присоединения следует обозначать способом, обеспечивающим долговечность и стойкость маркировки к атмосферным воздействиям. Условные обозначения вводов и выводов - в соответствии с таблицами 5-12 (согласно [3] п. 6.21.1).

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

## 1.2 Требования нормативных документов, предъявляемые к ТН для учета электрической энергии и измерения электрических величин

### 1.2.1 Требования ПУЭ, предъявляемые к трансформаторам напряжения для учета электроэнергии

Класс точности трансформаторов напряжения для присоединения расчетных счетчиков электроэнергии должен быть не более 0,5. Допускается использование трансформаторов напряжения класса точности 1,0 для включения расчетных счетчиков класса точности 2,0. Трансформаторы напряжения, используемые для присоединения счетчиков технического учета, могут иметь класс точности ниже 1,0 (согласно ПУЭ гл.1.5.16).

Нагрузка вторичных обмоток измерительных трансформаторов, к которым присоединяются счетчики, не должна превышать номинальных значений. Сечение и длина проводов и кабелей в цепях напряжения расчетных счетчиков должны выбираться такими, чтобы потери напряжения в этих цепях составляли не более 0,25 % номинального напряжения при питании от трансформаторов напряжения класса точности 0,5 и не более 0,5 % при питании от трансформаторов напряжения класса точности 1,0. Для обеспечения этого требования допускается применение отдельных кабелей от трансформаторов напряжения до счетчиков. Потери напряжения от трансформаторов напряжения до счетчиков технического учета должны составлять не более 1,5 % номинального напряжения (согласно ПУЭ п.1.5.19).

Для питания цепей счетчиков как правило применяются трехфазные трансформаторы напряжения, в том числе четырех- и пятистержневые, применяемые для контроля изоляции (согласно ПУЭ п.1.5.22).

Трансформаторы напряжения, используемые только для учета и защищенные на стороне высшего напряжения предохранителями, должны иметь контроль целости предохранителей (согласно ПУЭ п.1.5.24).

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

### 1.2.2 Требования ОАО «АТС», предъявляемые к трансформаторам напряжения для коммерческого учета электроэнергии

Требования ОАО «АТС» предъявляемые к ТН для организации коммерческого учета электроэнергии регламентируются «Положением о порядке получения статуса субъекта оптового рынка и ведения реестра субъектов оптового рынка "Автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электрической энергии (мощности). Технические требования". Приложение 11.1» [9].

Классы точности измерительных трансформаторов напряжения должны быть не хуже 0,5 соответственно, при этом (согласно [9] п. 3.2.1):

– допускается применение измерительных трансформаторов напряжения класса точности не хуже 1,0 при условии, если обеспечено выполнение требований п. 3.2.2[9];

– в каждом из следующих случаев: плановой замене ТН, новом строительстве или модернизации сетевого оборудования подстанций, влекущей за собой установку новых ТН в точках измерений коммерческого учета электрической энергии, модернизации АИИС КУЭ, отрицательных результатах периодической поверки ТН,– должны устанавливаться измерительные трансформаторы напряжения класса точности не хуже 0,5.

В случае использования трансформатора напряжения только в целях коммерческого учета необходимо обеспечить контроль целостности вторичных цепей трансформатора напряжения. (Требование данного пункта не обязательно при применении электросчетчиков, реализующих функцию контроля наличия напряжения с фиксацией в «Журнале событий».) (согласно [9] п. 3.2.3).

Во всех эксплуатационных режимах необходимо не допускать перегрузку измерительных трансформаторов (согласно [9] п. 3.2.5).

Измерительные трансформаторы должны соответствовать ПУЭ по классу напряжения, электродинамической и термической стойкости, климатическому исполнению (согласно [9] п. 3.2.6).

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

### 1.2.3 Требования ОАО «ФСК ЕЭС», предъявляемые к трансформаторам напряжения для учета электроэнергии

Требования ОАО «ФСК ЕЭС» к организации цепей напряжения для коммерческого учета электроэнергии регламентируются СТО 56947007-29.240.10.028-2009 «Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС)» [2].

Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) должна подключаться к отдельной вторичной обмотке ТН (согласно [2] п. 9.1.7).

Подключение счетчика к трансформатору напряжения необходимо производить отдельным кабелем, при этом подсоединение к электросчетчику должно быть проведено через испытательную коробку (специализированный клеммник), расположенную непосредственно под счетчиком (согласно [2] п. 19.2.6, 19.3.1).

Класс точности вторичной обмотки «звезда» для цепей АИИС КУЭ измерительных трансформаторов напряжения должны быть (согласно [2] п. 19.3.2):

- для присоединений с присоединенной мощностью 100 МВт и более - не хуже 0,2;
- для остальных присоединений - не хуже 0,5.

При выборе ТН должен быть проведен расчет действительной мощности вторичной нагрузки на ТН для оценки его класса точности в рабочем режиме (согласно [2] п. 19.3.4).

Выводы измерительных трансформаторов, используемых в измерительных цепях коммерческого учета, вторичные измерительные цепи и шкафы с оборудованием АИИС КУЭ должны быть защищены от несанкционированного доступа (согласно [2] п. 19.4.11).

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

### 1.2.4 Требования ПУЭ к трансформаторам напряжения для измерения электрических величин

Класс точности трансформаторов напряжения должен быть не хуже приведенных в таблице 1.1, составленной согласно ПУЭ п. 1.6.2.

**Таблица 1.1** – Классы точности средств измерений

Класс точности прибора	Класс точности шунта, добавочного резистора	Класс точности измерительного преобразователя	Класс точности трансформатора напряжения
1,0	0,5	0,5	0,5
1,5	0,5	0,5 (допускается 1,0)	0,5 (допускается 1,0)
2,5	0,5	1,0	1,0 (допускается 3,0)

### 1.3 Требования нормативных документов, предъявляемые к выполнению вторичных цепей ТН 6 (10) кВ

Трансформаторы напряжения должны иметь контроль исправности цепей напряжения. Релейная защита, цепи которой питаются от трансформаторов напряжения, должна быть оборудована устройствами, указанными в п. 3.2.8 ПУЭ. Независимо от наличия или отсутствия в цепях защиты указанных устройств должны быть предусмотрены сигналы:

- при отключении автоматических выключателей - с помощью их вспомогательных контактов;
- для трансформаторов напряжения, в цепи обмоток высшего напряжения которых установлены предохранители, при нарушении целостности предохранителей - с помощью центральных устройств (согласно ПУЭ, п. 3.4.28).

На каждой секции шин РУ 6-35 кВ должна быть предусмотрена сигнализация замыканий на землю (согласно [2] п. 9.14.3).

Должно предусматриваться резервирование защит по цепям напряжения с ручным переводом цепей на другой ТН (согласно [2] п. 9.1.6).

Сечение жил кабелей и проводов должно удовлетворять требованиям защиты от КЗ без выдержки времени, а также обеспечивать работу аппаратов в заданном классе точности. При этом потери напряжения от трансформатора напряжения при условии включения всех защит и приборов должны составлять:

- до расчетных счетчиков и измерительных преобразователей мощности, ис-

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подлин.	

						<b>10215-т1</b>	Лист
							7
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

пользуемых для ввода информации в вычислительные устройства, - не более 0,5%;

- до щитовых приборов и датчиков мощности, используемых для всех видов измерений, - не более 1,5%;

- до панелей защиты и автоматики - не более 3%.

При совместном питании указанных нагрузок по общим жилам их сечение должно быть выбрано по минимальной из допустимых норм потери напряжения (согласно ПУЭ, п. 3.4.5).

Вторичные обмотки трансформатора напряжения должны быть заземлены соединением нейтральной точки или одного из концов обмотки с заземляющим устройством. Заземление вторичных обмоток трансформатора напряжения должно быть выполнено, как правило, на ближайшей от трансформатора напряжения сборке зажимов или на зажимах трансформатора напряжения. Допускается объединение заземляемых вторичных цепей нескольких трансформаторов напряжения одного распределительного устройства общей заземляющей шинкой. Если указанные шинки относятся к разным распределительным устройствам и находятся в разных помещениях (например, релейные щиты распределительных устройств различных напряжений), то эти шинки, как правило, не следует соединять между собой (согласно ПУЭ п. 3.4.24).

Трансформаторы напряжения должны быть защищены от КЗ во вторичных цепях автоматическими выключателями. Автоматические выключатели следует устанавливать во всех незаземленных проводниках после сборки зажимов, за исключением цепи нулевой последовательности (разомкнутого треугольника) трансформаторов напряжения в сетях с большими токами замыкания на землю. Для неразветвленных цепей напряжения автоматические выключатели допускается не устанавливать. Во вторичных цепях трансформатора напряжения должна быть обеспечена возможность создания видимого разрыва (рубильники, разъемные соединители и т. п.). Установка устройств, которыми может быть создан разрыв проводников между трансформатором напряжения и местом заземления его вторичных цепей, не допускается (согласно ПУЭ п. 3.4.25).

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

#### 1.4 Требования нормативных документов, предъявляемые к выполнению защиты первичной обмотки ТН 6 (10) кВ

В цепи первичной обмотки ТН до 35 кВ, как правило, должны устанавливаться предохранители для обеспечения сохранения в работе шин или других первичных цепей, к которым подключен ТН при КЗ на его ошиновке или вводах ВН. Ток КЗ при повреждениях в цепи вторичной обмотки и на ее выводах во многих случаях имеет недостаточное значение для перегорания этих предохранителей, вследствие чего сам ТН ими не защищается (согласно [6] п.2.4.1).

В тех случаях, когда возникновение КЗ в цепи первичной обмотки маловероятно или последствия такого КЗ не представляют особой опасности для электроснабжения потребителей, предохранители на стороне ВН трансформатора напряжения могут не устанавливаться. При установке ТН на каком-либо одном присоединении, имеющем надежный резерв (например, на трансформаторе, работающем параллельно с другими), а не на шинах, он также может включаться без предохранителей, так как повреждение в цепи этого ТН приведет к отключению только одного присоединения без прекращения питания его нагрузки (согласно [6] п.2.4.2).

#### 1.5 Требования нормативных документов, предъявляемые к трансформаторам напряжения в области устойчивости к феррорезонансу

Для исключения феррорезонансных перенапряжений в сетях 6-35 кВ должны применяться антирезонансные трансформаторы напряжения соответствующих классов (согласно [2] п. 5.2.5, [7] п. 5.5, [5] п. 4.2.3.2, п. 4.3.5, 4.4.1).

К антирезонансным ТН предъявляются следующие требования:

- не вызывать самим устойчивого феррорезонанса;
- не повреждаться при длительных однофазных замыканиях сети на землю через перемежающуюся дугу;
- не повреждаться при устойчивом феррорезонансе емкости сети с нелинейной индуктивностью других трансформаторов (силовых или измерительных) (согласно [5] п. 4.4.2).

Каждый производитель антирезонансного ТН должен определить для своего типа ТН степень его устойчивости к каждому виду возможного феррорезонанса и представить потребителю протоколы испытаний. Результаты испытаний должны быть приведены в паспорте ТН, руководстве по эксплуатации (согласно [5] п. 4.4.5).

Инв. № подлин.	Подпись и дата					Взамен инв. №				
	Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	<b>10215-т1</b>			
Лист										
9										

## 2 Трансформатор напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10)

### 2.1 Назначение и область применения

Трансформатор напряжения антирезонансный трехфазный НАЛИ-НТЗ-6(10) в цельнолитом корпусе, разработанный ООО «НТЗ «Волхов», предназначен для установки в комплектные распределительные устройства (КРУ) внутренней и наружной установки, а также в сборные камеры одностороннего обслуживания (КСО) и является комплектующим изделием.

Трансформатор является трехфазным масштабным преобразователем напряжения в сетях 6(10) кВ с изолированной или заземленной через дугогасящий реактор нейтралью и предназначен для передачи информации приборам коммерческого, технического учета электроэнергии, цепей измерения, релейной защиты, автоматики, приборам контроля изоляции сети.

Схема соединения обмоток трансформатора приведена на рис. 2.1. Она симметрична и эквивалентна схеме  $Y_n / Y_n / \Pi-0$  (звезда с нулем / звезда с нулем / разомкнутый треугольник).

Основные технические данные приведены в таблице 2.1.

**Таблица 2.1** – Основные параметры трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10)

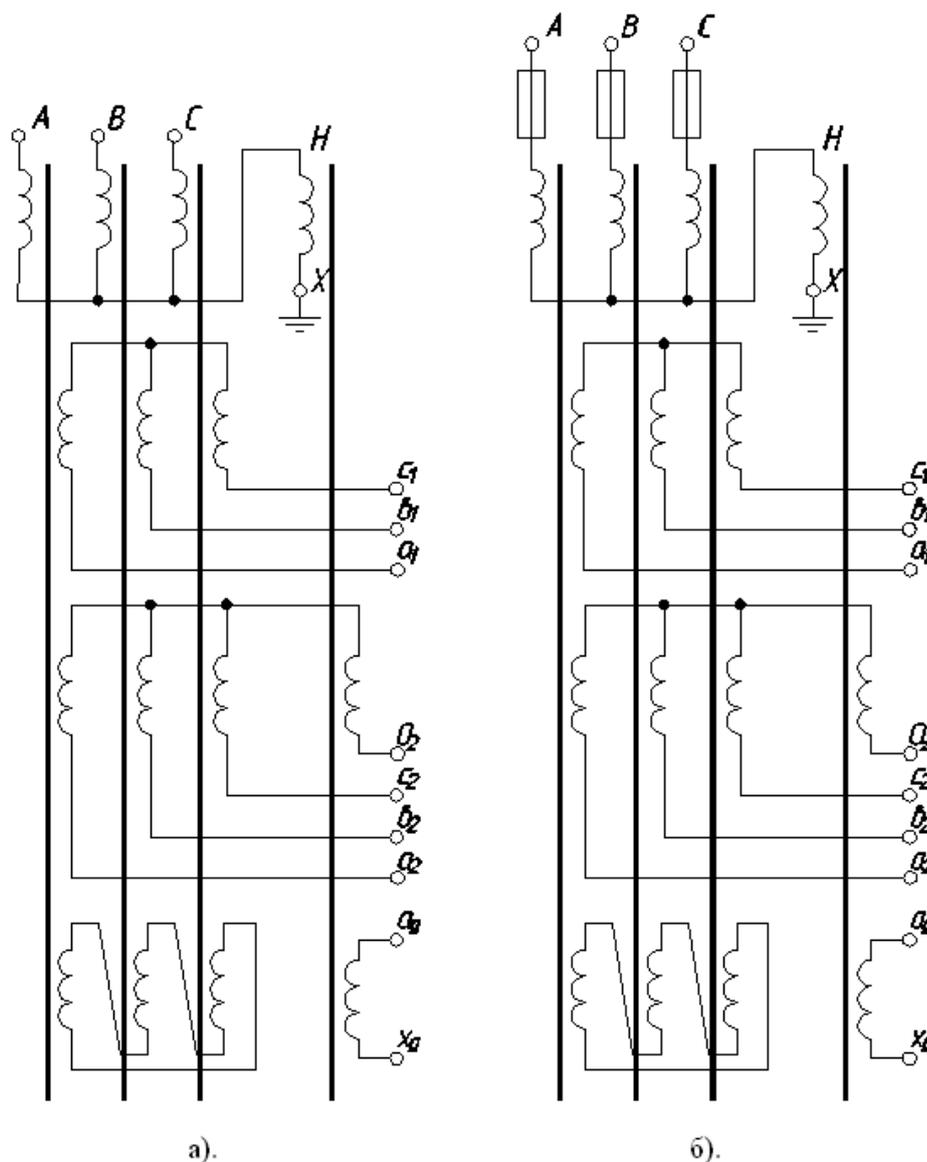
	Наименование параметра	Значение параметра	
		6	10
1	Класс напряжения по ГОСТ 1516.3, кВ	6	10
2	Наибольшее рабочее напряжение первичной обмотки, кВ	7,2	12
3	Номинальное линейное напряжение первичной обмотки, кВ	6	10
4	Номинальное напряжение основных вторичных обмоток (a1; v1; c1; a2; v2; c2;), В	100	
5	Номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки (ад; хд), В	100	
6	Номинальный класс точности вторичных обмоток: - основной обмотки (a1; v1; c1) - основной обмотки (a2; v2; c2; o2)	0,2; 0,5 0,2; 0,5	
7	Номинальные трехфазные мощности основных вторичных обмоток при их одновременной нагрузке при $\cos\varphi=0,8$ , ВА: - в классе точности 0,2 - в классе точности 0,5	30 30...60	
8	Номинальный класс точности дополнительной вторичной обмотки (ад; хд)	3Р	

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
									10
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

**10215-т1**

## Продолжение таблицы 2.1

	Наименование параметра	Значение параметра
9	Номинальная мощность дополнительной вторичной обмотки (ад; хд), ВА	100
10	Предельная мощность вне класса точности, ВА:	
	- первичной обмотки (А; В; С)	1000
	- основной вторичной обмотки (а1; в1; с1)	450
	- основной вторичной обмотки (а2; в2; с2; о2)	450
	- дополнительной вторичной обмотки (ад; хд)	100
11	Номинальная частота, Гц	50, 60
12	Группа соединения обмоток	$Y_H/Y/Y_H/D-0-0;$
		1/1/1-0-0



**Рисунок 2.1** – Принципиальная электрическая схема соединения обмоток трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) – а, НАЛИ-НТЗ-6(10)-01 – б.

Взамен инв. №
Подпись и дата
Инв. № подлин.

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

10215-т1

Лист

11

Трансформатор напряжения изготавливается в климатическом исполнении УХЛ и Т категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69.

Трансформатор напряжения предназначен для работы в электроустановках, подвергающихся воздействию грозových перенапряжений:

- класс нагревостойкости «В» по ГОСТ 8865-93;
- уровень изоляции «а» и «б» по ГОСТ 1516.3-96.

Положение трансформатора в пространстве – любое.

Габаритные размеры трансформатора без предохранителей:

- длина – 400 мм;
- ширина – 320 мм;
- высота – 360 мм.

Полная масса трансформатора без предохранителей: 74 кг

Габаритные размеры трансформатора с установленными предохранителями (исполнение НАЛИ-НТЗ-6(10)-01):

- длина – 400 мм;
- ширина – 320 мм;
- высота – 560 мм.

Полная масса трансформатора с установленными предохранителями: 78 кг

Инв. № подлин.	Подпись и дата					Взамен инв. №	Лист
	Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись		
<b>10215-т1</b>						12	

## 2.2 Условное обозначение

Расшифровка условного обозначения трехфазной группы трансформаторов напряжения:

**Н А Л И – НТЗ – Х – Х – Х/Х/Х – Х/Х/Х – Х 2**

	Категория размещения по ГОСТ 15150-69
	Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69
	Номинальная нагрузка, В·А
	Классы точности
	Наличие съемного предохранителя
	Класс напряжения, кВ
	ЗАО «НТЗ»
	С возможностью контроля изоляции сети
	С литой изоляцией
	Антирезонансный
	Трансформатор напряжения

Пояснения к обозначению ТН типа **НАЛИ-НТЗ-6-0,2/0,5/3Р-30/60/100 УХЛ2**: трансформатор напряжения антирезонансный, трехфазный, с литой изоляцией, класс напряжения 6 кВ, без предохранителей, с тремя вторичными обмотками (первая – для коммерческого учета с классом точности 0,2 и нагрузкой 30 В·А, вторая – для подключения цепей измерения и защиты с классом точности 0,5 и нагрузкой 60 В·А, третья – для контроля изоляции сети с классом точности 3Р и нагрузкой 100 В·А), климатического исполнения «УХЛ», категории размещения 2 по ГОСТ 15150-69.

Инв. № подлин.	Подпись и дата					Взамен инв. №
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	
<b>10215-т1</b>						Лист
						13

### 2.3 Конструкция трансформатора напряжения

НАЛИ-НТЗ-6(10) представляет собой аппарат, состоящий из двух трансформаторов, расположенных в едином цельнолитом корпусе. Основной трансформатор (прямой и обратной последовательностей) – выполнен трехфазным трехстержневым. Второй трансформатор (нулевой последовательности) – выполнен однофазным двухстержневым, его первичная обмотка включена между нейтралью звезды основного трехфазного трансформатора и землей.

Магнитопроводы обоих трансформаторов ленточные разрезные, выполнены из анизотропной холоднокатаной электротехнической стали толщиной 0,3 мм. Номинальная индукция в магнитопроводе трехстержневого трансформатора довольно высока и выбрана, исходя из допустимых погрешностей при наибольшем рабочем напряжении прямой последовательности. Номинальная индукция в магнитопроводе трансформатора нулевой последовательности в несколько раз ниже, чтобы он мог успешно противостоять феррорезонансным процессам в канале нулевой последовательности сети. Этот канал образуется между соединенными вместе тремя фазными проводами сети и землей.

Обмотки обоих трансформаторов слоевые и выполнены из медного провода с двойной эмалевой изоляцией и температурным коэффициентом не ниже 180 °С.

В конструкции ТН были учтены тенденции к расширению диапазонов нагрузки вторичных обмоток трансформатора - увеличен диапазон изменения вторичных нагрузок в пределах установленного класса точности от 0 до 100 % номинального значения. Это освобождает эксплуатацию от необходимости добавлять искусственно нагрузку вторичных обмоток ТН при использовании маломощной микропроцессорной техники во вторичных цепях, а также для правильной работы измерительных приборов.

### 2.4 Антирезонансные свойства ТН

Антирезонансные свойства ТН достигнуты за счет схемы соединения обмоток (рис. 2.1) и повышения потокосцепления насыщения путем снижения номинальной индукции в трансформаторе нулевой последовательности.

Трансформатор напряжения НАЛИ-НТЗ-10(6) свободен от всех видов феррорезонанса (см. п. 1.5).

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
									14
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	<b>10215-т1</b>

## 2.5 Преимущества ТН типа НАЛИ-НТЗ-6(10)

Основными преимуществами ТН типа НАЛИ-НТЗ-6(10) являются:

- антрирезонансность конструкции – устойчивость ко всем видам феррорезонанса;
- литая изоляция – является важным преимуществом по сравнению с масляной изоляцией, так как позволяет использовать трансформатор напряжения в сетях с повышенными требованиями по пожаро- и взрывобезопасности;
- исполнение ТН в одном корпусе – позволяет уменьшить вероятность допущения ошибок при монтаже ТН по сравнению с трансформатором напряжения, выполненным в виде трёхфазной группы однофазных трансформаторов;
- расширенный диапазон изменения вторичных нагрузок в пределах установленного класса точности от 0 до 100 % номинального значения.

## 2.6 Основные технические решения, принятые при разработке электрических принципиальных схем ТН 6(10) кВ

В ходе разработки типового проекта были выполнены схемы электрические принципиальные ТН на шинах 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) для ячеек КРУ 6(10)кВ для подстанций с высшим напряжением 35-220 кВ.

Схемы электрические принципиальные выполнены с применением микропроцессорных устройств различных производителей на постоянном оперативном токе  $\approx 220$  В с питанием от аккумуляторной батареи для главных схем РУ 6(10) кВ: 6(10)-1 «Одна, секционированная выключателем, система шин» и 6(10)-2 «Две, секционированные выключателями, системы шин» [8].

Разработанные схемы обеспечивают питание устройств защиты, автоматики, измерения, учета электроэнергии, устройств регулирования напряжения силовых трансформаторов под нагрузкой, устройств контроля изоляции сети 6(10) кВ.

При разработке схем учтены требования нормативных документов (см. п.1).

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

### 2.6.1 Защита цепей ТН и выполнение защитного заземления

Защита от повреждений первичных обмоток осуществляется предохранителями. Назначение предохранителей – обеспечивать сохранение в работе шин или других первичных цепей, к которым подключен трансформатор напряжения, при коротких замыканиях на его ошиновке или вводах обмоток высшего напряжения. Критерий выбора предохранителей – см. п. 3.4.

Защита вторичных цепей ТН от всех видов коротких замыканий осуществляется с помощью автоматических выключателей (автоматов), имеющих блок - контакты. Критерий выбора автоматических выключателей – см. п. 3.2.

На схемах приведен пример защиты от дуговых замыканий (ЗДЗ) в ячейке КРУ 6(10) кВ, выполненной с использованием устройства «Дуга-МТ» (ООО «НТЦ «Механотроника», г. Санкт-Петербург) следующего исполнения:

- центральный блок ЗДЗ типа «Дуга-БЦ» (см. отдельный проект),
- регистратор ДЗ типа «Дуга-О», устанавливаемый в шкафу КРУ 6(10) кВ, для работы совместно с волоконно-оптическими датчиками;
- волоконно-оптические датчики ДЗ линзовые типа «ВОД-Л».

Для защиты персонала, в случае повреждений в ТН, сопровождающихся перекрытием изоляции между первичной и вторичной обмотками, во вторичных цепях ТН предусматривается защитное заземление.

Заземление выполняется путем соединения с заземляющим устройством провода фазы В.

### 2.6.2 Основные функции микропроцессорных устройств управления, защиты и автоматики, используемые в схемах ТН 6(10) кВ

Основные функции, выполняемые микропроцессорными устройствами управления, защиты и автоматики, предусмотренные в разработанных схемах ТН 6(10) кВ:

- защита минимального напряжения (ЗМН);
- контроль наличия напряжения на секции;
- контроль «Земля в сети 6 (10) кВ»;
- контроль снижения напряжения для пуска МТЗ ВН трансформатора;
- контроль исправности цепей напряжения;
- двухступенчатая автоматическая частотная разгрузка (АЧР);
- частотное автоматическое повторное включение (ЧАПВ);

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

### Защита минимального напряжения (ЗМН)

При наличии на подстанции электродвигателей 6(10) кВ, предусматривается защита минимального напряжения, которая может выполняться как групповой, так и индивидуальной.

При применении на подстанции групповой ЗМН, данная защита организуется в микропроцессорном устройстве управления, защиты и автоматики ТН 6(10) кВ. Предусматриваются две ступени защиты минимального напряжения. ЗМН срабатывает при понижении линейного напряжения ниже порога, задаваемого уставкой. Каждая ступень ЗМН имеет независимую характеристику с одной выдержкой времени. При возникновении неисправности ТН все ступени ЗМН автоматически блокируются.

При применении на подстанции индивидуальной ЗМН для каждого электродвигателя 6(10)кВ, в шкафу ТН 6(10) кВ организуется шинка блокировки индивидуальной ЗМН при неисправности ТН 6 (10) кВ.

### Сигнализация замыканий на землю

Сигнализация замыканий на землю в сетях, работающих с изолированной нейтралью и имеющих малый ток замыкания на землю, осуществляется от цепей дополнительной вторичной обмотки ТН 3Uo (ад-хд – см. рис. 2.1).

В нормальном режиме результирующее напряжение обмотки 3Uo теоретически равно нулю, практически же имеет некоторое напряжение небаланса.

Действие защиты обеспечивается напряжением, возникающим в обмотке 3Uo при замыкании на землю со стороны первичной обмотки (в какой-либо фазе). Вследствие того, что нейтраль сети изолирована, короткое замыкание не возникает и симметрия линейных напряжений сети не нарушается. Однако, из-за того что нулевая точка первичных обмоток ТН заземлена, обмотка фазы, замкнутой на землю, оказывается замкнутой накоротко, а к двум другим будет приложено линейное напряжение. В дополнительные обмотки соответствующих фаз будут трансформироваться напряжения, совпадающие по фазе с напряжением на первичных обмотках этих фаз.

Контроль замыкания на землю выполняется путем измерения напряжения нулевой последовательности.

Сигнализация о замыкании на землю выполняется с выдержкой времени для отстройки от сигналов, связанных с повреждениями, отключаемыми защитами.

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

Для выявления фазы, на которой произошло замыкание на землю, используется шинный вольтметр, определяющий любое фазное и междуфазное напряжение.

### **Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) и автоматическое повторное включение по частоте (ЧАПВ)**

Автоматическая частотная разгрузка предусматривает отключение потребителей небольшими долями по мере снижения частоты в энергосистеме. Средством восстановления электроснабжения потребителей при восстановлении частоты является устройство автоматического повторного включения нагрузки по условию роста частоты.

При необходимости применения на подстанции АЧР и ЧАПВ, данные функции могут быть организованы как на отдельном микропроцессорном устройстве, так и в устройстве ТН 6(10) кВ.

В схемах реализованы две очереди АЧР, а также ЧАПВ. Каждая из очередей АЧР выведена на свое выходное реле.

### **Вольтметровая блокировка**

Вольтметровая блокировка (комбинированный пуск по напряжению) позволяет токовым защитами присоединений лучше отстроиться от нагрузочных токов. Разрешающий сигнал для срабатывания защит выдается в случае, если хотя бы одно из междуфазных напряжений снизится ниже порогового значения, заданного уставкой. Сигнал выдается выходными контактами реле устройства ТН 6(10)кВ и служит для выдачи на сторонние токовые защиты.

При конкретном проектировании с помощью уставки можно изменить работу устройства с вольтметровой блокировки на комбинированный пуск по напряжению, когда дополнительно с понижением линейного напряжения выходное реле устройства будет срабатывать и при появлении напряжения обратной последовательности  $U_2$  выше заданной уставки.

### **Контроль наличия напряжения**

Устройство ТН 6 (10) кВ формирует выходной релейный сигнал наличия нормального напряжения на секции. Условием срабатывания выходного реле является повышение значения всех трех линейных напряжений до заданной уставки.

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

### Контроль отсутствия напряжения

Устройство ТН 6 (10) кВ формирует выходной релейный сигнал отсутствия напряжения на секции. Условием срабатывания выходного реле является снижение значения всех трех линейных напряжений ниже заданной уставки.

### Контроль исправности ТН

Во вторичных цепях ТН предусматриваются меры, исключающие возможность неправильных действий релейной защиты при неисправности цепей напряжения.

Сигнал неисправности трансформатора напряжения формируется по любому из трех факторов:

- при отключении защитных автоматов в цепях ТН с помощью их блок - контактов;
- при размыкании цепей высшего напряжения – при выкате тележки из рабочего положения;
- при перегорании предохранителей ТН – по появлению напряжения обратной последовательности.

### 2.6.3 Цепи измерения, телеизмерения, телесигнализации

Цепи измерения, телеизмерения выполнены с применением цифровых многофункциональных электроизмерительных приборов с программируемыми параметрами типа ЩМ120, ЩП120-П (ОАО «Электроприбор») и РМ130Р («SATEC Ltd»).

Выбор параметров приборов ОАО «Электроприбор» производится при конкретном проектировании с использованием типовой работы N 10432ТМ-Т1 (ЗАО "ГК "Электрощит"-ТМ Самара", филиал "ЭСП-НН-СЭЦ" 2015г. », [10]).

Выбор параметров прибора РМ130Р PLUS «SATEC Ltd» производится при конкретном проектировании с использованием типовой работы N 35114ТМ-Т1 (ЗАО "ГК "Электрощит"-ТМ Самара", филиал "ЭСП-НН-СЭЦ" 2014г. », [11]).

Перечень сигналов, передаваемых в АСУ, а также способ передачи и интерфейс связи уточняются при конкретном проектировании.

В соответствии с [17] перечень сигналов принятый при передаче в АСУ ТП, передаваемых дискретными сигналами, в цифровом виде и телеизмерений, приведен в таблице 2.2

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

**Таблица 2.2** –Перечень дискретных сигналов, в цифровом виде и телеизмерений.

Наименование параметра	Наименование сигнала	Тип сигнала	Источник сигнала
Положение тележки	Тележка в рабочем положении	ТС	с/к
Положение ЗН	ЗН включен	ТС	с/к
Неисправность МПУ	Неисправность МПУ	ТС	с/к
Напряжение на секции шин 6(10) кВ	Uab, Ubc, Uca	ТИ	Устройство ТИ напряжения
Земля в сети 6(10) кВ	Земля в сети 6(10) кВ	ТС	с/к
Сигналы срабатывания защиты и противоаварийной автоматики*		ТС	Устройство релейной защиты

\* - перечень сигналов срабатывания защиты и противоаварийной автоматики согласуется с заказчиком на этапе проектирования и передается в АСУ ТП в цифровом виде по интерфейсу.

#### 2.6.4 Особенности подключения счетчиков учета электрической энергии присоединений к цепям напряжения ТН типа НАЛИ-НТЗ-6(10)

В связи с отсутствием вывода нейтрали вторичных обмоток ТН для учета эл. энергии, цепи напряжения счетчиков могут подключаться только на линейные вторичные напряжения.

Следует иметь в виду, что при подключении на линейные напряжения, счетчик учета эл. энергии нельзя использовать для измерений фазных величин.

Подключение счетчиков учета эл. энергии различных производителей показано на отдельном чертеже.

Инв. № подлин.	Взамен инв. №						
	Подпись и дата						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	<b>10215-т1</b>	Лист
							20

### 3 Расчет вторичных нагрузок ТН НАЛИ-НТЗ-6(10)

В данном разделе даны методические указания по определению вторичных нагрузок трансформаторов напряжения, выбору предохранителей, защитных автоматических выключателей и сечений жил кабелей во вторичных цепях ТН.

Указания приведены в связи с необходимостью пересмотра методики расчета, изложенной в типовой работе 52770-Э «Анализ и разработка схем вторичных цепей трансформаторов напряжения для цепей защиты и измерения» [12]. Это связано с появлением новых типов оборудования: антирезонансных трансформаторов напряжения, счетчиков учета электрической энергии, измерительных приборов с малой потребляемой мощностью, микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики, более надежных автоматических выключателей.

#### 3.1 Расчет допустимой нагрузки.

Расчет выполняется с целью определения допустимой нагрузки и необходимой мощности ТН в заданном классе точности. По результатам расчета проверяется номинальная мощность вторичных обмоток ТН.

Согласно п.6.15.1 [4], ТН должен обеспечивать работу в установленном классе точности при вторичной нагрузке, имеющей мощность в пределах  $(0,25 \div 1,0) \cdot S_{ном}$ .

Благодаря своей конструкции, в ТН типа НАЛИ-НТЗ-6(10) увеличен диапазон изменения вторичной нагрузки для заданного класса точности в пределах  $(0 \div 1,0) \cdot S_{ном}$ . В связи с этим отсутствует режим недогрузки ТН, установка дополнительных догрузочных сопротивлений при минимальной нагрузке не требуется.

Необходимым условием для проверки мощности ТН является:

$$S_{ном} \geq S_{нагр}. \quad (3.1)$$

где  $S_{ном}$  – номинальная мощность вторичной обмотки ТН;

$S_{нагр}$  – расчетная нагрузка вторичной обмотки ТН.

В случае превышения допустимой для ТН нагрузки в требуемом классе точности следует принимать меры либо по разгрузке ТН, либо по переходу на ТН большей мощности.

Расчет выполняется по данным о потреблении по цепям напряжения релейной и измерительной аппаратуры.

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

Для большинства устройств защиты и измерения потребление задается при номинальном линейном напряжении 100В, или же при фазном напряжении  $100/\sqrt{3}$  В, а для некоторых реле и при других величинах напряжения (например, напряжении срабатывания).

Для расчета потребления всей аппаратуры, включенной на линейное напряжение, должно быть приведено к напряжению 100В, а аппаратуры, включенной на фазное напряжение – к напряжению  $100/\sqrt{3}$  В.

$$S_{расч} = \left( \frac{U_{расч}}{U} \right)^2 \cdot S_U \quad (3.2)$$

где  $S_U$  – потребление, заданное при напряжении  $U$  (например, реле РСН50-1/60 потребляет 5 ВА при напряжении срабатывания 60 В);

$S_{расч}$  – потребление при расчетном (линейном или фазном) напряжении  $U_{расч}$  ( $U_{расч} = 100В$  или  $100/\sqrt{3}$  В)

Пример:

*Реле типа РН 53/200, подключенное к линейному напряжению  $U_{AB}$  имеет мощность потребления не более 0,5 ВА при напряжении срабатывания на минимальной уставке (50 В). Необходимо рассчитать, какую мощность потребляет реле при номинальном напряжении..*

*Приведем потребление реле к линейному напряжению 100В по формуле (3.2):*

$$S_{расч} = \left( \frac{100}{50} \right)^2 \cdot 0,5 = 2 \text{ ВА}$$

Для расчета потребления аппаратуры, подключенной к дополнительной вторичной обмотке, напряжение должно быть приведено к напряжению 100В по (3.2).

Для более полного использования мощности трансформаторов напряжения по возможности выравнивают их вторичную нагрузку по фазам. Однако обычно имеется некоторая неравномерность нагрузки, поэтому расчет сводится к определению нагрузки для наиболее загруженной фазы ТН.

Ниже приводятся расчетные выражения для определения нагрузок на фазу основной вторичной обмотки, соединенной в звезду. Данные выражения справедливы как для основной вторичной обмотки для устройств защиты и измерений, так и для основной вторичной обмотки для счетчиков учета электрической энергии

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист	
			<b>10215-т1</b>							22
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Для учета неравномерности загрузки по фазам вторичной обмотки ТН вводится специальный коэффициент  $K$ , определяемый:

$$K = \frac{S_{1нагр}}{S_{2нагр}},$$

где  $S_{1нагр}, S_{2нагр}$  – линейные нагрузки ТН, при чем  $S_{1нагр} > S_{2нагр}$ ;

Расчетная полная мощность нагрузки для основной вторичной обмотки, соединенной в звезду для любой из фаз [12]:

$$S_{H\Phi} = \frac{S_{2нагр}}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{K^2 + K + 1} + S_{\Phi} \quad (3.3)$$

где  $S_{\Phi}$  – фазная нагрузка ТН;

Если принять соотношение нагрузок, равное  $S_{BC} > S_{AB} > S_{CA}$ , получим:

$$\text{для фазы А: } S_{H\Phi} = \frac{S_{CA}}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{K^2 + K + 1} + S_A, \text{ где } K = \frac{S_{AB}}{S_{CA}};$$

$$\text{для фазы В: } S_{H\Phi} = \frac{S_{AB}}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{K^2 + K + 1} + S_B, \text{ где } K = \frac{S_{BC}}{S_{AB}};$$

$$\text{для фазы С: } S_{H\Phi} = \frac{S_{CA}}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{K^2 + K + 1} + S_C, \text{ где } K = \frac{S_{BC}}{S_{CA}};$$

Наибольшее значение будет для той фазы, к которой присоединены две междофазные нагрузки, каждая из которых больше предыдущей. При условно принятом выше неравенстве наибольшая нагрузка будет у фазы В, наименьшая у фазы А.

Для трехфазного ТН типа НАЛИ НТЗ-6(10) условие (3.1) для основных обмоток ТН, соединенных в звезду, принимает вид:

$$S_{ном} \geq 3 \cdot S_{H\Phi} \quad (3.4)$$

где  $S_{ном}$  – номинальная мощность основной вторичной обмотки ТН;

$S_{H\Phi}$  – расчетная полная мощность нагрузки, подключенной к основной вторичной обмотке ТН для наиболее загруженной фазы.

Условие (3.1) для дополнительной вторичной обмотки:

$$S_{ном} \geq S_H \quad (3.5)$$

где  $S_H$  – суммарная мощность нагрузки ТН, подключенной к дополнительной вторичной обмотке.

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

Алгоритм расчета:

1. Потребление всей аппаратуры, включенной на линейное напряжение и к дополнительной вторичной обмотке, приводится к напряжению 100В, включенной на фазное напряжение – к напряжению  $100/\sqrt{3}$  В по формуле (3.2).

2. Рассчитывается полная мощность нагрузки, подключенной к основной вторичной обмотке ТН для наиболее загруженной фазы  $S_{HФ}$  по выражению (3.3).

3. Рассчитывается суммарная мощность нагрузки  $S_H$ , подключенной к дополнительной вторичной обмотке.

4. Проверяется соответствие ТН классу точности по условиям (3.4), (3.5).

5. В случае не выполнения условий (3.4) или (3.5), для обеспечения класса точности ТН на шинах РУ 6(10) кВ необходимо предусмотреть меры по разгрузке ТН или по переходу на ТН большей мощности.

**3.2 Выбор автоматических выключателей вторичных цепей ТН 6(10) кВ.**

В качестве защитных аппаратов во вторичных цепях ТН применяются автоматические выключатели (автоматы).

В качестве примера выбора аппаратов защиты в работе рассмотрены автоматические выключатели серии Acti9 типа iC60N фирмы «Shneider Electric» и АП 50Б. Для повышения чувствительности автоматов к удаленным К.З принимаются автоматы с электромагнитными и тепловыми расцепителями. Автоматические выключатели серии Acti9 типа iC60N фирмы «Shneider Electric» принимаются с кривой отключения типа «В» - срабатывание между 3- и 5-кратным значениями номинального тока автомата (см. Приложение Б), автоматические выключатели серии АП 50Б принимаются с кратностью 3,5. При этом электромагнитные расцепители имеют разброс в пределах 3- и 4-кратного значения номинального тока автомата.

Автоматические выключатели выбираются по следующим условиям:

- по условию наиболее возможного тока длительной нагрузки;
- по отключающей способности;
- по условию надежного действия при коротких замыканиях.

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							<b>10215-т1</b>	Лист
										24
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

**По условию наиболее возможного тока длительной нагрузки.**

Расчетный номинальный ток для каждой из двух основных обмоток определяется по выражению:

$$I_{расч} = K_H \cdot \frac{S_{НТН} / 3}{U_{НТН} / \sqrt{3}} = K_H \cdot \frac{S_{НТН}}{\sqrt{3} \cdot U_{НТН}} \quad (3.6)$$

где  $K_H = 1,5$  – коэффициент надежности;

$S_{НТН}$  – номинальная мощность основной вторичной обмотки ТН.

$U_{НТН}$  – номинальное напряжение основной вторичной обмотки ТН (100В).

Расчетный номинальный ток для дополнительной обмотки определяется по выражению:

$$I_{расч}^{(доп.)} = K_H \cdot \frac{S_{НТН\_3U_0}}{U_{НТН\_3U_0}} \quad (3.7)$$

где  $K_H = 1,5$  – коэффициент надежности;

$S_{НТН\_3U_0}$  – номинальная мощность дополнительной вторичной обмотки;

$U_{НТН\_3U_0}$  – номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки.

Для ТН типа НАЛИ НТЗ-6(10) с мощностями вторичных обмоток 30/60/100 ВА проведем выбор автоматических выключателей по формулам (3.6) и (3.7).

*Для основных вторичных обмоток НАЛИ НТЗ-6(10) с номинальными мощностями 30 ВА и 60 ВА по формуле (3.6) имеем:*

$$I_{расч} = 1,5 \cdot \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 100} = 0,26 A - \text{для основной обмотки для учета};$$

$$I_{расч} = 1,5 \cdot \frac{60}{\sqrt{3} \cdot 100} = 0,52 A - \text{для основной обмотки для измерений и защиты};$$

*Для дополнительной обмотки НАЛИ НТЗ-6(10) с номинальной мощностью 100 ВА по формуле (3.7) имеем:*

$$I_{расч}^{(доп.)} = 1,5 \cdot \frac{100}{100} = 1,5 A$$

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист	
										10215-т1
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

По условиям надежности исходя из опыта эксплуатации, рекомендуется принимать автоматы с номинальным током не менее 2 А.

При применении трансформатора напряжения типа НАЛИ НТЗ-6(10) с типовыми параметрами (см. табл. 2.1), рекомендуется устанавливать автоматические выключатели со следующими параметрами:

- автоматические выключатели серии Acti9 типа iC60N с номинальным током 2 А, с кривой отключения типа «В» (iC60N 2/В).

- автоматические выключатели серии АП 50Б с номинальным током 2,5 А, с тепловым и электромагнитным расцепителями, срабатывание электромагнитных расцепителей с кратностью 3,5 (разброс в пределах 3- и 4-кратных значений номинального тока автомата).

#### По отключающей способности автоматического выключателя

Выбор автоматических выключателей по отключающей способности характеризуется величиной допустимого тока К.З.

Должно выполняться условие:

$$I_{OC} \geq I_{K3 \max BB} \quad (3.8)$$

где  $I_{K3 \max BB}$  – максимальный ток КЗ на выводах ТН, по данным завода-производителя ТН;

$I_{OC}$  – отключающая способность автоматического выключателя.

Данные о токах КЗ на выводах ТН типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с типовыми параметрами указаны в таблице 3.1

Инв. № подлин.	Взамен инв. №					Лист
	Подпись и дата					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	26
<b>10215-т1</b>						

**Таблица 3.1 – Первичные и вторичные токи (А) при коротких замыканиях на выводах вторичных обмоток**

Режим работы первичной сети	Вид к.з	А	В	С	a1	b1	c1	a2	b2	c2	02	ад, хд
Без однофазного замыкания сети на землю	3ф	1,4	1,4	1,4	140	140	140	0	0	0	0	0
	3ф	0,9	0,9	0,9	0	0	0	90	90	90	0	0
	2ф	1,1	1,1	0	110	110	0	0	0	0	0	0
	2ф	0,8	0,8	0	0	0	0	80	80	0	0	0
	1ф	0,3	0,15	0,15	0	0	0	30	0	0	30	0
При однофазном замыкании фазы А на землю	3ф	0,9	0,9	0,9	0	0	0	90	90	90	0	0
	2ф	0,74	0,74	0	0	0	0	74	74	0	0	0
	1ф	0,19	0,37	0,19	0	0	0	0	56	0	56	0
	ад, хд	0,15	0,15	0,15	0	0	0	0	0	0	0	26

Для выбранных автоматических выключателей отключающая способность составляет:

- для iC60N с номинальным током 2 А номинальный ток отключения - 50000 А
- для АП 50Б с номинальным током 2,5 А предельная коммутационная способность составляет 400 А

Данные автоматические выключатели условию (3.8) удовлетворяют, при  $I_{K3\max BB} = 140$  А в цепях основной вторичной обмотки для учета,  $I_{K3\max BB} = 90$  А в цепях основной вторичной обмотки для измерений и защиты и  $I_{K3\max BB} = 26$  А в цепях дополнительной обмотки.

### По условию надежного действия автоматических выключателей КЗ

Должно обеспечиваться надежное действие автоматических выключателей при коротких замыканиях в любой точке цепей напряжения с коэффициентом чувствительности не менее 1,5,  $k_q \geq 1,5$ .

Должно выполняться условие:

$$k_q = \frac{I_{K3\min BB}}{K_{P.\max} \cdot I_{ном}} \geq 1,5 \quad (3.9)$$

где  $I_{K3\min BB}$  – минимальный ток КЗ на выводах ТН, по данным завода-изготовителя ТН;

$I_{ном}$  – номинальный ток автоматического выключателя.

$K_{P.\max}$  – максимальная кратность срабатывания электромагнитного

Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подлин.	

						<b>10215-т1</b>	Лист
							27
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

расцепителя автоматического выключателя по отношению к номинальному току.

Выбранные автоматические выключатели проверяются по надежному действию при коротких замыканиях.

Для автомата *iC60N 2/B*  $K_{p,max} = 5$ , для автомата *АП 50Б*  $K_{p,max} = 4$ .

*Коэффициент чувствительности:*

Для основной обмотки для учета НАЛИ-НТЗ-6(10):

$$k_q = \frac{110}{5 \cdot 2} = 11 \geq 1,5 - \text{для } iC60N 2/B;$$

$$k_q = \frac{110}{4 \cdot 2} = 13,75 \geq 1,5 - \text{для } АП 50Б;$$

Для основной обмотки для измерений и защиты НАЛИ-НТЗ-6(10):

$$k_q = \frac{30}{5 \cdot 2} = 3 \geq 1,5 - \text{для } iC60N 2/B;$$

$$k_q = \frac{30}{4 \cdot 2} = 3,75 \geq 1,5 - \text{для } АП 50Б;$$

Для дополнительной обмотки НАЛИ-НТЗ-6(10):

$$k_q = \frac{26}{5 \cdot 2} = 2,6 \geq 1,5 - \text{для } iC60N 2/B;$$

$$k_q = \frac{26}{4 \cdot 2} = 3,25 \geq 1,5 - \text{для } АП 50Б.$$

Вывод: согласно проведенным расчетам, для ТН типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с типовыми параметрами (см. табл. 2.1) рекомендуется применять следующие защитные аппараты, удовлетворяющие всем необходимым условиям:

- автоматические выключатели серии Acti9 типа *iC60N* с номинальным током 2 А, с кривой отключения типа «В» (*iC60N 2/B*);
- автоматические выключатели серии АП 50Б с номинальным током 2,5 А, с тепловым и электромагнитным расцепителями, срабатывание электромагнитных расцепителей с кратностью 3,5.

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

Алгоритм расчета:

1. В случае применения в проекте ТН с типовыми параметрами, выбрать рекомендуемые автоматические выключатели; если ТН нетиповой, или же в ходе проектирования выполняется проверка существующих автоматических выключателей, то расчет выполняется далее по п.п. 2-4 алгоритма.
2. Определить расчетный номинальный ток автоматических выключателей по формулам (3.6), (3.7). Предварительно выбрать автоматы.
3. Проверить автоматические выключатели по отключающей способности по формуле (3.8). Если условие не выполняется, необходимо выбрать автоматический выключатель с большим допустимым током отключения.
4. Проверить автоматические выключатели на надежное действие при коротких замыканиях по условию (3.9). Если условие не выполняется, необходимо выбрать автоматический выключатель с более чувствительной характеристикой, либо с меньшим номинальным током.

**3.3 Расчет сечения жил кабелей вторичных цепей ТН.**

Для ТН на секциях 6(10) кВ, устанавливаемых в шкафах КРУ 6(10) кВ, разводка вторичных цепей выполняется медным проводом сечением 2,5 кв.м, прокладываемым по всем шкафам КРУ. В то же время, на подстанции могут быть устройства, подключенные к цепям напряжения 6 (10) кВ, но находящиеся на значительном удалении от КРУ 6(10) кВ (устройства АРН трансформатора, РАС, отдельные шкафы учета эл. энергии 6 (10) кВ, шкафы резервных защит ВН трансформатора, и т.д.).

Для таких потребителей необходимо определить сечение жил кабелей, питающих данные устройства.

Сечение жил кабелей определяется по двум критериям:

- потеря напряжения в кабелях вторичных цепей ТН не должна превышать значений, установленных директивными материалами – см. п.1.3;
- должна обеспечиваться надежная ликвидация коротких замыканий во вторичных цепях ТН действием автоматических выключателей.

Сечение жил кабеля определяется по выражению:

$$q = \frac{l}{\gamma \cdot r_{np}} \quad (3.10)$$

где  $l$  – длина кабеля, м;

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							<b>10215-т1</b>	Лист
										29
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

$\gamma$  – удельная проводимость (для меди принимается 57, для алюминия 34,5),  $\frac{M}{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}$

$r_{np}$  – расчетное значение сопротивления жил кабеля, Ом.

По результатам расчета по формуле (3.10) принимается ближайшее большее сечение.

### По потере напряжения

Для цепей основных обмоток допустимое сопротивление провода [12]:

$$r_{np} = \frac{\Delta U \cdot U_{HTH}}{3 \cdot S_{H\Phi}} \quad (3.11)$$

$S_{H\Phi}$  – расчетная мощность, потребляемая аппаратурой подключенной к основной вторичной обмотке ТН, питающейся по кабелю для наиболее загруженной фазы

$U_{HTH}$  – номинальное напряжение вторичной обмотки ТН (100В).

Для цепей дополнительной вторичной обмотки допустимое сопротивление провода [12]:

$$r_{np} = \frac{\Delta U \cdot U_{HTH\_3Uo}}{2 \cdot S_{H\_3Uo}} \quad (3.12)$$

где  $S_{H\_3Uo}$  – расчетная мощность, потребляемая аппаратурой подключенной к дополнительной вторичной обмотке, питающейся по кабелю;

$U_{HTH\_3Uo}$  – номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки

$\Delta U$  – допустимая потеря напряжения, согласно п.1.2, 1.3

$\Delta U = 0,25$  при классе точности 0,2;

$\Delta U = 0,5$  при классе точности 0,5;

$\Delta U = 1,5$  при классе точности 1,0;

$\Delta U = 3$  при классе точности 3.

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

### По надежности действия автоматического выключателя при коротких замыканиях во вторичных цепях ТН

Автоматический выключатель должен надежно срабатывать при КЗ в конце кабеля.

Значение тока при коэффициенте чувствительности  $k_y = 1,5$ , обеспечивающего работу автоматических выключателей при максимальном токе срабатывания электромагнитного расцепителя:

$$I_{K3 \min} \geq 1,5 \cdot I_{cp. макс.} = 1,5 \cdot K_{P. макс.} \cdot I_{ном} \quad (3.13)$$

где  $I_{cp. макс.}$  – максимальный ток срабатывания электромагнитного расцепителя;

При использовании автоматических выключателей серии Acti9 типа iC60N с номинальным током 2 А, с кривой отключения типа «В» (iC60N 2/В)  $K_{P. макс.} = 5$ .

При использовании автоматических выключателей серии АП 50Б с номинальным током 2,5 А, с тепловым и электромагнитным расцепителями, срабатывание электромагнитных расцепителей с кратностью 3,5,  $K_{P. макс.} = 4$ .

$$I_{K3 \min} \geq 1,5 \cdot 5 \cdot 2 = 15 \text{ А} - \text{ для } iC60N \text{ 2/В};$$

$$I_{K3 \min} \geq 1,5 \cdot 4 \cdot 2,5 = 15 \text{ А} - \text{ для АП 50Б};$$

Значение тока короткого замыкания, необходимого для надежного действия теплового расцепителя:

$$I_{K3 \min} \geq 1,5 \cdot K_{P. мин.} \cdot I_{ном} \quad (3.14)$$

где  $K_{P. мин.}$  – минимальный ток срабатывания электромагнитного расцепителя;

При использовании автоматических выключателей серии Acti9 типа iC60N с номинальным током 2 А, с кривой отключения типа «В» (iC60N 2/В) - срабатывание между 3- и 5-кратным значениями,  $K_{P. мин.} = 3$ .

При использовании автоматических выключателей серии АП 50Б с номинальным током 2,5 А, с тепловым и электромагнитным расцепителями, срабатывание электромагнитных расцепителей с кратностью 3,5,  $K_{P. мин.} = 3$ .

Сопротивление  $r_{np}$  определяем при минимальном токе КЗ (двухфазное КЗ) для основных обмоток:

$$I_{K3 \min} = I^{(2)} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{HTH}}{2 \cdot \sqrt{X_{TH}^2 + r_{np}^2}} \quad (3.15)$$

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

где  $U_{HTH}$  – номинальное напряжение вторичной обмотки ТН (100 В),  
 $X_{TH}$  – сопротивление ТН.

Получаем:

$$r_{np} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3} \cdot U_{HTH}}{2 \cdot I_{K3 \min}}\right)^2 - X_{TH}^2} \quad (3.16)$$

Согласно формуле (3.11):

$$r_{np} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3} \cdot U_{HTH}}{2 \cdot 1,5 \cdot K_{P.\max} \cdot I_{ном}}\right)^2 - X_{TH}^2}$$

После проведения преобразований:

$$r_{np} = \sqrt{\left(\frac{U_{HTH}}{\sqrt{3} \cdot K_{P.\max} \cdot I_{ном}}\right)^2 - X_{TH}^2} \quad (3.17)$$

Сопротивление  $X_{TH}$  определяется по формуле через значение тока короткого замыкания на выводах  $I_{K3}^{(3)}$  (см. табл. 3):

$$X_{TH} = \frac{U_{HTH} / \sqrt{3}}{I_{K3}^{(3)}} \quad (3.18)$$

где  $U_{HTH}$  – номинальное напряжение вторичной обмотки ТН (100 В);

$I_{K3}^{(3)}$  – трехфазный ток короткого замыкания на выводах основной вторичной обмотки ТН;

В цепях дополнительной обмотки минимальный ток КЗ

$$I_{K3 \min} = \frac{U_{HTH\_3Uo}}{\sqrt{X_{TH}^2 + (2 \cdot r_{np})^2}} \quad (3.19)$$

При этом при условии (3.11) получим

$$r_{np} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\left(\frac{U_{HTH\_3Uo}}{1,5 \cdot K_{P.\max} \cdot I_{ном}}\right)^2 - X_{TH}^2} \quad (3.20)$$

$$X_{TH} = \frac{U_{HTH\_3Uo}}{I_{K3\_3Uo}} \quad (3.21)$$

где  $I_{K3\_3Uo}$  – ток короткого замыкания на выводах дополнительной вторичной обмотки;

$U_{HTH\_3Uo}$  – номинальное напряжение дополнительной вторичной обмотки.

Изн. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			32	

### Алгоритм расчета.

1. По условию потери напряжения в проводах вторичных цепей ТН по формулам (3.11) и (3.12) находим величину  $r_{np}$  для всех обмоток ТН.
2. По формулам (3.18) и (3.21) находим сопротивление обмоток трансформатора.
3. По условию надежной ликвидации коротких замыканий во вторичных цепях ТН действием автоматических выключателей по формулам (3.17) и (3.20) находим величину  $r_{np}$  для всех обмоток ТН.
4. По результатам расчетов п.1 и п.3 алгоритма выбираем наименьшее из значений и подставляем в формулу (3.10) для каждой из обмоток. Принимается ближайшее большее сечение кабеля

### **3.4 Выбор предохранителей первичных цепей ТН**

В цепи первичной обмотки ТН, как правило, должны устанавливаться предохранители для обеспечения сохранения в работе шин или других первичных цепей, к которым подключен трансформатора напряжения при КЗ на его ошиновке или вводах ВН (см. п.1.4).

Выбор и проверка силовых предохранителей производятся согласно [15].

#### **Номинальные параметры предохранителей**

Предохранителям трансформаторов напряжения обычно приписывается только номинальное напряжение  $U_{ном}$  – наибольшее межполюсное напряжение, на которое рассчитан предохранитель, в частности, в условиях длительного приложения этого напряжения, но в связи с большим выбором предохранителей, предлагаемых на рынке электрооборудования может потребоваться дополнительная проверка ТН по дополнительным защитным параметрам (согласно п.2.1 [15]):

- Номинальный ток предохранителя  $I_{ном}$  – наибольший допустимый по условиям нагрева частей предохранителя ток нагрузки в продолжительном режиме
- Номинальный ток заменяемого элемента  $I_{ном,э}$ , равный  $I_{ном}$  – наибольший допустимый по условиям нагрева частей заменяемого элемента ток нагрузки в продолжительном режиме при установке элемента в контактах или в держателе предназначенного для него основания

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							<b>10215-т1</b>	Лист
										33
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

- Номинальный ток отключения предохранителя  $I_{o,ном}$  – наибольшее действующее значение периодической составляющей ожидаемого тока в момент, соответствующий моменту возникновения дуги, которое предохранитель способен отключить при нормированных характеристиках защищаемой предохранителем электрической цепи

- Минимальный ток отключения предохранителя  $I_{o,min}$  – минимальное действующее значение периодической составляющей ожидаемого тока в момент, соответствующий моменту возникновения дуги, которое предохранитель способен отключить при нормированных характеристиках защищаемой предохранителем электрической цепи

- Ожидаемый ток  $I_{ож}$  - ток, который протекал бы в цепи, в которой установлен предохранитель, если бы предохранитель был заменен проводником (закороткой) с пренебрежимо малым полным сопротивлением по сравнению с полным сопротивлением остальной части цепи.

### Основные требования к предохранителям.

Предохранители должны выдерживать многократное воздействие перегрузок (сочетания тока и времени его протекания), не превышающих предельно допустимые, определяемые время-токовой характеристикой предельно допустимых перегрузок, задаваемой изготовителем для каждого значения  $I_{ном,э}$  для диапазона, эквивалентного времени  $t_{эк,лг}$  от 0,01 до 90 с (согласно п.3.5.2 [15]).

Отключающая способность предохранителя при перегрузках и коротких замыканиях должна обеспечиваться при указанных ниже характеристиках и условиях (согласно п.3.6.1 [15]):

- Напряжение сети — вплоть до равного наибольшему рабочему напряжению  $U_{нр}$ , соответствующему номинальному напряжению предохранителя  $U_{ном.}$ ;

- Ток отключения (действующее значение периодической составляющей ожидаемого тока  $I_{ож,л}$ , соответствующее моменту возникновения дуги) — от минимального тока отключения и вплоть до номинального тока отключения предохранителя  $I_{o,ном}$  при любом моменте (угле) возникновения короткого замыкания относительно нуля синусоиды напряжения сети.

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист 34
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

- Восстанавливающееся напряжение — в соответствии с нормированными характеристиками собственного переходного восстанавливающегося напряжения (ПВН), указанными в п. 3.6.2 [15].

Наибольшие допустимые перенапряжения, возникающие между выводами токоограничивающего предохранителя при отключении, приведены в табл. 4, [15]. Согласно данной таблице, возможность применения данного предохранителя в сети с  $U_{ном,с} < U_{ном}$  устанавливается путем дополнительных испытаний, проводимых по соглашению между заказчиком и изготовителем.

Допустимость применения предохранителей в сетях с номинальным напряжением, меньшим их номинального напряжения, указывается в стандартах на конкретные серии или типы предохранителем (согласно п.3.6.3 [15]).

- Значение одночасового тока плавления предохранителя должно заключаться между следующими значениями его нижнего и верхнего пределов (согласно п.3.6.4 [15]):

нижний предел —  $1,3 I_{ном}$ ;

верхний предел —  $2,0 I_{ном}$ .

- Время плавления предохранителя при токе 1,25 А должно быть больше 10 с, а при токе 2,5 А — меньше 10 с (согласно п.3.6.14 [15]).

### Критерии выбора предохранителей

Основные критерии выбора предохранителей:

- по номинальному напряжению:

$$U_{ном} \geq U_{ном.ТН}$$

где  $U_{ном.ТН}$  — номинальное напряжение первичной обмотки ТН 6(10) кВ.

- по номинальному току:

$$I_{ном} \geq I_{ном.ТН}$$

где  $I_{ном.ТН}$  — номинальный ток ТН, определяемый, как :

$$I_{ном.ТН} = \frac{S_{пред.}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.ТН}} \quad (3.22)$$

где  $S_{пред.}$  — предельная мощность первичной обмотки вне класса точности;

Для ТН типа НАЛИ НТЗ-6(10) с типовыми параметрами (см. табл. 2.1) выпол-

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

ним данный расчет.

Для НАЛИ НТЗ-6(10) с предельной мощностью первичной обмотки 1000 ВА по формуле (3.22) имеем:

$$I_{ном.ТН} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 6000} = 0,097 \text{ А} - \text{ для НАЛИ НТЗ-6;}$$

$$I_{ном.ТН} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10000} = 0,058 \text{ А} - \text{ для НАЛИ НТЗ-10;}$$

- по максимальной отключающей способности:

$$I_{о,ном} \geq I_{к.з.системы}$$

- по минимальному току отключения:

$$I_{к.з.ТН} \geq I_{о,min}$$

Токи  $I_{о,ном}$  и  $I_{о,min}$  определяют рабочую область предохранителя, в которой он гарантированно защищает трансформатор напряжения.

### 3.5 Пример расчета.

Рассмотрим пример расчета трансформатора напряжения.

#### Исходные данные.

Ко вторичным цепям шинного ТН 10 кВ типа НАЛИ-НТЗ-10 с мощностями вторичных обмоток 60/60/100 ВА, подключены:

К основной вторичной обмотке для измерения и защиты: преобразователь ЩМ-120 – 1шт., микропроцессорное устройство защиты типа БМРЗ-152 – 3шт., регистратор аварийных событий ПАРМА – 1шт.

К основной вторичной обмотке для учета: счетчик учета электроэнергии СЭТ-4ТМ.03 – 10шт.

К дополнительной вторичной обмотке: микропроцессорное устройство защиты типа БМРЗ-152 – 1шт.

Расстояние от шкафа ТН 10 кВ до устройства РАС в отдельном шкафу – 30 м. Резервирование цепей напряжения от ТН 10 кВ смежной секции не предусмотрено.

#### Необходимо:

1. Определить нагрузку вторичных цепей напряжения ТН 10 кВ.
2. Выбрать автоматы цепей напряжения ТН.
3. Выбрать кабели от шкафа ТН 10 кВ до устройства РАС в отдельном шкафу.

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						36
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

Решение.

1. Данные о потреблении аппаратуры находим по каталогам (см. Прил. А) и заносим в таблицу 3.2

**Таблица 3.2** – Расчет нагрузок на ТН 10 кВ.

Прибор	Тип	Мощность потреблен. ВА	Кол-во	Потребление обмотки напряжения, ВА (при $U_{ном}$ )			
				На фазу, S <sub>ф</sub> или обм.3U0	S <sub>ab</sub>	S <sub>bc</sub>	S <sub>ca</sub>
Осн. обм. N1 Счетчик	СЭТ-4ТМ.03	1	10	10			
	Итого:			10			
Осн. обмотка N2	Микропроцесс. устр-во защиты	БМРЗ-152-ТН	0,25	1	0,25		
		БМРЗ-152-ВВ, БМРЗ-152-СВ	0,25	2		0,5	0,5
	Преобразователь	ЦМ-120	0,6	1	0,6		
	РАС «ПАРМА-РП4.06М»	ПУ16/32М3	1	1	1		
	Итого:			1,85	0,5	0,5	0,5
Доп. обм. N3	Микропроцесс. устр-во защиты	БМРЗ-152-ТН	0,25	1	0,25		
	Итого:			0,25			

Проведем расчет мощности для основной обмотки N1 (обмотка цепей счетчиков учета) для фазы А по формуле (3.3) при отсутствии нагрузки, подключенной на линейные напряжения:

$$S_{Hф} = S_A = 10 \text{ ВА}$$

Для основной обмотки N2 (обмотка цепей измерения и защиты) для фазы А по формуле (3.3):

$$K = \frac{S_{AB}}{S_{CA}} = \frac{0,5}{0,5} = 1$$

$$S_{Hф} = \frac{S_{CA}}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{K^2 + K + 1} + S_A = \frac{0,5}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{1^2 + 1 + 1} + 1,85 = 2,35 \text{ ВА}$$

Суммарная мощность нагрузки ТН, подключенная к дополнительной вторичной обмотке:

$$S_H = 0,25 \text{ ВА.}$$

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №					Лист
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	

Проведем проверку загрузки ТН на выполнение условий (3.4) и (3.5):

Для основной обмотки N1 (обмотка цепей счетчиков учета):

$$S_{ном} \geq 3 \cdot 10 = 30 \text{ ВА}$$

60 > 30 ВА –условие (3.4) выполняется;

Для основной обмотки N2 (обмотка цепей измерения и защиты):

$$S_{ном} \geq 3 \cdot 2,35 = 7,05 \text{ ВА}$$

60 > 7,05 ВА –условие (3.4) выполняется;

Для дополнительной вторичной обмотке:

$$S_{ном} \geq 0,25 \text{ ВА}$$

100ВА –условие (3.5) выполняется.

Вывод: ТН типа НАЛИ-НТЗ-10 удовлетворяет условиям проверки по допустимой нагрузке.

2. Произведем выбор автоматических выключателей цепей напряжения ТН.

Согласно п.3.2 при применении ТН типа НАЛИ НТЗ-6(10) с типовыми параметрами, устанавливаем автоматические выключатели серии Acti9 типа iC60N с номинальным током 2 А, с кривой отключения типа «В» (iC60N 2/В).

3. Выбор кабелей от шкафа ТН 10 кВ до устройства РАС в отдельном шкафу.

Определим допустимое сопротивление кабеля от шкафа ТН 10 кВ до шкафа РАС.

Расчет по потере напряжения.

Для основной обмотки N1 (обмотка цепей счетчиков учета) по формуле (3.11):

$$r_{np} = \frac{\Delta U \cdot U_{НТН}}{3 \cdot S_{НФ}} = \frac{0,5 \cdot 100}{3 \cdot 10} = 1,67 \text{ Ом}$$

Для основной обмотки N2 (обмотка цепей измерения и защиты) по формуле (3.11):

$$r_{np} = \frac{\Delta U \cdot U_{НТН}}{3 \cdot S_{НФ}} = \frac{0,5 \cdot 100}{3 \cdot 2,35} = 7,1 \text{ Ом}$$

Для дополнительной вторичной обмотки по формуле (3.12):

$$r_{np} = \frac{\Delta U \cdot U_{НТН-3U_0}}{2 \cdot S_H} = \frac{3 \cdot 100}{2 \cdot 0,25} = 600 \text{ Ом}$$

Расчет по надежности действия автоматического выключателя при коротких замыканиях во вторичных цепях ТН.

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							<b>10215-т1</b>	Лист
										38
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Для основной обмотки N1 (обмотка цепей счетчиков учета) сопротивление ТН по формуле (3.18):

$$X_{TH} = \frac{U_{HTH} / \sqrt{3}}{I_{K3}^{(3)}} = \frac{100 / \sqrt{3}}{90} = 0,64 \text{ Ом};$$

Для основной обмотки N2 (обмотка цепей измерения и защиты) сопротивление ТН по формуле (3.18):

$$X_{TH} = \frac{U_{HTH} / \sqrt{3}}{I_{K3}^{(3)}} = \frac{100 / \sqrt{3}}{140} = 0,42 \text{ Ом};$$

Для дополнительной вторичной обмотки сопротивление ТН по формуле (3.21):

$$X_{TH} = \frac{U_{HTH\_3Uo}}{I_{K3 \min 3Uo}} = \frac{100}{26} = 3,85 \text{ Ом}.$$

Определяем сопротивление  $r_{np}$  при минимальном токе КЗ (двухфазное КЗ).

Для основной обмотки N1 (обмотка цепей счетчиков учета) по формуле (3.17):

$$r_{np} = \sqrt{\left(\frac{U_{HTH}}{\sqrt{3} \cdot K_{P.\max} \cdot I_{ном}}\right)^2 - X_{TH}^2} = \sqrt{\left(\frac{100}{\sqrt{3} \cdot 5 \cdot 2}\right)^2 - 0,64^2} = 5,73 \text{ Ом}$$

Для основной обмотки N2 (обмотка цепей измерения и защиты) по формуле (3.17):

$$r_{np} = \sqrt{\left(\frac{U_{HTH}}{\sqrt{3} \cdot K_{P.\max} \cdot I_{ном}}\right)^2 - X_{TH}^2} = \sqrt{\left(\frac{100}{\sqrt{3} \cdot 5 \cdot 2}\right)^2 - 0,42^2} = 5,76 \text{ Ом}$$

Для цепей дополнительной вторичной обмотки по формуле (3.20):

$$r_{np} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\left(\frac{U_{HTH\_3Uo}}{1,5 \cdot K_{P.\max} \cdot I_{ном}}\right)^2 - X_{TH}^2} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\left(\frac{100}{1,5 \cdot 5 \cdot 2}\right)^2 - 3,85^2} = 5,44 \text{ Ом}$$

Сечение жил кабеля определяем по выражению (3.10). Принимаем медные кабели.

Для основной обмотки N1 (обмотка цепей счетчиков учета) принимаем  $r_{np} = 1,67 \text{ Ом}$ .

$$q = \frac{30}{57 \cdot 1,67} = 0,32;$$

Для основной обмотки N2 (обмотка цепей измерения и защиты) принимаем  $r_{np} = 5,76 \text{ Ом}$ .

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
			Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	

$$q = \frac{30}{57 \cdot 5,76} = 0,09;$$

Для дополнительной вторичной обмотки принимаем  $r_{np} = 5,44 \text{ Ом}$ :

$$q = \frac{30}{57 \cdot 5,44} = 0,1.$$

Вывод: Для всех цепей принимаем медный кабель сечением 2,5 кв.мм.

Инв. № подлин.	Подпись и дата					Взамен инв. №	
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	<b>10215-т1</b>	Лист
							40

### Список литературы

1. Правила устройства электроустановок, 7 издание.
2. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ СТО 56947007- 29.240.10.028-2009.
3. ГОСТ 1983-2001. Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.
4. ГОСТ 18685-73 «Трансформаторы тока и напряжения. Термины и определения».
5. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.10.191-2014. Методические указания по защите от резонансных повышений напряжения в электроустановках 6-750 кВ.
6. РД 34.35.305 Инструкция по проверке трансформаторов напряжения и их вторичных цепей. Издание второе, переработанное и дополненное 1979.
7. РД 153-34.3-35.125-99. Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозových и внутренних перенапряжений. Часть 2. Защита от внутренних перенапряжений электрических сетей 6-35 кВ.
8. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» СТО 56947007-29.240.30.010-2008. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ. Типовые решения.
9. Приложение 11.1 к Положению о порядке получения статуса субъекта оптового рынка и ведения реестра субъектов оптового рынка, 2015 г.
10. Типовая работа 104321тм-т1 «Электрические измерения на подстанциях 35-220кВ (с использованием приборов фирмы SATEC)», ЗАО "ГК "Электрощит"-ТМ Самара", филиал "ЭСП-НН-СЭЦ" 2015г».
11. Типовая работа 35114тм-т1 «Электрические измерения на подстанциях 35-220 кВ (приборы ОАО «Электроприбор» г. Чебоксары)», ЗАО "ГК "Электрощит"-ТМ Самара", филиал "ЭСП-НН-СЭЦ" 2015г».
12. Типовая работа 52770-Э «Анализ и разработка схем вторичных цепей трансформаторов напряжения для цепей защиты и измерения». Проектный институт «ТЕПЛОЭЛЕКТРОПРОЕКТ». Москва, 1980г
13. Оборудование низкого напряжения. Acti 9. Каталог 2010. Shneider Electric
14. «Каталог продукции 2015 г. II» ООО «Невский трансформаторный завод «Волхов».

Инв. № подлин.	Подпись и дата	Взамен инв. №							Лист
			<b>10215-т1</b>						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			41	

15. ГОСТ 2213-79 (2003) Предохранители переменного тока на напряжение 3 кВ и выше. Общие технические условия.

16. «Разработка НАЛИ-НТЗ-10(б) – очередной шаг к повышению надежности и эксплуатационных характеристик антирезонансных ТН» журнал ЭНЕРГОЭКСПЕРТ № 2, 2015г.

17. Распоряжение ОАО «ФСК ЕЭС» от 24.06.2010 № 366р «Об утверждении типового перечня сигналов, поступающих от РЗА, ПА, АИИС КУЭ и инженерных систем подстанции в АСУТП».

Инв. № подлин.	Подпись и дата					Взамен инв. №	
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	<b>10215-т1</b>	Лист
							42

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	47
-------------------------	--------------	------	------------	----

*Дверь релейного шкафа*

A1	Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ-152-2-Д-...-ТН-01(БМРЗ-155-2-Д-...-ТНш-01)	1	См. Т.Т. п. 7, 8
ADR1	Регистратор ДУГА-0	1	
HLW1	Лампа полупроводниковая коммутаторная СКЛ-11-Ж-П-2-220-УХЛ3.1 (желтая)	1	
SAC1	Переключатель пакетный ПП53-16 1 098 М 1 УХЛ4	1	См. Т.Т. п. 5
SAC2, SAC3	Переключатель пакетный ПП53-16 1 096 М 1 УХЛ4	2	См. Т.Т. п. 5
SAC4, SAC5, SAC6, SAD1	Переключатель пакетный ПП53-16 1 095 М 1 УХЛ4	4	См. Т.Т. п. 4, 5
SBH1	Выключатель кнопочный с цилиндрическим толкателем КЕ 011 У3 исп.1 Черный.	1	

*Задняя стенка*

KK1	Разветвитель интерфейса RS-485 ПР-3	1	
R1	Резистор постоянный проволочный С5-35В-25 3900 Ом Допуск 5%	1	

Согласовано

Взам. инв. N

Подпись и дата

Инв. N подл.

**10215-Т1**

*Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ"Волхов"*

Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата			
Разраб.	Куприянов	<i>Ку</i>	15.12.	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10)	Стадия	Лист	Листов	
Провер.	Колесников	<i>Кол</i>	15.12.	с устройствами БМРЗ-152-ТН-01, БМРЗ-155-ТНш-01		1	3	
Провер.	Тюменков	<i>Тю</i>	15.12.					
Н. контр.	Наумова	<i>На</i>	15.12.	Перечень аппаратуры.	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.			
Нач.отд.	Мозанов	<i>Моз</i>	15.12.					

Исп.

411-PER

Формат А4

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
SF1	Выключатель автоматический iC60N 3P 2/B с блок-контактами	1	
	Блок-контакт переключающий iOF доп. к автомату iC60_	1	Для SF1
SF2	Выключатель автоматический iC60N 1P 2/B с блок-контактом	1	
	Блок-контакт переключающий iOF доп. к автомату iC60_	1	Для SF2
SF3	Выключатель автоматический iC60N 2P 2/B с блок-контактами	1	
	Блок-контакт переключающий iOF доп. к автомату iC60_	1	Для SF3
SF4	Выключатель автоматический C60H-DC 2P 2/C	1	
SF5, SF6, SF7, SF8, SF9	Выключатель автоматический C60H-DC 2P 2/C с блок-контактом	5	
	Блок-контакт переключающий OF доп. к автомату C60_	5	Для SF5, SF6, SF7, SF8, SF9
VD1, VD2	Штекер с диодом ST-1N4007 с базовой клеммой 1300 В, 1А	2	
	Базовая клемма к штекеру UK 4-TG	2	Для VD1, VD2

<i>Дно релейного шкафа</i>			
XP1	Штепсельный разъем (комплектно с тележкой)	1	

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

10215-T1

Лист  
2

Исп.

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	49
-------------------------	--------------	------	------------	----

<i>Отсек ввода-вывода</i>				
SQG#	Выключатель путевой ВП 19М-21Б 421-67 У 2.17	1		
VOD1	Волоконно-оптический датчик ВОД -Л	1	См. Т.Т. п. 2	

<i>Отсек в/вольтного оборудования</i>				
TV#P(TV#K)	Трансформатор напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10)	1		
VOD2	Волоконно-оптический датчик ВОД -Л	1	См. Т.Т. п. 2	

<i>Отсек сборных шин</i>				
VOD	Волоконно-оптический датчик ВОД -Л	1	См. Т.Т. п. 2	

<i>Панель фасада ячейки</i>				
STM	Выключатель путевой ВП 19М-21Б 421-67 У 2.17	1		

<i>Шинный мост (см. Т. Т. п. 3)</i>				
VOD3	Волоконно-оптический датчик ВОД -Л	1	См. Т.Т. п. 2	

*Технические требования :*

1. Аппаратура цепей обогрева, освещения, оперативной блокировки и сигнализатора напряжения в данный перечень не входит и определяется КРУ - строительным заводом.
2. Место установки датчика и длина волоконно-оптического кабеля определяется КРУ -строительным заводом.
3. Необходимость установки датчика VOD3 определяется при конкретном проектировании.
4. Размещение аппаратуры по поверхностям ячейки определяется КРУ - строительным заводом.
5. Возможна замена на НВА с аналогичными параметрами.
6. Необходимость установки переключателей уточняется при конкретном проектировании.
7. Тип устройства БМРЗ-152-2-Д...-ТН-01 или БМРЗ-155-2-Д...-ТНш-01 определяется при конкретном проектировании.
8. Тип интерфейса связи определяется при конкретном проектировании.
9. Аппаратура цепей измерения и телеизмерения напряжения 6(10) кВ приведена на отдельных чертежах.

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата	Исп.	10215-Т1	Лист	3

Технические указания :

1. Схема электрическая принципиальная выполнена для шкафа шинного ТН 6(10) кВ с использованием устройств "БМРЗ-152-ТН-01" (Руководство по эксплуатации ДИВГ.648228.039-02.04 РЭ) и "БМРЗ-155-ТНш-01" (Руководство по эксплуатации ДИВГ.648228.039-08.16 РЭ) фирмы ООО "НТЦ "Механотроника". Тип устройства определяется при конкретном проектировании.  
Конфигурирование дискретных входов, выходов и светодиодов устройства БМРЗ-152-ТН-01(БМРЗ-155-ТНш-01) см. Таблицу 2.
2. Схема тележки и номера контактов разъема ХР1 определяются заводом – изготовителем тележки ТН.
3. В схеме предусмотрено :
  - контроль напряжения на секции 6(10) кВ ;
  - сигнализация неисправности цепей напряжения ;
  - защита от замыкания на землю с действием на сигнал ;
  - образование шинок ЗМН (2 очереди) ;
  - организация шинок блокировки индивидуальной ЗМН отходящих линий 6(10) кВ ;
  - организация шинок АЧР (2 ступени) и ЧАПВ.
4. Цепи освещения, обогрева, эл.магнитной блокировки и сигнализатора напряжения выполняются КРУ – строительным заводом и в данной схеме не показаны.
5. Контакты путевого выключателя положения тележки (STM) показаны для контрольного положения тележки. Контакты путевого выключателя заземляющего ножа (ЗН) SQG# показаны для отключенного положения ЗН.

6. Цепи измерения и телеизмерения приведены на отдельных чертежах.
7. При наличии на подстанции коммерческого учета эл. энергии, выводы автомата SF3, переключателя SAC3 и клемник шинок напряжения для учета эл. энергии должны предусматривать ламбдировку.
8. Заземление корпуса устройства выполнить проводом с желто-зеленой изоляцией сечением не менее 2,5 кв.мм.
9. Тип интерфейса связи, а также перечень сигналов, передаваемых по интерфейсу связи, определяется при конкретном проектировании.
10. Вместо знака "#" указывается номер секции, на которой установлен шкаф шинного ТН 6(10) кВ, вместо знака "&" – номер смежной секции 6(10) кВ.
11. При организации схемы АЧР и ЧАПВ на отдельном устройстве, контакты выходных реле К1, К2, К6 выведены на клеммы, и как правило, являются резервными, автомат SF6, переключатели SAC4, SAC5 и SAC6 не устанавливаются.
12. При организации цепей УРОВ и ЛЗШ с использованием автоматов оперативных цепей в ячейках вводов 6(10) кВ и СВ 6(10) кВ, автоматы SF7 и SF8 не устанавливаются.
13. Необходимость установки переключателей SAC1, SAC2, SAC3 для перевода нагрузки с рабочего ТН на резервный ТН определяется при конкретном проектировании.
14. Необходимость организации цепей групповой или блокировки индивидуальной ЗМН уточняется при конкретном проектировании.
15. Использование шинки предупредительной сигнализации уточняется при конкретном проектировании.

Таблица 1. Переключатели, используемые в схеме.

Поз. обозначение переключателя	Назначение переключателя	Положения переключателя
SAD1	ЗДЗ	1 – вывод 2 – ввод
SAC1	Положение цепей ТН для измерения и защиты	1 – резервное 2 – рабочее
SAC2	Положение цепей ТН для контроля изоляции сети	1 – резервное 2 – рабочее
SAC3	Положение цепей ТН для счетчиков учета эл. энергии	1 – резервное 2 – рабочее
SAC4	1 ступень АЧР	1 – вывод 2 – ввод
SAC5	2 ступень АЧР	1 – вывод 2 – ввод
SAC6	ЧАПВ	1 – вывод 2 – ввод

Диаграмма работы переключателей SAC2, SAC3 (ПП 53-16 1 096 М 1 УХЛ4)

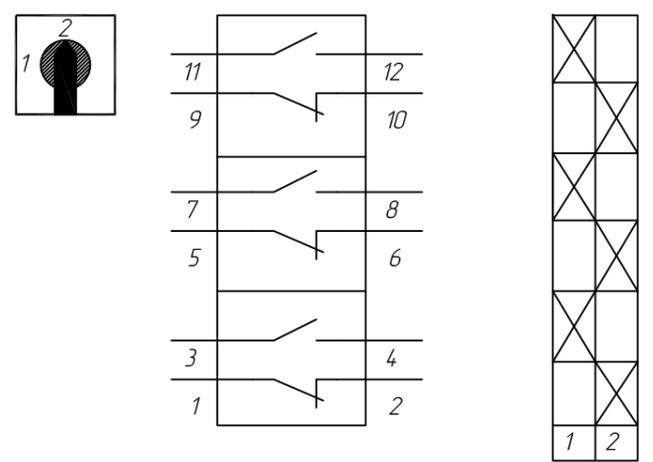


Диаграмма работы переключателя SAC1 (ПП 53-16 1 098 М 1 УХЛ4)

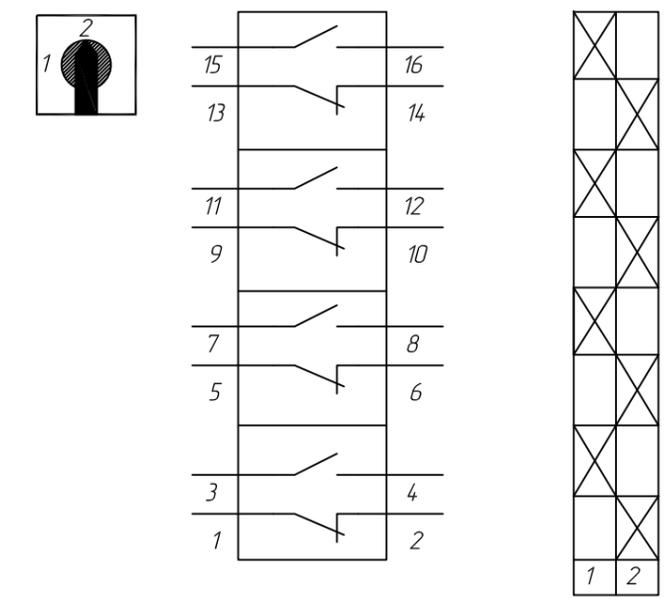
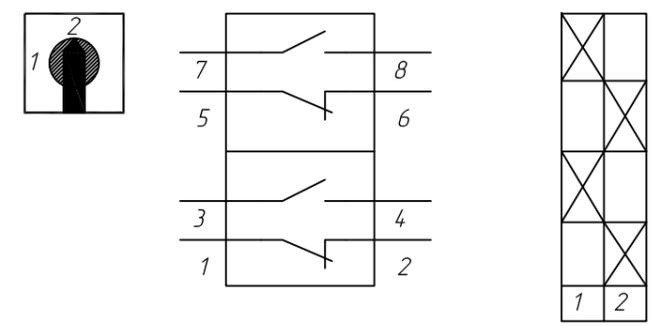


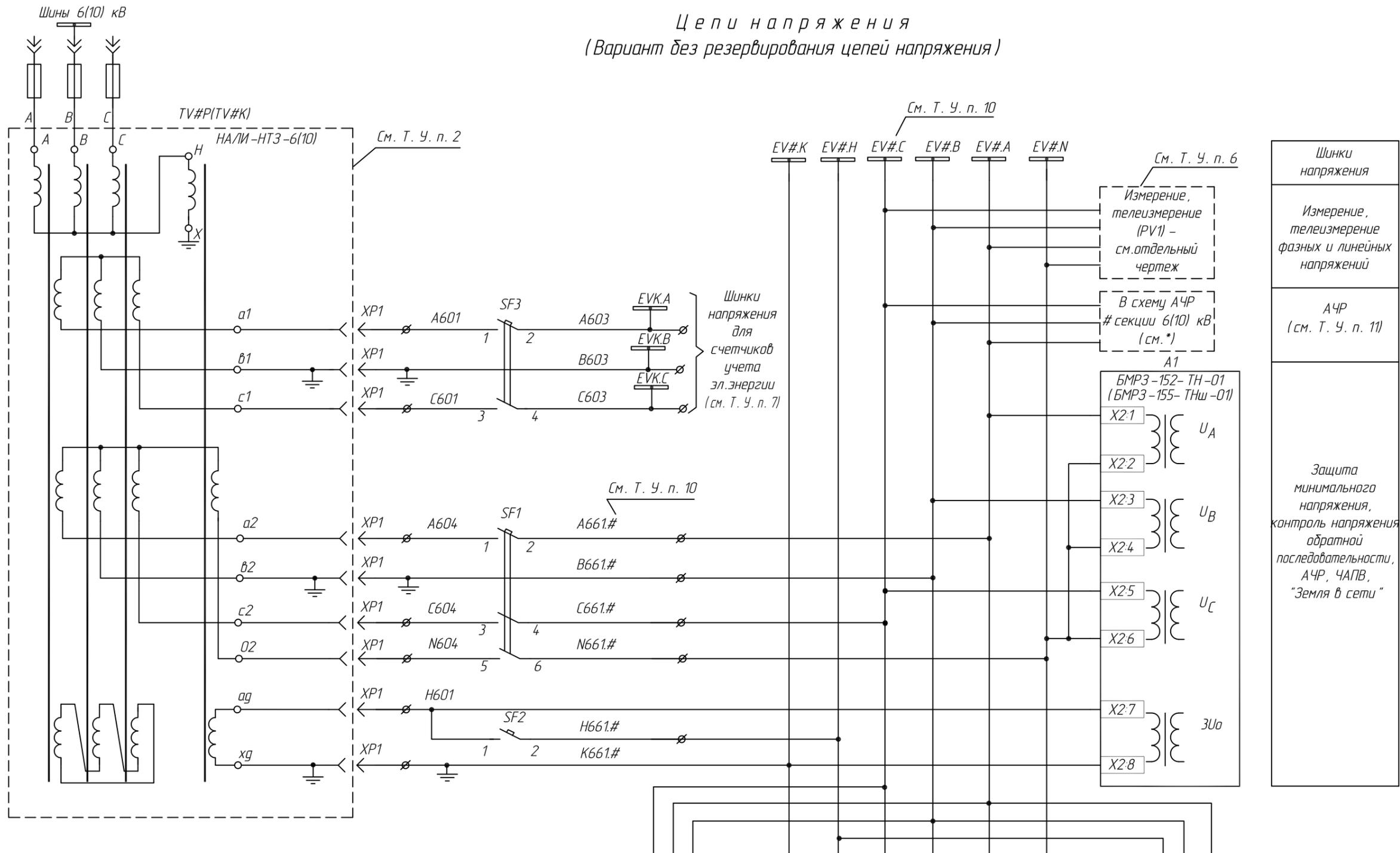
Диаграмма работы переключателей SAC4, SAC5, SAC6, SAD1 (ПП 53-16 1 095 М 1 УХЛ4)



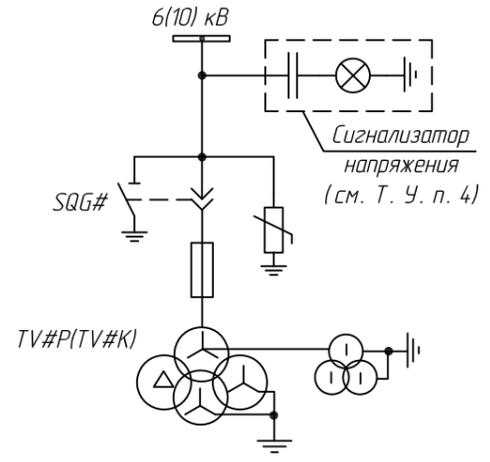
10215-Т1						Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ "Волхов"			
Изм.	Кол.ч.	Лист	Н док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройствами БМРЗ-152-ТН-01, БМРЗ-155-ТНш-01	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Куприянов		Евд	15.12.			1	8
Провер.		Колесников		Сав	15.12.				
Провер.		Тюменков		Жеон	15.12.				
Н. контр.		Наумова		Жауф	15.12.	Схема эл. принципиальная и технические указания	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЦ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач. отд.		Могонов		Могонов	15.12.				

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

### Цепи напряжения (Вариант без резервирования цепей напряжения)



Поясняющая схема



В схему управления выключателем стороны ВН и резервной защиты т-ра

В схему регистратора аварийных процессов (определяется при конкретном проектировании)

В схему РПН (определяется при конкретном проектировании)

\* Только при организации схемы АЧР на отдельном устройстве.

Согласовано

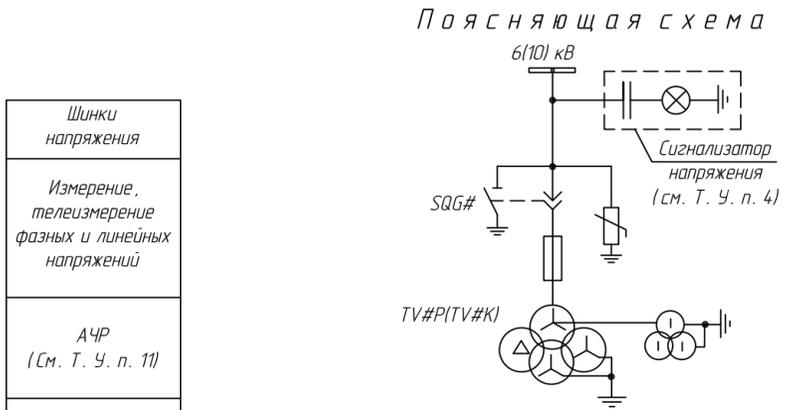
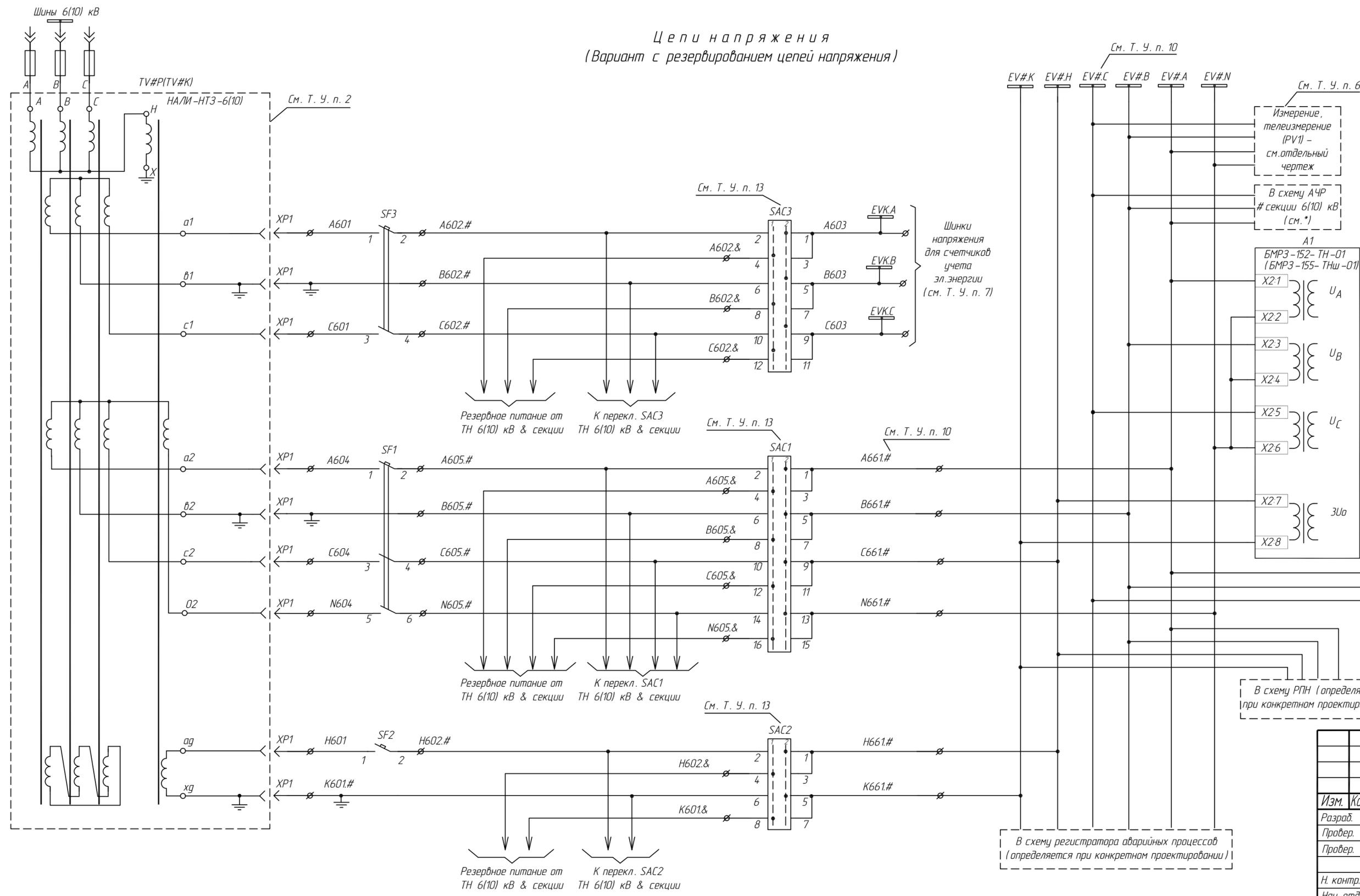
Взам. инв. N

Подпись и дата

Инв. N подл.

					<b>10215-Т1</b>				
					Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "				
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройствами БМРЗ-152-ТН-01, БМРЗ-155-ТНш-01	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Куприянов		Евд	15.12.				
Провер.		Колесников		Сав	15.12.			2	
Провер.		Тюменков		Зем	15.12.				
Н. контр.		Наумова		Шауф	15.12.	Схема эл. принципиальная	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач. отд.		Мозанов		Мозанов	15.12.				

### Цепи напряжения (Вариант с резервированием цепей напряжения)



Шинки напряжения

Измерение, телеизмерение фазных и линейных напряжений

АЧР (См. Т. У. п. 11)

Защита минимального напряжения, контроль напряжения обратной последовательности, АЧР, ЧАПВ, "Земля в сети"

В схему РПН (определяется при конкретном проектировании)

В схему управления выключателем стороны ВН и резервной защиты т-ра

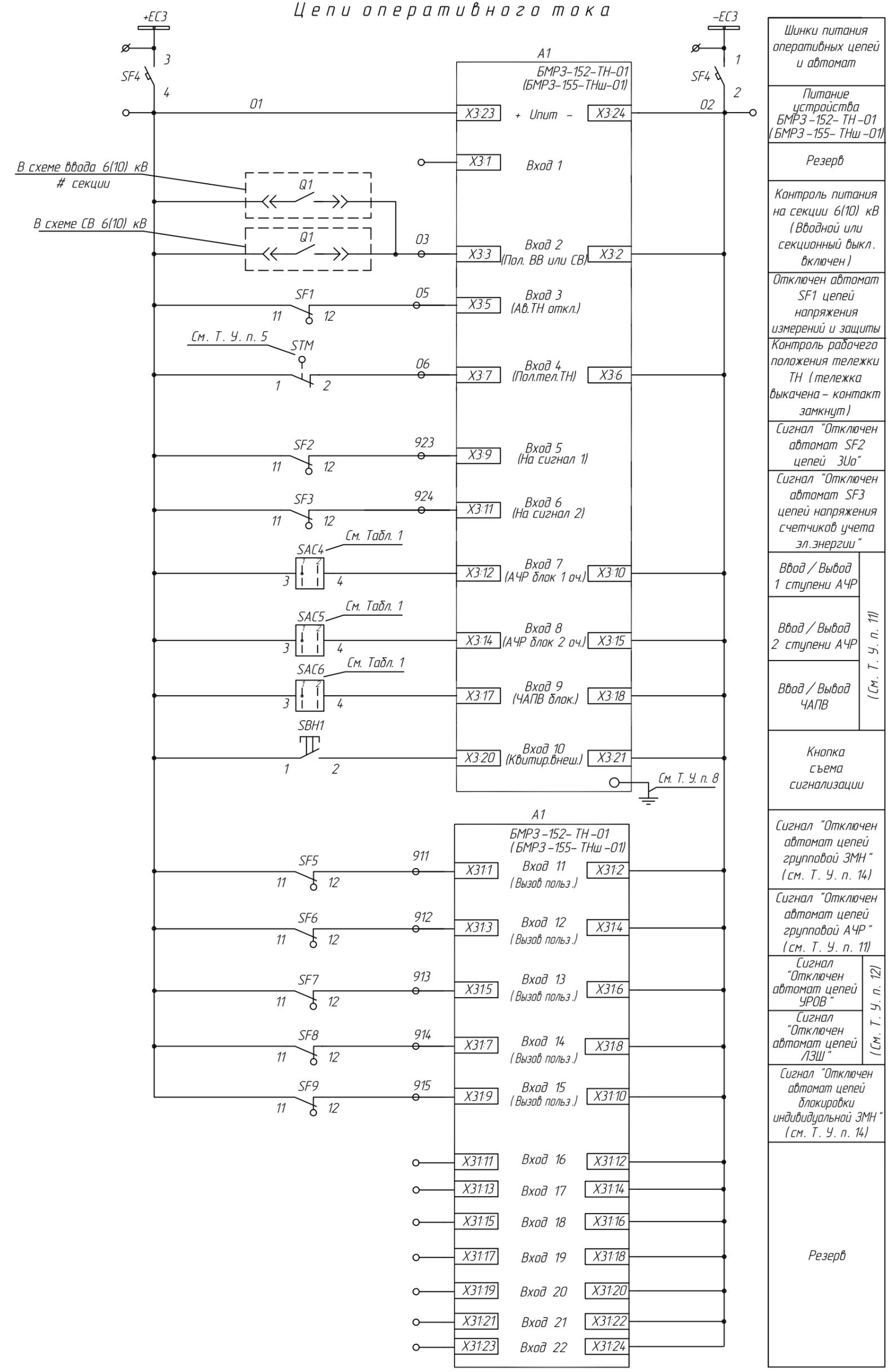
В схему регистратора аварийных процессов (определяется при конкретном проектировании)

\* Только при организации схемы АЧР на отдельном устройстве.

						<b>10215-Т1</b>					
						Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НА/ЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ "Волхов"					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НА/ЛИ-НТЗ-6(10)	Стадия	Лист	Листов		
Разраб.	Куприянов				15.12.	с устройствами БМРЗ-152-ТН-01, БМРЗ-155-ТНш-01		3			
Провер.	Колесников				15.12.						
Провер.	Тюменков				15.12.						
Н. кантр.	Наумова				15.12.					Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.	
Нач. отд.	Могонов				15.12.					Исп.	

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

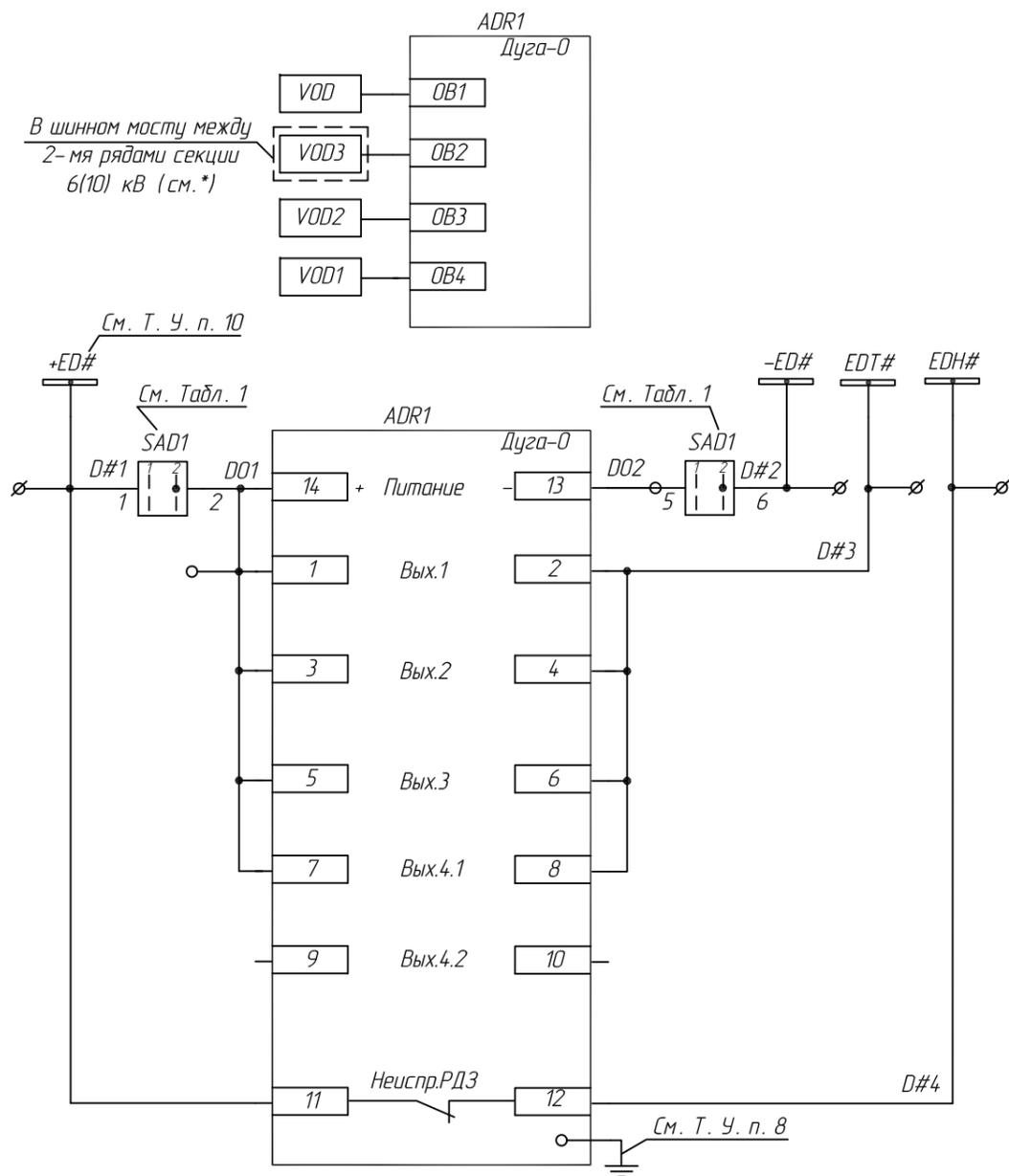
Цепи оперативного тока



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

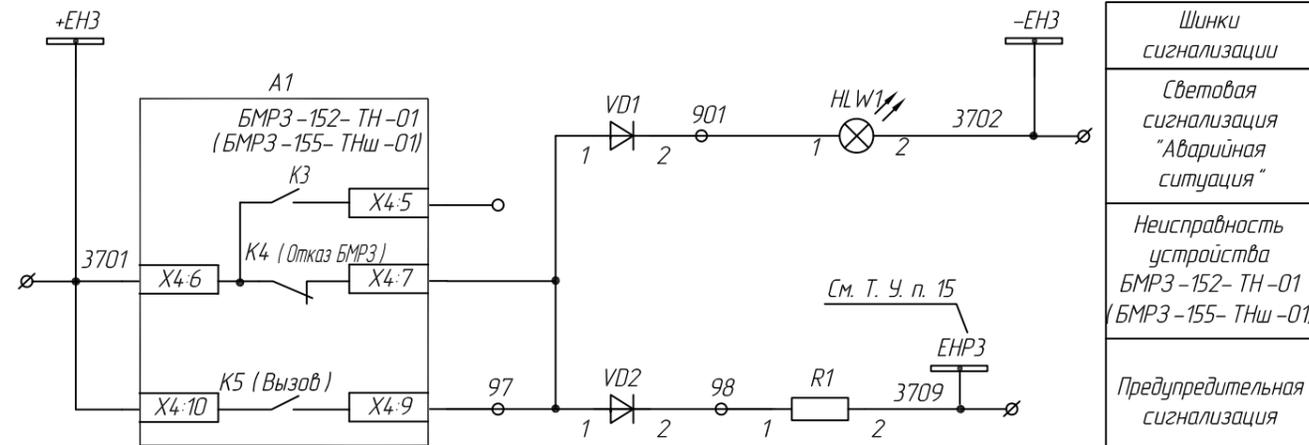
					<b>10215-Т1</b>			
					Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "			
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Куприянов		<i>Куприянов</i>	15.12.	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройствами БМРЗ-152-ТН-01, БМРЗ-155-ТНш-01	4	
Провер.		Колесников		<i>Колесников</i>	15.12.			
Провер.		Тюменков		<i>Тюменков</i>	15.12.			
Н. контр.		Наумова		<i>Наумова</i>	15.12.	Схема эл. принципиальная		Филиал "Институт "ЭСН-НН-СЭШ" г. Н. Новгород 2015 г.
Нач. отд.		Могонов		<i>Могонов</i>	15.12.			

Пример цепей ЗДЗ в шкафу шинного ТН 6(10) кВ



- Датчик ДЗ в отсеке сборных шин
- Датчик ДЗ в шинном мосту (или не используется)
- Датчик ДЗ в отсеке в / вольтного оборудования
- Датчик ДЗ в отсеке ввода-вывода
- Шинки ЗДЗ секции
- Переключатель ввода / вывода питания устройства ADR1
- Срабатывание датчика ДЗ в отсеке сборных шин
- Срабатывание датчика ДЗ в шинном мосту (или не используется)
- Срабатывание датчиков ДЗ в отсеке в / вольтного оборудования
- Срабатывание датчика ДЗ в отсеке ввода-вывода
- Не используется
- Неисправность устройства ADR1

Цепи сигнализации



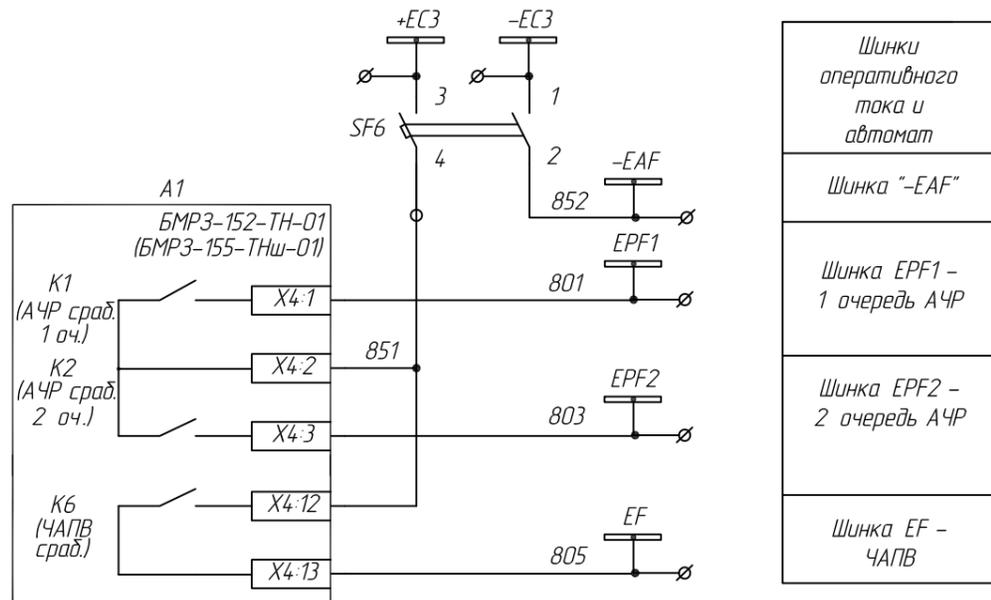
- Шинки сигнализации
- Световая сигнализация "Аварийная ситуация"
- Неисправность устройства БМРЗ-152-ТН-01 (БМРЗ-155-ТНш-01)
- Предупредительная сигнализация

\* Только при двухрядном расположении ячеек секций 6(10) кВ при наличии шинного моста, соединяющего подстанции по сборным шинам.

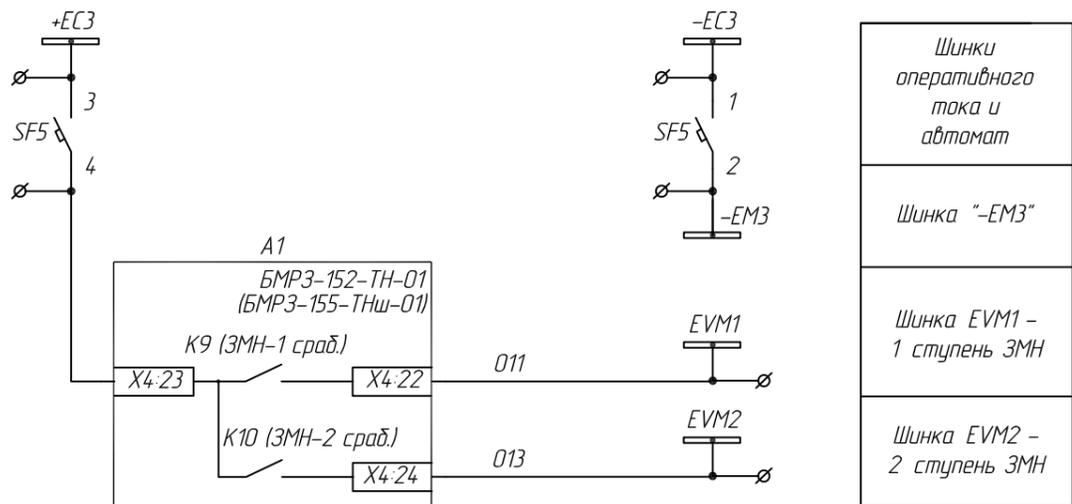
Согласовано	
Инв. N подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. N	

<b>10215-Т1</b>					
Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "					
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата
Разраб.		Куприянов		<i>Евг</i>	15.12.
Провер.		Колесников		<i>Сав</i>	15.12.
Провер.		Тюменков		<i>Сергей</i>	15.12.
Н. контр.		Наумова		<i>Наум</i>	15.12.
Нач. отд.		Могонаев		<i>Могонаев</i>	15.12.
ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройствами БМРЗ-152-ТН-01, БМРЗ-155-ТНш-01					Стадия
Лист					Листов
Схема эл. принципиальная					5
Филиал "Институт ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.					

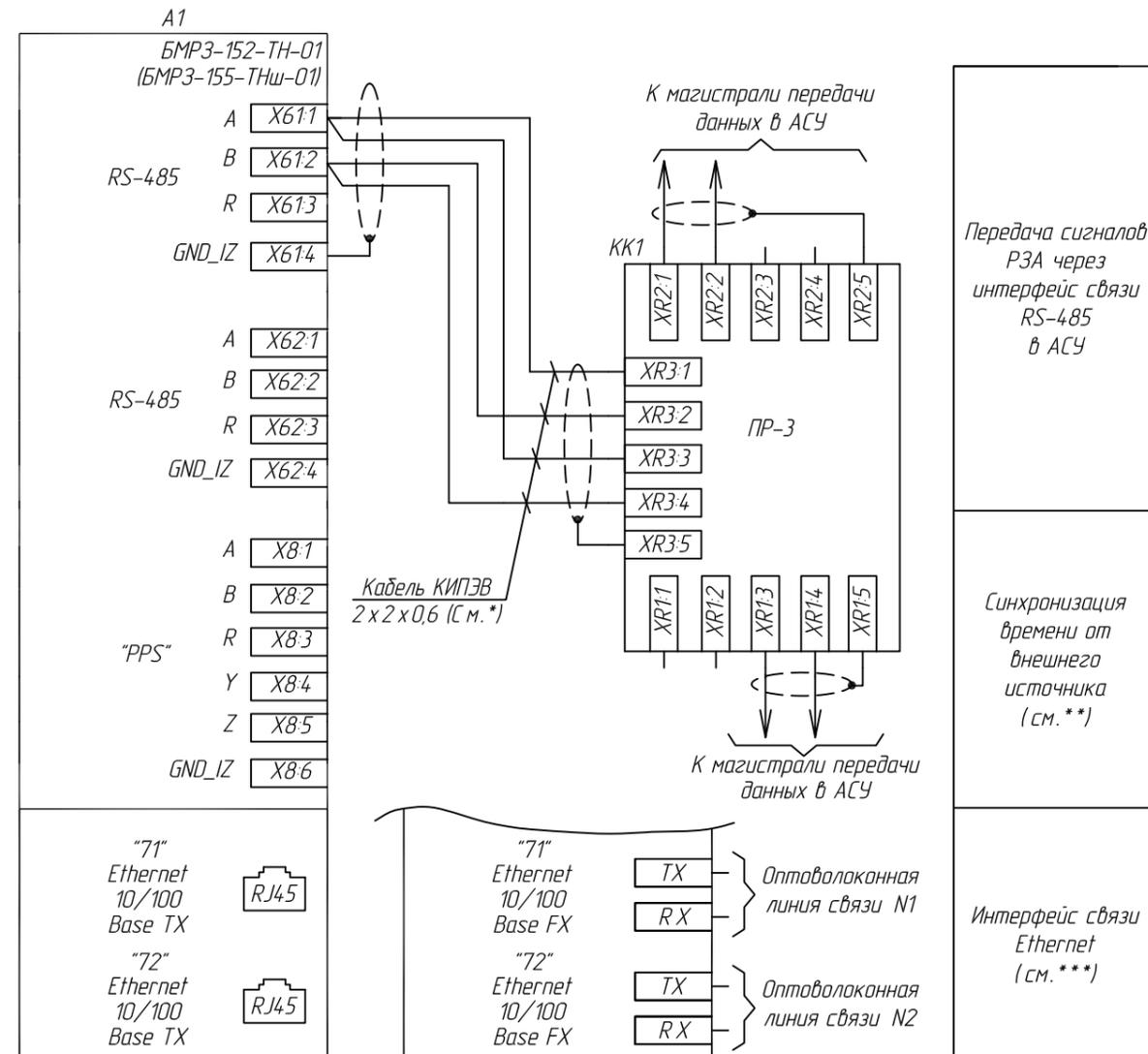
Образование шинок АЧР и ЧАПВ (см. Т. У. п. 11)



Образование шинок групповой ЗМН (см. Т. У. п. 14)



Цепи интерфейса связи (см. Т. У. п. 9)



\* В соответствии со стандартом ISO/IEC 8482 длина ответвления кабеля от магистрали RS-485 не должна превышать 1 метра.

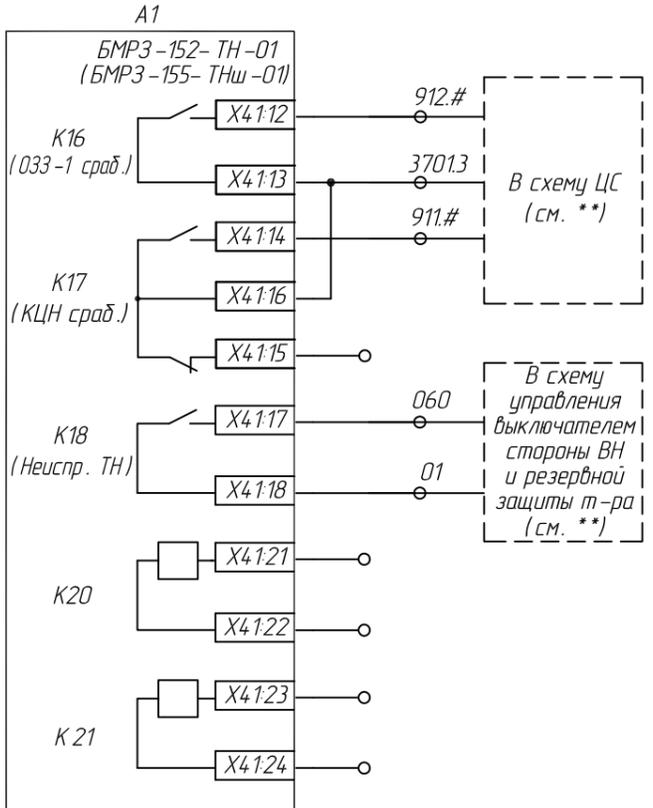
\*\* Необходимость использования порта PPS уточняется при конкретном проектировании.

\*\*\* Вариант исполнения соединителей "71", "72" Ethernet (по витой паре или с помощью оптического кабеля) определяется при конкретном проектировании.

Согласовано	15.12.	15.12.
Нач. отд. АСУ	Рыбин	Пугачев С.
Инж. отд. АСУ	Рыбин	Пугачев С.
Инв. и подп.	Взам. инв. и подп.	Подпись и дата

<b>10215-Т1</b>											
Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "											
Изм.	Кол.уч.	Лист	И док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройствами БМРЗ-152-ТН-01, БМРЗ-155-ТНш-01			Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Куприянов	15.12.								6	
Провер.	Колесников	15.12.									
Провер.	Тюменков	15.12.									
Н. контр.	Наумова	15.12.				Схема эл. принципиальная			Филиал "Институт ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач. отд.	Мозанов	15.12.									

Выходные цепи

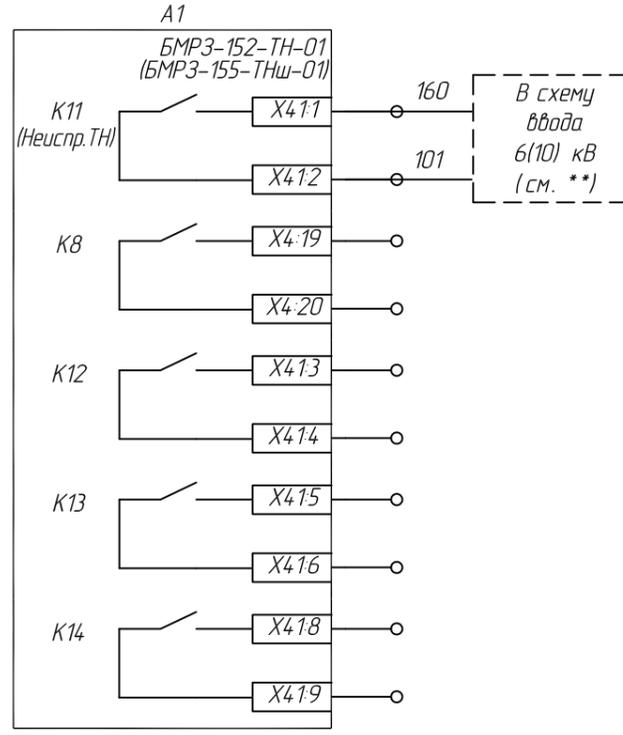


"Земля в сети 6(10) кВ"

"Неисправность цепей напряжения 6(10) кВ"

Блокировка пуска МТЗ ВН при неисправности шинного ТН

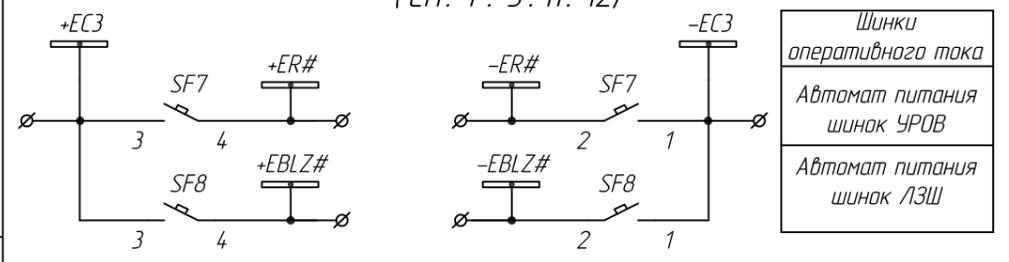
Резерв



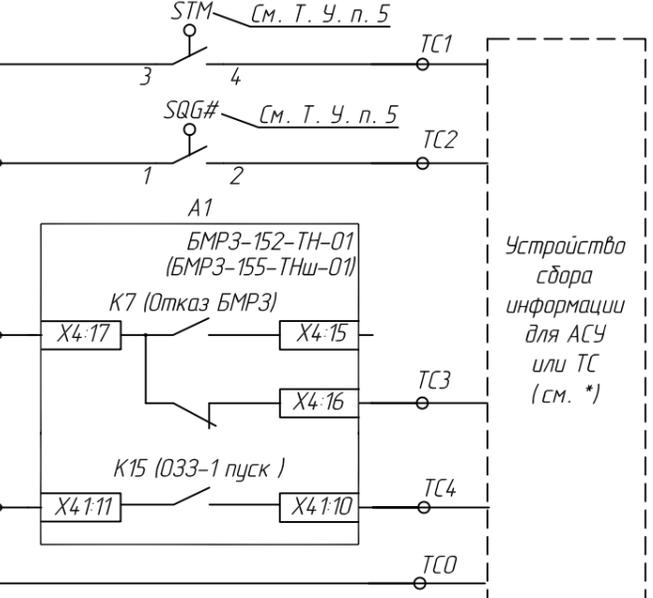
Неисправность шинного ТН 6(10) кВ (ВЗ выкачен, автомат цепей напряжения отключен)

Резерв

Организация питания шинок УРОВ и ЛЗШ (см. Т. У. п. 12)



Шинки оперативного тока
Автомат питания шинок УРОВ
Автомат питания шинок ЛЗШ



Сигнал "Тележка в рабочем положении"

Сигнал "ЗН включен"

"Неисправность МПУ"

"Земля в сети 6(10) кВ"

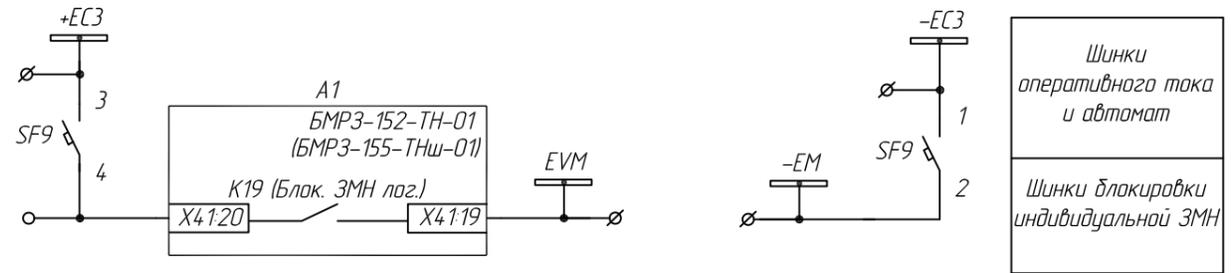
Диаграммы работ контактов выключателей путевых

Положение выкатной части	Положение контактов выключателя путевого STM	Положение заземляющего ножа SQG#	Положение контактов путевого выключателя
Рабочее (тележка вквачена)		Отключен	
Контрольное		В сторону включения и во включенном положении	

толкатель выключателя путевого

+ путевого выключатель в сработанном положении (толкатель прижат).  
 - путевого выключатель в несработанном положении (толкатель свободен).

Образование шинок блокировки индивидуальной ЗМН (см. Т. У. п. 14)



Шинки оперативного тока и автомат

Шинки блокировки индивидуальной ЗМН

\* Телесигналы для АСУ и ТС, а также марки цепей телесигнализации уточняются при конкретном проектировании.  
 \*\* Марки цепей уточняются при конкретном проектировании.

					<b>10215-Т1</b>				
					Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "				
Изм.	Кол.ч.	Лист	Н док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10)	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Куприянов		Евд	15.12.	с устройствами БМРЗ-152-ТН-01,		7	
Провер.		Колесников		Сав	15.12.	БМРЗ-155-ТНш-01			
Провер.		Тюменков		Зем	15.12.				
Н. контр.		Наумова		Наум	15.12.				
Нач. отд.		Мозонов		Мозон	15.12.				
					Исп.		Филиал "Институт ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		

15.12. 15.12.  
 Нач. отд. АСУ Рыбин  
 Инж. отд. АСУ Пугачев С.  
 Согласовано  
 Подпись и дата  
 Инв. № подл.

Таблица 2 – Конфигурирование дискретных входов, выходов и светодиодов устройства БМРЗ-152-ТН-01(БМРЗ-155-ТНш-01)

Дискретный вход или выход, светодиод	Наименование сигнала	Примечание
<b>Дискретные входы (см. *)</b>		
Вход 1(Я1)		Резерв
Вход 2(Я2)	Пол. ВВ или СВ	
Вход 3(Я3)	Ав. ТН откл.	
Вход 4(Я4)	Пол. тел. ТН	
Вход 5(Я5)	На сигнал 1	Сигнал "Отключен автомат SF2 цепей 3Ua"
Вход 6(Я6)	На сигнал 2	Сигнал "Отключен автомат SF3 цепей напряжения счетчиков учета эл.энергии"
Вход 7(Я7)	АЧР блок.1 оч.	
Вход 8(Я8)	АЧР блок.2 оч.	
Вход 9(Я9)	ЧАПВ блок.	См.***
Вход 10(Я10)	Квотир.внеш.	
Вход 11(Я11)	Вызов польз.	Сигнал "Отключен автомат цепей групповой ЗМН"
Вход 12(Я12)		Сигнал "Отключен автомат цепей АЧР"
Вход 13(Я13)		Сигнал "Отключен автомат цепей УРОВ"
Вход 14(Я14)		Сигнал "Отключен автомат цепей ЛЭШ"
Вход 15(Я15)		Сигнал "Отключен автомат цепей блокировки индивидуальной ЗМН"
Вход 16(Я16)		Резерв
Вход 17(Я17)	Резерв	
Вход 18(Я18)	Резерв	
Вход 19(Я19)	Резерв	
Вход 20(Я20)	Резерв	
Вход 21(Я21)	Резерв	
Вход 22(Я22)	Резерв	

Продолжение таблицы 2

Дискретный вход или выход, светодиод	Наименование сигнала	Примечание
<b>Дискретные выходы (см. *)</b>		
Выход К1	АЧР сраб. 1 оч.	
Выход К2	АЧР сраб. 2 оч.	
Выход К3		Резерв
Выход К4	Отказ БМРЗ	БФПО
Выход К5	Вызов	БФПО
Выход К6	ЧАПВ сраб.	См.**
Выход К7	Отказ БМРЗ	
Выход К8		Резерв
Выход К9	ЗМН-1 сраб.	
Выход К10	ЗМН-2 сраб.	
Выход К11	Неиспр.ТН	См. рис. 1
Выход К12		Резерв
Выход К13		Резерв
Выход К14		Резерв
Выход К15	ОЗЗ-1 пуск	
Выход К16	ОЗЗ-1 сраб.	
Выход К17	КЦН сраб.	
Выход К18	Неиспр.ТН	См. рис. 1
Выход К19	Блок.ЗМН лог.	
Выход К20		Резерв
Выход К21		Резерв

Продолжение таблицы 2

Дискретный вход или выход, светодиод	Наименование сигнала	Примечание
<b>Светодиоды (см. *)</b>		
Светодиод 1	АЧР сраб. 1 оч.	АЧР - 1 очередь
Светодиод 2	АЧР сраб. 2 оч.	АЧР - 2 очередь
Светодиод 3	ОЗЗ-1 сраб.	Земля в сети
Светодиод 4	ЗМН-1 сраб.	ЗМН - 1 ступень
Светодиод 5	ЗМН-2 сраб.	ЗМН - 2 ступень
Светодиод 6	Неиспр. ТН	Неисправность ТН
Светодиод 7	КЦН сраб.	Неисправность цепей напряжения
Светодиод 8	ЧАПВ сраб.	ЧАПВ
Светодиод 9		Резерв
Светодиод 10		Резерв

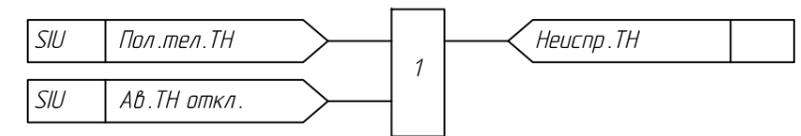


Рис.1 – Функциональная схема алгоритма неисправности ТН

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

\* Назначение дискретных входов, выходов и светодиодов уточняется при конкретном проектировании.  
 \*\* Выходному реле К6 устройства БМРЗ-152-ТН-01(БМРЗ-155-ТНш-01) задать функции "ЧАПВ сраб. 1 оч.", "ЧАПВ сраб. 2 оч.". Уставки срабатывания 1 и 2 очереди ЧАПВ должны быть одинаковыми и превышать значение уставки срабатывания 1 очереди АЧР.  
 \*\*\* На вход 9 назначить функции "ЧАПВ блок .1 оч.", "ЧАПВ блок .2 оч."

<b>10215-Т1</b>					
Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ "Волхов"					
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата
Разраб.		Куприянов		<i>Суп</i>	15.12.
Провер.		Колесников		<i>Кол</i>	15.12.
Провер.		Тюменков		<i>Тюм</i>	15.12.
Н. контр.		Наумова		<i>Наум</i>	15.12.
Нач. отд.		Могонаев		<i>Мого</i>	15.12.
Схема эл. принципиальная					Филиал "Институт "ЭСН-НН-СЭШ" г. Н. Новгород 2015 г.

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	58
-------------------------	--------------	------	------------	----

Дверь релейного шкафа  
МЕ 01

A1	Микропроцессорное устройство SEPAM 1000+ S80 с дисплеем	1	
	Дополнительный модуль входов / выходов MES 120G 220 В	2	Для А1
	Разъем А, Е под винт ССА 620	2	Для А1
	Разъем В 1 токовых входов ССА 630	1	Для А1
ADR1	Регистратор ДУГА -0	1	
HLW1	Лампа полупроводниковая коммутаторная	1	
	СКЛ-11-Ж-П-2-220-УХЛ3.1 (желтая)		
SAC1	Переключатель пакетный ПП53-16 1 098 М 1 УХЛ4	1	См. Т.Т. п. 5
SAC2, SAC3	Переключатель пакетный ПП53-16 1 096 М 1 УХЛ4	2	См. Т.Т. п. 5
SAC4, SAC5, SAD1	Переключатель пакетный ПП53-16 1 095 М 1 УХЛ4	3	См. Т.Т. п. 4, 5
SBH1	Выключатель кнопочный с цилиндрическим толкателем	1	
	КЕ 011 У3 исп.1 Черный.		

Согласовано

Взам. инв. N

Подпись и дата

Инв. N подл.

10215-Т1

Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ"Волхов"

Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата				
Разраб.		Куприянов		<i>Куприянов</i>	15.12.	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством SEPAM 1000+ S80	Стадия	Лист	Листов
Провер.		Колесников		<i>Колесников</i>	15.12.			1	4
Провер.		Тюменков		<i>Тюменков</i>	15.12.				
Н. контр.		Наумова		<i>Наумова</i>	15.12.	Перечень аппаратуры.	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач.отд.		Мозанов		<i>Мозанов</i>	15.12.				

Исп.

412-PER

Формат А4

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
-------------------------	--------------	------	------------

*Задняя стенка  
МЕ 01*

KK1	Модуль интерфейса связей двухпроводной ACE 949-2	1	
	Кабель ССА 612 Комплектно с ACE 949-2	1	Для KK1
KL1	Реле промежуточное Finder 55 34.9220.0040 с раз. 94.74	1	См. Т.Т. п. 5
R1	Резистор постоянный проволочный С 5-35 В -25 3900 Ом Допуск 5%	1	
RCL1	Шинная клемма с гасительными элементами WG-EK1 исп.25 250V DC	1	
SF1	Выключатель автоматический iC60N 3P 2/B с блок-контактами	1	
	Блок-контакт переключающий iOF доп. к автомату iC60_	1	Для SF1
SF2	Выключатель автоматический iC60N 1P 2/B с блок-контактом	1	
	Блок-контакт переключающий iOF доп. к автомату iC60_	1	Для SF2
SF3	Выключатель автоматический iC60N 2P 2/B с блок-контактами	1	
	Блок-контакт переключающий iOF доп. к автомату iC60_	1	Для SF3
SF4	Выключатель автоматический C60H-DC 2P 2/C	1	
SF5, SF6, SF7, SF8, SF9	Выключатель автоматический C60H-DC 2P 2/C с блок-контактом	5	

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

Изм.	Кол.ч.	Лист	N док.	Подпись	Дата
------	--------	------	--------	---------	------

Исп.

10215-T1

Лист

2

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	60
	Блок-контакт переключающий OF доп. к автомату С60_	5	Для SF5, SF6, SF7, SF8, SF9	
VD1, VD2	Штекер с диодом ST-1N4007 с базовой клеммой 1300 В, 1А	2		
	Базовая клемма к штекеру UK 4-TG	2	Для VD1, VD2	

Дно релейного шкафа  
МЕ 01

XP1	Штепсельный разъем (комплектно с тележкой)	1		
-----	--	---	--	--

Отсек ввода-вывода  
МЕ 01

SQG#	Выключатель путевой ВП 19М-21Б 421-67 У2.17	1		
VOD1	Волоконно-оптический датчик ВОД -Л	1	См. Т.Т. п. 2	

Отсек в/вольтного оборудования  
МЕ 01

TV#P(TV#K)	Трансформатор напряжения НА/ЛИ-НТЗ-6(10)	1		
VOD2	Волоконно-оптический датчик ВОД -Л	1	См. Т.Т. п. 2	

Отсек сборных шин  
МЕ 01

VOD	Волоконно-оптический датчик ВОД -Л	1	См. Т.Т. п. 2	
-----	------------------------------------	---	---------------	--

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N							Лист
			10215-Т1						3
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата				

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	61
-------------------------	--------------	------	------------	----

Панель фасада ячейки  
МЕ 01

STM	Выключатель путевой ВП 19М-21Б 421-67 У 2.17	1	

Шинный мост (см. Т. Т. п. 3)  
МЕ 01

VOD3	Волоконно-оптический датчик ВОД-Л	1	См. Т.Т. п. 2

*Технические требования :*

1. Аппаратура цепей обогрева, освещения, оперативной блокировки и сигнализатора напряжения в данный перечень не входит и определяется КРУ – строительным заводом.
2. Место установки датчика и длина волоконно-оптического кабеля определяется КРУ – строительным заводом.
3. Необходимость установки датчика VOD3 определяется при конкретном проектировании.
4. Размещение аппаратуры по поверхностям ячейки определяется КРУ – строительным заводом.
5. Возможна замена на НВА с аналогичными параметрами.
6. Необходимость установки переключателей уточняется при конкретном проектировании.
7. Аппаратура цепей измерения и телеизмерения напряжения 6(10) кВ приведена на отдельных чертежах.

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N							Лист
			10215-Т1						4
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата				
Исп.									

Технические указания :

1. Схема электрическая принципиальная выполнена для шкафа шинного ТН 6(10) кВ с использованием устройства SEPAM 1000+ S80 с 2-мя модулями дискретных входов / выходов MES120G. Конфигурирование дискретных входов, выходов и светодиодов устройства SEPAM 1000+ S80 см. Таблицу 2.
2. Схема тележки и номера контактов разъема ХР1 определяются заводом – изготовителем тележки ТН.
3. В схеме предусмотрено :
  - контроль напряжения на секции 6(10) кВ ;
  - сигнализация неисправности цепей напряжения ;
  - защита от замыкания на землю с действием на сигнал ;
  - пуск МТЗ ВН т -ра ;
  - образование шинок ЗМН (2 очереди) ;
  - организация шинок блокировки индивидуальной ЗМН отходящих линий 6(10) кВ ;
  - организация шинок АЧР (2 ступени) .
4. Цепи освещения, обогрева, эл.магнитной блокировки и сигнализатора напряжения выполняются КРУ – строительным заводом и в данной схеме не показаны.
5. Контакты путевого выключателя положения тележки (STM) показаны для контрольного положения тележки. Контакты путевого выключателя заземляющего ножа (ЗН) SQG# показаны для отключенного положения ЗН.

6. Цепи измерения и телеизмерения приведены на отдельных чертежах.
7. При наличии на подстанции коммерческого учета эл. энергии, выводы автомата SF3, переключателя SAC3 и клемник шинок напряжения для учета эл. энергии должны предусматривать пламбировку.
8. Заземление корпуса устройства выполнить проводом с желто-зеленой изоляцией сечением не менее 2,5 кв.мм.
9. Подключение устройства SEPAM 1000+ S80 в систему АСУ, а также перечень сигналов, передаваемых по интерфейсу связи, определяется при конкретном проектировании.
10. Вместо знака “#” указывается номер секции, на которой установлен шкаф шинного ТН 6(10) кВ, вместо знака “&” – номер смежной секции 6(10) кВ.
11. При организации схемы АЧР на отдельном устройстве, контакты выходных реле 0101, 0102 выведены на клеммы, и как правило, являются резервными, автомат SF6, переключатели SAC4 и SAC5 не устанавливаются.
12. При организации цепей УРОВ и ЛЗШ с использованием автоматов оперативных цепей в ячейках вводов 6(10) кВ и СВ 6(10) кВ, автоматы SF7 и SF8 не устанавливаются.
13. Необходимость установки переключателей SAC1, SAC2, SAC3 для перевода нагрузки с рабочего ТН на резервный ТН определяется при конкретном проектировании.
14. Необходимость организации цепей групповой или блокировки индивидуальной ЗМН уточняется при конкретном проектировании.
15. Использование шинки предупредительной сигнализации уточняется при конкретном проектировании.

Таблица 1. Переключатели, используемые в схеме.

Поз. обозначение переключателя	Назначение переключателя	Положения переключателя
SAD1	ЗДЗ	1 – вывод 2 – ввод
SAC1	Положение цепей ТН для измерения и защиты	1 – резервное 2 – рабочее
SAC2	Положение цепей ТН для контроля изоляции сети	1 – резервное 2 – рабочее
SAC3	Положение цепей ТН для счетчиков учета эл.энергии	1 – резервное 2 – рабочее
SAC4	1 ступень АЧР	1 – вывод 2 – ввод
SAC5	2 ступень АЧР	1 – вывод 2 – ввод

Диаграмма работы переключателей SAC2, SAC3 (ПП 53-16 1 096 М 1 УХЛ4)

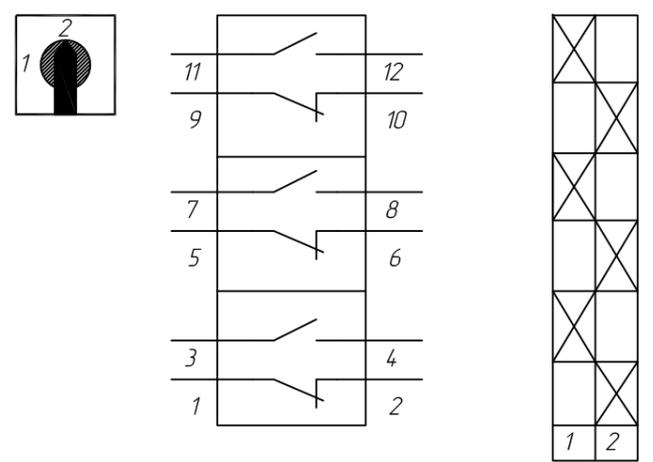


Диаграмма работы переключателя SAC1 (ПП 53-16 1 098 М 1 УХЛ4)

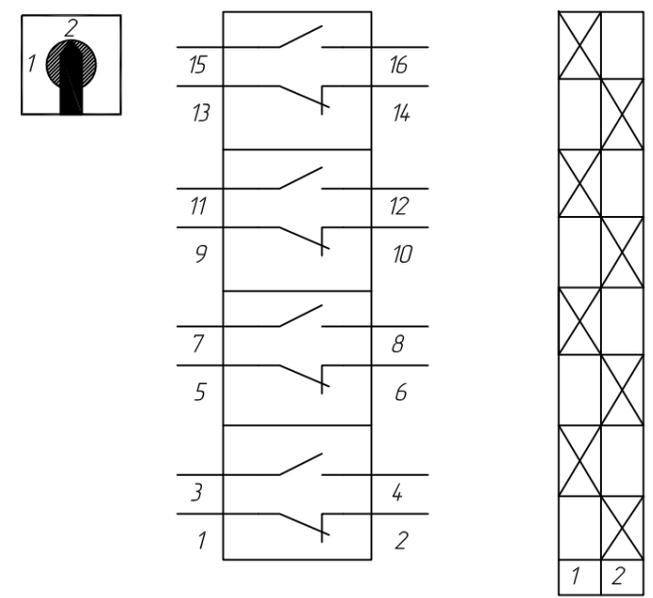
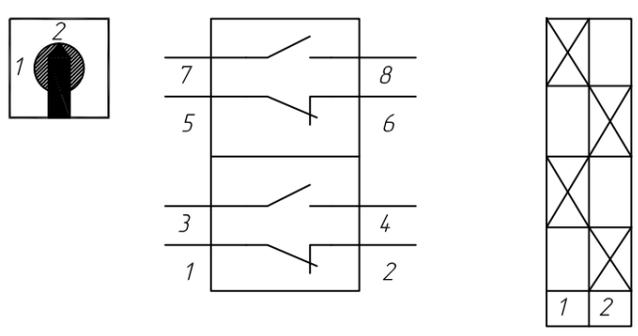


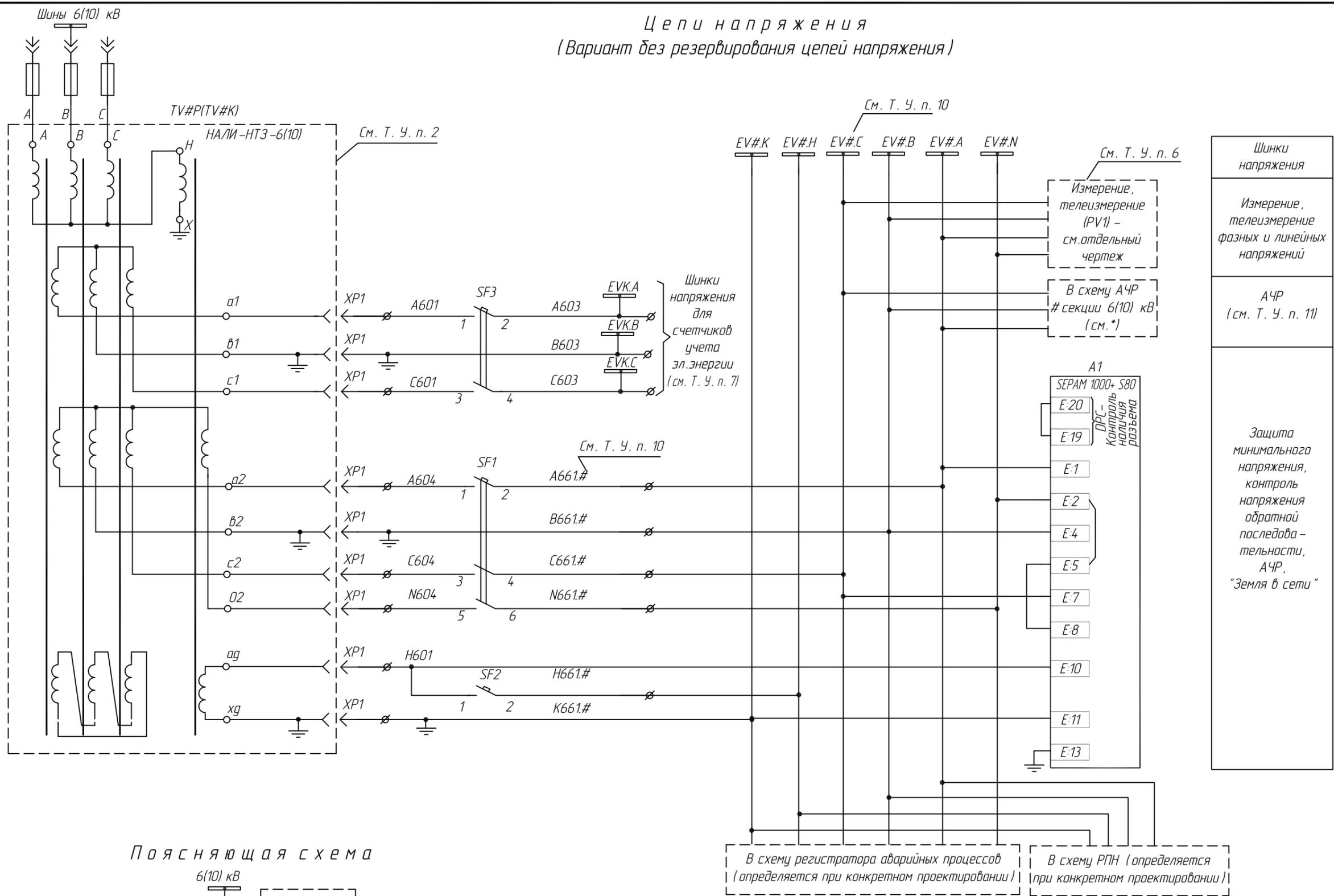
Диаграмма работы переключателей SAC4, SAC5, SAD1 (ПП 53-16 1 095 М 1 УХЛ4)



10215-Т1						Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ"Волхов"			
Изм.	Кол.чч.	Лист	Н док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством SEPAM 1000+ S80	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Куприянов		Евд	15.12.			1	8
Провер.		Колесников		Сав	15.12.				
Провер.		Тюменков		Зем	15.12.				
Н. контр.		Наумова		Науц	15.12.	Схема эл. принципиальная и технические указания	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач. отд.		Могонаев		Мого	15.12.				

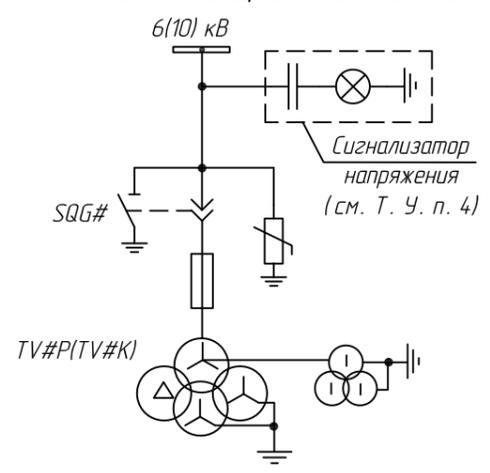
Согласовано  
 Инв. N подп.  
 Подпись и дата  
 Взам. инв. N

### Цепи напряжения (Вариант без резервирования цепей напряжения)



Шинки напряжения
Измерение, телеизмерение фазных и линейных напряжений
АЧР (см. Т. У. п. 11)
Защита минимального напряжения, контроль напряжения обратной последовательности, АЧР, "Земля в сети"

#### Поясняющая схема



<b>10215-Т1</b>					
Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "					
Изм.	Кол.уч.	Лист	И док.	Подп.	Дата
Разраб.		Куприянов		<i>Евд</i>	15.12.
Провер.		Колесников		<i>Колес</i>	15.12.
Провер.		Тюменков		<i>Тюмен</i>	15.12.
Н. контр.		Наумова		<i>Наум</i>	15.12.
Нач. отд.		Могонаев		<i>Могона</i>	15.12.
Исп.					
Схема эл. принципиальная					
			Стадия	Лист	Листов
				2	
Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.					

Согласовано

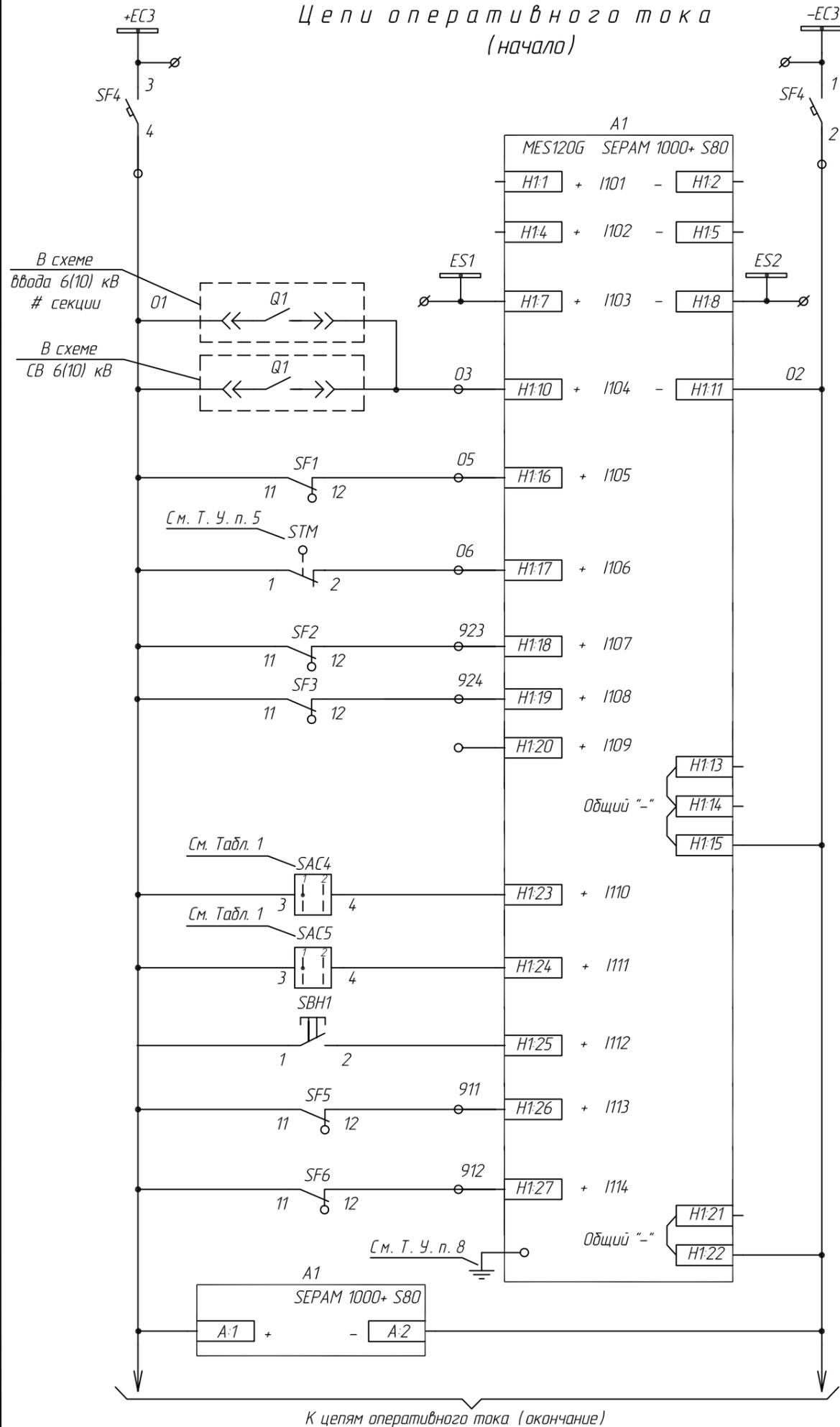
Взам. инв. N

Подпись и дата

Инв. N подл.

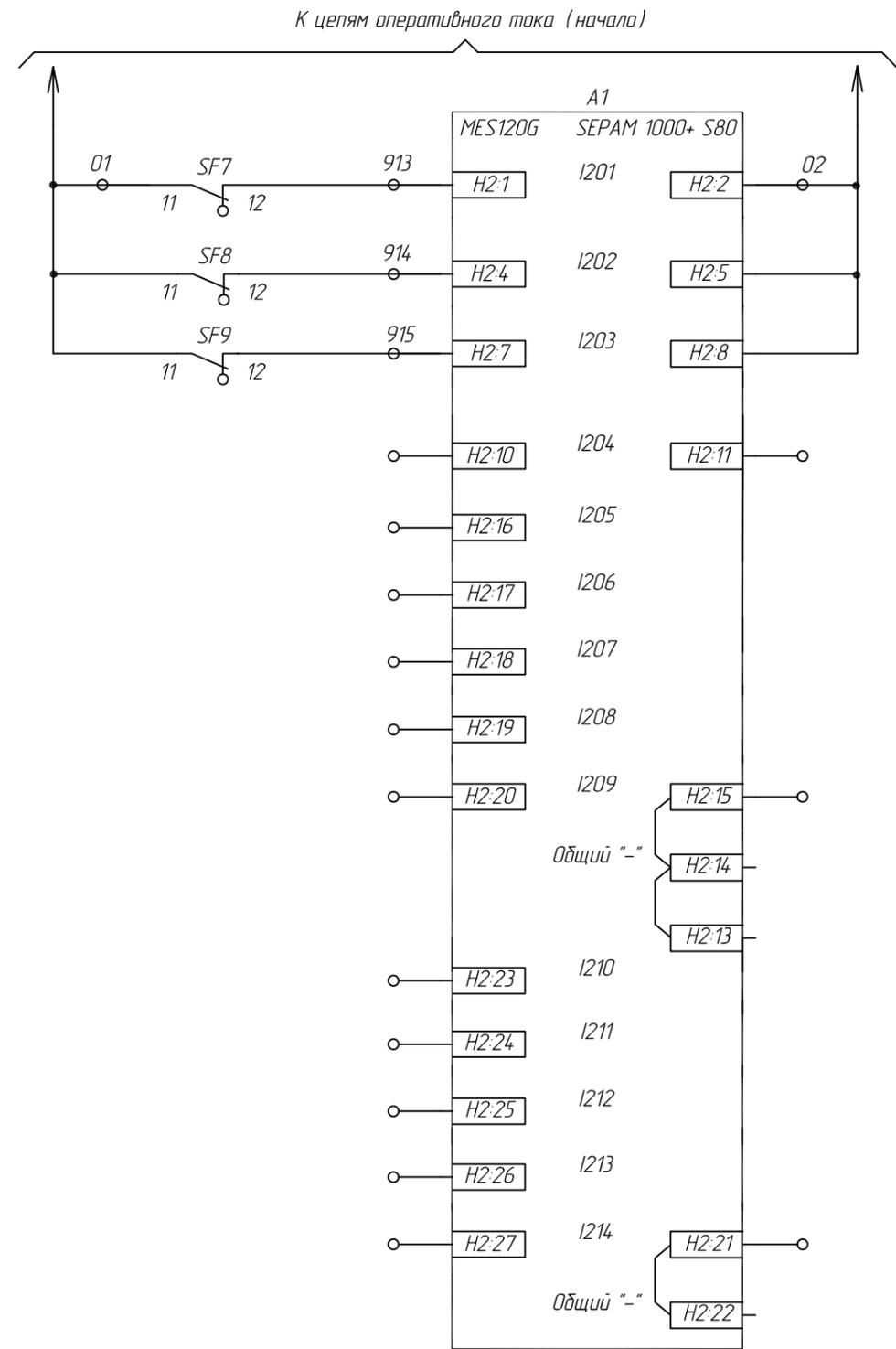


### Цепи оперативного тока (начало)



Шинки питания и автомат
Не используется
Синхронизация (только для АСУ с временной синхронизацией)
Контроль питания на секции 6(10) кВ (Вводной или секционный выкл. включен)
Отключен автомат SF1 цепей напряжения измерений и защиты
Контроль рабочего положения тележки ТН (тележка выкачена - контакт замкнут)
Сигнал "Отключен автомат SF2 цепей 3U <sub>0</sub> "
Сигнал "Отключен автомат SF3 цепей напряжения счетчиков учета эл. энергии"
Ввод / Вывод 1 ступени АЧР (См. Т. У. п. 11)
Ввод / Вывод 2 ступени АЧР (См. Т. У. п. 11)
Кнопка съема сигнализации
Сигнал "Отключен автомат цепей групповой ЗМН" (см. Т. У. п. 14)
Сигнал "Отключен автомат цепей групповой АЧР" (см. Т. У. п. 11)
Питание SEPAM

### Цепи оперативного тока (окончание)

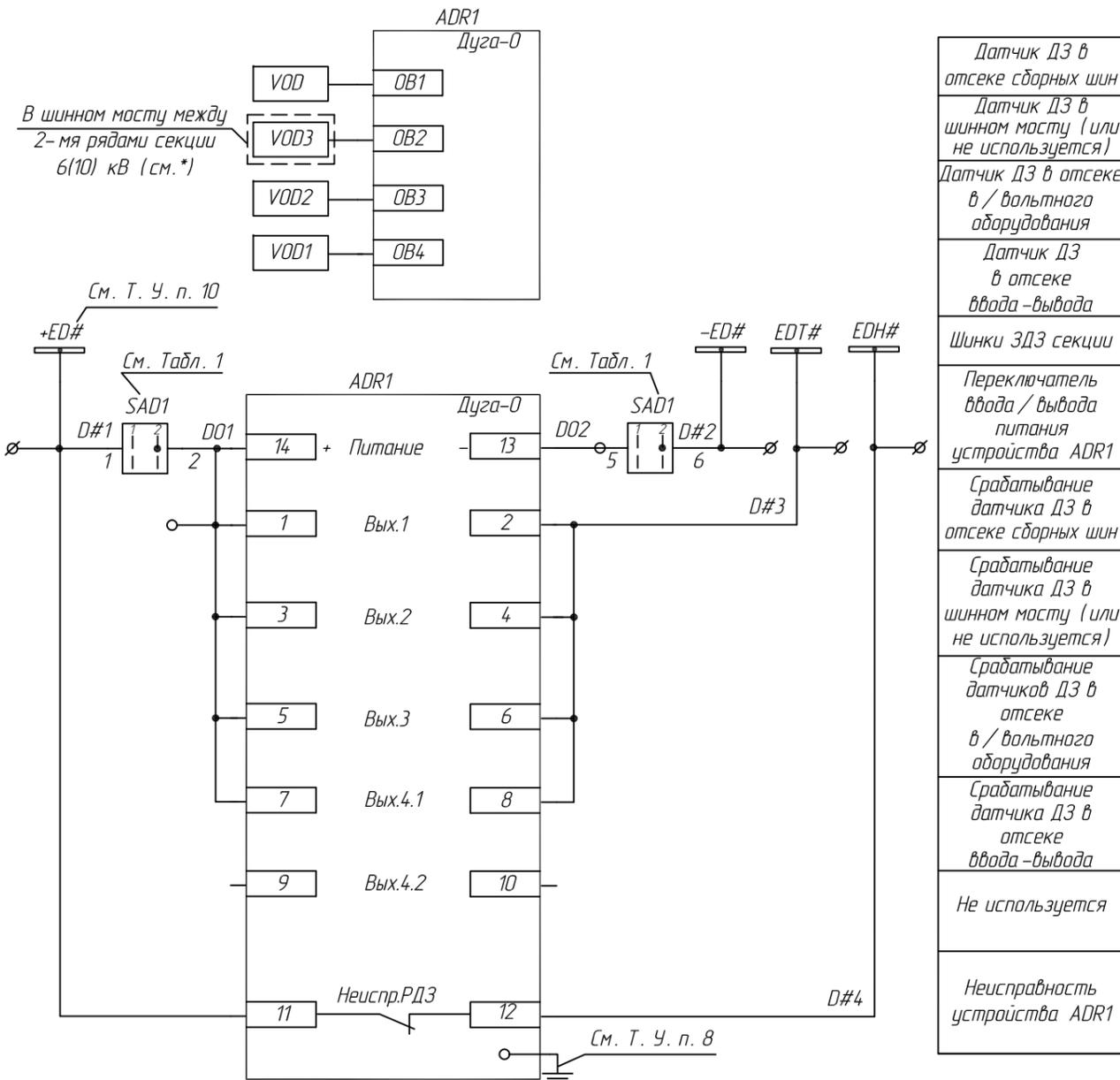


<b>10215-Т1</b>							
Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "							
Изм.	Кол.уч.	Лист	Н док.	Подп.	Дата		
Разраб.	Куприянов	Евг			15.12.		
Провер.	Колесников	Алекс			15.12.		
Провер.	Тюменков	Сергей			15.12.		
Н. контр.	Наумова	Наталья			15.12.		
Нач. отд.	Мозганов	Владимир			15.12.		
ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством SEPAM 1000+ S80					Стадия	Лист	Листов
Схема эл. принципиальная					4		
Исп.					Филиал "Институт ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		

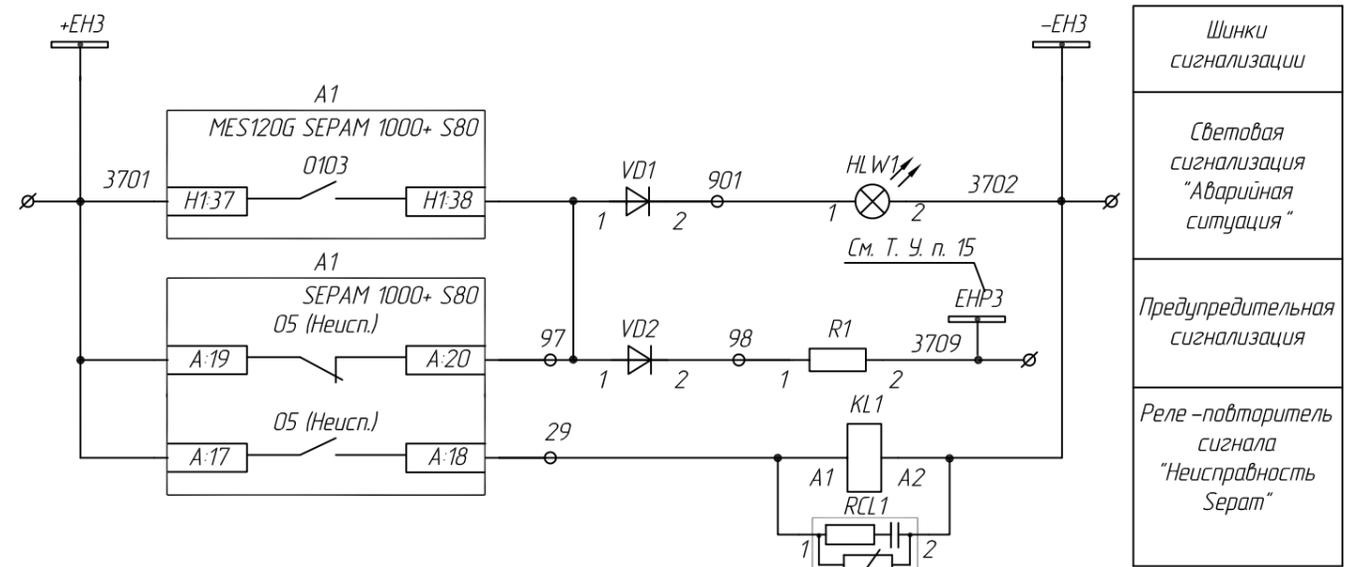
Согласовано  
 Инв. N подл.  
 Подпись и дата  
 Взам. инв. N

Пример цепей ЗДЗ в шкафу шинного ТН 6(10) кВ

Цепи сигнализации



- Датчик ДЗ в отсеке сборных шин
- Датчик ДЗ в шинном мосту (или не используется)
- Датчик ДЗ в отсеке в / вольтного оборудования
- Датчик ДЗ в отсеке ввода-вывода
- Шинки ЗДЗ секции
- Переключатель ввода / вывода питания устройства ADR1
- Срабатывание датчика ДЗ в отсеке сборных шин
- Срабатывание датчика ДЗ в шинном мосту (или не используется)
- Срабатывание датчиков ДЗ в отсеке в / вольтного оборудования
- Срабатывание датчика ДЗ в отсеке ввода-вывода
- Не используется
- Неисправность устройства ADR1



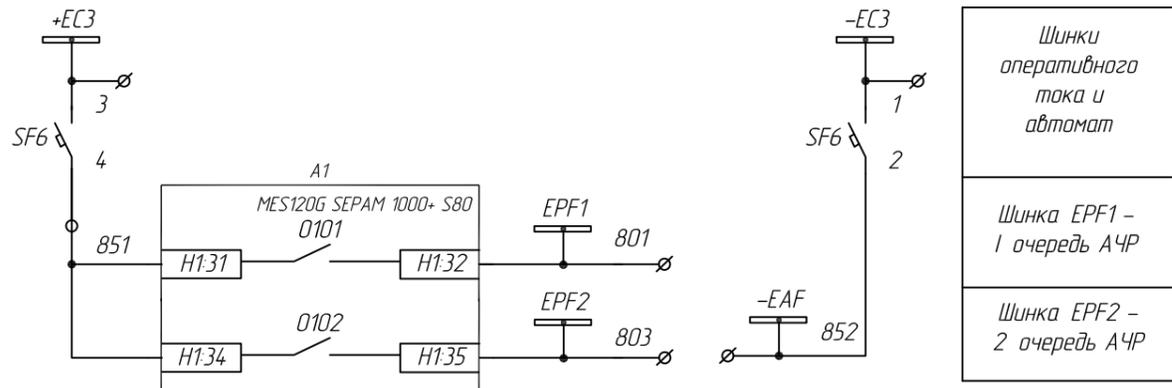
\* Только при двухрядном расположении ячеек секций 6(10) кВ при наличии шинного моста, соединяющего подстанции по сборным шинам.

Согласовано

Инд. и подп. Подпись и дата Взам. инв. N

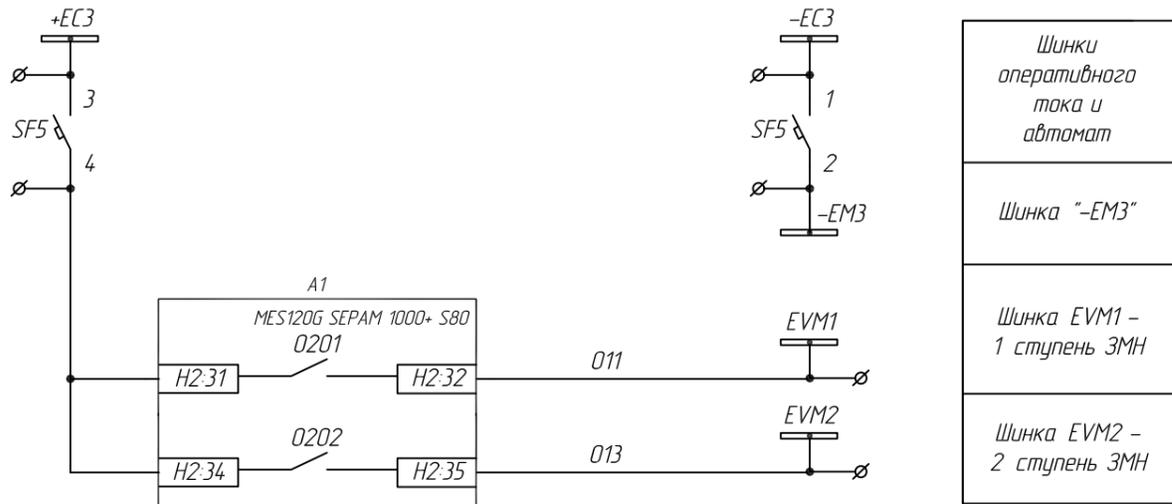
						<b>10215-Т1</b>			
						Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "			
Изм.	Кол.ч.	Лист	Н док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством SEPAM 1000+ S80	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Куприянов		<i>Евг</i>	15.12.				
Провер.		Колесников		<i>Сав</i>	15.12.			5	
Провер.		Тюменков		<i>Сергей</i>	15.12.				
Н. контр.		Наумова		<i>Наум</i>	15.12.	Схема эл. принципиальная	Филиал "Институт ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач. отд.		Могонов		<i>Могонов</i>	15.12.				

Организация шинок АЧР



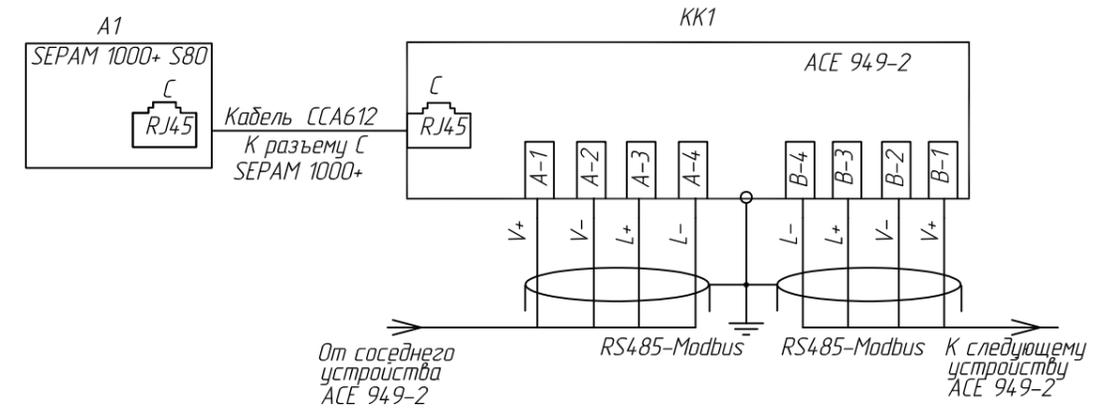
- Шинки оперативного тока и автомат
- Шинка EPF1 - 1 очередь АЧР
- Шинка EPF2 - 2 очередь АЧР

Образование шинок групповой ЗМН (см. Т. У. п. 14)



- Шинки оперативного тока и автомат
- Шинка "-EM3"
- Шинка EVM1 - 1 ступень ЗМН
- Шинка EVM2 - 2 ступень ЗМН

Пример цепей интерфейса связи (см. Т. У. п. 9)

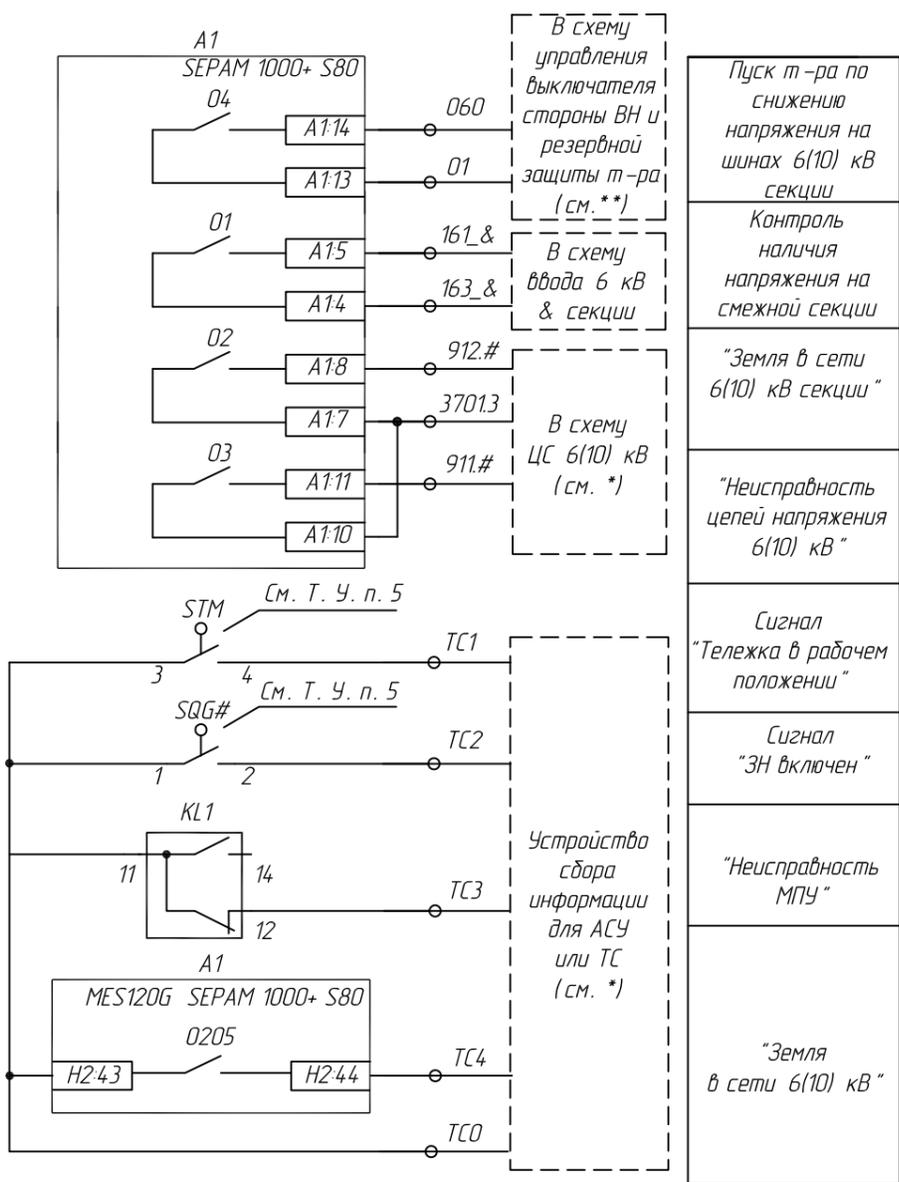


- \* В соответствии со стандартом ISO/IEC 8482 длина ответвления кабеля от магистрали RS-485 не должна превышать 1 метра.
- \*\* Необходимость использования порта PPS уточняется при конкретном проектировании.
- \*\*\* Вариант исполнения соединителей "71", "72" Ethernet (по витой паре или с помощью оптического кабеля) определяется при конкретном проектировании.

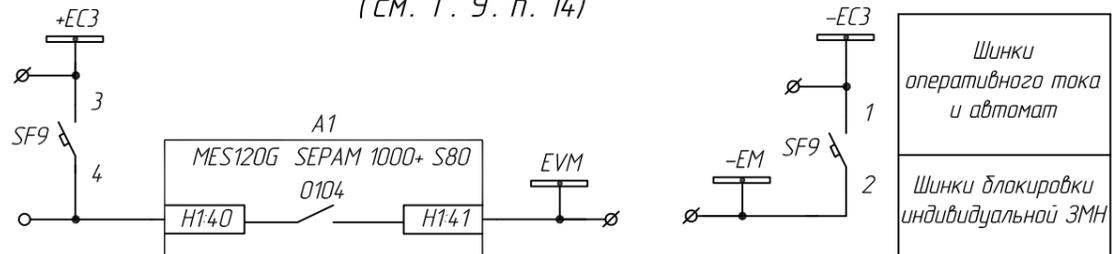
Согласовано	15.12.	Рыбин
	15.12.	Пугачев С.
Нач. отд. АСУ	Рыбин	
	Пугачев С.	
Инж. отд. АСУ	Взам. инв. N	
	Подпись и дата	
Инв. N подл.	Изм.	
	Кол.уч.	
Инв. N подл.	Лист	
	N док.	
Инв. N подл.	Подп.	
	Дата	
Инв. N подл.	Изм.	
	Кол.уч.	
Инв. N подл.	Лист	
	N док.	
Инв. N подл.	Подп.	
	Дата	
Инв. N подл.	Изм.	
	Кол.уч.	
Инв. N подл.	Лист	
	N док.	
Инв. N подл.	Подп.	
	Дата	

10215-Т1					
Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "					
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата
Разраб.	Куприянов	15.12.			
Провер.	Колесников	15.12.			
Провер.	Тюменков	15.12.			
Н. контр.	Наумова	15.12.			
Нач. отд.	Могонов	15.12.			
ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством SEPAM 1000+ S80					Стадия
Лист					Листов
6					
Исп.					Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.

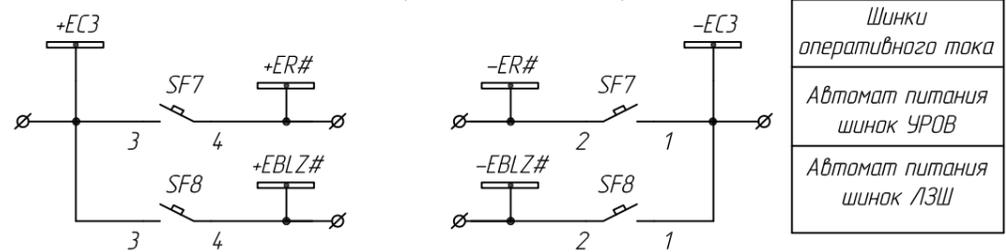
Выходные цепи



Образование шин блокировки индивидуальной ЗМН (см. Т. У. п. 14)



Организация питания шинок УРОВ и ЛЗШ (см. Т. У. п. 12)



Диаграммы работ контактов выключателей путевых

Положение выкатной части	Положение контактов выключателя путевого STM	Положение заземляющего ножа SQG#	Положение контактов путевого выключателя
Рабочее (тележка вквачена)	+	Отключен	+
Контрольное	-	В сторону включения и во включенном положении	-

+ путевого выключатель в сработанном положении (толкатель прижат).  
 - путевого выключатель в несработанном положении (толкатель свободен).

\* Телесигналы для АСУ и ТС, а также марки цепей телесигнализации уточняются при конкретном проектировании.  
 \*\* Марки цепей уточняются при конкретном проектировании.

					<b>10215-Т1</b>				
					Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "				
Изм.	Кол.ч.	Лист	Н док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством SEPAM 1000+ S80	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Куприянов			Евд	15.12.				
Провер.	Колесников			Сав	15.12.				
Провер.	Тюменков			Зем	15.12.			7	
Н. контр.	Наумова			Нау	15.12.	Схема эл. принципиальная	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач. отд.	Могонов			Мого	15.12.				

Согласовано	15.12.	15.12.
Нач. отд. АСУ	Рыбин	Пугачев С.
Инж. отд. АСУ		
Взам. инв. N		
Подпись и дата		
Инв. N подл.		

Таблица 2 – Конфигурирование дискретных входов, выходов и сигнальных ламп устройства SEPAM 1000 +S80

Код ANSI Логический вход или выход, сигнальные лампы	Наименование функции	Примечание
Назначение входных цепей: <u>1 плата дискретных входов / выходов MES 120G (см. *)</u>		
1101	Резерв	
1102	Резерв	
1103	Синхронизация	Только для АСУ с временной синхронизацией
1104	Контроль наличия питания на секции 6(10) кВ	
1105	Отключен автомат SF1 цепей напряжения	
1106	"Тележка выкачена"	
1107	Отключен автомат SF2 цепей 3Uo (сигнал)	
1108	Отключен автомат SF3 счетчиков учета эл. энергии (сигнал)	
1109	Резерв	
1110	Блокировка АЧР 1 ступени	
1111	Блокировка АЧР 2 ступени	
1112	Съем сигнализации	
1113	Отключен автомат SF5 цепей групповой ЗМН (сигнал)	
1114	Отключен автомат SF6 цепей АЧР (сигнал)	
Назначение входных цепей: <u>2 плата дискретных входов / выходов MES 120G (см. *)</u>		
1201	Отключен автомат SF7 цепей УРОВ (сигнал)	
1202	Отключен автомат SF8 цепей ЛЗШ (сигнал)	
1203	Отключен автомат SF9 цепей блокировки индивидуальной ЗМН (сигнал)	
1204	Резерв	
1205	Резерв	
1206	Резерв	
1207	Резерв	
1208	Резерв	
1209	Резерв	
1210	Резерв	
1211	Резерв	
1212	Резерв	
1213	Резерв	
1214	Резерв	

Окончание таблицы 2

Код ANSI Логический вход или выход, сигнальные лампы	Наименование функции	Примечание
Назначение выходных цепей: <u>Базовое устройство (см. *)</u>		
01	Наличие напряжения на секции 6(10) кВ	
02	Земля в сети 6(10) кВ	
03	Неисправность цепей напряжения 6(10) кВ	
04	Пуск МТЗ ВН т-ра	
05	Неисправность SEPAM	
Назначение выходных цепей: <u>1 плата дискретных входов / выходов MES 120G (см. *)</u>		
0101	АЧР – 1 очередь	
0102	АЧР – 2 очередь	
0103	Предупредительная сигнализация	
0104	Неисправность шинного ТН 6(10) кВ	
Назначение выходных цепей: <u>2 плата дискретных входов / выходов MES 120G (см. *)</u>		
0201	ЗМН – 1 ступень	
0202	ЗМН – 2 ступень	
0203	Резерв	
0204	Резерв	
0205	Земля в сети 6(10) кВ	
0206	Резерв	
<u>Сигнальные лампы (см. *)</u>		
L1	АЧР – 1 очередь	
L2	АЧР – 2 очередь	
L3	Земля в сети	
L4	Неисправность цепей напряжения	
L5	ЗМН – 1 ступень	
L6	ЗМН – 2 ступень	
L7	Резерв	
L8	Резерв	
L9		

Согласовано

Взам. инв. N

Подпись и дата

Инв. N подл.

\* Назначение дискретных входов, выходов и сигнальных ламп уточняется при конкретном проектировании.

						<b>10215-Т1</b>			
						Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ "Волхов"			
Изм.	Кол.ч.	Лист	Н док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством SEPAM 1000+ S80	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Куприянов		<i>Суп</i>	15.12.				
Провер.		Колесников		<i>Колес</i>	15.12.			8	
Провер.		Тюменков		<i>Тюмен</i>	15.12.				
Н. контр.		Наумова		<i>Наумо</i>	15.12.	Схема эл. принципиальная	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач. отд.		Могонов		<i>Могоно</i>	15.12.				

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Дверь релейного шкафа</i>			
A1	Блок микропроцессорный релейной защиты Сириус –ТН–220 В	1	См. Т.Т. п. 6
ADR1	Регистратор ДУГА –0	1	
HLW1	Лампа полупроводниковая коммутаторная СКЛ–11– Ж –П–2–220– УХЛ3.1 (желтая)	1	
SAC1	Переключатель пакетный ПП53–16 1 098 М 1 УХЛ4	1	См. Т.Т. п. 2, 3
SAC2, SAC3	Переключатель пакетный ПП53–16 1 096 М 1 УХЛ4	2	См. Т.Т. п. 5
SAD1	Переключатель пакетный ПП53–16 1 095 М 1 УХЛ4	1	См. Т.Т. п. 4, 5
SBH1	Выключатель кнопочный с цилиндрическим толкателем КЕ 011 УЗ исп.1 Черный.	1	

<i>Задняя стенка</i>			
KK1	Разветвитель интерфейса RS–485 ПР–3	1	
R1	Резистор постоянный проволочный С 5–35 В–25 3900 Ом Допуск 5%	1	
SF1	Выключатель автоматический iC60N 3P 2/В с блок–контактами	1	

Инв. N подл.	Взам. инв. N	Подпись и дата	<b>10215–Т1</b>										
			<i>Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ–НТЗ–6(10) производства ООО "НТЗ"Волхов"</i>										
			Изм.	Колуч.	Лист	N док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ–НТЗ–6(10) с устройством Сириус–ТН	Стадия	Лист	Листов	
			Разрад.	Куприянов			<i>[Подпись]</i>	15.12.		Перечень аппаратуры.			
			Провер.	Колесников			<i>[Подпись]</i>	15.12.				1	3
			Провер.	Тюменков			<i>[Подпись]</i>	15.12.					
			Н. контр.	Наумова			<i>[Подпись]</i>	15.12.		Филиал "Институт "ЭСП–НН–СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.			
			Нач.отд.	Мозонов			<i>[Подпись]</i>	15.12.					

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	71
	Блок-контакт переключающий iOF доп. к автомату iC60_	1	Для SF1	
SF2	Выключатель автоматический iC60N 1P 2/B с блок-контактом	1		
	Блок-контакт переключающий iOF доп. к автомату iC60_	1	Для SF2	
SF3	Выключатель автоматический iC60N 2P 2/B с блок-контактами	1		
	Блок-контакт переключающий iOF доп. к автомату iC60_	1	Для SF3	
SF4	Выключатель автоматический C60H-DC 2P 2/C	1		
SF5, SF6, SF7, SF8, SF9	Выключатель автоматический C60H-DC 2P 2/C с блок-контактом	5		
	Блок-контакт переключающий OF доп. к автомату C60_	5	Для SF5, SF6, SF7, SF8, SF9	
VD1, VD2	Штекер с диодом ST-1N4007 с базовой клеммой 1300 В, 1А	2		
	Базовая клемма к штекеру UK 4-TG	2	Для VD1, VD2	

*Дно релейного шкафа*

Взам. инв. N	XP1	Штепсельный разъем (комплектно с тележкой)	1	
<i>Отсек ввода-вывода</i>				
Подпись и дата	SQG#	Выключатель путевой ВП 19М-21Б 421-67 У2.17	1	
Инв. N подл.				Лист
	Изм.	Кол.уч.	Лист	Исп.

10215-T1

2

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
VOD1	Волоконно-оптический датчик ВОД-Л	1	См. Т.Т. п. 2

*Отсек в/вольтного оборудования*

TV#P(TV#K)	Трансформатор напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10)	1	
VOD2	Волоконно-оптический датчик ВОД-Л	1	См. Т.Т. п. 2

*Отсек сборных шин*

VOD	Волоконно-оптический датчик ВОД-Л	1	См. Т.Т. п. 2

*Панель фасада ячейки*

STM	Выключатель путевой ВП 19М-21Б 421-67 У2.17	1	

*Шинный мост (см. Т. Т. п. 3)*

VOD3	Волоконно-оптический датчик ВОД-Л	1	См. Т.Т. п. 2

*Технические требования :*

1. Аппаратура цепей обогрева, освещения, оперативной блокировки и сигнализатора напряжения в данный перечень не входит и определяется КРУ - строительным заводом.
2. Место установки датчика и длина волоконно-оптического кабеля определяется КРУ - строительным заводом.
3. Необходимость установки датчика VOD3 определяется при конкретном проектировании.
4. Размещение аппаратуры по поверхностям ячейки определяется КРУ - строительным заводом.
5. Возможна замена на НВА с аналогичными параметрами.
6. Тип интерфейса связи определяется при конкретном проектировании.
7. Аппаратура цепей измерения и телеизмерения напряжения 6(10) кВ приведена на отдельных чертежах.

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата	10215-Т1	Лист 3

Исп.

Технические указания :

1. Схема электрическая принципиальная выполнена для шкафа шинного ТН 6(10) кВ с использованием устройств "Сириус-ТН" (Руководство по эксплуатации БПВА.656122.036 РЭ) фирмы ЗАО "Радиус Автоматика". Тип устройства определяется при конкретном проектировании.
2. Схема тележки и номера контактов разъема ХР1 определяются заводом – изготовителем тележки ТН.
3. В схеме предусмотрено :
  - контроль напряжения на секции 6(10) кВ ;
  - сигнализация неисправности цепей напряжения ;
  - защита от замыкания на землю с действием на сигнал ;
  - образование шинок ЗМН (2 очереди) ;
  - организация шинок АЧР (2 ступени) и ЧАПВ ;
  - организация шинок блокировки индивидуальной ЗМН отходящих линий 6(10) кВ.
4. Цепи освещения, обогрева, эл.магнитной блокировки и сигнализатора напряжения выполняются КРУ – строительным заводом и в данной схеме не показаны.
5. Контакты путевого выключателя положения тележки (STM) показаны для контрольного положения тележки. Контакты путевого выключателя заземляющего ножа (ЗН) SQG# показаны для отключенного положения ЗН.
6. Цепи измерения и телеизмерения приведены на отдельных чертежах.
7. При наличии на подстанции коммерческого учета эл. энергии, выводы автомата SF3, переключателя SAC3 и клемник шинок напряжения для учета эл. энергии должны предусматривать ламбировку.
8. Заземление корпуса устройства выполнить проводом с желто-зеленой изоляцией сечением не менее 2,5 кв.мм.
9. Тип интерфейса связи, а также перечень сигналов, передаваемых по интерфейсу связи, определяется при конкретном проектировании.
10. Вместо знака "#" указывается номер секции, на которой установлен шкаф шинного ТН 6(10) кВ, вместо знака "&" – номер смежной секции 6(10) кВ.
11. При организации схемы АЧР и ЧАПВ на отдельном устройстве, контакты выходных Реле 4, Реле 7, Реле 9 выведены на клеммы, и как правило, являются резервными, автомат SF6 не устанавливается.
12. При организации цепей УРОВ и ЛЗШ с использованием автоматов оперативных цепей в ячейках вводов 6(10) кВ и СВ 6(10) кВ, автоматы SF7 и SF8 не устанавливаются.
13. Необходимость установки переключателей SAC1, SAC2, SAC3 для перевода нагрузки с рабочего ТН на резервный ТН определяется при конкретном проектировании.
14. Необходимость организации цепей групповой или блокировки индивидуальной ЗМН уточняется при конкретном проектировании.
15. Использование шинки предупредительной сигнализации уточняется при конкретном проектировании.

Таблица 1. Переключатели, используемые в схеме.

Поз.обозначение переключателя	Назначение переключателя	Положения переключателя
SAD1	ЗДЗ	1 – вывод 2 – ввод
SAC1	Положение цепей ТН для измерения и защиты	1 – резервное 2 – рабочее
SAC2	Положение цепей ТН для контроля изоляции сети	1 – резервное 2 – рабочее
SAC3	Положение цепей ТН для счетчиков учета эл.энергии	1 – резервное 2 – рабочее

Диаграмма работы переключателей SAC2, SAC3 (ПП 53-16 1 096 М 1 УХЛ4)

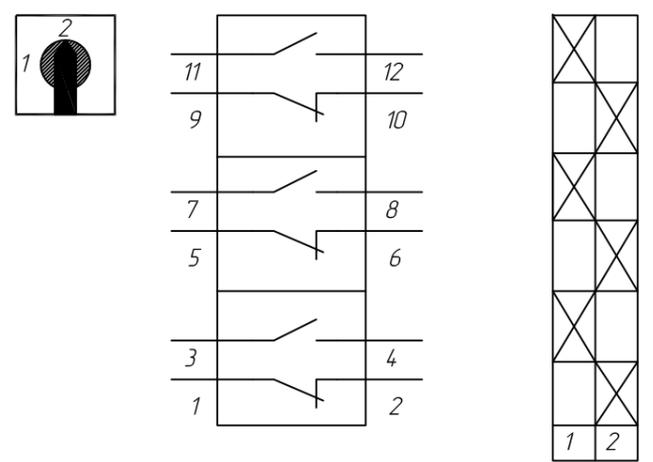


Диаграмма работы переключателя SAC1 (ПП 53-16 1 098 М 1 УХЛ4)

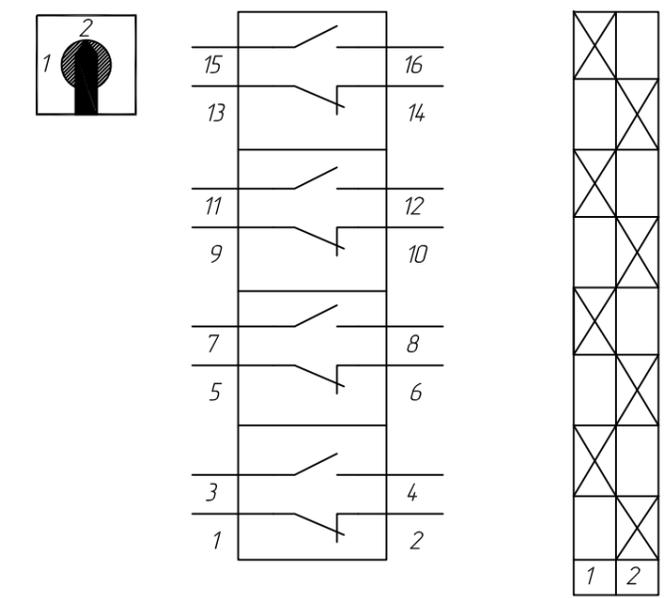
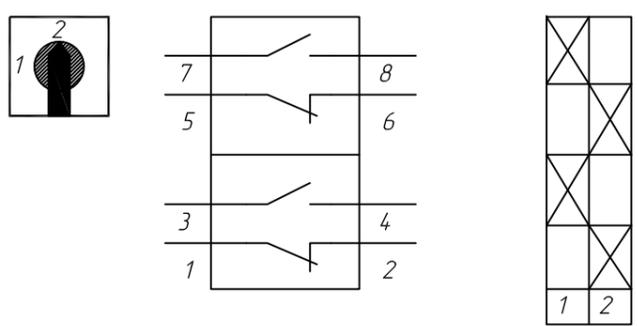


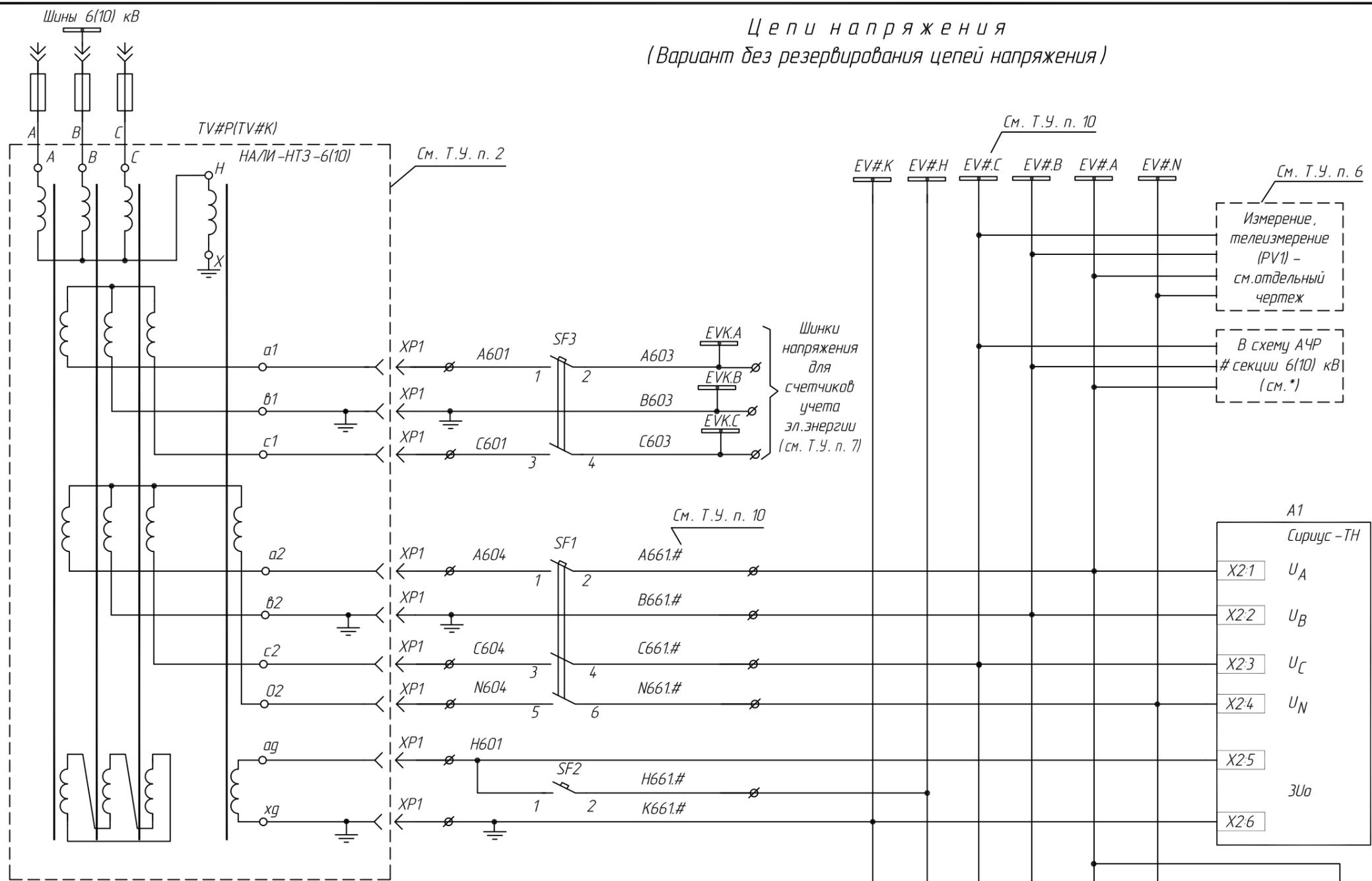
Диаграмма работы переключателей SAD1 (ПП 53-16 1 095 М 1 УХЛ4)



10215-Т1						Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ"Волхов"				
Изм.	Кол.ч.	Лист	Н док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством Сириус-ТН	Стадия	Лист	Листов	
Разраб.		Куприянов		Евд	15.12.		Схема эл. принципиальная и технические указания		1	8
Провер.		Колесников		Сав	15.12.					
Провер.		Тюменков		Жен	15.12.					
Н. контр.		Наумова		Нау	15.12.	Исп.	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.			
Нач. отд.		Могонов		Мого	15.12.					

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

### Цепи напряжения (Вариант без резервирования цепей напряжения)



Шинки напряжения

Измерение, телеизмерение фазных и линейных напряжений

АЧР (см. Т.У. п. 11)

Защита минимального напряжения, контроль напряжения обратной последовательности, АЧР, ЧАПВ, "Земля в сети"

См. Т.У. п. 6

Измерение, телеизмерение (PV1) - см. отдельный чертеж

В схему АЧР # секции 6(10) кВ (см. \*)

Шинки напряжения для счетчиков учета эл. энергии (см. Т.У. п. 7)

А1  
Сириус - ТН

X2.1  $U_A$

X2.2  $U_B$

X2.3  $U_C$

X2.4  $U_N$

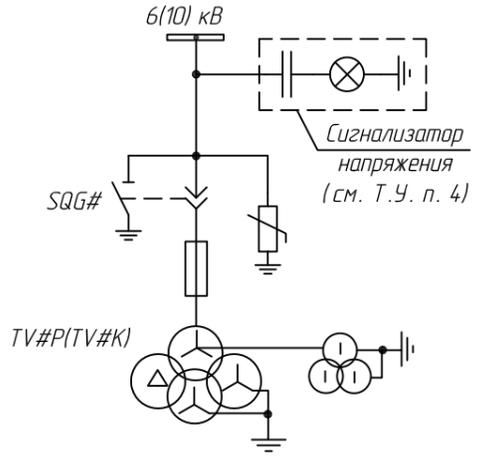
X2.5  $3U_0$

X2.6

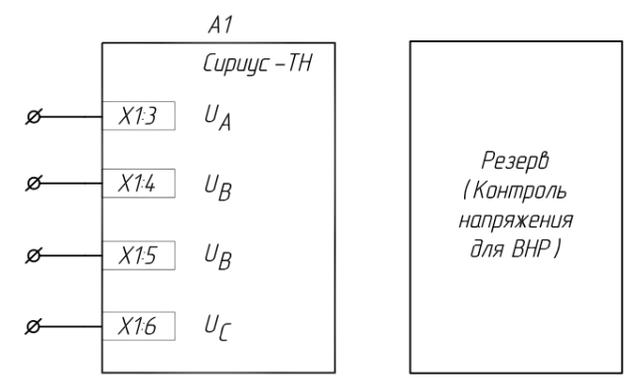
В схему регистратора аварийных процессов (определяется при конкретном проектировании)

В схему РПН (определяется при конкретном проектировании)

#### Поясняющая схема



#### Цепи напряжения



\* Только при организации схемы АЧР на отдельном устройстве.

						<b>10215-Т1</b>					
						Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "					
Изм.	Кол.уч.	Лист	Н док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством Сириус - ТН	Стадия	Лист	Листов		
Разраб.	Куприянов			Евд	15.12.			2			
Провер.	Колесников			Сав	15.12.						
Провер.	Тюменков			Зем	15.12.						
Н. контр.	Наумова			Наум	15.12.	Схема эл. принципиальная	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.				
Нач. отд.	Могонов			Мого	15.12.						

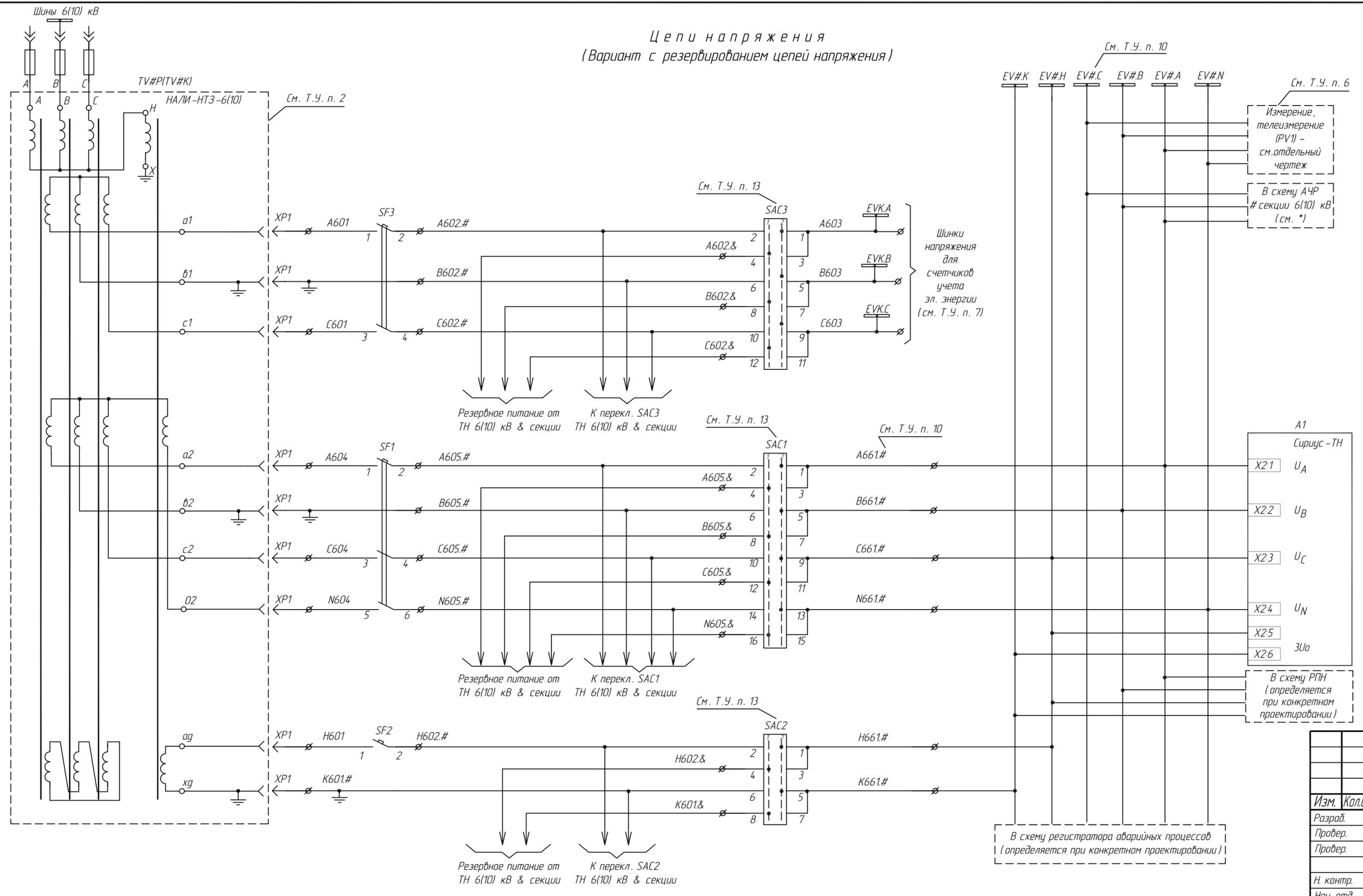
Согласовано

Взам. инв. N

Подпись и дата

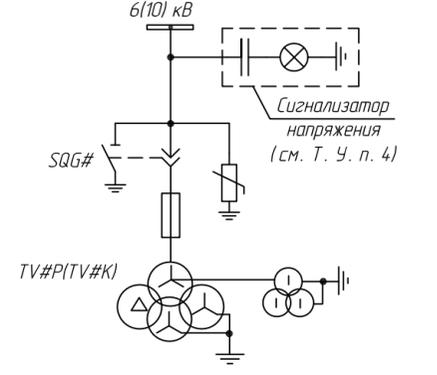
Инв. N подл.

Цепи напряжения  
(Вариант с резервированием цепей напряжения)

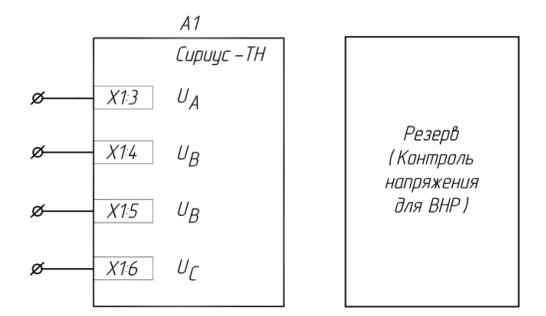


Шинки напряжения
Измерение, телеизмерение фазных и линейных напряжений
АЧР (См. Т.У. п. 11)
Защита минимального напряжения, контроль напряжения обратной последовательности, АЧР, ЧАПВ, "Земля в сети"

Поясняющая схема



Цепи напряжения

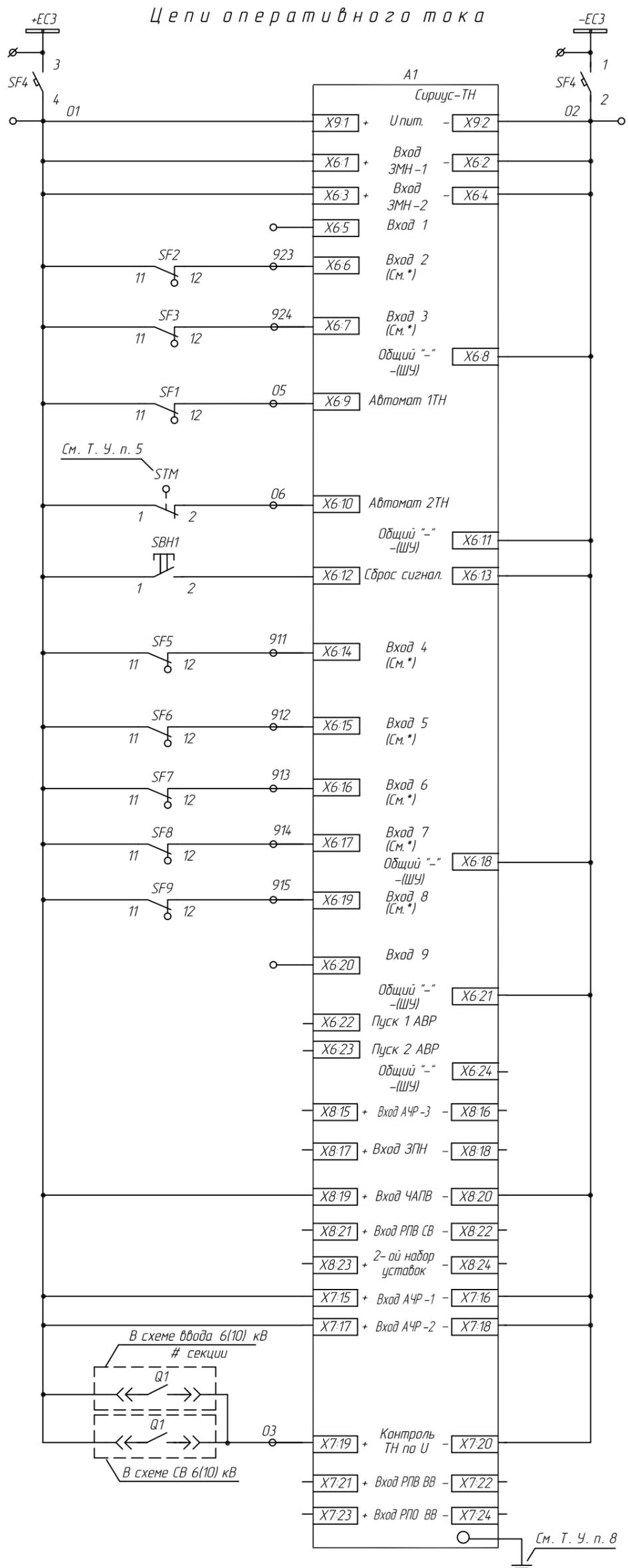


\* Только при организации схемы АЧР на отдельном устройстве.

<b>10215-Т1</b>					
Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ "Волхов"					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Куприянов				15.12.
Провер.	Колесников				15.12.
Провер.	Тюменков				15.12.
ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством Сириус-ТН					
Исп.			Стадия	Лист	Листов
Н. кантр. Наумова					3
Нач. отд. Могонов					
Схема эл. принципиальная				Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.	

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

Цепи оперативного тока



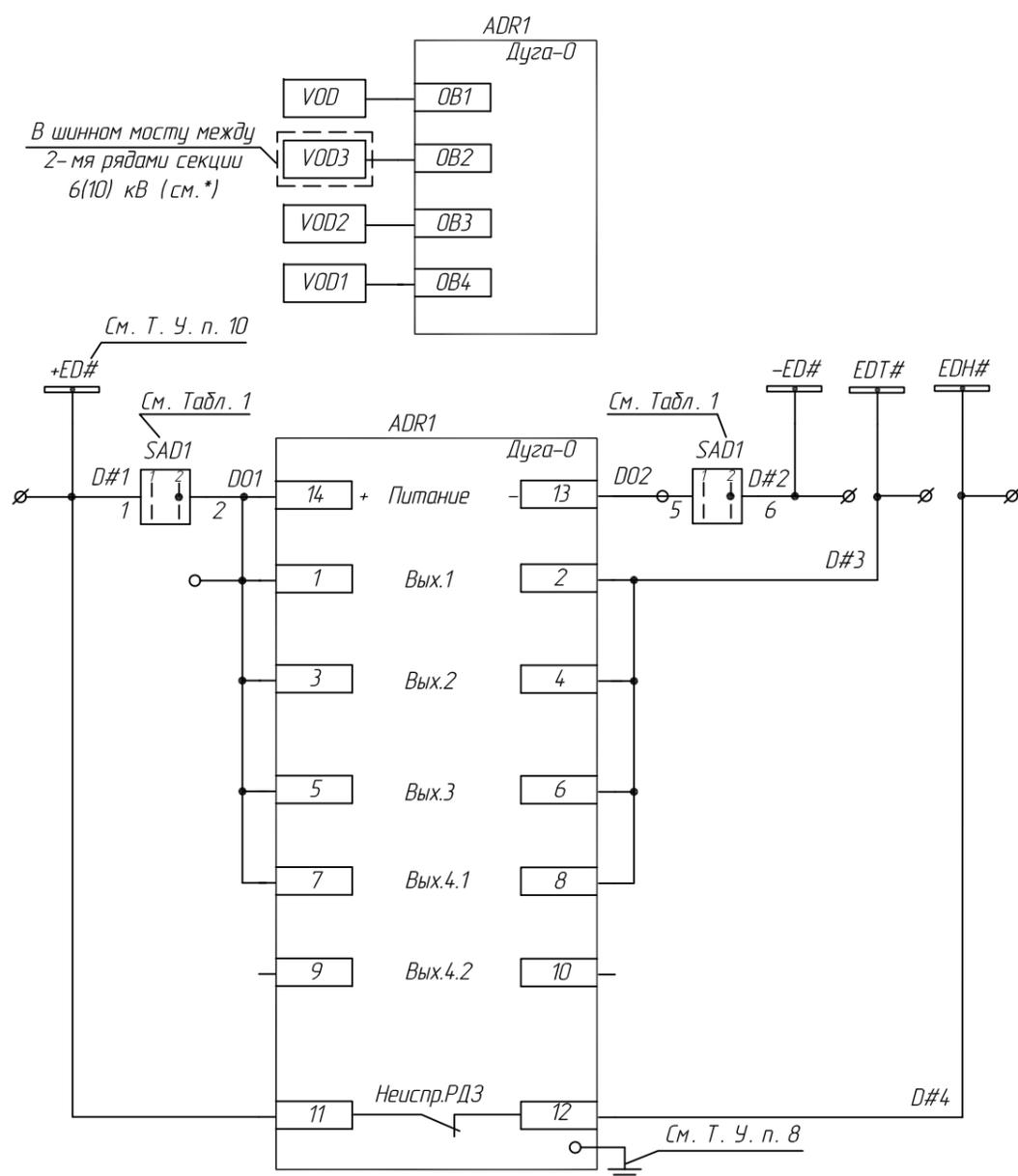
Шинки управления и автомат
Питание устройства "Сириус-ТН"
Разрешение работы ступеней ЗМН (см. **)
Резерв
Сигнал "Отключен автомат SF2 цепей 3Uo"
Сигнал "Отключен автомат SF3 цепей напряжения счетчиков учета эл. энергии"
Отключен автомат SF1 цепей напряжения измерений и защиты
Контроль рабочего положения тележки ТН (тележка выкачена - контакт замкнут)
Кнопка съема сигнализации
Сигнал "Отключен автомат цепей групповой ЗМН" (см. Т. У. п. 14)
Сигнал "Отключен автомат цепей групповой АЧР" (см. Т. У. п. 11)
Сигнал "Отключен автомат цепей ЧРОВ" (см. Т. У. п. 12)
Сигнал "Отключен автомат цепей ЛЗШ" (см. Т. У. п. 12)
Сигнал "Отключен автомат цепей блокировки индивидуальной ЗМН" (см. Т. У. п. 14)
Резерв
Не используются
Разрешение работы ЧАПВ для возврата выходных реле АЧР
Не используются
Разрешение работы ступеней АЧР (см. **)
Контроль питания на секции 6(10) кВ (вводной или секционный выкл. включен)
Не используются

\* "Вход 2", "Вход 3", "Вход 4", "Вход 5", "Вход 6", "Вход 7", "Вход 8" настроить на функцию "Внешний сигнал".  
 \*\* Для дискретных входов "ЗМН-1", "ЗМН-2", "АЧР-1", "АЧР-2" задать уставку "Разрешение". Для блокировки одной из ступеней АЧР, ЗМН или ЧАПВ по соответствующему входу задается уставка "Блокировка".

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

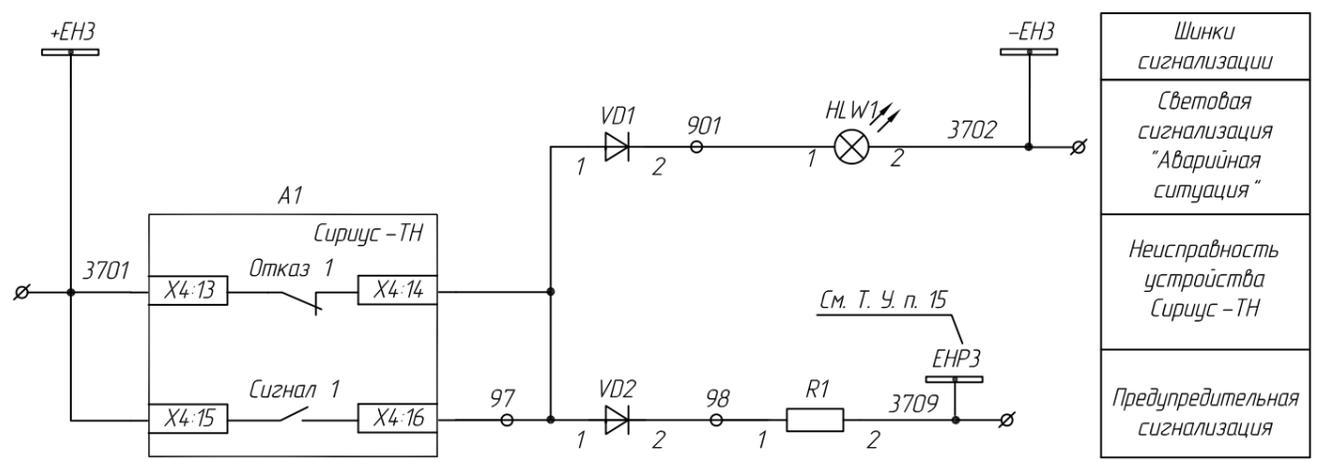
					10215-Т1				
					Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "				
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством Сириус-ТН	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Куприянов		Кузнецов	15.12.				
Провер.		Колесников		Тюменков	15.12.				
Провер.		Тюменков		Тюменков	15.12.				
Н. контр.		Наумова		Наумова	15.12.	Схема эл. принципиальная	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач. отд.		Магонов		Магонов	15.12.				

Пример цепей ЗДЗ в шкафу шинного ТН 6(10) кВ



- Датчик ДЗ в отсеке сборных шин
- Датчик ДЗ в шинном мосту (или не используется)
- Датчик ДЗ в отсеке в / вольтного оборудования
- Датчик ДЗ в отсеке ввода-вывода
- Шинки ЗДЗ секции
- Переключатель ввода / вывода питания устройства ADR1
- Срабатывание датчика ДЗ в отсеке сборных шин
- Срабатывание датчика ДЗ в шинном мосту (или не используется)
- Срабатывание датчиков ДЗ в отсеке в / вольтного оборудования
- Срабатывание датчика ДЗ в отсеке ввода-вывода
- Не используется
- Неисправность устройства ADR1

Цепи сигнализации



- Шинки сигнализации
- Световая сигнализация "Аварийная ситуация"
- Неисправность устройства Сириус-ТН
- Предупредительная сигнализация

Диаграммы работ контактов выключателей путевых

Положение выкатной части	Положение контактов выключателя путевого STM	Положение заземляющего ножа SQG#	Положение контактов путевого выключателя
Рабочее (тележка вквачена)		Отключен	
Контрольное		В сторону включения и во включенном положении	

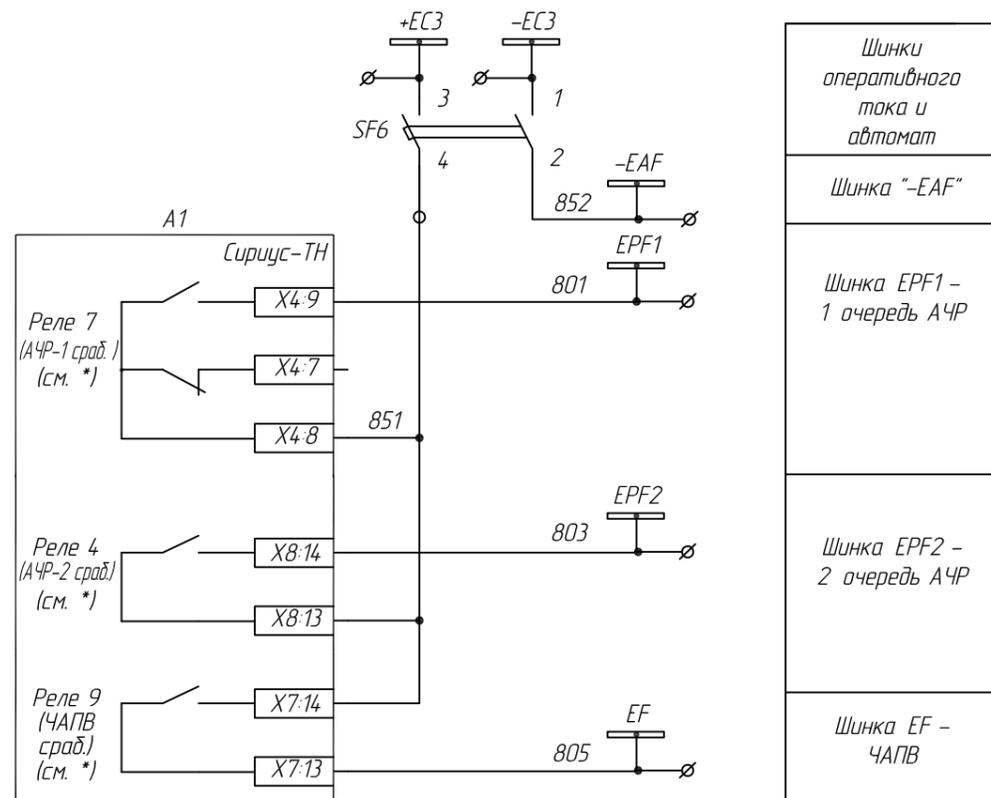
+ путевого выключатель в сработанном положении (толкатель прижат).  
 - путевого выключатель в несработанном положении (толкатель свободен).

\* Только при двухрядном расположении ячеек секций 6(10) кВ при наличии шинного моста, соединяющего подсекции по сборным шинам.

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

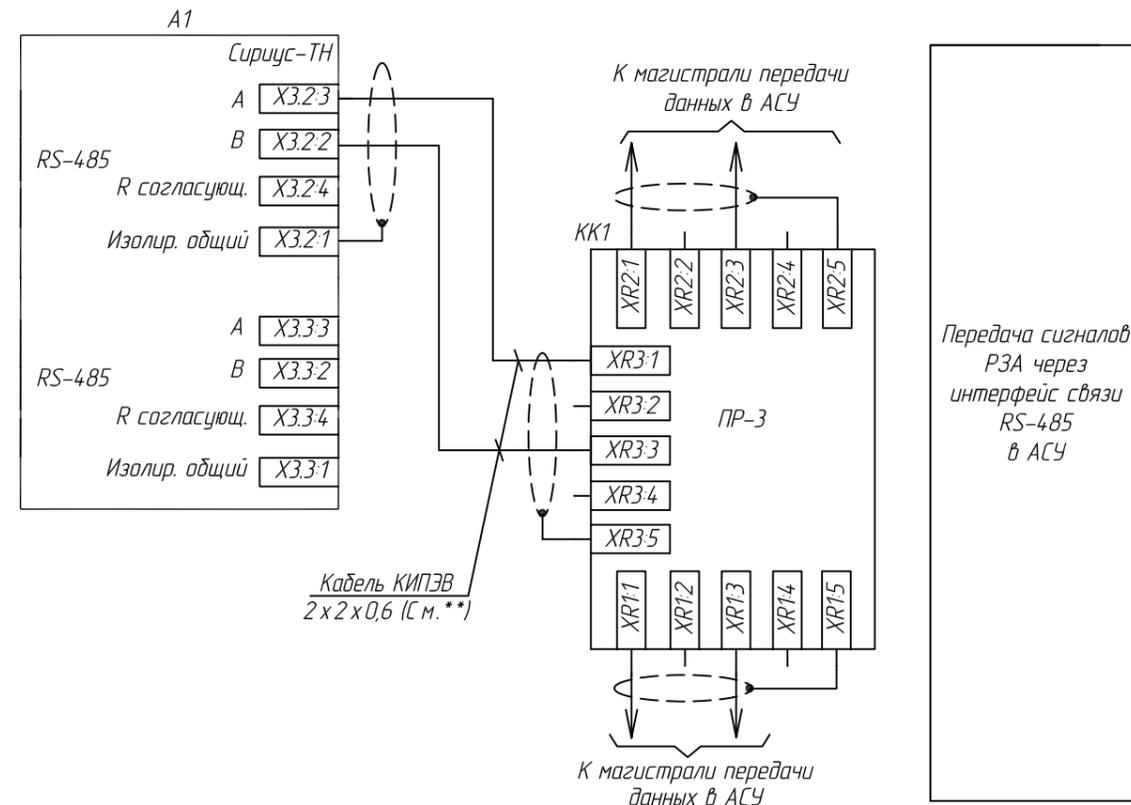
					<b>10215-Т1</b>				
					Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "				
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством Сириус-ТН	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Куприянов			15.12.				
Провер.		Колесников			15.12.				
Провер.		Тюменков			15.12.			5	
Н. контр.		Наумова			15.12.	Схема эл. принципиальная	Филиал "Институт ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач. отд.		Могонов			15.12.				

Образование шинок АЧР и ЧАПВ (см. Т. У. п. 11)



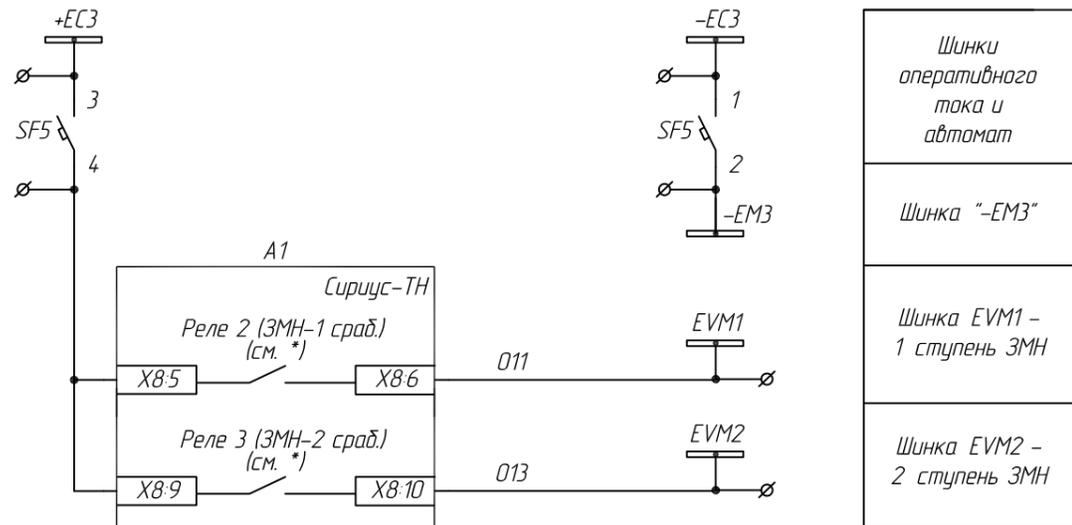
- Шинки оперативного тока и автомат
- Шинка "-EAF"
- Шинка EPF1 - 1 очередь АЧР
- Шинка EPF2 - 2 очередь АЧР
- Шинка EF - ЧАПВ

Цепи интерфейса связи (см. Т. У. п. 9)



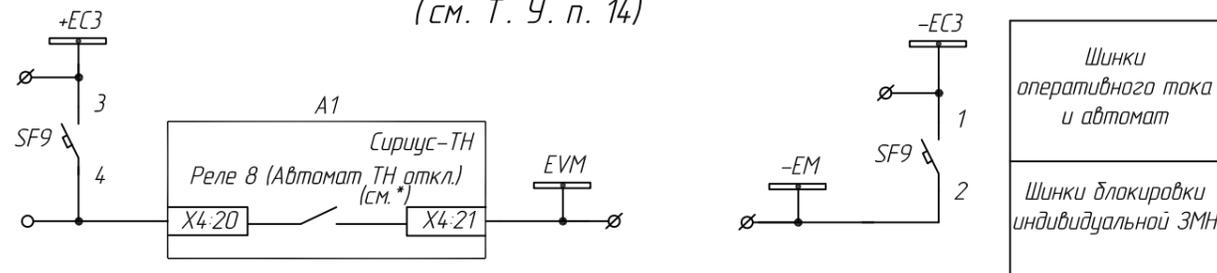
Передача сигналов РЗА через интерфейс связи RS-485 в АСУ

Образование шинок групповой ЗМН (см. Т. У. п. 14)



- Шинки оперативного тока и автомат
- Шинка "-EM3"
- Шинка EVM1 - 1 ступень ЗМН
- Шинка EVM2 - 2 ступень ЗМН

Образование шинок блокировки индивидуальной ЗМН (см. Т. У. п. 14)

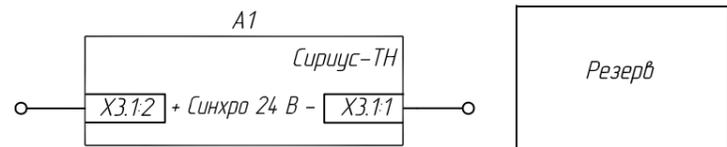


- Шинки оперативного тока и автомат
- Шинки блокировки индивидуальной ЗМН

\* Назначение выходных реле:  
 - "Реле 2" - "Срабатывание ЗМН-1";  
 - "Реле 3" - "Срабатывание ЗМН-2";  
 - "Реле 4" - "Срабатывание АЧР-2";  
 - "Реле 7" - "Срабатывание АЧР-1";  
 - "Реле 8" - "Автомат ТН отключен";  
 - "Реле 9" - "Срабатывание ЧАПВ".

\*\* В соответствии со стандартом ISO/IEC 8482 длина ответвления кабеля от магистрали RS-485 не должна превышать 1 метра.

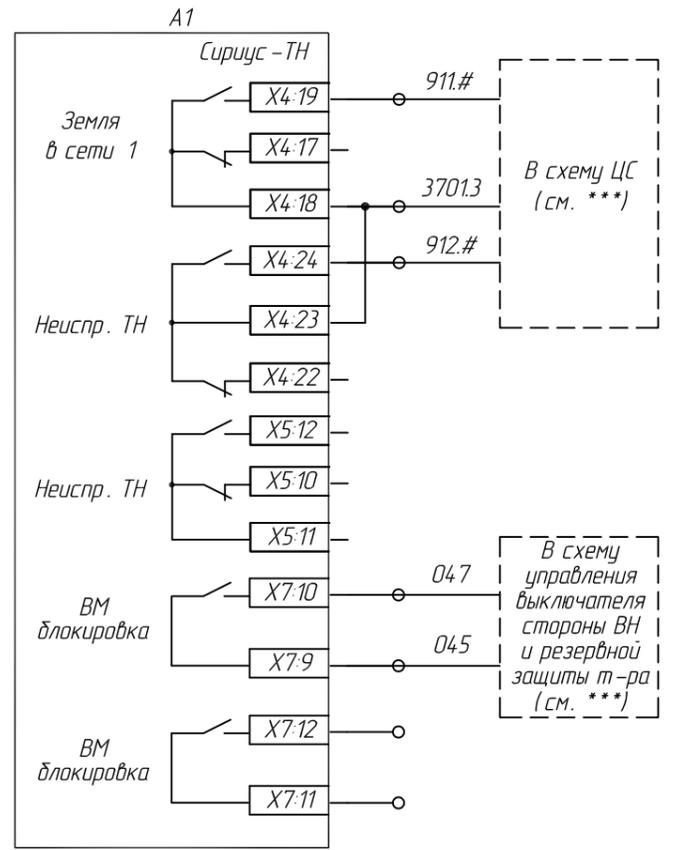
Цепи синхронизации



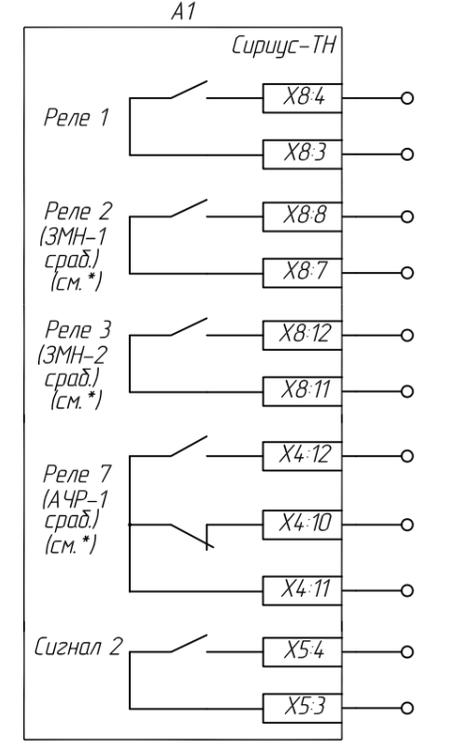
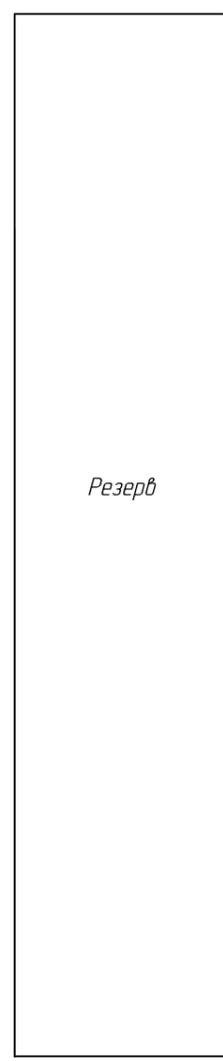
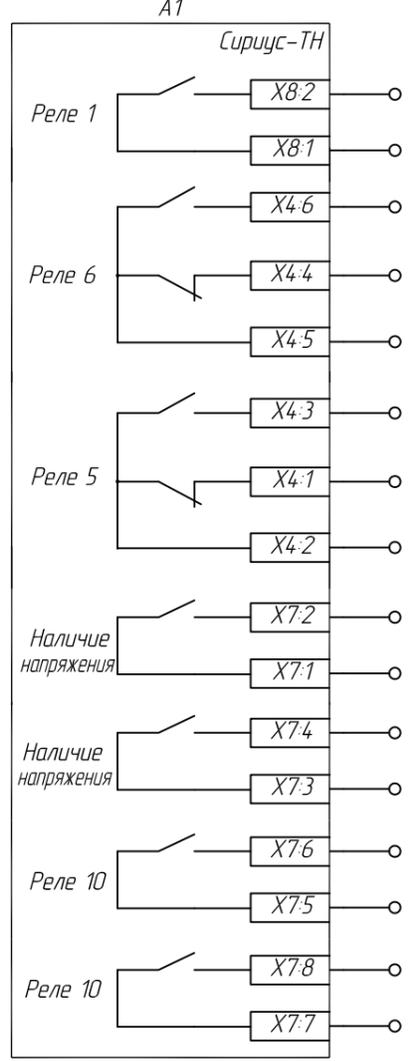
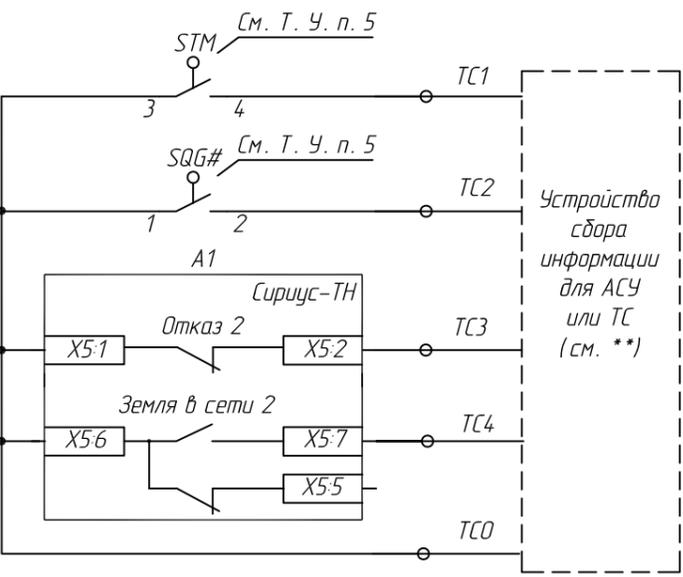
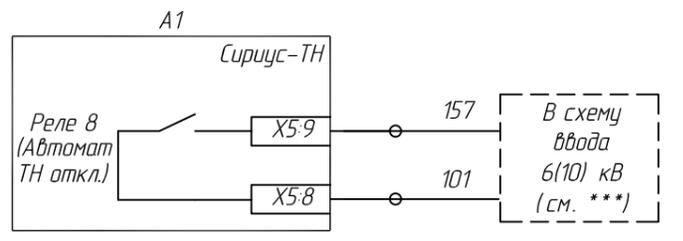
Согласовано: Нач. отд. АСУ Рядин 15.12., Инж. отд. АСУ Лузачев С. 15.12.  
 Взам. инв. N  
 Подпись и дата  
 Инв. N подл.

					<b>10215-Т1</b>				
					Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "				
Изм.	Кол.уч.	Лист	Н док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством Сириус-ТН	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Куприянов		Евп	15.12.				
Провер.		Колесников		Сав	15.12.				
Провер.		Тюменков		Жену	15.12.			6	
Н. контр.		Наумова		Жауф	15.12.	Схема эл. принципиальная	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач. отд.		Могонов		Могонов	15.12.				

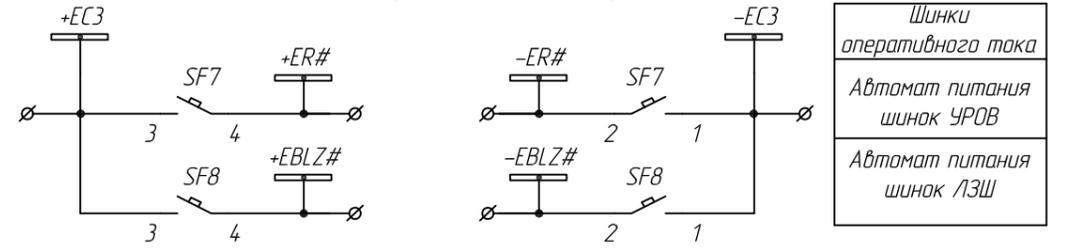
Выходные цепи



- "Земля в сети 6(10) кВ"
- "Неисправность цепей напряжения 6(10) кВ"
- Не используется
- Контроль снижения напряжения для пуска МТЗ ВН
- Резерв
- Неисправность шинного ТН 6(10) кВ (тележка выключена, автомат цепей напряжения отключен)
- Сигнал "Тележка в рабочем положении"
- Сигнал "ЗН включен"
- "Неисправность МПУ"
- "Земля в сети 6(10) кВ"



Организация питания шинок УРОВ и ЛЗШ (см. Т. У. п. 12)



- \* Назначение выходных реле:
  - "Реле 2" - "Срабатывание ЗМН-1";
  - "Реле 3" - "Срабатывание ЗМН-2";
  - "Реле 8" - "Автомат ТН отключен";
  - "Реле 7" - "Срабатывание АЧР-1".
- \*\* Телесигналы для АСУ и ТС, а также марки цепей телесигнализации уточняются при конкретном проектировании.
- \*\*\* Марки цепей уточняются при конкретном проектировании.

						<b>10215-Т1</b>			
						Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов"			
Изм.	Кол.уч.	Лист	Н док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством Сириус-ТН	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Куприянов		Евд	15.12.				
Провер.		Колесников		Сав	15.12.				
Провер.		Тюменков		Зем	15.12.			7	
Н. контр.		Наумова		Наум	15.12.	Схема эл. принципиальная	Филиал "Институт ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач. отд.		Могонов		Мого	15.12.				

Согласовано			
15.12.	Рыбин	15.12.	Пугачев С.
Нач. отд. АСУ	Рыбин	Инж. отд. АСУ	Пугачев С.
Инв. N подл.	Взам. инв. N	Подпись и дата	

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	80
-------------------------	--------------	------	------------	----

*Дверь релейного шкафа*

A1	Комплектное устройство защиты и автоматики трансформатора напряжения 6-35 кВ ТОР 200-Н4З 3..2	1	См. Т.Т. п. 7
ADR1	Регистратор ДУГА -0	1	
HLW1	Лампа полупроводниковая коммутаторная СКЛ-11-Ж-П-2-220-УХЛ3.1 (желтая)	1	
SAC1	Переключатель пакетный ПП53-16 1 098 М 1 УХЛ4	1	См. Т.Т. п. 5
SAC2, SAC3	Переключатель пакетный ПП53-16 1 096 М 1 УХЛ4	2	См. Т.Т. п. 5
SAC4, SAD1	Переключатель пакетный ПП53-16 1 095 М 1 УХЛ4	2	См. Т.Т. п. 4, 5
SBH1	Выключатель кнопочный с цилиндрическим толкателем КЕ 011 У3 исп.1 Черный.	1	

*Задняя стенка*

KK1	Разветвитель интерфейса RS-485 ПР-3	1	
R1	Резистор постоянный проволочный С5-35В-25 3900 Ом Допуск 5%	1	

**10215-Т1**

*Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ"Волхов"*

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
Разраб.		Куприянов		<i>Куприянов</i>	15.12.	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством ТОР 200-Н	Стадия	Лист	Листов
Провер.		Колесникова		<i>Колесникова</i>	15.12.			1	3
Н. контр.		Наумова		<i>Наумова</i>	15.12.	Перечень аппаратуры.	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач.отд.		Мозанов		<i>Мозанов</i>	15.12.				

Исп.

4 14-PER

Формат А4

Согласовано

Взам. инв. N

Подпись и дата

Инв. N подл.

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
SF1	Выключатель автоматический iC60N 3P 2/B с блок-контактами	1	
	Блок-контакт переключающий iOF доп. к автомату iC60_	1	Для SF1
SF2	Выключатель автоматический iC60N 1P 2/B с блок-контактом	1	
	Блок-контакт переключающий iOF доп. к автомату iC60_	1	Для SF2
SF3	Выключатель автоматический iC60N 2P 2/B с блок-контактами	1	
	Блок-контакт переключающий iOF доп. к автомату iC60_	1	Для SF3
SF4	Выключатель автоматический C60H-DC 2P 2/C	1	
SF5, SF6, SF7, SF8, SF9	Выключатель автоматический C60H-DC 2P 2/C с блок-контактом	5	
	Блок-контакт переключающий OF доп. к автомату C60_	5	Для SF5, SF6, SF7, SF8, SF9
VD1, VD2	Штекер с диодом ST-1N4007 с базовой клеммой 1300 В, 1 А	2	
	Базовая клемма к штекеру UK 4-TG	2	Для VD1, VD2

Дно релейного шкафа

XP1 Штепсельный разъем (комплектно с тележкой)

1

Инв. N инв. N

Взам. инв. N

Подпись и дата

Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата

Исп.

10215-T1

Лист

2

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	82
-------------------------	--------------	------	------------	----

<i>Отсек ввода-вывода</i>				
SQG#	Выключатель путевой ВП 19М-21Б 421-67 У 2.17	1		
VOD1	Волоконно-оптический датчик ВОД -Л	1	См. Т.Т. п. 2	

<i>Отсек в/вольтного оборудования</i>				
TV#P(TV#K)	Трансформатор напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10)	1		
VOD2	Волоконно-оптический датчик ВОД -Л	1	См. Т.Т. п. 2	

<i>Отсек сборных шин</i>				
VOD	Волоконно-оптический датчик ВОД -Л	1	См. Т.Т. п. 2	

<i>Панель фасада ячейки</i>				
STM	Выключатель путевой ВП 19М-21Б 421-67 У 2.17	1		

<i>Шинный мост (см. Т. Т. п. 3)</i>				
VOD3	Волоконно-оптический датчик ВОД -Л	1	См. Т.Т. п. 2	

*Технические требования :*

1. Аппаратура цепей обогрева, освещения, оперативной блокировки и сигнализатора напряжения в данный перечень не входит и определяется КРУ - строительным заводом.
2. Место установки датчика и длина волоконно-оптического кабеля определяется КРУ -строительным заводом.
3. Необходимость установки датчика VOD3 определяется при конкретном проектировании.
4. Размещение аппаратуры по поверхностям ячейки определяется КРУ - строительным заводом.
5. Возможна замена на НВА с аналогичными параметрами.
6. Необходимость установки переключателей уточняется при конкретном проектировании.
7. Тип интерфейса связи определяется при конкретном проектировании.
8. Аппаратура цепей измерения и телеизмерения напряжения 6(10) кВ приведена на отдельных чертежах.

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подпись	Дата	10215-Т1	Лист
							3

Исп.

Технические указания :

1. Схема электрическая принципиальная выполнена для шкафа шинного ТН 6(10) кВ с использованием устройства "ТОР 200-Н" (Руководство по эксплуатации АИПБ.656122.005-04 РЗ) фирмы ИЦ "Бреслер".
2. Схема тележки и номера контактов разъема ХР1 определяются заводом – изготовителем тележки ТН.
3. В схеме предусмотрено :
  - контроль напряжения на секции 6(10) кВ ;
  - сигнализация неисправности цепей напряжения ;
  - защита от замыкания на землю с действием на сигнал ;
  - образование шинок ЗМН (2 очереди) ;
  - организация шинок блокировки индивидуальной ЗМН отходящих линий 6(10) кВ ;
  - организация шинок АЧР (2 ступени) и ЧАПВ.
4. Цепи освещения, обогрева, эл.магнитной блокировки и сигнализатора напряжения выполняются КРУ – строительным заводом и в данной схеме не показаны.
5. Контакты путевого выключателя положения тележки (STM) показаны для контрольного положения тележки. Контакты путевого выключателя заземляющего ножа (ЗН) SQG# показаны для отключенного положения ЗН.
6. Цепи измерения и телеизмерения приведены на отдельных чертежах.
7. При наличии на подстанции коммерческого учета эл. энергии, выводы автомата SF3, переключателя SAC3 и клеммник шинок напряжения для учета эл. энергии должны предусматривать пломбировку.
8. Заземление корпуса устройства "ТОР 200-Н" выполнить проводом с желто-зеленой изоляцией сечением не менее 4 кв.мм., устройства "Дуга-0" не менее 2,5 кв.мм.
9. Тип интерфейса связи, а также перечень сигналов, передаваемых по интерфейсу связи, определяется при конкретном проектировании.
10. Вместо знака "#" указывается номер секции, на которой установлен шкаф шинного ТН 6(10) кВ, вместо знака "&" – номер смежной секции 6(10) кВ.
11. При организации схемы АЧР и ЧАПВ на отдельном устройстве, контакты выходных реле К1.3, К3.3, К3.4 выведены на клеммы, и как правило, являются резервными, автомат SF6, переключатель SAC4 не устанавливаются.
12. При организации цепей УРОВ и ЛЗШ с использованием автоматов оперативных цепей в ячейках вводов 6(10) кВ и СВ 6(10) кВ, автоматы SF7 и SF8 не устанавливаются.
13. Необходимость установки переключателей SAC1, SAC2, SAC3 для перевода нагрузки с рабочего ТН на резервный ТН определяется при конкретном проектировании.
14. Необходимость организации цепей групповой или блокировки индивидуальной ЗМН уточняется при конкретном проектировании.
15. Использование шинки предупредительной сигнализации уточняется при конкретном проектировании.

Таблица 1. Переключатели, используемые в схеме.

Поз.обозначение переключателя	Назначение переключателя	Положения переключателя
SAD1	ЗДЗ	1 – вывод 2 – ввод
SAC1	Положение цепей ТН для измерения и защиты	1 – резервное 2 – рабочее
SAC2	Положение цепей ТН для контроля изоляции сети	1 – резервное 2 – рабочее
SAC3	Положение цепей ТН для счетчиков учета эл.энергии	1 – резервное 2 – рабочее
SAC4	АЧР	1 – вывод 2 – ввод

Диаграмма работы переключателей SAC2, SAC3 (ПП 53-16 1 096 М 1 УХЛ4)

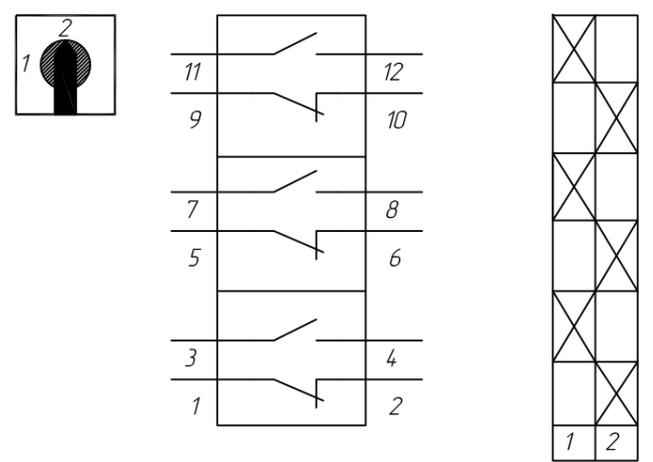


Диаграмма работы переключателя SAC1 (ПП 53-16 1 098 М 1 УХЛ4)

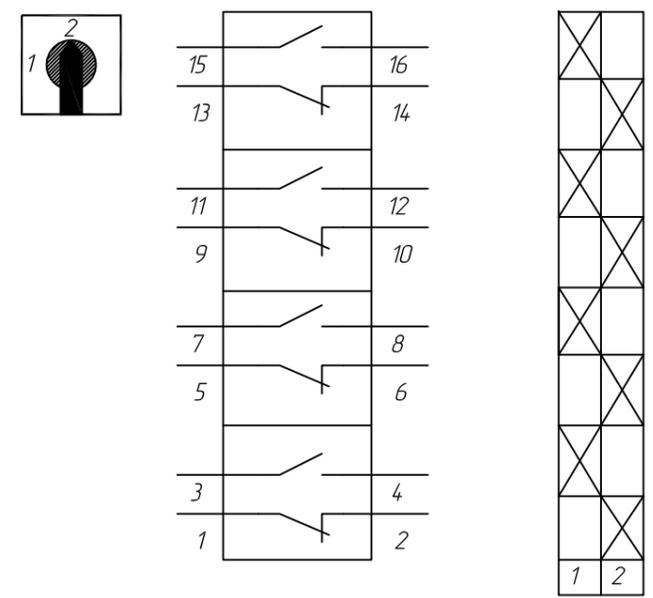
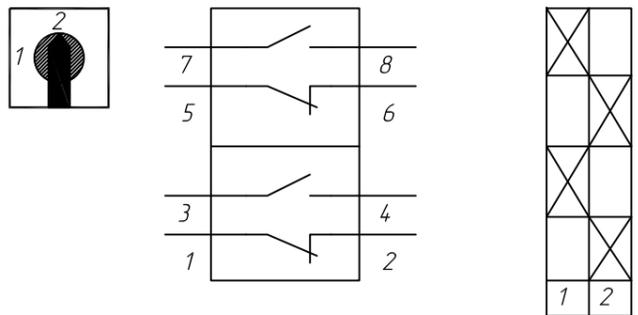


Диаграмма работы переключателей SAC4, SAD1 (ПП 53-16 1 095 М 1 УХЛ4)

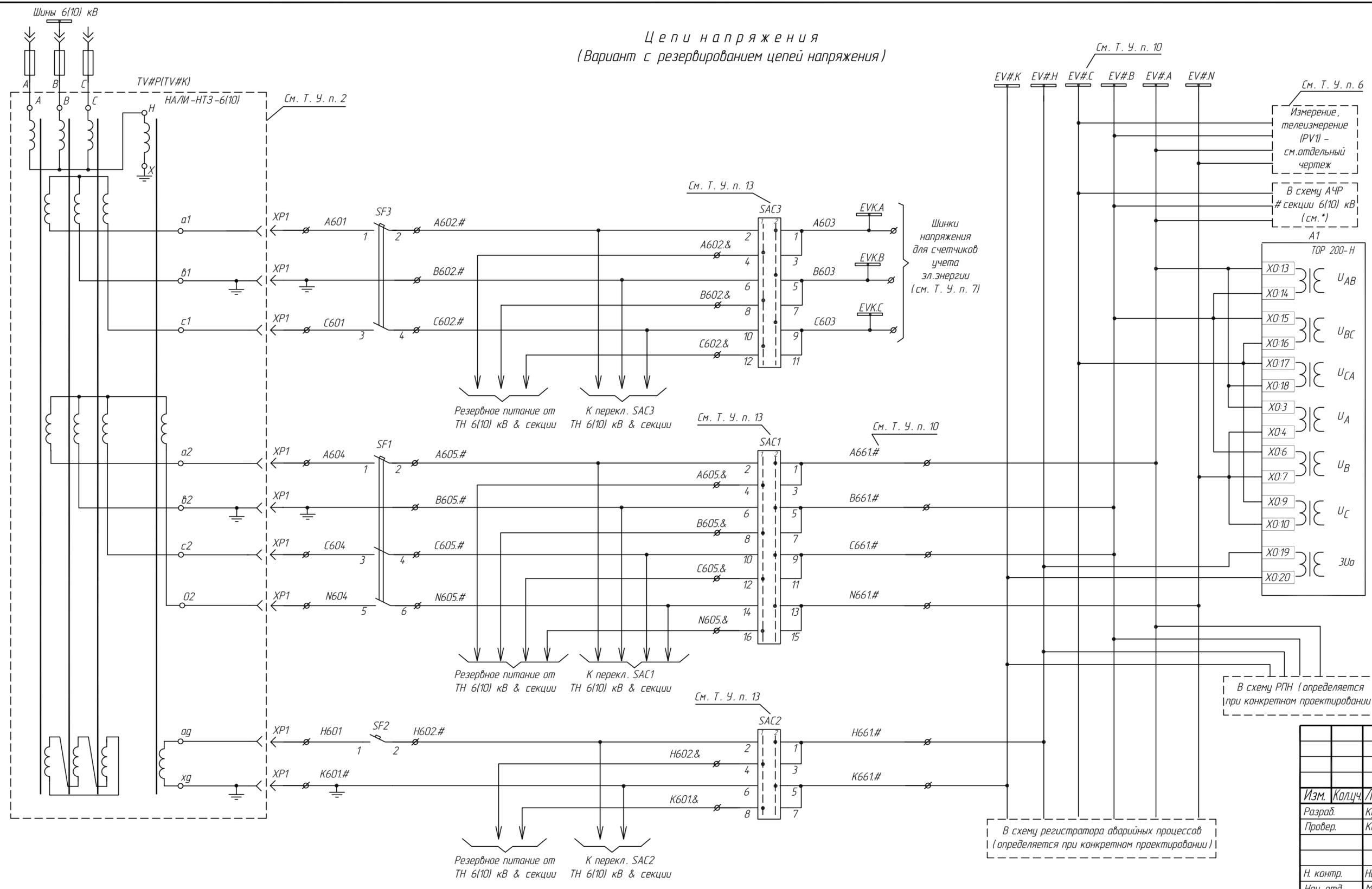


						<b>10215-Т1</b>			
						Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ"Волхов"			
Изм.	Кол.ч.	Лист	И док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством ТОР 200-Н	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Куприянов		Евд	15.12.			1	7
Провер.		Колесников		Кав	15.12.				
Н. контр.		Наумова		Наум	15.12.	Схема эл. принципиальная и технические указания	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач. отд.		Могонов		Могонов	15.12.				

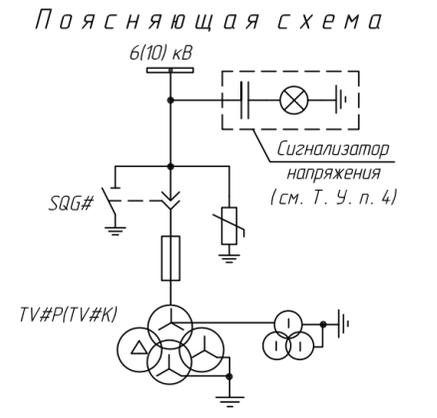
Инв. и подп. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Согласовано



### Цепи напряжения (Вариант с резервированием цепей напряжения)



Шинки напряжения	Измерение, телеизмерение фазных и линейных напряжений
АЧР (см. Т. У. п. 11)	
Защита минимального напряжения, контроль напряжения обратной последовательности, АЧР, ЧАПВ, "Земля в сети"	



\* Только при организации схемы АЧР на отдельном устройстве.

<b>10215-Т1</b>					
Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ "Волхов"					
Изм.	Коллч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Куприянов				15.12.
Провер.	Колесников				15.12.
ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством TOP 200-Н					Стадия
					Лист
					Листов
Исп.					Филиал
Н. кантр. Наумова					"Институт "ЭСП-НН-СЭЦ"
Нач. отд. Могонов					г. Н. Новгород 2015 г.

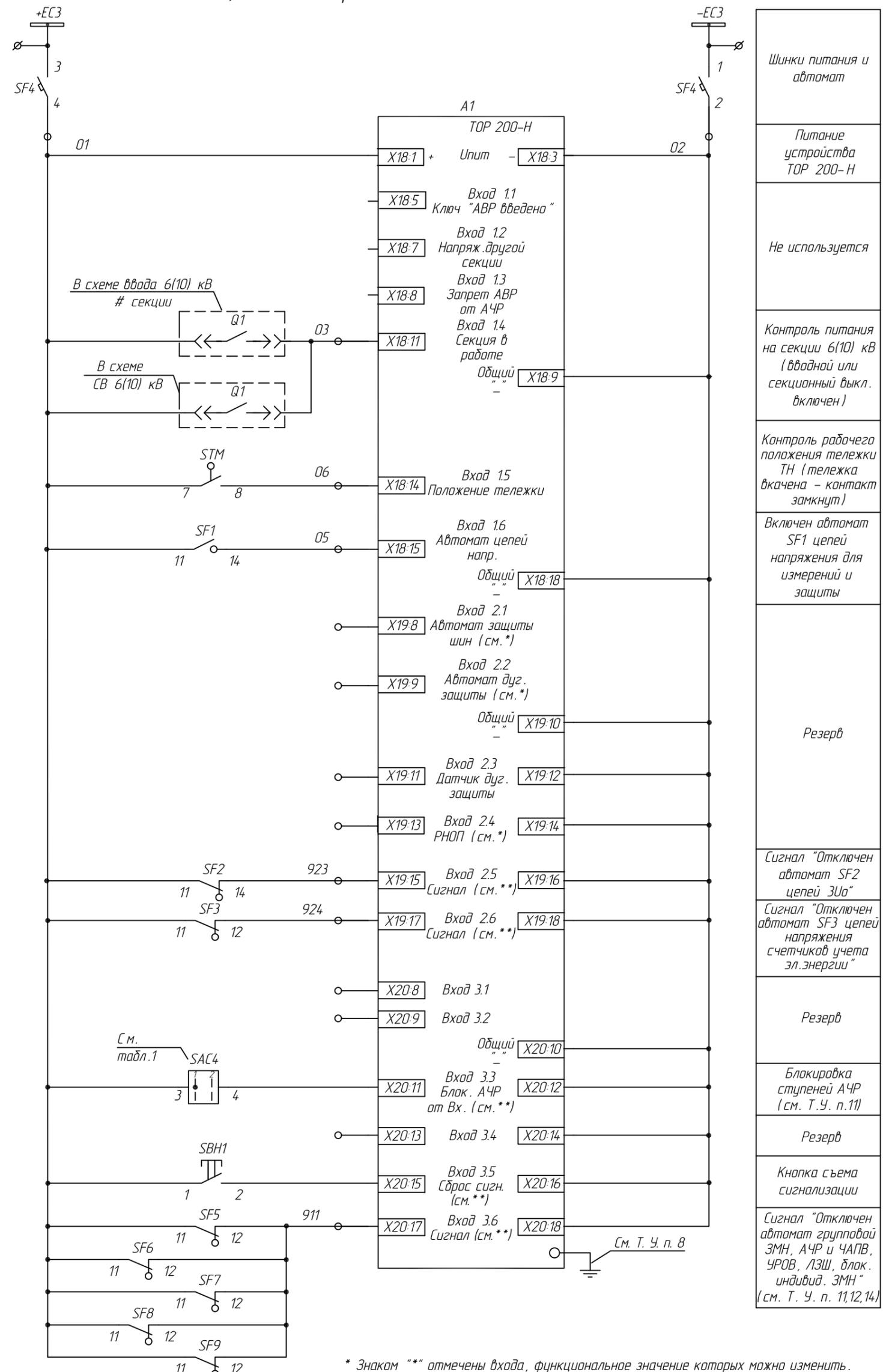
Согласовано

Взам. инв. N

Подпись и дата

Инв. N подл.

Цепи оперативного тока

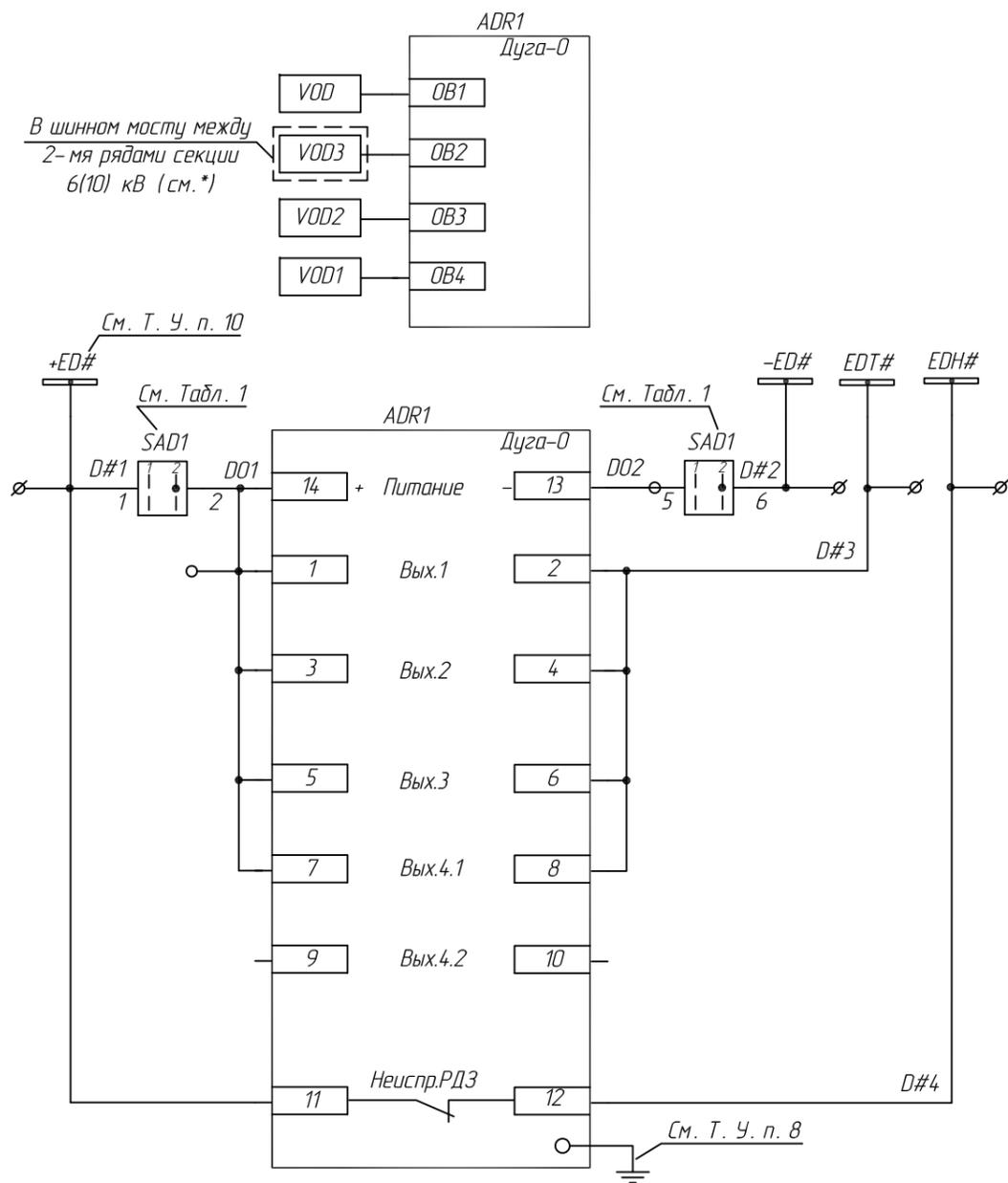


\* Знаком "\*" отмечены входы, функциональное значение которых можно изменить.  
 \*\* Дискретные входы запрограммировать:  
 - Вход 2.5, 2.6, 3.6 на светодиоды блока "Сигнализация" и срабатывание реле К14 "Вызов";  
 - Вход 3.3 на функцию "Блокировка АЧР от входа";  
 - Вход 3.5 на функцию "Сброс сигнализации".

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

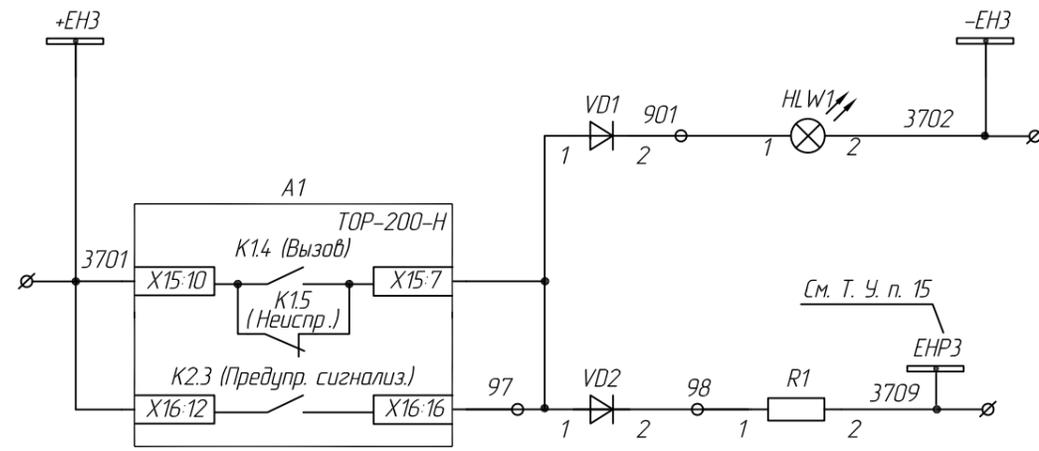
					<b>10215-Т1</b>			
					Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "			
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Куприянов		<i>[Signature]</i>	15.12.	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством TOP 200-Н	4	
Провер.		Колесников		<i>[Signature]</i>	15.12.			
Н. контр.		Наумова		<i>[Signature]</i>	15.12.	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Нач. отд.		Могонов		<i>[Signature]</i>	15.12.			
					Исп.			

Пример цепей ЗДЗ в шкафу шинного ТН 6(10) кВ



Датчик ДЗ в отсеке сборных шин
Датчик ДЗ в шинном мосту (или не используется)
Датчик ДЗ в отсеке в / вольтного оборудования
Датчик ДЗ в отсеке ввода-вывода
Шинки ЗДЗ секции
Переключатель ввода / вывода питания устройства ADR1
Срабатывание датчика ДЗ в отсеке сборных шин
Срабатывание датчика ДЗ в шинном мосту (или не используется)
Срабатывание датчиков ДЗ в отсеке в / вольтного оборудования
Срабатывание датчика ДЗ в отсеке ввода-вывода
Не используется
Неисправность устройства ADR1

Цепи сигнализации



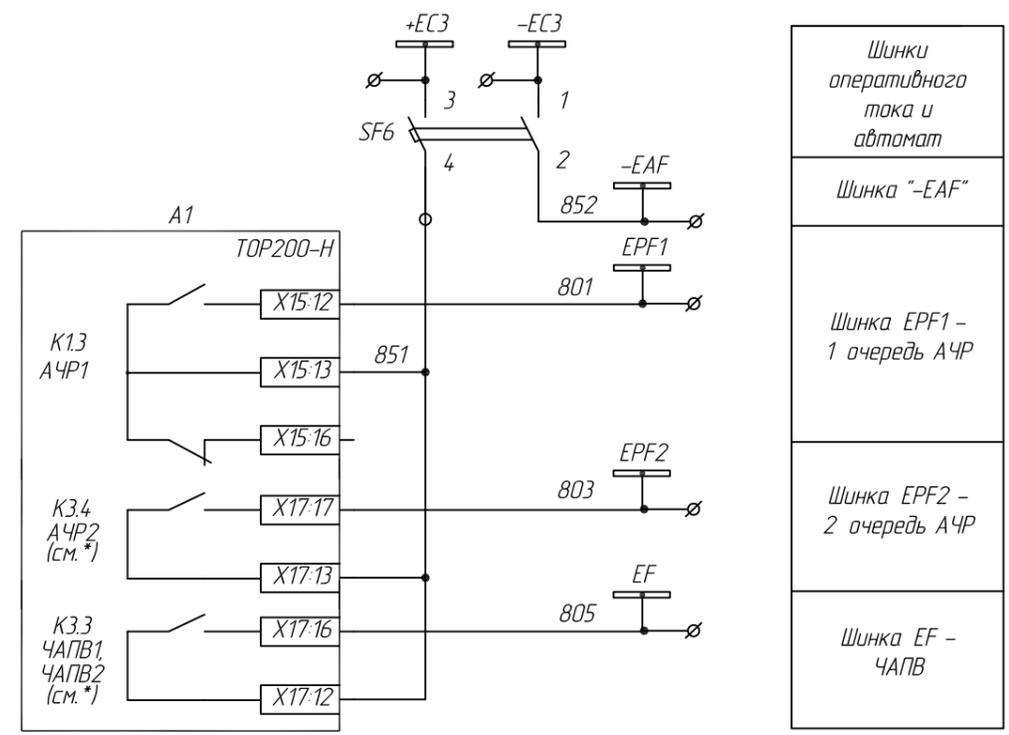
Шинки сигнализации
Световая сигнализация "Аварийная ситуация"
Неисправность устройства TOP 200-H
Предупредительная сигнализация

\* Только при двухрядном расположении ячеек секций 6(10) кВ при наличии шинного моста, соединяющего подстанции по сборным шинам.

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

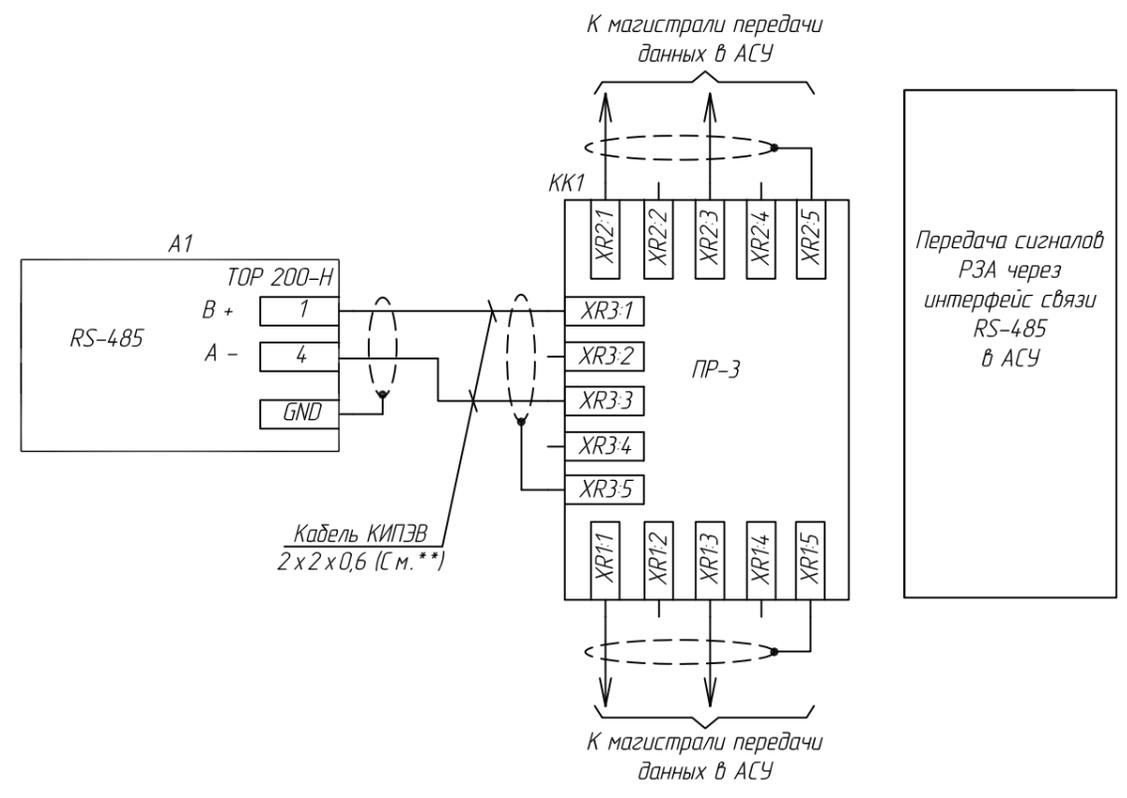
10215-Т1					
Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "					
Изм.	Кол.ч.	Лист	N док.	Подп.	Дата
Разраб.	Куприянов	5		Евд	15.12.
Провер.	Колесников	5		Кав	15.12.
ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством TOP 200-H					
Исп.					
Н. контр.	Наумова	5		Наум	15.12.
Нач. отд.	Могонов	5		Могонов	15.12.
Схема эл. принципиальная				Филиал "Институт ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.	

Образование шинок АЧР и ЧАПВ (см. Т. У. п. 11)



- Шинки оперативного тока и автомат
- Шинка "-EAF"
- Шинка EPF1 - 1 очередь АЧР
- Шинка EPF2 - 2 очередь АЧР
- Шинка EF - ЧАПВ

Пример подключения цепей интерфейса связи (см. Т. У. п. 9)

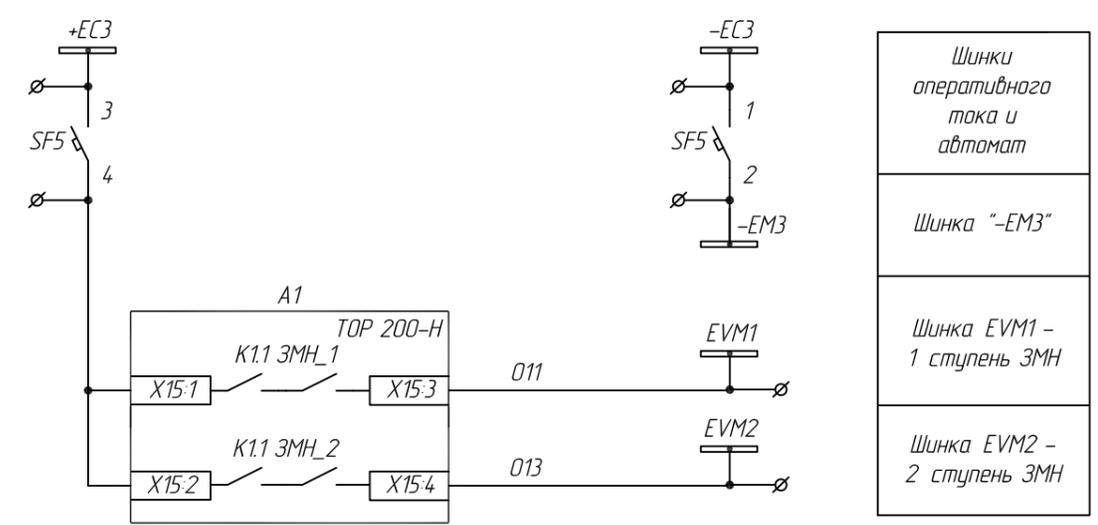


К магистрале передачи данных в АСУ

Передача сигналов РЗА через интерфейс связи RS-485 в АСУ

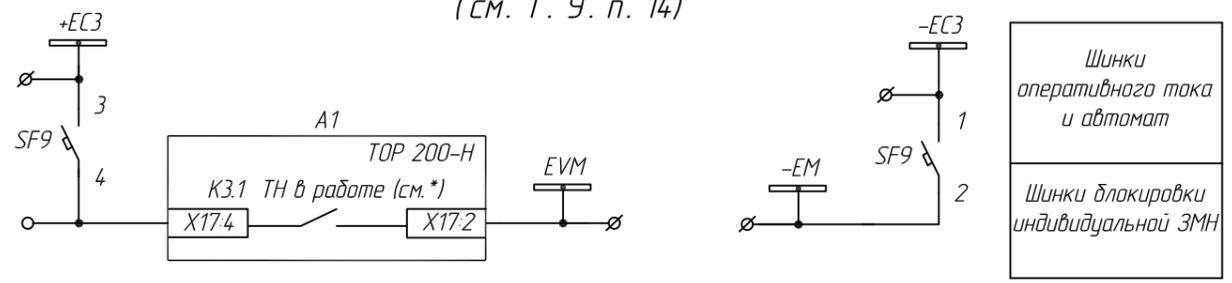
К магистрале передачи данных в АСУ

Образование шинок групповой ЗМН (см. Т. У. п. 14)



- Шинки оперативного тока и автомат
- Шинка "-EM3"
- Шинка EVM1 - 1 ступень ЗМН
- Шинка EVM2 - 2 ступень ЗМН

Образование шинок блокировки индивидуальной ЗМН (см. Т. У. п. 14)



- Шинки оперативного тока и автомат
- Шинки блокировки индивидуальной ЗМН

- \* Выходные реле запрограммировать:
  - реле К3.1 на функцию "ТН в работе";
  - реле К3.3 на функции "ЧАПВ 1", "ЧАПВ 2";
  - реле К3.4 на функцию "АЧР 2".

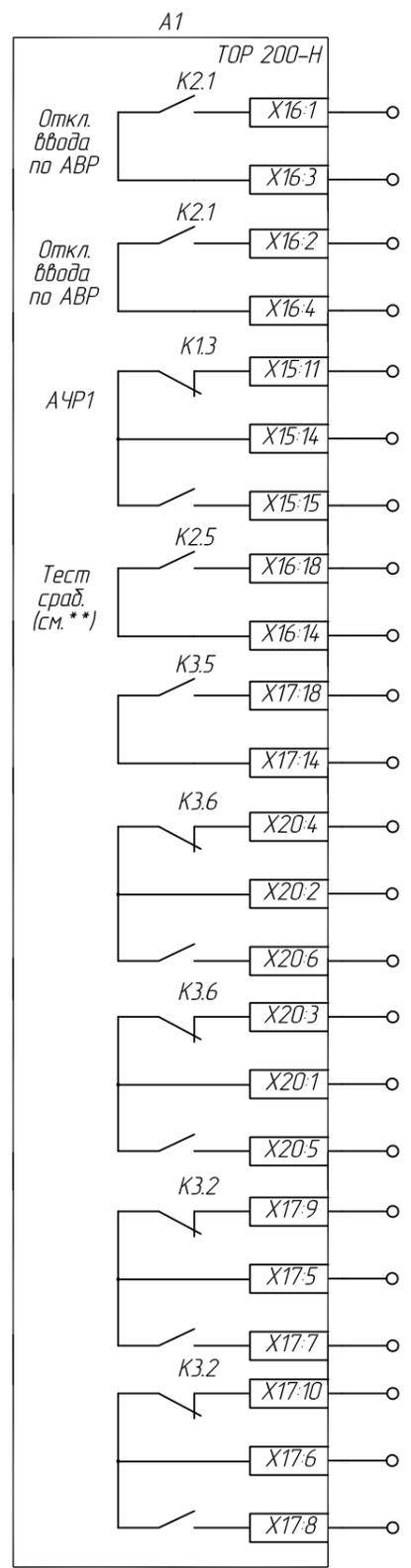
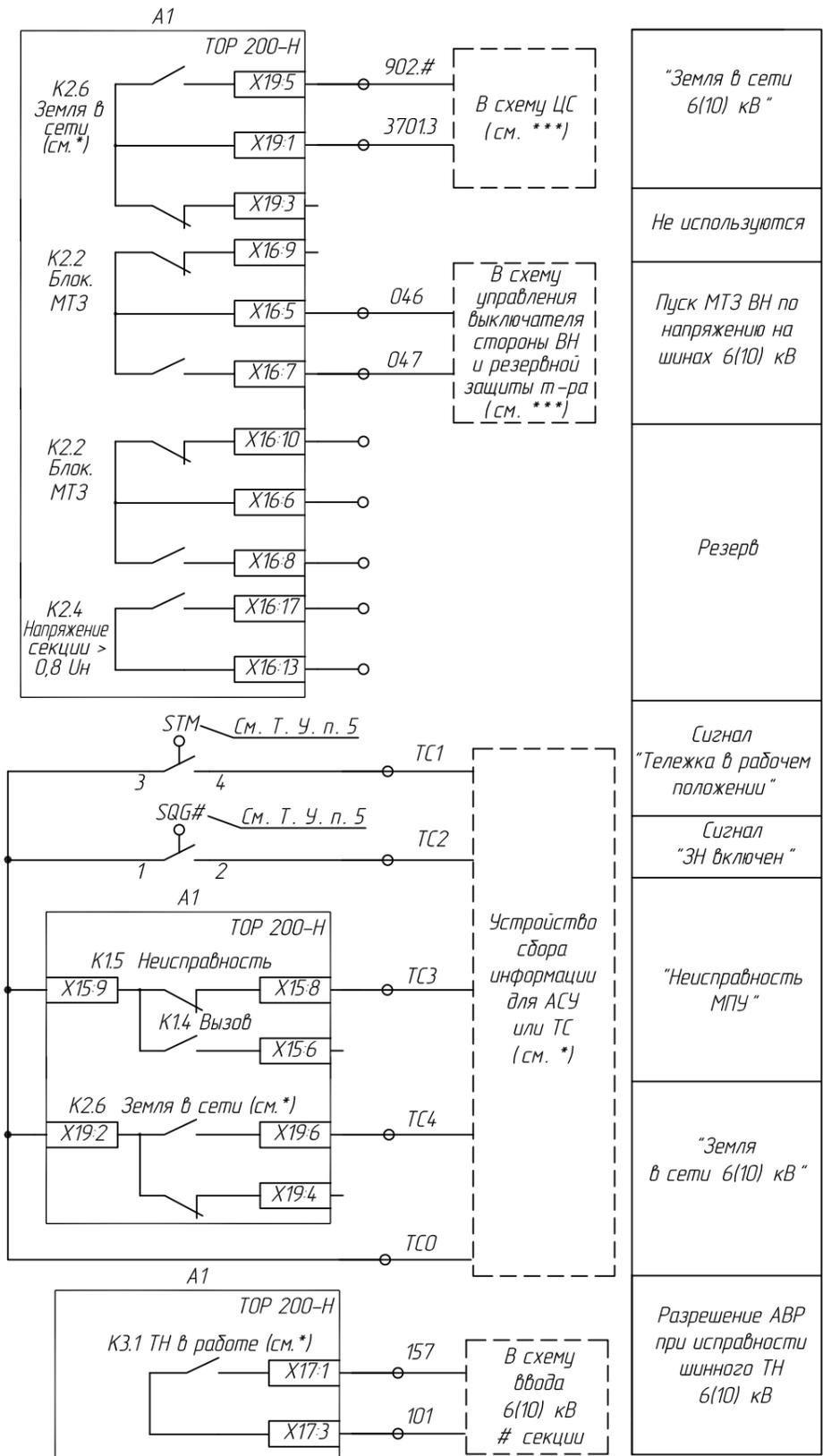
\*\* В соответствии со стандартом ISO/IEC 8482 длина отклонения кабеля от магистрале RS-485 не должна превышать 1 метра.

\*\*\* Уставки срабатывания 1 и 2 очереди ЧАПВ должны быть одинаковыми и превышать значение уставки срабатывания 1 очереди АЧР.

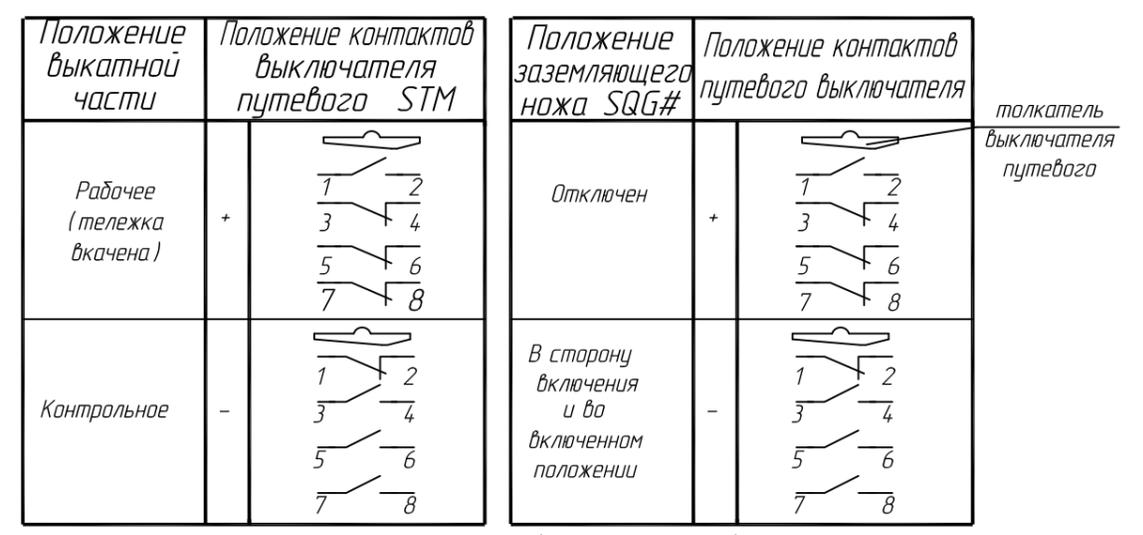
Согласовано	15.12.	Рыбин
	15.12.	Лузачев С.
Взам. инв. N	Инж. отд. АСУ	Лузачев С.
	Инв. N подл.	Подпись и дата

					<b>10215-Т1</b>					
					Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "					
Изм.	Кол.ч.	Лист	N док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством TOP 200-Н	Стадия	Лист	Листов	
Разраб.	Куприянов			15.12.					6	
Провер.	Колесников			15.12.						
					Схема эл. принципиальная			Филиал "Институт ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Н. контр.	Наумова			15.12.						
Нач. отд.	Могонов			15.12.						

Выходные цепи

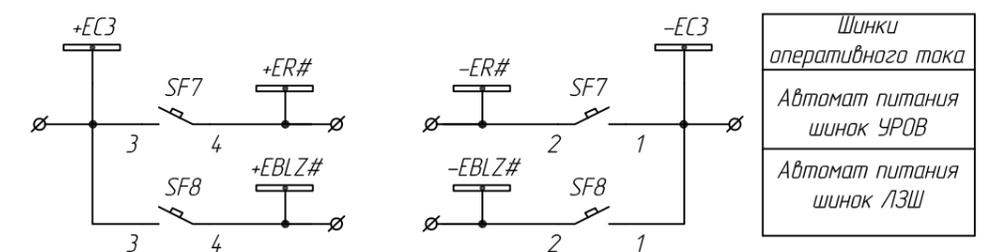


Диаграммы работ контактов выключателей путевого



+ путевого выключатель в сработанном положении (толкатель прижат).  
 - путевого выключатель в несработанном положении (толкатель свободен).

Организация питания шинок УРОВ и ЛЗШ (см. Т. У. п. 12)



\* Выходные реле запрограммировать:  
 - реле К2.6 на функцию "Земля в сети";  
 - реле К3.1 на функцию "ТН в работе".

\*\* Знаком "\*\*\*" отмечены контакты выходных реле, функциональное назначение которых можно изменить.

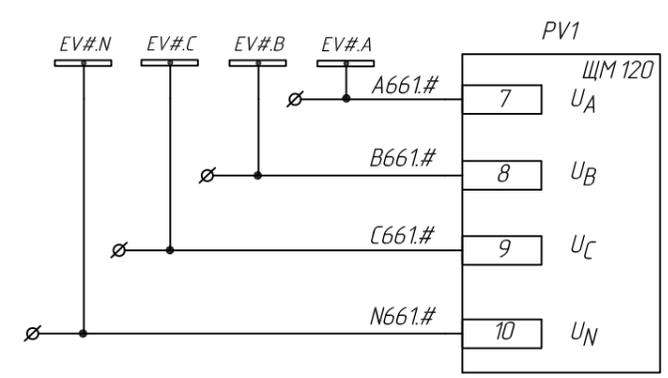
\*\*\* Марки цепей уточняются при конкретном проектировании.

Согласовано  
 Нач. отд. АСУ Рыбин Инж. отд. АСУ Пугачев С.  
 15.12. 15.12.  
 Инв. N подл. Подпись и дата Взам. инв. N

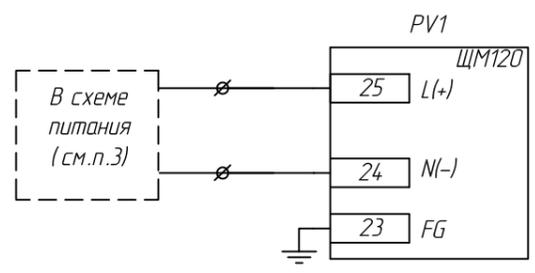
					<b>10215-Т1</b>					
					Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "					
Изм.	Кол.чч.	Лист	N док.	Подп.	Дата	ТН 6(10) кВ типа НАЛИ-НТЗ-6(10) с устройством ТОР 200-Н	Стадия	Лист	Листов	
Разраб.		Куприянов		<i>Евг</i>	15.12.					
Провер.		Колесников		<i>Сав</i>	15.12.			7		
					Схема эл. принципиальная			Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.		
Н. контр.		Наумова		<i>Наум</i>	15.12.					
Нач. отд.		Могонов		<i>Могонов</i>	15.12.					

Цифровой многофункциональный электроизмерительный прибор с программируемыми параметрами ЩМ 120

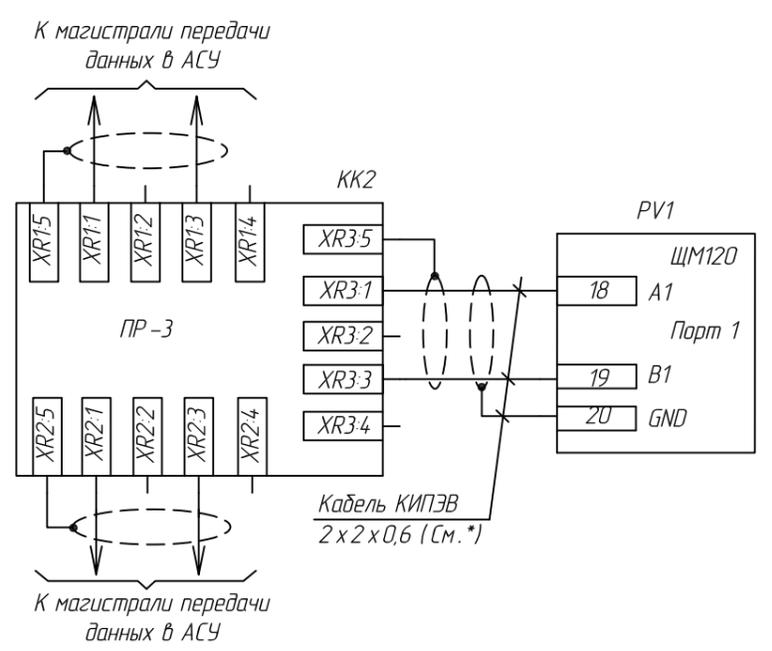
Цепи напряжения (см. п. 2)



Цепи питания



Цепи интерфейса связи



ПЕРЕЧЕНЬ АППАРАТУРЫ

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
КРУ 6(10) кВ. Шкаф шинного ТН 6(10) кВ # секции Дверь релейного шкафа			
PV1	Цифровой многофункциональный электроизмерительный прибор ЩМ 120	1	См. Т.У. п. 4
Задняя стенка			
KK2	Разветвитель интерфейса RS-485 ПР-3	1	

\* - в соответствии со стандартом ISO/IEC 8482, длина ответвления кабеля от магистрали RS-485 не должна превышать 1 метра.

Технические указания:

1. Цифровой многофункциональный электроизмерительный прибор ЩМ 120 производства ОАО "Электроприбор" (г.Чебоксары) используется для измерения и телеизмерения напряжения на шинах 6(10) кВ.
2. Вместо знака "#" указывается номер секции.
3. Подключение питания прибора определяется при конкретном проектировании.
4. Выбор параметров цифрового многофункционального электроизмерительного прибора ЩМ 120 производится при конкретном проектировании с использованием типовой работы N 10431тм-т1 (ЗАО "ГК "Электроцит"-ТМ Самара", филиал "ЭСП-НН-СЭЩ" 2015 г.).

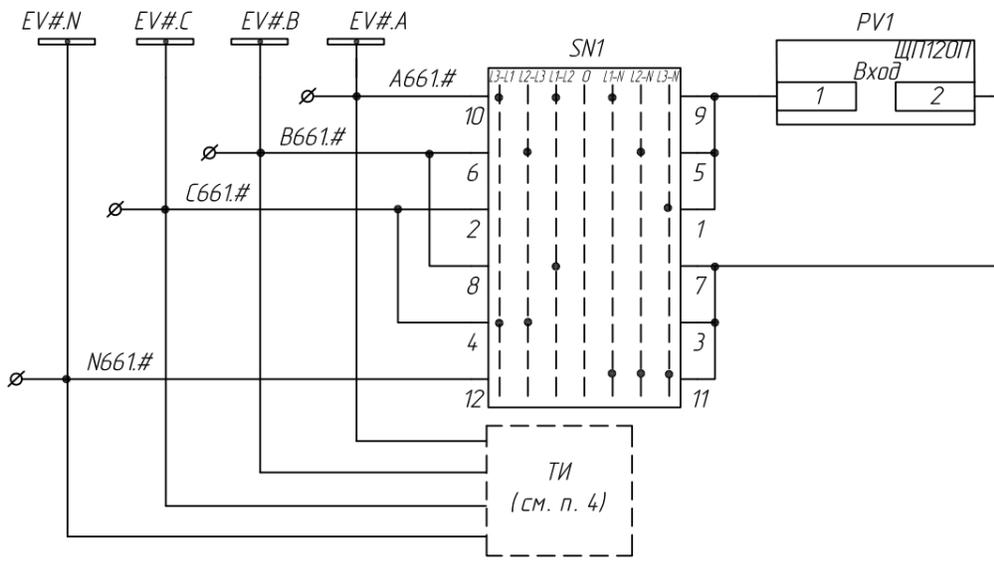
Согласовано	15.12.	15.12.
Нач. отд. АСУ	Рыбин	
Инж. отд. АСУ	Лукачев С.	
Взам. инв. N		
Подпись и дата		
Инв. N подл.		

10215-Т1

Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ "Волхов"					
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата
Разраб.		Куприянов			15.12.
Проверил		Колесников			15.12.
Цифровой эл. измерительный прибор ЩМ 120				Стадия	Лист
					1 3
Схема эл. подключений цифровых эл. измерительных приборов (вольтметров)				Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г.Н.Новгород 2015 г.	
Н. контр.	Наумова	Наумов		15.12.	
Нач. отд.	Моганов	Моганов		15.12.	

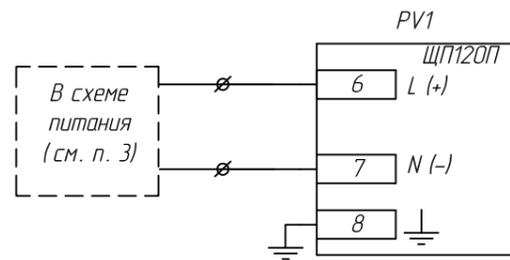
Цифровой многофункциональный электроизмерительный прибор с программируемыми параметрами ЩП 120 П

Цепи напряжения

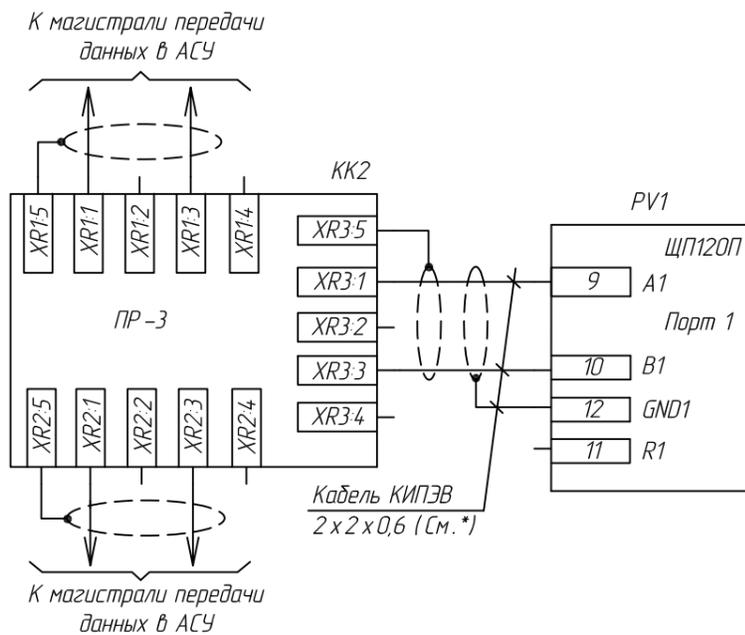


Шинки напряжения  
Измерение фазных и линейных напряжений.  
Контроль изоляции.  
Телеизмерение напряжения

Цепи питания



Цепи интерфейса связи



\* - в соответствии со стандартом ISO/IEC 8482, длина ответвления кабеля от магистрали RS-485 не должна превышать 1 метра.

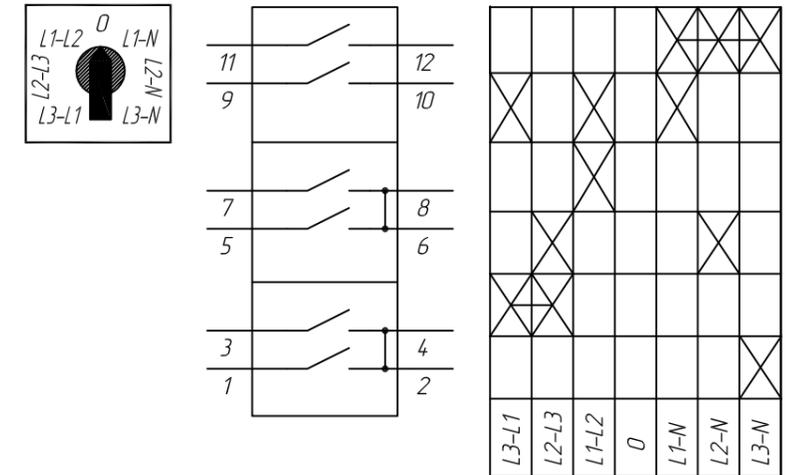
ПЕРЕЧЕНЬ АППАРАТУРЫ

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
КРУ 6(10) кВ. Шкаф шинного ТН 6(10) кВ # секции Дверь релейного шкафа			
PV1	Цифровой многофункциональный электроизмерительный прибор ЩП 120-П	1	См. Т.У. п. 5
SN1	Переключатель пакетный ПП 53-16 1 101 1 УХЛ4	1	
Задняя стенка			
KK2	Разветвитель интерфейса RS-485 ПР-3	1	

Таблица 1. Переключатель, используемый в схеме.

Поз. обозначение переключателя	Назначение переключателя	Положения переключателя
SN1	Фазное и линейное напряжение	L3-L1 - U <sub>CA</sub> L2-L3 - U <sub>BC</sub> L1-L2 - U <sub>AB</sub> 0 - вывод L1-N - U <sub>A</sub> L2-N - U <sub>B</sub> L3-N - U <sub>C</sub>

Диаграмма работы переключателя SN1 (ПП 53-16 1 101 1 УХЛ4)



Технические указания:

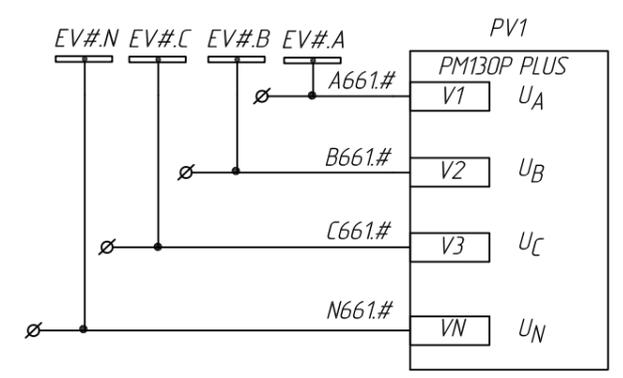
- Цифровой многофункциональный электроизмерительный прибор ЩП 120 П производства ОАО "Электроприбор" (г.Чебоксары) может использоваться для измерения напряжения на шинах 6(10) кВ.
- Вместо знака "#" указывается номер секции.
- Подключение питания прибора определяется при конкретном проектировании.
- Для телеизмерения напряжения на шинах 6(10) кВ используется отдельный прибор, что определяется при конкретном проектировании.
- Выбор параметров цифрового многофункционального электроизмерительного прибора ЩМ 120 производится при конкретном проектировании с использованием типовой работы N 10431тм-т1 (ЗАО "ГК "Электроцит"-ТМ Самара", филиал "ЭСП-НН-СЭЩ" 2015 г.).

					<b>10215-Т1</b>				
					Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "				
Изм.	Кол.уч.	Лист	Н док.	Подп.	Дата	Цифровой эл. измерительный прибор ЩП 120 П	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Куприянов	15.12.						2	
Проверил	Колесников	15.12.				Схема эл. подключений цифровых эл. измерительных приборов (вольтметров)	Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г.Н.Новгород 2015 г.		
Н. контр.	Наумова	15.12.							
Нач. отд.	Моганов	15.12.							

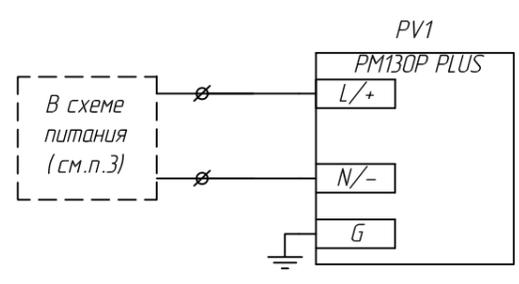
Согласовано  
Нач. отд. АСУ Рудин  
Инж. отд. АСУ Пивачев С.  
Взам. инв. Н  
Подпись и дата  
Инв. N подл.

Цифровой многофункциональный электроизмерительный прибор с программируемыми параметрами PM130P PLUS

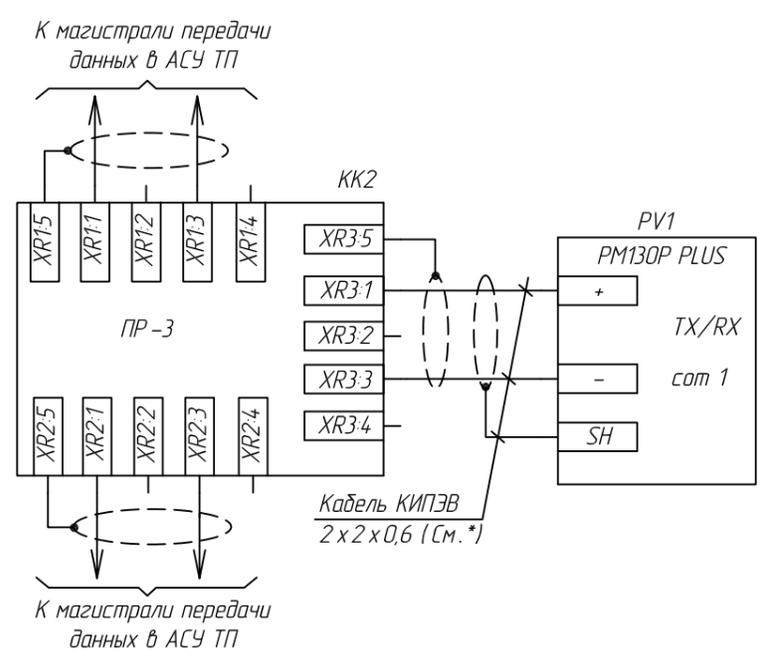
Цепи напряжения (см. п. 2)



Цепи питания



Цепи интерфейса связи



ПЕРЕЧЕНЬ АППАРАТУРЫ

Позиционное обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
КРУ 6(10) кВ. Шкаф шинного ТН 6(10) кВ # секции Дверь релейного шкафа			
PV1	Цифровой многофункциональный электроизмерительный прибор	1	См. Т.У. п. 4
	PM 130 P PLUS		
Задняя стенка			
KK2	Разветвитель интерфейса RS-485 ПР-3	1	

\* - в соответствии со стандартом ISO/IEC 8482, длина ответвления кабеля от магистрали RS-485 не должна превышать 1 метра.

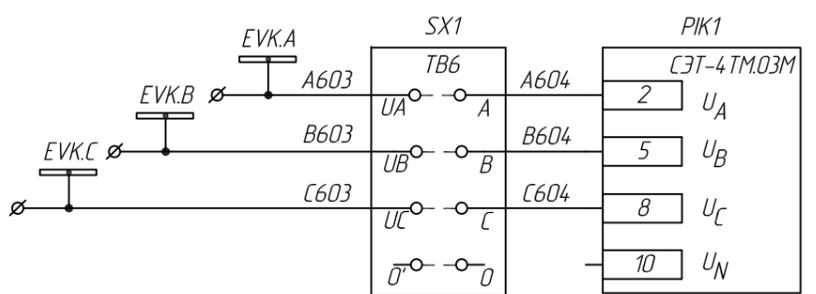
Технические указания:

1. Цифровой многофункциональный электроизмерительный прибор PM 130 P PLUS фирмы "SATEC Ltd" (Израиль) используется для измерения и телеизмерения напряжения на шинах 6(10) кВ.
2. Вместо знака "#" указывается номер секции.
3. Подключение питания прибора определяется при конкретном проектировании.
4. Выбор параметров цифрового многофункционального электроизмерительного прибора PM 130 P PLUS производится при конкретном проектировании с использованием типовой работы N 35114 тм-т 1 (ЗАО "ГК "Электроцит"-ТМ Самара", филиал "Институт ЭСП-НН-СЭЩ" 2014 г.).

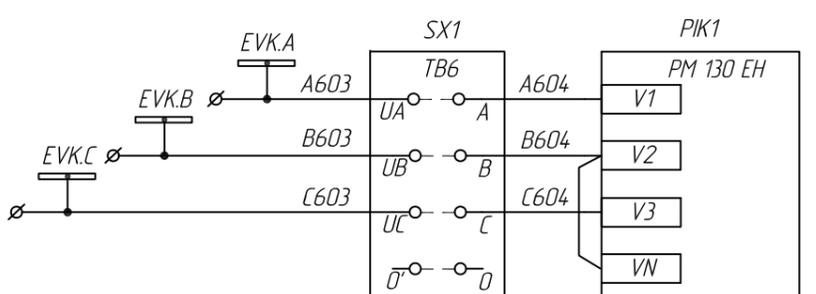
15.12.	15.12.
Нач. отд. АСУ	Рыбин
Инж. отд. АСУ	Павлов С.
Взам. инв. N	
Подпись и дата	
Инв. N подл.	

10215-T1						
Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ "Волхов"						
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата	
Разраб.		Куприянов			15.12.	
Проверил		Колесников			15.12.	
Цифровой эл. измерительный прибор PM 130 PLUS					Стадия	Лист
						3
Схема эл. подключений цифровых эл. измерительных приборов (вольтметров)					Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г.Н.Новгород 2015 г.	
Н. контр.		Наумова			15.12.	
Нач. отд.		Моганов			15.12.	

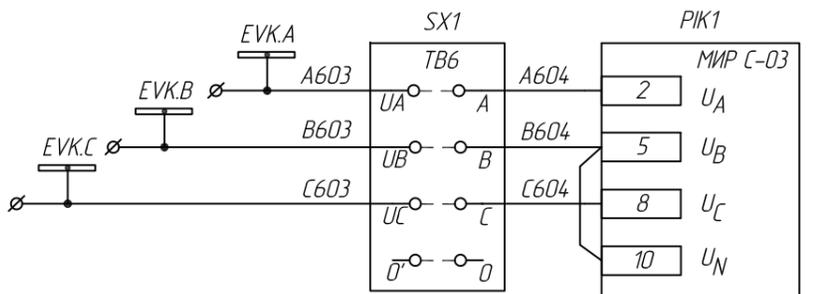
Цепи напряжения счетчиков учета эл. энергии СЭТ-4 ТМ.03 М, ПСЧ-4 ТМ.05



Цепи напряжения прибора для измерения показателей качества и учета эл. энергии РМ 130 ЕН Plus (см. п. 2)



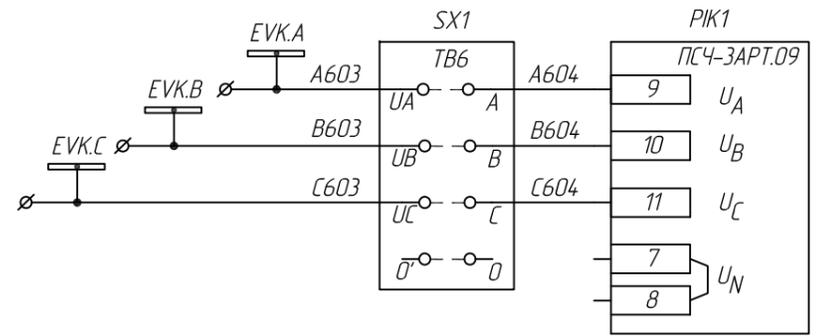
Цепи напряжения счетчика учета эл. энергии МИР С-03



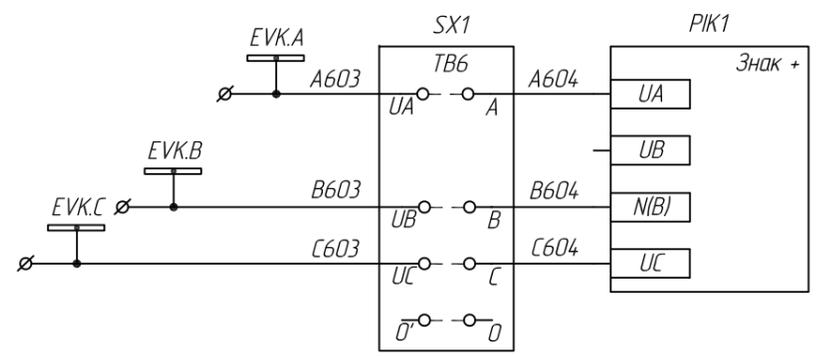
Технические указания:

1. Полный тип многофункционального счетчика электрической энергии определяется при конкретном проектировании.
2. При конфигурации прибора РМ 130 ЕН Plus следует указать одну из следующих схем подключения:
  - 3 ОРЗ при наличии трех трансформаторов тока;
  - 3 ОР2 при наличии двух трансформаторов тока.
3. Использование счетчиков в качестве измерительных приборов однофазных параметров не допускается в связи с отсутствием вывода нейтрали вторичной обмотки ТН для учета эл. энергии.

Цепи напряжения счетчика учета эл. энергии ПСЧ-3 АРТ.09



Цепи напряжения контроллера электрической ячейки ЗНАК +



15.12.	15.12.
Рыбин	Рыбин
Инж.отд. АСУ	Инж.отд. АСУ
Пугачев С.	Пугачев С.
Инв. и подл.	Взам. инв. и подл.
Подпись и дата	Взам. инв. и дата

<b>10215-Т1</b>					
Схемы электрические принципиальные и расчет нагрузок антирезонансного трансформатора напряжения НАЛИ-НТЗ-6(10) производства ООО "НТЗ" Волхов "					
Изм.	Кол.уч.	Лист	Н док.	Подп.	Дата
Разраб.		Колесников		Колесников	15.12.
Провер.		Куприянов		Куприянов	15.12.
Счетчики учета эл. энергии					
			Стадия	Лист	Листов
					1
Схема эл. подключений цепей напряжения					
Н. контр.	Наумова	Наумова		15.12.	
Нач. отд.	Могонов	Могонов		15.12.	
				Филиал "Институт "ЭСП-НН-СЭЩ" г. Н. Новгород 2015 г.	

Приложение А  
(рекомендуемое)

Справочные данные по потреблению релейной аппаратуры, измерительных приборов, счетчиков учета эл. энергии по цепям напряжения.

Цепи основных обмоток

№	Устройство/ прибор	Тип	Мощность потребления, ВА (при Uном)	
			На фазу Sф	Sав
<b>Приборы защиты</b>				
1	Микропроцессорное устройство защиты	Сириус	0,5	
2	Микропроцессорное устройство защиты	БЭ2704 (V013, 015, 016, 087)	0,5	
3	Микропроцессорное устройство защиты	БЭ2704 V061		1,0
4	Микропроцессорное устройство защиты	БМР3		0,2
5	Микропроцессорное устройство защиты	БМР3-152		0,25
6	Микропроцессорное устройство защиты	ТОР-200		0,2
6	Устройство РПН	РНМ-1		0,2
7	Устройство АЧР	БРЧН		0,2
<b>Счетчики учета эл. энергии</b>				
8	Счетчик	СЭТ-4ТМ.03	1,0	
9	Счетчик	A1800	1,2	
<b>Измерительные приборы, преобразователи</b>				
10	Вольтметр	Э42700		3,2
11	Вольтметр	ЩП-120-П		0,6
12	Преобразователь	ЩМ-120	0,1	
13	Преобразователь	Е855/3	0,6	
14	Преобразователь	Е849/9	3,5	
15	Преобразователь	АЕТ 111	0,2	
16	Преобразователь	АЕТ 311	0,2	
17	Многофункциональный измерительный прибор	PM 175P	0,5	
18	Цифровой осциллограф	БЭ2704 v900	1,0	
19	Устройство ОМП	ТОР-ЛОК	0,2	
20	Преобразователь	МИР-КПР-01М	0,1	
21	Преобразователь	ТОРАЗ (ITDS) HVD3	0,1	

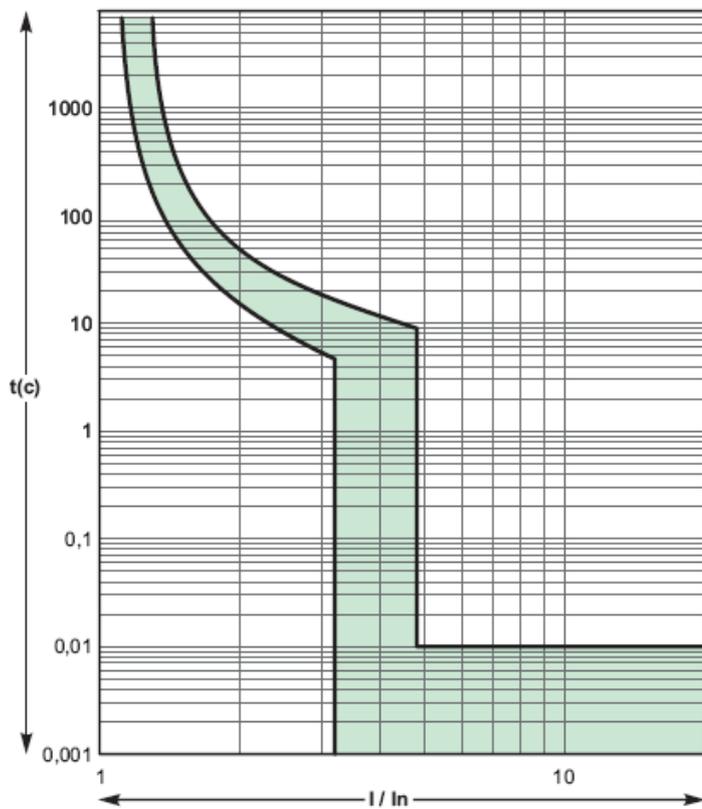
## Измерительные приборы, подключаемые к дополнительной обмотке

№	Устройство/ прибор	Тип	Мощность потребления, ВА (при Uном)
1	Микропроцессорное устройство защиты	Сириус	0,5
2	Микропроцессорное устройство защиты	БЭ2704 V016, V087	1,0
3	Микропроцессорное устройство защиты	БМРЗ	1,0
4	Устройство ОМП	ТОР-ЛОК	0,2
5	Миллиамперметр	Э42700	0,5
6	Цифровой осциллограф	БЭ2704 v900	1,0

Приложение Б  
(рекомендуемое)

Время-токовая характеристика типа В выключателей серии Acti9 типа iC60N

Номинальный ток 2-4 А.



Номинальный ток 6-63 А

