

ТИПОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

407-03-484 87

СХЕМЫ ВТОРИЧНЫХ ЦЕПЕЙ ТРАНСФОРМАТОРОВ
НАПРЯЖЕНИЯ 5-10кВ И ВЫШЕ

Альбом I

ПЗ Пояснительная записка стр 5-26

ЭВ Схемы электрические принципиальные стр 27-50

СМ Справочные материалы стр 51-71

УИВ № 23388-01

СФ ШПП 620062, г. Свердловск, ул. Чебышева, 4
Зак. № *43388-01* тираж *650*
Сделано в печать *8.06.1982* Цена *10-82*

ТИПОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

407 - 03 - 484.87

СХЕМЫ ВТОРИЧНЫХ ЦЕПЕЙ ТРАНСФОРМАТОРОВ
НАПРЯЖЕНИЯ 6-10кВ И ВЫШЕ

Альбом I

ПЗ Пояснительная записка стр 5-26

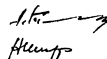
ЗВ Схемы электрические принципиальные стр 27-50

СМ Справочные материалы стр 51-71

РАЗРАБОТАНЫ ГОРЬКОВСКИМ ОТДЕЛЕНИЕМ
ИНСТИТУТА „ЭНЕРГОВЕТПРОЕКТ“
МИНЭНЕРГО СССР

УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ
ПРОТОКОЛОМ МИНЭНЕРГО СССР ОТ
19 07 88г N 12

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ОТДЕЛЕНИЯ
ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ПРОЕКТА



А А ГАЛИЦЫН
Н.Н ШИФРИНА

С о д е р ж а н и е

а л ь б о м а № 1

№ № листов	Наименование и обозначение документов Наименование листа	Стр
	Титульный лист	1
	Содержание альбома 1	2-4
1	Пояснительная записка 407-03-484 87-ПЗ 1 Введение	5
1-4	2 Основные технические решения	5-8
4,5	3 Область применения разработанных схем и подключение трансформаторов напряжения на подстанциях	8,9
5	4 Резервирование, питания нагрузок вторичных цепей трансформаторов напряжения	9
6	5 Особенности работы трансформаторов напряжения типа НКФ и НФЕ	10
6,7	6 Сигнализация замыкания на землю в сетях 6-35 кВ	10,11
7-9	7 Определение нагрузок вторичных обмоток трансформатора напряжения	11-13
9	8 Выбор автоматических выключателей	13
9-11	9 Выбор сечений проводов кабелей во вторичных цепях ТН	13-15
11-21	10 Особенности расчетов вторичных цепей ТН	15-25
22	11 Пояснения к схемам	26
22	12 Техничко-экономические обоснования	26
	Схемы электрические принципиальные 407-03-484 87-ЭВ	
1,2	ТН 3xЗНОЛ-6-10, НАМИ-10, 3xЗНОМ-35 на вводе 6-10-35 кВ автотрансформатора	27,28
3,4	Трансформаторы напряжения НАМИ-10, 3xЗНОЛ-6-10 на шинах 6-10 кВ	29,30

№ № листов	Наименование и обозначение документов Наименование листа	Стр
5,6	ТН 6-10 кВ для счетчиков, ТН на вводе 6-10 кВ трансформатора, ТН на линии 35 кВ	31,32
7	Трансформаторы напряжения 3xЗНОМ-35 на шинах 35 кВ	33
8	Трансформаторы напряжения 3xНКФ-110-220 на линиях 110-220 кВ	34
9	Трансформаторы напряжения 3xНКФ-110-220 на шинах 110-220 кВ	35
10	Трансформаторы напряжения 3xНКФ-330-500, 3xНФЕ-500 на линиях 330-500 кВ	36
11	Трансформаторы напряжения 3xНФЕ-750 на линии с одним комплектом конденсаторов связи	37
12	Трансформаторы напряжения 3xНФЕ-750 на линии с двумя комплектами конденсаторов связи	38
13	Трансформаторы напряжения 3xНКФ-330, 3xНФЕ-500-750 на шинах 330-750 кВ	39
14	Поясняющие схемы РУ 330-750 кВ	40
15	Организация цепей напряжения РУ 35 кВ	41
16	Организация цепей напряжения РУ 110-220 кВ со схемой „мостик“	42
17	Организация цепей напряжения РУ 110-220 с двумя системами шин	43
18	Организация цепей напряжения РУ 220-750 кВ по схеме „Четырехугольник“, „Треугольник“	44
19	Организация цепей напряжения РУ 330-750 кВ по схеме „Трансформаторы - шины“	45
20	Организация цепей напряжения РУ 330-750 кВ по схеме „Полупортная“	46

С о д е р ж а н и е

а л ь б о м а № 1

№ № листов	Наименование и обозначение документов Наименование листа	Стр.
21, 22	Организация цепей напряжения РУ 750 кВ по схеме "Четырехугольник", "Треугольник" при двух комплектах ТН на линии	47, 48
23	Организация цепей напряжения РУ 750 кВ по схеме "Трансформаторы - шины" при двух комплектах ТН на линии	49
24	Организация цепей напряжения РУ 750 кВ по схеме "Полуторная" при двух комплектах ТН на линии	50
Справочные материалы		
Приложение 1		
1	Технические характеристики трансформаторов напряжения 407-03 - 484 87 - СМ1 Таблица СМ1-1 Таблица СМ1-2	51
Приложение 2		
Нагрузки вторичных цепей ТН 407-03 - 484 87 - СМ2		
1	Потребление аппаратуры, приборов и устройств Таблица СМ2-1	52
2	Нагрузки вторичных цепей ТН 3 x НКФ - 110 - 220 кВ на линиях 110-220 кВ Таблица СМ2-2	53
3	Нагрузки вторичных цепей ТН 3 x НКФ - 110 - 220 на шинах 110 - 220 кВ Таблица СМ2-3	54
4	Нагрузки вторичных цепей ТН 3 x НКФ - 330 - 500, 3 x НФЕ - 500 - 750 на линиях 330 - 750 кВ Таблица СМ2-4	55

№ № листов	Наименование и обозначение документов Наименование листа	Стр.
5	Нагрузки вторичных цепей ТН 3 x НКФ - 330, 3 x НФЕ - 500 - 750 на шинах 330 - 750 кВ Таблица СМ2-5	56
Приложение 3		
1, 2	Выбор уставок автоматов вторичных цепей ТН 407-03 - 484 87 - СМ3 Таблица СМ3	57, 58
Приложение 4		
Допустимые сопротивления проводов кабелей вторичных цепей ТН 407-03 - 484 87 - СМ4		
1	Допустимые сопротивления проводов кабелей вторичных цепей ТН для линий 110 - 220 кВ Таблица СМ4-1	59
1	Допустимые сопротивления проводов кабелей вторичных цепей ТН на шинах 110 - 220 кВ Таблица СМ4-2	59
2	Допустимые сопротивления проводов кабелей вторичных цепей ТН для линий 330 - 750 кВ Таблица СМ4-3	60
2	Допустимые сопротивления проводов кабелей вторичных цепей ТН на шинах 330 - 750 кВ Таблица СМ4-4	60

С о д е р ж а н и е

а л ь б о м а № 1

№ лист	Наименование и обозначение документов Наименование листа	Стр
	Приложение 5 Определение сечений проводов кабелей 407-03-484.87-СМ5	
1	Определение сечений проводов кабелей основной обмотки ТН 3×НКФ-110-220 на линиях 110-220 кВ Таблица СМ5-1-1	61
2	Определение сечений проводов кабелей ТН 3×НКФ-110-220 на шинах 110-220 кВ Основная обмотка Таблица СМ5-1-2 Дополнительная обмотка Таблица СМ5-1-3	62
3	Определение сечений проводов кабелей основной обмотки ТН 3×НКФ-330-500, 3×НФЕ-500-750 на линиях 330-750 кВ Таблица СМ5-1-4	63
4	Определение сечений проводов кабелей ТН 3×НКФ-330, 3×НФЕ-500-750 на шинах 330-750 кВ Основная обмотка Таблица СМ5-1-5 Дополнительная обмотка Таблица СМ5-1-6	64
5	Графики $q_1 = f(l_1)$ для ТН НАМУ-10, 3×ЗНОЛ-6-10, 3×ЗНОМ-35 на вводах 6-10-35 кВ автотрансформатора СМ5-2-1-3 График $q_1 = f(l_1)$ для ТН 2×НОЛ(НОМ)-6-10 на вводе 6-10 кВ трансформатора СМ5-2-4	65

№ лист	Наименование и обозначение документов Наименование листа	Стр
	График $q_1 = f(l_1)$ для ТН НАМУ-10, 3×ЗНОЛ-6-10 на шинах 6-10 кВ СМ5-2-5	
6	Графики $q_1 = f(l_1)$ и $q_2 = f(l_2)$ для ТН 3×ЗНОМ-35 на шинах 35 кВ СМ5-2-6-10	66
7	Графики $q_1 = f(l_1)$ и $q_2 = f(l_2)$ для ТН 3×НКФ-110-220 на линиях 110-220 кВ ПС на постоянном оперативном токе СМ5-2-11, 12	67
8	Графики $q_1 = f(l_1)$ и $q_2 = f(l_2)$ для ТН 3×НКФ-110-220 на линиях 110-220 кВ ПС на выпрямленном оперативном токе. СМ5-2-13, 14	68
9	Графики $q_1 = f(l_1)$ и $q_2 = f(l_2)$ для ТН 3×НКФ-110-220 на шинах 110-220 кВ СМ5-2-15-18	69
10	Графики $q_1 = f(l_1)$ и $q_2 = f(l_2)$ для ТН 3×НКФ-330-500 3×НФЕ-500-750 на линиях 330-750 кВ СМ5-2-19-21	70
11	Графики $q_1 = f(l_1)$ и $q_2 = f(l_2)$ для ТН 3×НКФ-330, 3×НФЕ-500-750 на шинах 330-750 кВ СМ5-2-22-26	71

Инв. № подл. Подп. и дата. Взаг. Инв. №

1 Введение

Настоящие типовые материалы для проектирования разработаны в соответствии с поз 731 24 10 плана типового проектирования Госстроя СССР на 1988 г по теме „Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10 кВ и выше“ № 407-03-484 87

1 1 В работе приведены необходимые для конкретного проектирования технические данные и технические решения, являющиеся основными критериями для разработки полных схем трансформаторов напряжения (ТН) 6-750 кВ, схем организации цепей напряжения защиты, автоматики, измерительных приборов и учета для подстанций с различными схемами распределительных устройств 6-750 кВ, а также даны таблицы и графики для определения сечения жил кабелей во вторичных цепях ТН

1 2. В типовых материалах для проектирования использованы данные по ряду технических характеристик и расчетов, приведенных в типовой работе №52770-Э „Анализ и разработка схем вторичных цепей трансформаторов напряжения для цепей защиты и измерения“, вып 1980 г (с изм 1982 г), института „Теплоэлектропроект“, 107815, г Москва, ГСПб, Бакунинская 7, строение 1

- К числу указанных данных относятся
- технические характеристики по ТН 6-750 кВ,
- расчеты величин уставок автоматов для защиты вторичных цепей ТН,
- расчеты предельных сопротивлений жил кабелей во вторичных цепях ТН в зависимости от используемой мощности и классов точности соответствующих ТН

1 3. С выпуском настоящей работы аннулируются типовые решения института „Энергосетьпроект“ 107844, г Москва, ГСПб, 2^я Бауманская, 7 „Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения для различных схем электрических соединений подстанций 110-500 кВ №5554 тм - I, II (II редакция, 1973 г)

2 Основные технические решения

2 1 Разработанные схемы организации цепей трансформаторов напряжения обеспечивают питание устройств защиты, автоматики, измерения, учета электроэнергии, органов контроля напряжения и синхронизма в устройствах АПВ, устройств регулирования напряжения силовых трансформаторов, автотрансформаторов под нагрузкой, устройств контроля изоляции сетей с малым током замыкания на землю и т.д.

2 2 Трансформаторы напряжения, собираемые из однофазных ТН, должны иметь одинаковые группы соединений вторичных обмоток для

- „звезды“ — нулевую группу,
- „разомкнутого треугольника“ — одиннадцатую группу

Для трехфазных ТН 6-10 кВ сохраняется заводское соединение обмоток

2 2 1 От основных вторичных обмоток, соединяемых в звезду и предназначенных для питания устройств релейной защиты, автоматики, учета, измерений, выводятся три фазных и один нулевой провод, обозначенные соответственно „А“, „В“, „С“, „N“

2 2 2 От дополнительных вторичных обмоток, соединяемых в разомкнутый треугольник, максимально выводятся четыре провода, обозначенные условно „Н“, „К“, „U(N)“, „F“ Провода „Н“ и „К“ предназначены для выведения напряжения нулевой последовательности (ЗЩо).

Провод U(N) используется для снятия векторных диаграмм при проверках рабочим током защит от замыканий на землю, получающих питание от цепи ЗЩо.

Цепи „Н“ — U(N) предназначены для питания блокировки линейных защит при неисправностях цепей напряжения линий (см п 2 б).

Для устройств, питающихся от ТН шин 35 кВ, вывод „F“ не выполняется, т.к. не требуется в схемах

Альбом 1

Шифр и дата

407-03-48487-03					
ГИП	Шифрина	М	Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6 кВ и выше	Листов	22
Нач. отд.	Мерзленкова	М		Лист	1
Нач. сект.	Хмелев	М		РП	1
Рук. груп.	Тыгашов	М		ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ	1988 г.

Альбом 1

2.3. Защита от повреждений первичных обмоток осуществляется предохранителями и выполнена для ТН 6 - 10 - 35 кВ, установленных на шинах соответствующих напряжений.

Предохранители обеспечивают сохранение в работе шин и подключенных к ним первичных цепей при повреждении ТН. В схемах предусмотрен контроль исправности предохранителей.

На напряжение 110 кВ и выше предохранители не выпускаются, и ТН включаются без них.

Опыт эксплуатации ТН, подключенных без предохранителей, показал, что их отсутствие не приводит к понижению надежности работы установок.

2.4. Защита вторичных цепей ТН от всех видов коротких замыканий осуществляется с помощью автоматических выключателей (автоматов), имеющих блок - контакты.

Автоматы в цепях ТН типа НКФ, устанавливаемых на линиях, должны быть отстроены от срабатываний при бросках тока во вторичных обмотках ТН во время разряда емкости ненагруженной линии при ее отключении.

2.4.1. Для защиты основных вторичных обмоток ТН (соединенных в звезду) предусматривается один трехполюсный автомат.

При больших расстояниях между щитом управления подстанции и релейными щитами, на которые выводятся цепи ТН из соответствующих распределительных устройств, автоматы в шкафу ТН могут оказаться нечувствительными к КЗ в цепях нагрузок, удаленных от релейного щита (цепи измерительных приборов и др.). Для защиты этих цепей могут предусматриваться дополнительные автоматы, с установкой последних в помещении релейного щита. При выборе уставок автоматов допускается неселективное действие автоматов в шкафу у ТН при близком КЗ за дополнительным автоматом.

Если по условиям обеспечения минимальных допустимых потерь для расчетных счетчиков оказывается целесообразным прокладывать к ним отдельные кабели или отдельные жилы, то эти цепи защищаются отдельным автоматом.

2.4.2. Для ТН, в сетях с малыми токами замыкания на землю, в цепи выводов ЗЦо (от обмоток, соединенных в разомкнутый треугольник), где в нормальных режимах работы сети напряжение отсутствует, предусмотрена установка защитного автомата.

Указанный автомат предназначен для защиты обмотки от длительного протекания по ней токов КЗ в случае замыкания между проводниками, по которым подается напряжение ЗЦо, и возникновения замыканий на землю в первичной сети. Необходимость такой защиты обуславливается возможностью длительной работы сети, имеющей малые токи КЗ на землю. Указанная защита должна применяться при наличии в ней кабеля более 10 м или при разводке этой цепи по панелям отдельных присоединений, в противном случае автомат не устанавливается.

2.4.3. В сетях с большими токами замыкания на землю длительное протекание токов в цепи обмоток, соединяемых в открытый треугольник, не может иметь места, т.к. такие повреждения отключаются соответствующими защитами. В связи с указанным, автомат в цепи ЗЦо для ТН 110 кВ и выше не устанавливается.

Схемы предусматривают периодический контроль исправности цепи обмотки ТН, соединенной в "разомкнутый треугольник", с помощью миллиамперметра, зашунтированной кнопкой. Измерительный прибор при его включении и исправности цепей замеряет ток небаланса.

2.4.4. Для защиты цепей выводов от разомкнутых вершин треугольника ("U", "F") предусматривается отдельный автомат.

2.4.5. На основании технических характеристик ТН, а также рекомендаций по выбору уставок автоматических выключателей для защиты основных и дополнительных обмоток ТН, приведенных в типовой работе N 52770 - Э (см. п. 1.2), в настоящих типовых материалах для проектирования выполнена сводная таблица по уставкам автоматов, см. приложение 3.

2.5. Во вторичных цепях ТН предусматриваются меры, исключающие возможность неправильных действий релейной защиты, устройств регулирования возбуждения синхронных компенсаторов и др., в виде обеспечения контроля исправности цепей напряжения с организацией сигналов:

- при отключении защитных автоматов в цепях ТН всех напряжений с помощью их блокконтактов;

СМ. МЛ. П. Ф. И. В. А. Т. Ш. Б. Г. Д. Е. З. И. К. Л. М. Н. О. П. Р. С. Т. У. Ф. Х. Ц. Ч. Ш. Щ. Ъ. Ы. Э. Ю. Я.

Альбом 1

- при нарушении работы реле-повторителей шинных разъединителей, контактами которых производится переключение цепей напряжения присоединения;
- при перегорании предохранителей для ТН, в цепях первичных обмоток которых установлены предохранители. Цепи сигналов выводятся в схему центральных устройств звуковой и световой сигнализации.

В цепях разомкнутого треугольника ТН 110 кВ и выше (см. п. 2.4.3) предусматривается периодический контроль исправности цепи ЗЦо.

Кроме того, релейная защита элементов напряжением 35 кВ и выше, питание которой выполняется от ТН, снабжается устройствами:

- автоматически выводящими защиту из действия и сигнализирующими об этом, если неисправности в цепях ТН могут привести к неправильному действию защиты в нормальном режиме;
- сигнализирующими появление указанных неисправностей в цепях напряжения во всех остальных случаях.

2.6. Во всех вторичных цепях ТН устанавливается аппаратура, обеспечивающая видимость разрыв цепи при ремонтах.

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

Оно выполняется путем соединения с заземляющим устройством одного из фазных проводов вторичных обмоток (фазы В). Заземление вторичных обмоток ТН должно выполняться либо на ближайшей от ТН сборке зажимов, либо на зажимах ТН.

В заземленных проводах между ТН и местом заземления его вторичных цепей не допускается установка каких-либо коммутационных аппаратов (переключателей, блок-контактов, рубильников, автоматов и т.д.).

При установке заземления на зажимах трансформатора запрещается объединение заземленных вторичных цепей разных трансформаторов напряжения в других точках, для исключения возможности протекания токов замыкания на землю в первичной сети через провода вторичных цепей ТН, что может привести к неправильному действию некоторых видов устройств релейной защиты.

2.8. При переводе присоединения с одной системы шин на другую в установках, имеющих две системы сборных шин, питание

цепей напряжения указанного присоединения автоматически переводится на цепи ТН соответствующей системы шин. Переключение осуществляется контактами реле повторителей блок-контактов разъединителей.

2.9. В соответствии с требованиями директивных материалов схемами предусматривается возможность резервирования питания цепей нагрузок при выходе ТН из строя или при выводе его в ремонт.

Пояснения к организации цепей резервирования для ТН по отдельным присоединениям приведены в разделе 4 настоящей ПЗ.

2.10. Нагрузки ТН не должны превышать допустимые в заданных классах точности, которые приведены в технических характеристиках ТН 6-750 кВ, см. приложение 1.

2.11. Определение сечений жил (проводов) кабелей выполнено с учетом требований, изложенных в разделе 9.

В типовых материалах для проектирования разработаны таблицы и графики с данными по определению сечений проводов в кабелях для наиболее характерных сочетаний нагрузок во вторичных цепях ТН, с учетом требуемых классов точности ТН и допустимых падений напряжения в кабелях. Таблицы и графики см. в приложении 5.

2.12. Во избежание увеличения индуктивного сопротивления жил кабелей разводку вторичных цепей напряжения необходимо выполнять таким образом, чтобы сумма токов этих цепей в каждом кабеле была равна нулю в любых режимах.

В качестве мероприятий, обеспечивающих выполнение этой задачи, предусматривается:

2.12.1. Разделение цепей нагрузки, питаемой от обмоток трансформатора напряжения, соединенных в „звезду“ и в разомкнутый треугольник.

2.12.2. Прокладка в одном кабеле трех фазных и нулевого проводов от основных обмоток ТН на щит.

2.12.3. Прокладка в одном кабеле проводов от дополнительных обмоток на щит.

2.12.4. Использование разных кабелей для прокладки цепей по п. 2.12.2 и 2.12.3 обусловлено необходимостью применения кабелей со значительным сечением жил.

Инв. № табл. Год п. и дата в загл. инв. №

23388-01

Альбом 1

2 12 5 Для прокладки вторичных цепей напряжения от ТН до щита с использованием силовых кабелей должны применяться только четырехжильные кабели в металлической оболочке. При этом указанная оболочка должна быть заземлена с обоих концов каждого кабеля.

При наличии соединительных муфт оболочки кабелей по обе стороны каждой из муфт должны быть электрически соединены между собой.

При этом использование металлической оболочки в качестве одного из проводов вторичной цепи напряжения по соображениям надежности не допускается

Кабели в цепях основных и дополнительных обмоток ТН по всей длине от шкафа ТН до щита должны прокладываться рядом.

2 12 6 Прокладка и монтаж кабелей от выводов ТН до шкафа с защитными автоматами должны осуществляться с учетом требований повышенной надежности, т.к. эти кабели не входят в зону защиты автоматов. Для этой цели должны применяться кабели с изоляцией на номинальное напряжение не менее 1000 В

2 13 Для предотвращения самопроизвольных смещений нейтрали и повреждений ТН, в соответствии с директивными документами Минэнерго СССР, в цепи разомкнутого треугольника ТН установлены резисторы, за исключением ТН типа НАМИ-10, обладающих повышенной надежностью

3. Область применения разработанных схем и подключение трансформаторов напряжения на подстанциях

3 1 Типовые схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-750 кВ выполнены применительно для подстанций энергосистем с высшим напряжением 110-750 кВ

3 2 Применение разработанных типовых схем предназначено для вновь сооружаемых подстанционных объектов

Для расширяемых и реконструируемых подстанций использование технических решений, принятых в работе, следует проводить по каждому конкретному случаю индивидуально

3 3 Размещение релейной аппаратуры ТН 35-750 кВ предусматривается на панелях, устанавливаемых в помещении общеподстанционного пункта управления либо в релейных щитах, каждый из которых приближен к распределительному соответствующего напряжения.

Аппаратура ТН 6-10 кВ, кроме вольтметра с переключателем, устанавливается в соответствующих шкафах КРУ, КРУН 6-10 кВ.

3 4. Подключение ТН 6-750 кВ предусматривается в соответствии с типовыми материалами для проектирования N 407-03-456 87 „Схемы принципиальные электрические распределительных устройств напряжением 6-750 кВ подстанций.“

3 5 Трансформаторы напряжения устанавливаются на линиях 35-750 кВ в следующих случаях

3.5 1 На линиях 35 кВ ПС 110-220 кВ с трехмоточными трансформаторами установка ТН типа НОМ-35 производится при соответствующем обосновании (возможности питания со стороны линии) Цепи напряжения ТН 35 кВ используются для контроля АПВ по синхронизму и наличию (отсутствию) напряжения

3 5. 2 На линиях электропередач 110-220 кВ установка ТН соответствующего напряжения ЗХНКФ-110, ЗХНКФ-220 выполняется для распределительных устройств с мостиковыми схемами.

3 5. 3 Установка ТН на линиях электропередач 330-500-750 кВ предусматривается для всех вариантов схем РУ соответствующих напряжений

На линиях 330 кВ устанавливаются ТН типа ЗХНКФ-330, для линий 500 кВ могут быть использованы ЗХНКФ-500 либо ЗХНФЕ-500, а для линий 750 кВ применяются ЗХНФЕ-750 с установкой двух трансформаторных устройств на линии.

3 6 Трансформаторы напряжения устанавливаются на каждой системе (секции) шин 6-750 кВ.

3 6 1. Питание цепей напряжения защиты, автоматики, измерения и технического учета на питающих вводах секций шин 6-35 кВ осуществляется от ТН типов НАМИ-10, ЗХЗНОЛ-6-10, ЗХЗНОМ-35

Для цепей напряжения счетчиков отходящих линий на секциях шин 6-10 кВ, как правило, устанавливаются дополнительные ТН типа 2хНОМ-6-10, 2'хНОЛ-6-10, собранные по схеме неполного треугольника.

3 6 2 На каждой системе (секции) сборных шин 110-220-330 кВ выполняется установка ТН типа НКФ - ЗХНКФ-110; ЗХНКФ-220, ЗХНКФ-330 соответственно

Информация подана в дата взамен

Альбом 1

3.6.3 На шинах 500 кВ могут устанавливаться ТН типа НКФ либо НФЕ (3хНКФ-500 или 3хНФЕ-500) в зависимости от применяющихся в схеме РУ 500 кВ выключателей.

Для исключения возможных феррорезонансных явлений в РУ 500 кВ с воздушными выключателями, имеющими емкостные делители напряжения, рекомендуется установка ТН типа НФЕ-500, для остальных РУ 500 кВ применяются ТН типа НКФ-500.

О явлениях феррорезонанса трансформаторов напряжения типа НКФ см. раздел 5 настоящей ПЗ.

3.6.4. На шинах 750 кВ устанавливаются ТН типа НФЕ-750 (3хНФЕ-750).

4. Резервирование питания нагрузок вторичных цепей трансформаторов напряжения.

Типовые материалы для проектирования предусматривают обеспечение питания нагрузок, подключаемых к вторичным цепям ТН при выходе из строя или при выводе в ремонт соответствующего ТН

Резервирование питания цепей ТН выполнено с учетом требований директивных материалов следующим образом:

4.1. В РУ 35-220 кВ с двойной системой (двумя секциями) шин для взаимного резервирования цепей ТН предусматривается переключение нагрузки с одного ТН на другой с помощью переключателей.

При этом обе системы шин должны быть объединены шиносоединительным (секционным) выключателем и перевод присоединений с одной системы (секции) шин на другую не выполняется.

4.2. Для линий 110-220 кВ РУ с мостиковыми схемами питание нагрузки ТН одной линии резервируется от ТН другой линии переключателем.

4.3. Для линий 220, 330, 500 кВ со схемами РУ „треугольник“, „четыреугольник“ питание нагрузки ТН одной линии резервируется от ТН другой линии через переключатель.

4.4. Для линий 330, 500 кВ со схемами РУ „Трансформаторы - шины с присоединением линий через два выключателя“ питание нагрузки ТН линии резервируется от ТН на шинах.

4.5. Для линий 330, 500 кВ со схемами РУ „Полупортная“ и „Трансформаторы - шины с полупортным подключением линий“ питание нагрузки ТН линии резервируется от ТН той системы шин, с которой линия связана посредством одного выключателя.

4.6. Для линий 750 кВ способ резервирования нагрузки зависит от количества комплектов конденсаторов связи, устанавливаемых на каждой фазе линии.

4.6.1 При одном комплекте конденсаторов связи на каждой фазе выполняется два тракта с соответствующими электромагнитными устройствами трансформаторов типа НФЕ, шкафа с автоматическими выключателями и кабелями, прокладываемыми к панелям защиты

Электромагнитные устройства присоединяются к конденсаторам связи через разъемники.

Одновременное подключение двух электромагнитных устройств к одному комплекту конденсаторов не допускается по условиям обеспечения точности работы трансформаторов НФЕ.

Питание всей нагрузки осуществляется по одному тракту, а при его неисправности разъемники и нагрузка переключаются на исправный тракт

При этом необходимо предусматривать также резервирование питания нагрузки в таком же объеме, как указано в п. 4.3; 4.4, 4.5 при соответствующих схемах РУ 750 кВ.

4.6.2 При двух комплектах конденсаторов связи на каждой фазе, устанавливаемых в соответствии с техническими требованиями к устройствам связи, выполняется подключение через разъемники электромагнитных устройств ТН к каждому из комплектов конденсаторов, то-есть производится полное дублирование цепей напряжения по двум трактам от конденсаторов связи до панелей защиты.

При нормальной работе основная защита и АПВ питаются по одному тракту, а резервные защиты и измерительные приборы - по другому.

При неисправности одного из трактов нагрузка поврежденного тракта переключается вручную (переключателем) на исправный тракт, так выполняется резервирование питания нагрузки по цепям напряжения линии 750 кВ при наличии на ней двух комплектов конденсаторов связи.

Иск. подл. Подп. и дата. Изм. №

5 Особенности работы трансформаторов напряжения типа НКФ и НДЕ

Как показал опыт эксплуатации, при работе дифференциальной защиты шин, УРОВ и при оперативных переключениях имели место случаи повреждения электромагнитных трансформаторов напряжения типа НКФ при применении выключателей (ВВБ, ВНВ и др) с емкостными делителями напряжений, шунтирующими дугогасящие камеры.

После отключения указанных выключателей в результате работы защиты шин и УРОВ трансформатор напряжения остается подключенным к сети через емкости, шунтирующие камеры отключенных выключателей.

Повреждение трансформатора напряжения в таких схемах объясняется феррорезонансными явлениями, возникающими в сложном контуре (создаваемом нелинейной индуктивностью НКФ и емкостями шин и выключателей), и сопровождающимся превышением номинального тока в высоковольтной обмотке ТН в 50-100 раз.

Упомянутый контур, в котором возникает явление феррорезонанса, создается в частности и при оперативных переключениях линий при установке НКФ до линейного разединителя (то-есть со стороны подстанции)

В схемах РУ 110-220 кВ со сборными шинами, к которым присоединен НКФ, феррорезонанс не возникает при шунтировании ТН шин емкостью линии или индуктивным сопротивлением трансформатора (автотрансформатора)

Не сопровождаются явлениями феррорезонанса и оперативные переключения на установке НКФ на линиях за линейными разединителями, так при этом ТН шунтируется емкостью линии

Указанное подсоединение ТН типа НКФ на линиях 330-500 кВ выполнено в типовых материалах для проектирования № 407-03-456/87 „Схемы принципиальные электрические распределительных устройств напряжением 6-750 кВ подстанций.“

При применении емкостных ТН типа НДЕ как на шинах, так и на линиях опасность возникновения феррорезонанса после отключения воздушных выключателей с емкостными делителями напряжения - отсутствует

Для предотвращения повреждений ТН типа НКФ 220-500 кВ в условиях феррорезонанса, действующими директивными и руководящими материалами Минэнерго СССР, до выпуска и внедрения специальных устройств, осуществляющих подавление феррорезонанса, намечен ряд мероприятий, предлагающих

5.1 В схемах РУ 500 кВ на сборных шинах устанавливать трансформаторы напряжения типа НДЕ 500.

5.2. В схемах РУ со сборными шинами 110-220 кВ при действии дифзащиты шин и УРОВ предусматривать одно из следующих условий:

- не отключать одну из тупиковых линий;
- отключать одну из питающих линий с противоположной стороны, обеспечивая шунтирование НКФ емкостью линии;
- вместо отключения автотрансформатора или трехобмоточного трансформатора с заземленной нейтралью со стороны поврежденных шин отключать его выключателями с других сторон

5.3 На обходной системе шин 110-220 кВ вместо одной фазы НКФ устанавливать конденсатор связи со шкафом отбора напряжения

6 Сигнализация замыканий на землю в сети 6-35 кВ

Сигнализация замыканий на землю в сетях, работающих с изолированной нейтралью и имеющих малый ток замыканий на землю, осуществляется от цепей дополнительных вторичных обмоток ТН, соединенных в разомкнутый треугольник

Сумма напряжений трех фаз $3U_0$ подается к обмотке реагирующего реле, для действия которого при замыканиях на землю нулевая точка первичных обмоток должна быть заземлена

В нормальном режиме результирующее напряжение обмоток, соединенных в разомкнутый треугольник, теоретически равно нулю, практически же имеет некоторое напряжение небаланса, недостаточное для срабатывания реле

Действие реле обеспечивается напряжением, возникающим в обмотке разомкнутого треугольника при замыканиях на землю со стороны первичной обмотки (в какой-либо фазе).

Вследствие того, что нейтраль сети изолирована, короткое замыкание не возникает и симметрия векторной диаграммы напряжений сети не нарушается.

Альбом 1

Шиб. М. Лодип. Попов и. Дата. Взаим. Инв. Л.

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.

На выходе обмотки, соединенной в разомкнутый треугольник, будет сумма векторов двух фаз сдвинутых между собой на 60°

$$3U_0 = 2\sqrt{3}U_{\phi} \cos \frac{60^\circ}{2} = 2\sqrt{3}U_{\phi} \frac{\sqrt{3}}{2} = 3U_{\phi}$$

На рис. 1 приведена схема ТН и векторные диаграммы напряжений сети, первичных и вторичных обмоток ТН при металлическом замыкании на землю фазы А в сети.

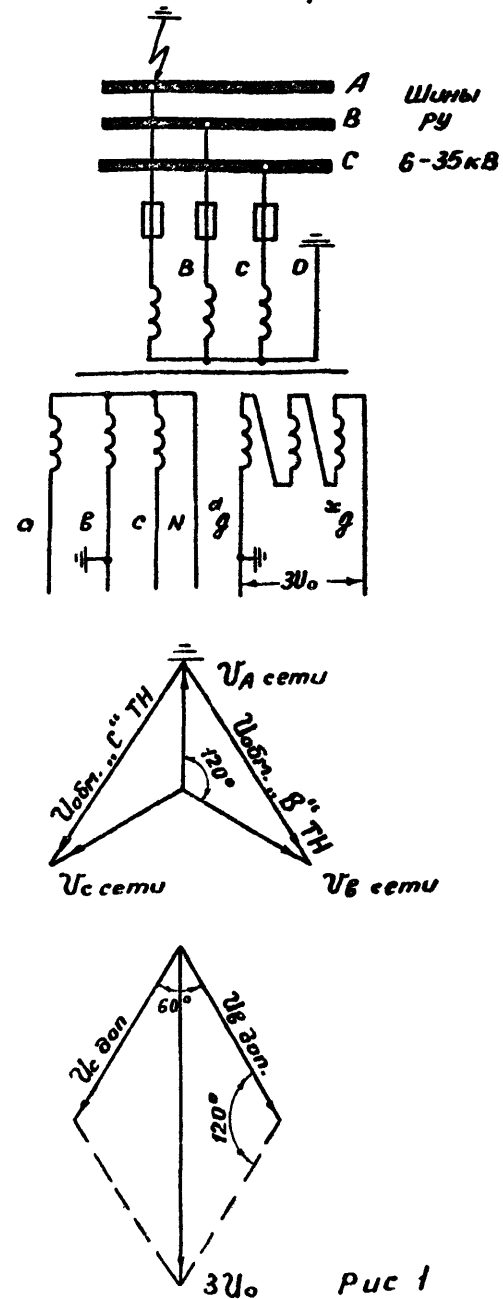


Рис 1

Схема ТН с замыканием на землю фазы А в сети 6-35кВ

На первичных обмотках ТН
 На вторичных дополнительных обмотках

векторные диаграммы напряжений при замыкании на землю фазы А

Номинальное напряжение дополнительных вторичных обмоток ТН, предназначенных для использования в сетях с изолированной нейтралью принимается равным $\frac{100}{3}$, максимальное значение будет $3U_{0max} = 3 \cdot \frac{100}{3} = 100В$

В связи с тем, что напряжение на выходе обмоток, соединенных в разомкнутый треугольник, может возникать и при перегорании одного из предохранителей в цепи первичных обмоток ТН, для обеспечения четкой сигнализации о замыкании на землю предусматривается блокирование действия сигнализации устройством контроля предохранителей.

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

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

7. Определение нагрузок вторичных обмоток трансформаторов напряжения.

7.1. Характер нагрузки ТН.

К вторичным обмоткам ТН подключаются нагрузки, требующие питание по цепям напряжения в различных классах точности.

Последние определяются положениями директивных и руководящих материалов и соответствующими разделами „Правил устройств электроустановок“ (ПУЭ).

Для расчетных счетчиков электрической энергии должны применяться ТН класса точности 0,5. При этом допустимое падение напряжения в кабеле, связывающем ТН и панель счетчиков межсистемных линий, не должно превышать 0,25% U_n , а в кабеле между ТН и панелью расчетных счетчиков потребительских линий — 0,5% U_n .

Допускается использование ТН класса точности 1,0 для включения расчетных счетчиков класса точности 2.

Алюбом 1

Учб. М. мод. 1/00 и Вагта. Взам. Учб. М.

Для измерительных приборов, как правило, может использоваться ТН, работающий в классе точности 1 или 3. ТН, используемый для релейной защиты, должен работать в классе точности не ниже 3

При питании от одной и той же обмотки ТН нагрузок различного характера должна обеспечиваться работа ТН в высшем из требуемых классов точности

По результатам расчета оценивается применимость выбранного ТН. В случае превышения допустимой для ТН нагрузки в требуемом классе точности следует принимать меры по разгрузке ТН (переводу части нагрузки на другой ТН) либо по переходу на ТН большей мощности

7 2. Порядок определения нагрузок вторичных цепей ТН.

7 2 1 Определение нагрузки ТН производится по данным о потреблении релейной и измерительной аппаратуры, счетчиков и других устройств, подключаемых к ТН

Для расчета потребления всей аппаратуры, включенной на линейное напряжение, потребление должно быть приведено к напряжению 100В, а аппаратуры, включенной на фазное напряжение — к $110/\sqrt{3}$ В.

Пересчет с другого напряжения на расчетное производится по выражению

$$S_{расч} = \left(\frac{U_{расч}}{U}\right)^2 \cdot S_u \quad (7-1)$$

где S_u — потребление, заданное при напряжении U ;

$S_{расч}$ — потребление при расчетном (линейном или фазном) напряжении $U_{расч}$

Если известно только сопротивление Z реле или прибора, то потребление определяется по выражению

$$S_{расч} = \frac{U_{расч}^2}{Z} \quad (7-2)$$

7 2 2. Для более полного использования мощности ТН по возможности выравнивают их вторичную нагрузку по фазам. Однако, обычно имеется некоторая неравномерность нагрузки, поэтому расчет сводится к определению нагрузки наиболее загруженной фазы ТН.

С целью упрощения в практических расчетах суммирование потребляемой мощности производят арифметически, без учета разных коэффициентов мощности отдельных нагрузок, неравномерность нагрузки учитывают приближенно, что создает некоторый расчетный запас

7 2 3. Ниже приводятся расчетные выражения для определения нагрузок на фазу основной вторичной обмотки ТН (соединенной в звезду) согласно данным типовой работы 52770 - Э (см п 1.2 настоящей ПЗ).

Для фазы А $S_{нф} = \frac{S_{нас}}{\sqrt{3}} \sqrt{K^2 + K + 1}$ $K = \frac{S_{наб}}{S_{нас}}$

Для фазы В $S_{нф} = \frac{S_{наб}}{\sqrt{3}} \sqrt{K_1^2 + K_1 + 1}$ $K_1 = \frac{S_{нвс}}{S_{наб}}$

Для фазы С $S_{нф} = \frac{S_{нас}}{\sqrt{3}} \sqrt{K_2^2 + K_2 + 1}$ $K_2 = \frac{S_{нвс}}{S_{нас}}$

где, $S_{наб}$ — линейная нагрузка между фазами АВ

$S_{нвс}$ — линейная нагрузка между фазами ВС

$S_{нас}$ — линейная нагрузка между фазами АС

при этом условия принято следующее неравенство линейных нагрузок $S_{нвс} > S_{наб} > S_{нас}$

Наибольшее значение $S_{нф}$ будет для той фазы, к которой присоединены две междуфазные нагрузки, каждая из которых больше третьей. При неравенстве нагрузок, принятом выше ($S_{нвс} > S_{наб} > S_{нас}$) максимальная нагрузка будет у фазы В, то-есть $S_{нф В}$

При наличии нагрузок, включенных на фазные напряжения (в четырехпроводных вторичных цепях), потребляемая ими мощность $S_{нф}$, приведенная к фазному напряжению должна суммироваться с мощностью междуфазной нагрузки соответствующих фаз. При этом полная мощность нагрузки любой из фаз ТН будет

$$S_{нф} = \frac{S_{нф\ нагр}}{\sqrt{3}} \sqrt{K^2 + K + 1} + S_{ф} \quad (7-3)$$

При отсутствии нагрузок, включенных на фазное напряжение, $S_{ф} = 0$

При соединении вторичных обмоток однофазных ТН в звезду нагрузка, подсчитанная для наиболее загруженной фазы по выражению (7-3), должна сопоставляться с мощностью одной фазы трансформаторов в требуемом классе точности

При питании вторичной нагрузки от трехфазного ТН с его мощностью в нужном классе точности сопоставляется упомянутая мощность нагрузки наиболее загруженной фазы, подсчитанная по выражению ((7-3).

Альбом 1

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

Альбом 1

7 2 4 При соединении вторичных обмоток двух однофазных трансформаторов напряжения в открытый треугольник и равенстве нагрузок $S_{ab} = S_{bc} = S_{ca}$, $S_{нар}$ на ТН = $\sqrt{3} S_{нф}$. Если ту же нагрузку можно включить только на напряжение U_{ab} и U_{bc} ($S_{ab} = S_{bc}$; $S_{ca} = 0$), то на каждый ТН придется только половина суммарной нагрузки, то - есть $1,5 S_{нф}$.

Следовательно, при схеме открытого треугольника выгоднее распределить нагрузку между напряжениями U_{ab} и U_{bc} .

7 2 5 Нагрузка $S_{нн}$ цепи ЗЦо дополнительной обмотки приводится к напряжению 100 В.

Для трехфазных ТН типа НАМИ она сопоставляется с мощностью 30 ВА, указанной в ТУ 16-671 159-87

Для однофазных ТН нагрузка $S_{нн}$ суммируется с нагрузкой основной обмотки и сопоставляется с мощностью трансформатора в классе точности 3

7 2 6 Расчет суммарной нагрузки на ТН выполняется по формулам, входящим в состав типовых материалов, указанных в п 12 настоящей ПЗ

Суммарная нагрузка ТН, установленного в сетях с изолированной нейтралью вычисляется по выражению

$$\sum S_{НТН} = \frac{S_{нн}}{\sqrt{3}} + S_{нф} \quad (7-4)$$

а для сетей с заземленной нейтралью

$$\sum S_{НТН} = S_{нн} + \frac{S_{нф} + S_{нф}''}{3} \quad (7-5)$$

где $S_{нн}$ — нагрузка в цепи ЗЦо,
 $S_{нф}$ — нагрузка наиболее загруженной фазы,
 $S_{нф}'$, $S_{нф}''$ — максимальные значения линейных нагрузок.

По вычисленной величине нагрузки $\sum S_{НТН}$ определяется класс точности, в котором будет работать ТН. При этом решается вопрос о необходимости установки дополнительных ТН в том случае, если $\sum S_{НТН} > S_{ТН}$ в требуемом классе точности

8. Выбор автоматических выключателей

8 1 Общие положения

В качестве защитных автоматов во вторичных цепях ТН применяются автоматические выключатели типа АП 50Б

Для обеспечения должной чувствительности электромагнитных расцепителей (отсечек) автоматов, при коротких замыканиях во вторичных цепях ТН во всех случаях, их кратность принимается равной 3,5

При этом следует также учитывать, что электромагнитные расцепители могут иметь разброс в пределах (3-4) I_n

Ввиду большой величины тока срабатывания электромагнитного расцепителя, превышающей его номинальный ток в 3-4 раза, для повышения чувствительности автоматов к удаленным КЗ и внутриаппаратным повреждениям, рекомендуется применение автоматов с электромагнитными и тепловыми расцепителями

Последние начинают работать при токе 1,35 номинального и, с учетом возможного отключения тока срабатывания на $\pm 25\%$, обеспечивают надежное действие при токе порядка 1,7 номинального тока расцепителя.

Номинальный ток расцепителя должен выбираться по условию наибольшего возможного тока длительной нагрузки. При малых величинах тока нагрузки расцепитель выбирается по отключающей способности, которая характеризуется величиной допустимого тока КЗ

Необходимая чувствительность автоматов должна обеспечиваться при выборе сечения жил кабелей во вторичных цепях ТН.

8 2 Анализ ситуаций, возникающих при неисправностях в цепях ТН с разработкой и определением расчетных выражений для вычислений уставок автоматов, с рекомендациями по их выбору приведен в типовой работе № 527703 (см п 12 настоящей ПЗ)

На основании указанных материалов выполнена свободная таблица принятых уставок автоматов во вторичных цепях ТН 6-750 кВ в зависимости от места установки последних с приведением расчетных выражений — см приложение 3

9. Выбор сечений жил кабелей во вторичных цепях ТН

9 1 Основные условия расчета.

9 1 1. Выбор сечений жил кабелей определяется двумя главными требованиями

- потеря напряжения в проводах вторичных цепей ТН не должна превышать значений, установленных ПУЭ.
- должна обеспечиваться надежная работа автоматических выключателей при КЗ во вторичных цепях ТН

Шифр материала
Лист и дата
Всего листов

23388-01

Альбом 1

На основе этих требований с использованием расчетных данных и формул, приведенных в типовой работе 52770-Э (см. п. 1.2 настоящей ПЗ), составлены таблицы по определению нагрузок вторичных цепей ТН с расчетами допустимых сопротивлений кабелей, а также сечений жил (проводов) кабелей, питающих указанные нагрузки, применительно к схемам распределительных устройств подстанций 110 - 750 кВ по типовым материалам для проектирования № 407 - 03 - 456.87.

Помимо таблиц выполнены графики, отражающие зависимость сечения жил (проводов) кабелей от их длины при определенных нагрузках во вторичных обмотках ТН с учетом допустимых потерь напряжения в кабелях при соответствующих классах точности ТН и счетчиков.

В таблицах и графиках приведены данные по расчетным выражениям, расчету и выбору сечений жил (проводов) кабелей, прокладываемых как в ячейках ТН распределительных устройств соответствующих напряжений, так и связывающих ящик зажимов ТН с панелью ввода цепей напряжения на щите, а также кабелей по щиту между панелью ввода и панелями РЗА, счетчиков, измерений.

Таблицы и графики выполнены отдельно для определенных схем распределительных устройств 6 - 750 кВ с учетом места установки ТН (на шинах, на линиях). Расчеты сечений проводов кабелей проведены для наиболее характерных сочетаний нагрузок на ТН при установке последних на линиях и шинах

Содержащиеся в таблицах и графиках данные по определению и выбору сечений жил (проводов) кабелей предназначены для использования при конкретном проектировании

Таблицы определения сечений проводов кабелей и графики даны в приложении 5

9.2. Порядок выполнения расчета

9.2.1 Расчет начинается с определения нагрузки и выбора необходимой мощности ТН в заданном классе точности

Пояснения по характеру и расчету нагрузок на ТН приведены в разделе 7 настоящей ПЗ

9.2.2. По полученному значению максимальной нагрузки для обмоток „звезда“ и „разомкнутый треугольник“ с округлением до ближайшей большей величины нагрузки, приведенной в таблицах приложения 4, определяется значение допустимых сопротивлений в проводах кабелей от ячейки ТН до щита для основных и дополнительных обмоток ТН, с учетом допустимых падений напряжений в кабеле.

Допустимое сопротивление жил кабеля, полученное по заданному падению напряжения, сравнивается с допустимым сопротивлением кабеля по условию надежной работы защитного автомата при 2^х фазном КЗ.

По результатам сравнения для определения сечения жил кабеля принимается меньшее по величине допустимое сопротивление кабеля.

9.2.3. По принятому допустимому значению сопротивления проводов в кабеле ($Z_{пр доп}$), определяется расчетное сечение жил кабелей для выбранного расстояния между ячейкой ТН и щитом по выражению

$$l_1 = \frac{S_1}{\gamma Z_{пр доп}} \quad (9-1), \text{ где}$$

l_1 — длина, в которую входит удвоенная длина кабеля от шкафа ТН до наиболее удаленной фазы + длина кабеля от шкафа ТН до панели ввода цепей напряжения на щите; удвоенная длина кабеля в ячейке ТН принимается в связи с объединением нуля вторичных цепей ТН в ящике зажимов;

γ — удельная проводимость по меди = 57 (для контрольных кабелей при наличии межсистемных линий и для подстанций 330 кВ и выше); по алюминию = 34,5 (для силовых кабелей, а также контрольных кабелей, где не разрешается применение меди).

По расчетному значению сечения провода S_1 подбирается ближайшее большее сечение кабеля и определяется его сопротивление $Z_{пр 1}$ и $Z_{пр.н}$ с учетом выбранного сечения на участке длиной l_1 .

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

Альбом 1

Величина $Z_{пр1}$ должна быть меньше $Z_{пр доп}$, а $Z_{пр1} + Z_{прN}$ меньше соответствующего значения допустимого сопротивления, обеспечивающего надежность работы автомата при 1-фазном КЗ (см таблицы приложения 4)

9 2 4 Сечение жил кабелей по щиту зависит от величины допустимых сопротивлений в отдельных кабелях, отходящих от панели ввода общих цепей напряжения к панелям - потребителям - (РЗА, измерений, счетчиков и т.д.) и от длины кабелей по щиту - l_2

Допустимые сопротивления жил (проводов) кабелей для панелей защиты и автоматики определяются по выражению

$$Z_{пр РЗА} = \frac{(3 - 3 S_{нагр ТН} Z_{пр1} / 100) 100}{3 S_{нагр РЗА}} \quad (9-2), \text{ где}$$

- $S_{нагр ТН}$ - общая нагрузка на ТН,
- $Z_{пр1}$ - сопротивление кабеля на участке l_1 ,
- $S_{нагр РЗА}$ - потребление панели защиты

Допустимые сопротивления жил (проводов) кабелей до панели с измерительными приборами, осциллографом, датчиками телеизмерений вычисляются по выражению

$$Z_{пр изм} = \frac{(1,5 - 1,5 S_{нагр ТН} Z_{пр1} / 100) 100}{3 S_{нагр изм}} \quad (9-3), \text{ где}$$

$S_{нагр изм}$ - потребление панели измерения (осциллографа и т.д.)

Аналогичное по структуре выражение может быть использовано для определения сечения кабелей к панелям счетчиков с учетом соответствующих ΔU (для расчетного учета 0,25 или 0,5, для технического 1,5), если кабель, связывающий ТН с панелью ввода цепей напряжения, был общим для цепей напряжения счетчиков, РЗА, измерений и т.д.

При прокладке отдельного кабеля от ТН к панелям счетчиков допустимое сопротивление проводов кабелей определяется по выражениям

для двухэлементных счетчиков типа САЗУ, ЭЭБ700

$$Z_{пр сз} = \frac{\Delta U 100}{2,64 S_{сз} \Pi} \quad (9-4)$$

для трехэлементных счетчиков Ф443А

$$Z_{пр сз} = \frac{\Delta U 100}{3 S_{сз} \Pi} \quad (9-5), \text{ где}$$

- ΔU - допустимое падение напряжения,
- $S_{сз}$ - потребление данного счетчика,
- Π - количество счетчиков на панелях

9 2 5 Сечения соответствующих кабелей подсчитываются по формуле

$$q_2 = \frac{l_2}{\gamma Z_{пр РЗА(изм)}}, \text{ где}$$

- l_2 - расстояние между панелями
- $Z_{пр РЗА(изм)}$ - допустимое сопротивление провода, кабелей соответствующих назначений по выражениям 9-2, 9-3

10. Особенности расчетов вторичных цепей ТН

Типовые материалы для проектирования содержат таблицы с расчетами вторичных цепей ТН по видам ТН и их подключениям в схемах распределительных устройств соответствующих напряжений (на линиях, шинах, вводах трансформаторов, автотрансформаторов)

Кроме того выполнены графики зависимости сечений проводов кабелей от их длины для наиболее характерных нагрузок по отдельным видам ТН

Ниже приводятся пояснения к соответствующим расчетам и графикам для ТН, используемым в схемах подстанций

10 1 ТН 6-10 кВ на вводах трансформаторов, автотрансформаторов предназначены для питания цепей напряжения устройств

- контроля изоляции (РН-153/60Д),
- контроля наличия напряжения, синхронизма (РНФ-1М - 15ВА на фазу, реле РН153,154 - 4 шт - по 1ВА на обмотку, обмотка РН-55 - 6,5ВА, РВ238 - 20ВА - на обмотку),
- дистанционной защиты автотрансформатора (ЛЭ2105 - 62ВА на фазу)

При подсчете нагрузки для реле напряжений их потребление приводится к напряжению 100 В

$$S = \left(\frac{U_{ТН}}{U_{100}} \right)^2 S_{реле}$$

для РН-154/160 $S = \left(\frac{100}{40} \right)^2 1 = 6,25 \text{ ВА}$

РН-153/200 $S = \left(\frac{100}{50} \right)^2 1 = 4 \text{ ВА}$

Инв. № табл. Повт. и дата. Внут. № табл.

Определение максимальной нагрузки на фазу производится по выражению

$$S_{нф\ max} = \frac{S_2}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2 + \frac{S_1}{S_2} + 1} + S_{\phi}$$

где $S_2 > S_1$ — межфазные нагрузки примыкающие к одной фазе,

S_{ϕ} — нагрузка включенная на фазу

На вводах 6-10 кВ устанавливаются ТН типа НАМУ-10 или 3хЗНОЛ-6-10 — для автотрансформаторов и 2х НОЛ (НОМ)-6-10 — для трансформаторов

Нагрузка подключается к указанным ТН, допускает потерю напряжения в кабеле (связывающем шкаф КРУ (КРУН) 6-10 кВ со щитом) $\Delta U = 3В$, т.к. состоит из аппаратуры устройств защиты, и ТН может работать в классе точности 3

Согласно таблице СМ1-1 (приложение 1) мощность ТН типа ЗНОЛ-6, НОЛ-6 (НОМ-6) в классе 3 составляет 200 ВА, а типа ЗНОЛ-10, НОЛ-10 (НОМ-10) — 300 ВА

Для ТН типа НАМУ-10 в заводских материалах отсутствуют данные по мощности ТН в существующих понятиях по классам точности, имеются данные по основной погрешности $\pm 0,2\%$ и по дополнительной в зависимости от распределения нагрузок по обмоткам ТН (см таблицу СМ1-2, приложение 1) Для каждого из вариантов сочетания нагрузок предлагается определять дополнительную погрешность ТН типа НАМУ по выражениям.

$$\Delta U_{ав} = - \left[\frac{S_{ав} - 75}{100} + \frac{S_{ас}}{2 \cdot 100} \right] Z_{к} \quad (10-1)$$

$$\Delta U_{вс} = - \left[\frac{S_{вс} - 75}{100} + \frac{S_{ас}}{2 \cdot 100} \right] Z_{к}$$

$$\Delta U_{са} = - \left[\frac{S_{ав} - 75}{2 \cdot 100} + \frac{S_{вс} - 75}{2 \cdot 100} + \frac{2S_{са}}{100} \right] Z_{к}$$

где $S_{ав}$, $S_{вс}$, $S_{са}$ — мощности нагрузок, включенные на линейные напряжения,

$Z_{к}$ — сопротивление короткого замыкания, равное 0,6 Ом

Ниже проводится расчет вторичных цепей ТН на вводах 6-10 кВ автотрансформаторов, трансформаторов

10 и 1 По действующим типовым работам для ТН на вводе автотрансформатора по основной обмотке (λ) нагрузка распределяется следующим образом

$$S_{ав} = 4 + 2 \times 6,5 + 3 \times 6,25 = 35,75 \approx 36 \text{ ВА},$$

$$S_{вс} = 0, \quad S_{ас} = 0,$$

$$S_{\phi 1} = 62 + 15 = 77 \text{ ВА} \text{ — при включении одной панели ПЭ 2105}$$

$$S_{\phi 2} = 2 \times 62 + 15 = 139 \text{ ВА} \text{ — при включении двух панелей ПЭ 2105}$$

$$S_{нф 1\ max} = \frac{S_{ав}}{\sqrt{3}} + S_{\phi} = \frac{36}{\sqrt{3}} + 77 = 98 \text{ ВА}$$

$$S_{нф 2\ max} = \frac{S_{ав}}{\sqrt{3}} + S_{\phi 2} = \frac{36}{\sqrt{3}} + 139 = 160 \text{ ВА},$$

$$S_{ав 1\ max} = 36 + 77 = 113 \text{ ВА},$$

$$S_{ав 2\ max} = 36 + 139 = 175 \text{ ВА},$$

Для ТН типов 3х НОЛ-6 (3х ЗНОЛ-10) 98 ВА и $160 < 200$ (300 ВА) обеспечивается работа ТН в классе точности 3

Для ТН типа НАМУ-10 определяется дополнительная погрешность с учетом распределения нагрузки $S_{ав 2\ max} = 175 \text{ ВА}$ по выражению 10-1

$$\Delta U_{ав} = - \left[\frac{175 - 75}{100} + \frac{139}{2 \cdot 100} \right] 0,6 = -1,017$$

$$\Delta U_{вс} = - \left[\frac{139 - 75}{100} + \frac{139}{2 \cdot 100} \right] 0,6 = -0,801$$

$$\Delta U_{са} = - \left[\frac{175 - 75}{2 \cdot 100} + \frac{139 - 75}{2 \cdot 100} - \frac{2 \cdot 139}{100} \right] 0,6 = +1,176$$

Максимальная суммарная погрешность НАМУ-10 составит

$$\sum \Delta U_{са} = +0,2 + 1,176 = +1,376$$

Полученное значение суммарной погрешности позволяет утверждать, что ТН при этом обеспечивает работу не ниже класса точности 3

Допустимое сопротивление провода кабеля основной обмотки ТН по потере напряжения в классе 3

— при включении одной панели ПЭ 2105

$$Z_{пр} = \frac{\Delta U U_n}{3 S_{нагр}} = \frac{3 \cdot 100}{3 \cdot 113} = 0,885 \text{ Ом}$$

— при включении двух панелей ПЭ 2105

$$Z_{пр} = \frac{\Delta U U_n}{3 S_{нагр}} = \frac{3 \cdot 10}{3 \cdot 175} = 0,571 \text{ Ом}$$

Допустимое сопротивление провода кабеля по надежности действия автоматов в режиме двухфазного КЗ подсчитывается

$$Z_{пр} = \frac{\sqrt{3} U_{нТН}}{1,2 I_n \text{ расч}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 / \sqrt{3}}{1,2 \cdot 2,5} = 3,33 \text{ Ом}$$

Расчет сечений проводов кабелей основной обмотки определяется по сопротивлению $Z_{пр}$

— при включении одной панели ПЭ 2105

Альбом 1

Шифр подл. Подп. и дата. Взял инв. №

$$q = \frac{\ell}{\gamma \cdot z_{пр}} = \frac{\ell}{57 \cdot 0,885} = \frac{\ell}{50,4} \text{ - для кабеля с медными проводами}$$

$$q = \frac{\ell}{\gamma \cdot z_{пр}} = \frac{\ell}{34,5 \cdot 0,885} = \frac{\ell}{30,5} \text{ - для кабеля с алюминиевыми проводами}$$

— при включении двух панелей ПЭ 2105

$$q = \frac{\ell}{\gamma \cdot z_{пр}} = \frac{\ell}{57 \cdot 0,571} = \frac{\ell}{32,55} \text{ - для кабеля с медными проводами}$$

$$q = \frac{\ell}{\gamma \cdot z_{пр}} = \frac{\ell}{34,5 \cdot 0,571} = \frac{\ell}{19,69} \text{ - для кабеля с алюминиевыми проводами}$$

Выбор сечения кабелей при конкретном проектировании производится по графику СМ 5-2-1 приложения 5

Допустимое сопротивление кабеля дополнительной обмотки принимается по надежности действия автомата, из-за незначительной нагрузки в цепи ЗЦо

Расчет производится по выражению

$$z_{пр} = \frac{1}{2} \frac{3 U_{н ТН}}{6 I_{н расч}}$$

$$\text{Для НАМИ-10} - z_{пр} = \frac{1}{2} \frac{3 \cdot 100}{6 \cdot 16} = 15,625 \text{ Ом}$$

$$\text{Для ЗНОЛ-6-10} - z_{пр} = \frac{1}{2} \frac{3 \cdot 100/3}{6 \cdot 2,5} = 3,33 \text{ Ом}$$

Зависимость сечения кабеля от его длины для дополнительной обмотки определяется для ТН типа НАМИ-10

$$q = \frac{\ell}{57 \cdot 15,625} = \frac{\ell}{890,6} \text{ мм}^2 \text{ - при медных проводках в кабелях,}$$

$$q = \frac{\ell}{34,5 \cdot 15,625} = \frac{\ell}{539} \text{ мм}^2 \text{ - при алюминиевых проводках в кабелях,}$$

для ЗНОЛ-6-10

$$q = \frac{\ell}{57 \cdot 3,33} = \frac{\ell}{189,8} \text{ мм}^2 \text{ - при медных проводках в кабелях,}$$

$$q = \frac{\ell}{34,5 \cdot 3,33} = \frac{\ell}{114,9} \text{ мм}^2 \text{ - при алюминиевых проводках в кабелях}$$

Выбор сечения кабелей при конкретном проектировании производится по графикам СМ 5-2-2, 3 приложения 5
10 1 2 ТН на вводе 6-10 кВ трансформатора собирается по схеме открытого треугольника с применением 2НОЛ (НОМ)-6-10

В связи с указанным ранее для наилучшего использования мощностей обмоток ТН, целесообразно равномерно распределить нагрузку между двумя обмотками

$$S_{\phi} = 158 \text{ А}$$

$$S_{св} = 6,25 + 20 = 26,25 \text{ ВА}$$

$$S_{св} = 6,25 + 6,5 + 6,25 = 19 \text{ ВА}$$

Характер нагрузки - устройства РЗА допускает работу ТН в классе точности 3

Максимальная нагрузка на обмотку

$$S_{н \max} = S_{ав \max} = 15 \sqrt{3} + 26,55 = 52,2$$

$S_{н \max} = 52,2 < 200 (300)$ - номинальной мощности на ТН типа НОЛ-6(-10)кВ

в классе точности 3

Допустимое сопротивление провода кабеля по потере напряжения для устройства РЗА

$$z_{пр} = \frac{\Delta U}{3 S_{нагр}} \cdot 100 = \frac{3 \cdot 100}{3 \cdot 52,2} = 1,9 \text{ Ом}$$

Расчет сечения проводов кабеля производится по сопротивлению 1,90, так допустимое сопротивление провода кабеля по надежности действия автомата при двухфазном КЗ больше ($3,33 > 1,90 \text{ Ом}$)

Зависимость сечения кабеля от длины определяется выражениями

$$q = \frac{\ell}{57 z_{пр}} \text{ - при медных проводках в кабелях,}$$

$$q = \frac{\ell}{34,5 z_{пр}} \text{ - при алюминиевых проводках в кабелях}$$

По принятому допустимому сопротивлению

$$z_{пр} = 1,90 \text{ Ом зависимость } q \text{ от } \ell \text{ просчитывается по}$$

$$q = \frac{\ell}{108,3} \text{ мм}^2 \text{ - для кабелей с медными проводками,}$$

$$q = \frac{\ell}{65,55} \text{ мм}^2 \text{ - для кабелей с алюминиевыми проводками}$$

Выбор сечения кабелей при конкретном проектировании производится по графику СМ 5-2-4 приложения 5
10 2 ТН 6-10 кВ на шинах для питания цепей защиты автоматки, измерения, учета (3x ЗНОЛ-6-10, НАМИ-10)

Нагрузки на ТН 6-10 кВ можно подразделить на два вида

— общеподстанционные,

Альбом 1

- счетчики линий 6-10 кВ к общеподстанционным относятся.
- контроль напряжения на шинах 6-10 кВ,
- контроль исправности цепей ТН,
- контроль изоляции,
- блокировка по напряжению максимальной токовой защиты, защиты от дуговых замыканий секции шин 6-10 кВ,
- питание устройства автоматической частотной нагрузки секции шин 6-10 кВ,
- вольтметр показывающий с переключателем,
- ваттметр, варметр на выключателе ввода трансформатора, автотрансформатора,
- питание устройства регулирования напряжения под нагрузкой на трансформаторе, автотрансформаторе,
- питание защиты от замыканий на землю, действующей на отключение.

10.2.1. Для выполнения оптимального распределения общеподстанционных нагрузок на основную обмотку (А) предлагается подключение их в следующем порядке:

$$S_{ав} = S_{рн 154/160} - 2шт + S_{вн+внА} + S_{вн+внЗ} =$$

$$= 2 \cdot 6,25 + 2 \cdot 3,7 + 2 \cdot 10 = 39,9 \text{ ВА}$$

$$S_{вс} = S_{рн 154/160} + S_{вн+внА} + S_{вн+внЗ} =$$

$$= 6,25 + 2 \cdot 3,7 + 2 \cdot 10 = 33,65 \text{ ВА}$$

$$S_{св} = S_{рн 154/160} + S_{внА} + S_{лчр} + S_{рпн} + S_{в} =$$

$$= 6,25 + 3,7 + 2 \cdot 3 + 10 + 2 = 27,95 \text{ ВА}$$

$$S_{ф} = S_{впнн} + S_{рнф} - 1М = 24 \text{ ВА}$$

$$S_{нф \text{ max}} = S_{нфв} = \frac{S_{вс}}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{S_{ав}}{S_{вс}}\right)^2 + \frac{S_{ав}}{S_{вс}} + 1} + S_{ф}$$

$$S_{нф \text{ max}} = \frac{33,65}{\sqrt{3}} \sqrt{\frac{39,9}{33,65} + \frac{39,9}{33,65} + 1} + 24 = 60,86 \text{ ВА}$$

$S_{нф \text{ max}} = 60,86$ учитывает использование счетчиков с потреблением — 3,7 ВА

Для счетчиков САЗУ и САЧУ с потреблением — 6 ВА на обмотку

$$S_{ав} = 44,5 \text{ ВА}, S_{вс} = 38,25 \text{ ВА}; S_{св} = 30,25 \text{ ВА}$$

$$S_{нф \text{ max}} = \frac{38,25}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{44,5}{38,25}\right)^2 + \frac{44,5}{38,25} + 1} + 24 = 68,06 \text{ ВА}$$

10.2.2. Согласно техническим данным, ТН типа ЗНОЛБ работает в классе 1 при нагрузке до 75 ВА

Следовательно, при применении счетчиков типа ЭЭ6700 разница между мощностью ТН и общеподстанционной нагрузкой составит

$$75 - 60,86 = 14,14 \text{ ВА}$$

а при использовании счетчиков САЗУ и СРЧУ

$$75 - 68,06 = 6,94 \text{ ВА}$$

В первом случае к ТН можно подключить одну линию с расчетным учетом, во втором подключение расчетных счетчиков линии не допускается.

Если на подстанции все линии 6-10 кВ, имеют технический учет, то их питание вместе с подстанционной нагрузкой допускается осуществлять от ТН в классе точности ниже 1, то-есть 3. Для ЗНОЛБ допустимая нагрузка в указанном классе составляет 200 ВА, запас по мощности выражается в 139,1 и 131,94 ВА в зависимости от типов примененных счетчиков.

Количество линии с техническим учетом может быть 19 — при использовании счетчиков типа ЭЭ6700 или 11 — при САЗУ и СРЧУ

Центр Проектирования и Автоматизации

23388-01

При конкретном проектировании весьма редко имеются точные данные по виду учета на линиях 6-10 кВ и маловероятно, что все они будут иметь только технический учет.

Если же на шинах 6-10 кВ подстанции имеются линии с техническим и расчетным учетом, то количество линий (соответственно количества счетчиков, питающихся от общих цепей напряжения) должно определяться по возможностям расчетного учета, т.к. ТН должен работать в классе точности 1.

10 2 3, ТН типа ЗНОЛ-10 в классе точности 1 допускает подключение нагрузки до 150 ВА, поэтому к общим цепям напряжения могут быть подключены цепи расчетных счетчиков линий в количестве 7 — со счетчиками САЗУ и СРЧУ или 12 — со счетчиками ЭЭБ700.

Если от шин 6-10 кВ подстанции отходят линии только с техническим учетом, то работа ТН допустима в классе точности 3 с нагрузкой до 300 ВА.

При этом к ТН помимо общеподстанционной нагрузки могут подключаться линии с техническим учетом практически без ограничения их количества (32 линии со счетчиками ЭЭБ700 или 19 линий со счетчиками САЗУ, СРЧУ)

При наличии на шинах 6-10 кВ линий с техническим и расчетным учетом количество линий определяется числами ~ 7 (САЗУ и СРЧУ) или 12 (ЭЭБ700) пояснения см п 10 2 2

10 2 4 Для ТН типа НАМУ-10 выполняется расчет дополнительной погрешности, учитывающей принятое распределение нагрузок по обмоткам — $\Delta U_{доп}$, согласно п 10 2 1 и выражениям 10-1.

При применении счетчиков ЭЭБ700

$$S_{аб} = 39,9 + 24 = 63,9 \text{ ВА}$$

$$S_{вс} = 33,65 + 24 = 57,65 \text{ ВА}$$

$$S_{са} = 27,95 + 24 = 51,95 \text{ ВА}$$

$$\Delta U_{аб доп} = - \left[\frac{63,9 - 75}{100} + \frac{51,95}{2 \cdot 100} \right] \cdot 0,6 = - 0,089$$

$$\Delta U_{вс доп} = - \left[\frac{57,65 - 75}{100} + \frac{51,95}{2 \cdot 100} \right] \cdot 0,6 = - 0,052$$

$$\Delta U_{са доп} = - \left[\frac{63,9 - 75}{2 \cdot 100} + \frac{57,65 - 75}{2 \cdot 100} + \frac{51,95}{100} \right] \cdot 0,6 = - 0,226$$

Максимальная суммарная погрешность будет:

$$\sum \Delta U_{са} = \Delta U_{осн} + \Delta U_{доп}, \text{ где}$$

$\Delta U_{осн}$ — основная погрешность по напряжению $\pm 0,2\%$;

$\Delta U_{доп}$ — дополнительная погрешность по напряжению — 0,226.

$$\sum \Delta U_{таж} = - 0,2 - 0,226 = - 0,426$$

При применении счетчиков САЗУ и СРЧУ

$$S_{аб} = 44,5 + 24 = 68,5$$

$$S_{вс} = 38,25 + 24 = 60,25$$

$$S_{са} = 30,25 + 24 = 54,25$$

$$\Delta U_{аб доп} = - \left[\frac{68,5 - 75}{100} + \frac{54,25}{2 \cdot 100} \right] \cdot 0,6 = - 0,085$$

$$\Delta U_{вс доп} = - \left[\frac{60,25 - 75}{100} + \frac{54,25}{2 \cdot 100} \right] \cdot 0,6 = - 0,074$$

$$\Delta U_{са доп} = - \left[\frac{68,5 - 75}{2 \cdot 100} + \frac{60,25 - 75}{2 \cdot 100} + \frac{54,25}{100} \right] \cdot 0,6 = - 0,262$$

Максимальная суммарная погрешность будет

$$\sum \Delta U_{са} = \Delta U_{осн} + \Delta U_{доп}$$

$$\sum \Delta U_{таж} = - 0,2 - 0,262 = - 0,462\%$$

Полученное сочетание суммарных погрешностей позволяет утверждать, что ТН обеспечивает работу не ниже класса точности 0,5.

Подключение к ТН счетчиков расчетного учета линий не должно выводить его из класса точности 1, то есть должно быть справедливо неравенство $\sum \Delta U_{таж} < 1\%$.

Проверка возможности подключения дополнительной нагрузки от счетчиков линий проводилась методом последовательных приближений.

При применении на линиях счетчиков типа ЭЭБ700 количество линий с расчетным учетом, подключаемых к ТН типа НАМУ, помимо общеподстанционной нагрузки составит 6, при этом $\sum \Delta U_{таж} = - 0,2 - 0,733 = - 0,933\%$

Количество линий с расчетным учетом с счетчиками САЗУ и СРЧУ будет 4, при этом

$$\sum \Delta U_{таж} = - 0,2 - 0,694 = - 0,894\%$$

Если от шин 6-10 кВ подстанции отходят линии только с техническим учетом, то работа ТН допустима в классе точности 3.

Для ТН типа НАМУ-10 по расчетам дополнительной погрешности возможно подключение (помимо общеподстанционной нагрузки) более 30 линий с техническим учетом при использовании счетчиков ЭЭБ700 или 23 линии с счетчиками САЗУ и СРЧУ.

10 2 5 Результаты расчетов по числу линий, счетчики которых подключаются по цепям напряжения к шинным ТН 6-10 кВ (в дополнении к общеподстанционной нагрузке в соответствующих классах точности), приведены в таблице.

Таблица 10-1

Виды нагрузок	Типы ТН 6-10 кВ						
	ЭЭ6700	ЭНОЛ 6		ЭНОЛ 10		НАМИ 10	
		Класс точности		Класс точности		Класс точности	
		1	3	1	3	1	3
1	2	3	4	5	6	7	
Общеподстанционная нагрузка	+		+		+		
Количество линий с счетчиками	ЭЭ6700	1	19	12	более 30	6	более 30
	САЗУ, СРЧУ	—	11	7	19	4	23

Количество линий, указанные в графах 2, 4, 6, дано при наличии линий с расчетным и техническим учетом (пояснения см п 10 2. 2), в графах 3, 5, 7 — при наличии линий только с техническим учетом.

10 2 6. При установке на шинах 6 кВ ТН типа 3хЭНОЛ 6 при конкретном проектировании необходимо предусматривать установку дополнительного ТН для питания счетчиков линий расчетного учета.

Необходимость применения дополнительного ТН при установке на шинах 3хЭНОЛ 10 и НАМИ 10 решается в конкретном проектировании по характеру учета отходящих линий в зависимости от их числа.

Дополнительный ТН для питания счетчиков собирается из двух однофазных ТН типа НОЛ 6-10 (НОМ 6-10), соединенных по схеме открытого треугольника.

Нагрузка на обмотку ТН определяется по выражению:

$$S_n = S_{ав} \sqrt{\left(\frac{S_{ас}}{S_{ав}}\right)^2 + \frac{S_{са}}{S_{ав}} + 1}, \text{ где}$$

$$\left. \begin{aligned} S_{ав} = S_{вс} = 7,4 \text{ ВА} \\ S_{са} = 3,7 \text{ ВА} \end{aligned} \right\} \text{ для счетчиков ЭЭ6700,}$$

$$\left. \begin{aligned} S_{ав} = S_{вс} = 12 \text{ ВА} \\ S_{са} = 6 \text{ ВА} \end{aligned} \right\} \text{ для счетчиков САЗУ и СРЧУ}$$

$$S_n = 7,4 \sqrt{1,75} = 9,8 \approx 10 \text{ ВА}$$

$$S_n = 12 \sqrt{1,75} = 15,9 \approx 16 \text{ ВА}$$

Для ТН 2хНОЛ (НОМ 6) номинальная мощность обмотки в классе 1 — 75 ВА; к ТН можно подключить счетчики типа ЭЭ6700 — 7 линий или счетчики типа САЗУ и СРЧУ — 5 линий с расчетным учетом.

Для ТН 2хНОЛ (НОМ 10) номинальная мощность обмотки в классе 1 — 150 ВА; к ТН можно подключить счетчики типа ЭЭ6700 — 15 линий или счетчики типа САЗУ и СРЧУ — 10 линий с расчетным учетом.

10 3. Потребители цепей вторичных соединений

на шинах, как правило, размещаются в шкафах КРУ (КРУН) 6-10 кВ, и их питание осуществляется от шинок 4 мм², проходящих вдоль всех шкафов секции.

Исключением являются цепи измерительных приборов и РПН на щите, к которым прокладывается кабель, S_{нагр} для них составляет 32 ВА, допустимая потеря по напряжению ΔU = 1,5.

Допустимое сопротивление провода кабеля по потере напряжения для измерительных приборов и РПН:

$$z_{пр} = \frac{\Delta U \cdot U_n}{3 S_{нагр}} = \frac{1,5 \cdot 100}{3 \cdot 32} = 1,56 \text{ Ом}$$

Расчет сечения проводов кабеля проводится по потере напряжения, т.к. по надежности действия автомата допустимое сопротивление больше (3,33 > 1,56 Ом).

Зависимость сечения кабеля от его длины определяется по выражению:

$$q = \frac{l}{\gamma \cdot z_{пр}}$$

Для основной обмотки ТН

$$q = \frac{l}{57 \cdot 1,56} = \frac{l}{88,92} \text{ — для кабелей с медными проводами;}$$

$$q = \frac{l}{34,5 \cdot 1,56} = \frac{l}{53,82} \text{ — для кабелей с алюминиевыми проводами.}$$

Выбор сечения кабелей при конкретном проектировании производится по графику СМ 5-2-5, приложение 5.

Расчет цепей напряжения дополнительной обмотки (как в п. 10.1.1.) для ТН 6-10 кВ на шинах не требуется, т.к. соответствующая аппаратура установлена в шкафах КРУ (КРУН) 6-10 кВ.

Альбом 1
Лист № подл. Подп. и дата. Взам. Инв. №

10 4 ТН типа НОМ-35 на линии 35 кВ

ТН предназначается для питания цепей контроля АПВ по синхронизму и наличию (отсутствию) напряжения

В связи с малой величиной нагрузки ТН, допустимое сопротивление кабеля определяется по надежности действия автомата —

$$Z_{пр доп} = \frac{1}{2} \frac{3 U_{нТН}}{6 I_{расч}} = \frac{1}{2} \frac{3 \cdot 100}{6 \cdot 2,5} = 10 \text{ Ом}$$

Зависимость сечения кабеля от его длины —

$$q = \frac{l}{\gamma Z_{пр доп}} = \frac{l}{34,5 \cdot 10} = \frac{l}{345}$$

позволяет принять однозначно — для ТН типа НОМ-35 (на линии 35 кВ) кабель 2,5 мм² с алюминиевыми жилами

10 5 ТН типа 3 x ЭНОМ-35 на вводе автотрансформатора. Нагрузка основной обмотки на ТН 3 x ЭНОМ-35, включенного на вводе автотрансформатора, незначительна, поэтому допустимое сопротивление проводов от ТН до нагрузки выбирается по условию обеспечения надежного действия автомата, и не должно превышать 6,7 Ом

Указанное Z_{пр доп} обеспечивается при прокладке кабелей от ТН до щита на расстояние до 570 м при использовании как медных жил сечением 1,5 мм², так и алюминиевых — 2,5 мм²

Дополнительная обмотка ТН 3 x ЭНОМ-35 на вводе 35 кВ автотрансформатора имеет то же назначение и ту же нагрузку, что и ТН на вводе 6-10 кВ автотрансформатора

Необходимые пояснения по определению нагрузок, допустимого сопротивления проводов кабелей, а также данные по зависимости сечения кабелей от длины для вторичных цепей дополнительных обмоток см

в п 10 1

10 6 ТН 3 x ЭНОМ-35 на шинах 35 кВ

ТН на шинах 35 кВ предназначается для питания цепей защиты, автоматики, измерения и учета

Нагрузки на ТН 35 кВ можно подразделить на два вида

- общеподстанционные,
- устройства РЗА и счетчики линий 35 кВ

К общеподстанционным относятся следующие нагрузки.

- контроль напряжения на шинах 35 кВ,
- контроль исправности цепей ТН,
- контроль изоляции,

- питание устройств автоматической частотной нагрузки секции шин 35 кВ (уточняется при конкретном проектировании),
- вольтметр, показывающий с переключателем, возможная установка регистрирующего вольтметра,
- ваттметр, варметр на выключателе ввода 35 кВ трансформатора, автотрансформатора,
- питание устройства регулирования напряжения под нагрузкой трансформатора

К нагрузкам линии относятся панели защиты линий (ПЗ-4 и др) и счетчики

10 6 1 Характер общеподстанционной нагрузки и ее распределение в основном повторяет принятые для ТН на шинах 6-10 кВ, отличием является возможность установки регистрирующего вольтметра

Учитывая изложенное, в соответствии с п 10 2 в части расчета нагрузок, для основной обмотки ТН на шинах 35 кВ принимается следующее распределение общеподстанционной нагрузки

$S_{аб} = 40 \text{ ВА}$	} при применении счетчиков ЭЭВ700 на трансформаторном вводе	$S_{аб} = 45 \text{ ВА}$	} для счетчиков САЗУ, СРЧУ на трансформаторном вводе
$S_{вс} = 34 \text{ ВА}$		$S_{вс} = 39 \text{ ВА}$	
$S_{св} = 38 \text{ ВА}$		$S_{св} = 41 \text{ ВА}$	

$$S_{\phi} = S_{рнф-м} = 15 \text{ ВА}$$

$$S_{нф тах} = S_{нфа} = \frac{S_{св}}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{S_{аб}}{S_{св}}\right)^2 + \frac{S_{аб}}{S_{св}} + 1} + S_{\phi} =$$

$$= \frac{38}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{40}{38}\right)^2 + \frac{40}{38} + 1} + 15 = 54,1 \text{ ВА} \text{ — для счетчиков ЭЭВ700}$$

$$S_{нф тах} = \frac{41}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{45}{41}\right)^2 + \frac{45}{41} + 1} + 15 = 58 \text{ ВА} \text{ — для счетчиков САЗУ и СРЧУ}$$

10 6 2 Согласно техническим данным, ТН типа 3 x ЭНОМ-35 работает в классе точности 1 при нагрузке до 250 ВА и в классе 3 при нагрузке 600 ВА

Разница между мощностью ТН и общеподстанционной нагрузкой на шинах 35 кВ предназначается для питания цепи напряжения линий 35 кВ

Общая нагрузка от одной линии на фазу складывается из потребления счетчиков активной и реактивной энергии и потребления устройств защиты

Альбом 1

УИС. Инвентаризация. По вл. и. Дата ввода в эксплуатацию

2018г.

Альбом 1

$$S_{\text{ф нагр линии}} = 12 + 60 = 72 \text{ ВА}$$

счетчики + панель ПЗ-4

$$S_{\text{ф нагр линии}} = 12 + 35 = 47 \text{ ВА}$$

счетчики + направленная защита

$$S_{\text{ф нагр линии}} = 12 \text{ ВА}$$

со счетчиками

При конкретном проектировании определяются устройства РЗА, измерений и вид учета на линиях

Если на линиях установлены счетчики расчетного учета, то потребление нагрузки, подключенной к вторичным цепям ТН, не должно превосходить величину его мощности в классе 1, то-есть 250 ВА. При техническом учете на линиях ТН может работать в классе точности 3 с нагрузкой до 600 ВА. В режиме резервирования допускается переход ТН в более низкий класс точности в связи с кратковременно-стью указонного режима

10 Б 3 Допустимое сопротивление кабеля по падению напряжения при расчетном учете на линиях будет определяться как —

$$Z_{\text{пр доп}} = \frac{\Delta U_{\text{ли}}}{I_{\text{нагр}}} = \frac{0,5 \cdot 100}{3 \cdot 250} = 0,067 \text{ Ом}$$

при техническом учете —

$$Z_{\text{пр доп}} = \frac{1,5 \cdot 100}{3 \cdot 200} = 0,25 \text{ Ом}$$

Допустимое сопротивление по надежной работе автомата

$$Z_{\text{пр доп}} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3} \cdot U_{\text{лн}}}{I_{\text{н расч}}}\right)^2 - X_{\text{ТН}}^2} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3} \cdot 100}{12 \cdot 10}\right)^2 - 0,167^2} = 0,820 \text{ м}$$

10 Б 4 Расчет сечения проводов кабеля основной обмотки ТН производится с Z_{пр доп} по падению напряжения

При прокладке от ТН до щита общего кабеля для устройств релейной защиты и автоматики (РЗА), измерений (ИЗМ), счетчиков (СЧ), сечение проводов определяется по выражениям

$$q = \frac{l}{\gamma \cdot Z_{\text{пр доп}}}$$

$$q = \frac{l}{34,5 \cdot 0,067} = \frac{l}{2,3} \text{ при расчетном учете на линиях,}$$

$$q = \frac{l}{34,5 \cdot 0,2} = \frac{l}{6,9} \text{ при техническом учете на линиях}$$

Для уменьшения сечения кабеля при расчетном учете на линиях целесообразно проложить отдельный кабель для счетчиков, при этом

— для кабеля счетчиков

$$Z_{\text{пр доп}} = \frac{0,5 \cdot 100}{3 \cdot 50} = 0,33 \text{ Ом}$$

$$q = \frac{l}{34,5 \cdot 0,33} = \frac{l}{11,4}$$

— для кабеля релейной защиты и измерения

$$Z_{\text{пр доп}} = \frac{1,5 \cdot 100}{3 \cdot 200} = 0,25 \text{ Ом}$$

$$q = \frac{l}{34,5 \cdot 0,25} = \frac{l}{8,6}$$

Выбор сечения кабелей при конкретном проектировании производится по графикам см 5-2-8-9 приложения 5

Если на линиях 35 кВ установлены простые защиты, не требующие питания по цепям напряжения, то кабель прокладывается только для цепей общеподстанционной нагрузки и счетчиков

При этом, если на шинах 35 кВ отсутствуют линии с расчетным учетом и сложными защитами, то Z_{пр доп} может быть определено по фактической нагрузке ТН-35, которая в данном случае не превышает 100-120 ВА

$$Z_{\text{пр доп}} = \frac{1,5 \cdot 100}{3 \cdot 120} = 0,417 \text{ Ом}$$

$$q = \frac{l}{\gamma \cdot Z_{\text{пр доп}}} = \frac{l}{34,5 \cdot 0,417} = \frac{l}{14,3}$$

10 Б 5 Допустимое сопротивление кабеля дополнительной обмотки принимается по надежности действия автомата, из-за незначительной нагрузки в цепи ЗШ

Расчет производится по выражению

$$Z_{\text{пр доп}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{U_{\text{лн}}}{I_{\text{н расч}}} = \frac{1 \cdot 100/3}{2 \cdot 10} = 1,67 \text{ Ом}$$

$$q = \frac{l}{\gamma \cdot Z_{\text{пр доп}}} = \frac{l}{57,6}$$

Выбор сечения кабелей при конкретном проектировании производится по графику см 5-2-10 приложения 5

УИФ киоска, Подл. и дата Выходной

10 7 ТН на линиях 110 - 220 кВ на подстанциях с мостовыми схемами предназначается для питания цепей защиты автоматики, измерения и учета

10 7 1 Нагрузки на ТН приведены в таблице см 2-2 приложения 2

Расчет нагрузок на ТН выполнен для подстанций на постоянном и выпрямленном оперативном токе с применением стабилизированного блока питания БПНС - 2

Суммарные нагрузки определены в режиме работы ТН на одну линию, а также при резервировании нагрузки второй линии путем увеличения нагрузки на один ТН - вдобавок

10 7 2 Допустимые сопротивления проводов кабелей основной обмотки ТН определялись для следующих видов учета на линиях

- расчетного с $\Delta U = 0,25\%$ (для межсистемных линий), $\Delta U = 0,5\%$,
- технического с $\Delta U = 1,5\%$.

Расчет допустимых сопротивлений по ΔU и данные по допустимым сопротивлениям проводов кабелей по надежности работы автоматов приведены в таблице см 4-1 приложения 4

10 7 3 Расчет сечений кабелей вторичных цепей напряжения основной обмотки ТН 110 - 220 кВ проведен по допустимым сопротивлениям проводов, выбранным в составе данных таблицы см 4-1 по падению напряжения и по надежности работы автоматов

В связи с незначительными нагрузками на ТН а также небольшими размерами щитового помещения, сечения кабелей по щиту между панелью ввода цепей напряжения и соответствующими панелями - потребителями релейной защиты, автоматики, измерений, счетчиков не выходят за пределы $2,5 \text{ мм}^2$ по алюминию для ПС на постоянном оперативном токе

Для ПС на выпрямленном оперативном токе в блоках БПНС - 2 при наличии на линиях расчетного учета требуется прокладка отдельного кабеля до панели счетчиков. При организации на линиях технического учета от ТН до панели ввода цепей напряжения используется общий кабель

В таблице см 5-1-1 и графиках см 5-2 и 14 даны зависимости сечения проводов от длины кабелей

При этом в графиках $q_1 = f(l_1)$ приведены расчетные зависимости сечения кабелей от длины обозначенные тонкими линиями, и выбранные сечения силовых кабелей, показанные утолщенными линиями

В графиках $q_2 = f(l_2)$ приведена зависимость сечения (провода) от длины кабелей по щиту

На основании указанных графиков при конкретном проектировании производится выбор сечения кабеля с учетом расстояний по конкретному объекту

10 7 4 Допустимое сопротивление кабеля дополнительной обмотки принимается по надежности действия автомата, из-за незначительной нагрузки в цепи ЗЦо. Расчет зависимости сечения провода кабеля от длины и график см см 5-1-2 и см 5-2-17 приложения 5

10 8 ТН на шинах 110 - 220 кВ предназначается для питания цепей напряжения устройств защиты автоматики, измерений, учета на

- шинах 110 - 220 кВ,
- отходящих линиях 110 - 220 кВ
- стороны 110 - 220 кВ силовых трансформаторов, автотрансформаторов

10 8 1 Нагрузки на ТН приведены в таблице см 2-3 приложения 2

Расчет нагрузок выполнен для одного из видов подстанций с учетом потребления по цепям напряжения на один ТН 110 - 220 кВ от устройств РЗА, измерений, учета 6-ти линий, одного трансформаторного ввода 110 - 220 кВ и соответствующих устройств на шинах

Общая нагрузка на ТН составляет порядка 420 ВА, что обеспечивает работу ТН в классе точности 1

Для определения допустимых сопротивлений кабелей, а также требуемых сечений принята полная мощность ТН в классе точности 1 - 600 ВА

Указанное целесообразно в связи с возможными расширениями РУ 110 - 220 кВ

Распределение 600 ВА между нагрузками РЗА, измерительными приборами и счетчиками осуществлено пропорционально полученным соотношениям при нагрузке 420 ВА

Альбом 1

16.11.11 Пог. и дата Взам Шиб.

В режиме резервирования на ТН одной системы шин подключается двойная нагрузка (от двух систем шин)

При этом трансформатор будет работать в классе точности 3 ($S_{ном} = 1200 \text{ ВА}$)

В связи с непродолжительностью такого режима, это считается допустимым

10.8.2 Допустимые сопротивления проводов кабелей определялись для следующих видов учета на линиях

- расчетного с $\Delta U = 0,5\%$
- технического с $\Delta U = 1,5\%$

Данные по допустимым сопротивлениям проводов кабелей приведены в таблице см 4-2

При подключении на шины 110-220 кВ межсистемных линий потребуются установка дополнительного ТН, работающего в классе точности не ниже 0,5. Общая нагрузка на указанный ТН не должна быть больше 400 ВА

Определение допустимых сопротивлений для кабелей от дополнительного ТН к счетчикам класса 0,5 (для $\Delta U = 0,25$ при межсистемном участке) см в п 10.7.2 и таблице см 4-1 соответственно

10.8.3 Расчет сечений кабелей цепей напряжения основной обмотки ТН выполнен по принципам, изложенным в п 10.7.3 по данным таблицы см 4-2 приложения 4

В связи со значительной нагрузкой на ТН шин 110-220 кВ, при расстоянии от ячейки ТН РУ 110-220 кВ до щита более 150 м сечение общего кабеля (РЗА и измерений) будет превышать 50 мм². Учитывая сложность подключения силового кабеля сечением более 50 мм² к зажимам ТН, следует учитывать соответствующую замену кабеля на участке между зажимами ТН и ящиком зажимов — как пропорциональное удлинение кабеля

В таблице см 5-1-3 и графиках см 5-2-15-16-18 приложения 5 даны зависимости сечения проводов от длины кабелей, по которым производится выбор сечений при конкретном проектировании

Обозначения расчетных и принятых сечений кабелей выполнены аналогично п 8.7.3

10.8.4 Допустимые сопротивления кабеля в цепях дополнительных обмоток ТН 110-220 кВ на шинах и линиях однозначны и даны в таблицах см 4-2 и см 4-1 соответственно. Таблица расчета сечения провода кабеля и график в соответствии с п 10.7.4 приведены в приложении 5 (см 5-1-3 и см 5-2-1)

10.9 ТН на линиях 330-750 кВ предназначены для питания цепей защиты, автоматики, измерения и учета

10.9.1 Нагрузки на ТН приведены в таблице см 2-4 приложения 2

Расчет нагрузок на ТН выполнен для потребления по цепям напряжения от устройств одной линии, а для режима резервирования со схемами распределителей „Треугольник“, „Четырехугольник“ приведена суммарная нагрузка от двух линий

10.9.2 Допустимые сопротивления проводов кабелей основной обмотки ТН определялись для тех же видов учета с допустимыми потерями по напряжению, как указано в п 10.7.2

Расчет допустимых сопротивлений по ΔU и данные по допустимым сопротивлениям проводов кабелей по надежности работы автоматов приведены в таблице см 4-3

10.9.3 Расчет сечений кабелей вторичных цепей напряжения основной обмотки выявил необходимость прокладки отдельного кабеля от ТН до панели счетчиков при расчетном учете на линиях ($\Delta U = 0,25\%$, $\Delta U = 0,5\%$)

В данном случае от ТН на щит направляются два кабеля — один для счетчиков, второй общий для устройств защиты, автоматики (РЗА) и устройств измерительных приборов, преобразователей и пр (изм)

При техническом учете на линиях от ТН до щита прокладывается один общий кабель ($\Delta U = 1,5\%$) на панель ввода, от которой кабельными перемычками подаются цепи на панели защиты, автоматики, управления, счетчиков и т.д.

Расчет сечений кабелей основной обмотки ТН приведен в таблице см 5-1-14, графики зависимости сечений от длины кабелей см 5-2-19-21 даны в приложении 5

10.9.4 Допустимое сопротивление кабеля дополнительной обмотки принимается по надежности действия автомата из-за незначительной нагрузки в цепи ЗИ.

Расчет зависимости сечения провода кабеля от длины и график см см 5-1-6 и см 5-2-24 приложения 5

10.10. ТН на шинах 330-750 кВ предназначены для питания цепей напряжения устройств РЗА и измерений на шинах, а также для соответствующих устройств на линиях 330-750 кВ в режиме резервирования

10.10.1. Нагрузки на ТН приведены в таблице см 2-5 приложения 2.

Расчет нагрузок выполнен для потребителей РЗА и измерений на шинах, а также устройств РЗА, измерений и счетчиков, установленных на одной из резервных линий.

10.10.2. Допустимые сопротивления проводов кабелей основной обмотки ТН определялись по потере напряжения раздельно для кабеля к панели счетчиков (по $\Delta U = 0,25\%$ и $\Delta U = 0,5\%$) и для кабеля устройств РЗА, измерений, преобразователей и др (по $\Delta U = 1,5\%$) при наличии на резервируемой линии расчетного учета энергии.

При техническом учете на резервируемой линии допустимое сопротивление определялось по $\Delta U = 1,5\%$ для общего кабеля (РЗА, изм, сч).

10.10.3. Расчет сечений кабелей вторичных цепей напряжения основной обмотки ТН 330-750 кВ проведен по падениям напряжения в кабелях, т.к. допустимые сопротивления по ΔU получились менее допустимых сопротивлений проводов по надежной работе автоматов.

В таблице см 5-1-5 и графиках см 5-2-22,23; см 5-2-25,26, приложения 5 даны зависимости сечения проводов от длины кабелей, по которым производится выбор сечений при конкретном проектировании.

Обозначения в графиках расчетных и принятых сечений кабелей, прокладываемых от РУ до щита, выполнены аналогично п 8.7.3.

10.10.4 Допустимые сопротивления кабеля в цепях дополнительных обмоток ТН 330-750 кВ на линиях и шинах однозначны и приведены в таблицах см 4-3 и см 4-4 соответственно.

Таблица расчета сечения кабеля и график приведены в приложении 5 (см 5-1-6 и см 5-2-24).

10.11. В качестве справочного материала по требованиям ПУЭ (п.п. 1.5.15; 1.5.19; 1.5.44), предъявляемым к классам точности работы ТН, устройств учета и допускаемым падениям напряжения ΔU , составлена таблица.

Таблица 10-2

Вид и объект учета		Класс точности		Допустимые потери напряжения в кабелях %
		ТН	Счетчиков	
Расчетный учет	На межсистемных линиях 220 кВ и выше	0,5	0,5 (0,7)*	0,25
	На межсистемных линиях 110 кВ		1	
	На прочих объектах учета	1	2	0,5
Технический учет	На линиях с двухсторонним питанием 220 кВ и выше	допускается ниже	1	1,5
	На прочих объектах учета		1	

*) Значение, указанное в скобках, относится к импортным счетчикам

Альбом 1

Шифр проекта, Подп и дата, Взят из №

11 Пояснения к схемам

Разработка схем трансформаторов напряжения 6-750 кВ и схем организации цепей напряжения выполнена на основании технических решений, перечисленных в разделе 2 настоящей ПЗ

Схемные решения, в основном, реализованы в действующих в настоящее время типовых полных схемах по подстанциям соответствующего типа. В связи с указанным в данных материалах не приводится описание работы схем.

В принципиальных схемах содержится информация по обращению к графикам, разработанным в составе данных типовых материалов и позволяющим подобрать необходимое сечение и тип кабельных перемычек между распределительным соответствующего напряжения и щитом, а также по щиту, без выполнения расчетов.

Схемные решения по организации резервирования питания цепи нагрузки трансформаторов напряжения, присоединенных к линиям электропередач 110-750 кВ соответствуют требованиям п 4.16 Сборника директивных материалов Главтехуправления Минэнерго СССР, вып 1985г. Пояснения по принципам резервирования даны в разделе 4 настоящей ПЗ.

В указанном разделе приведены также описания принципов резервирования цепей напряжения нагрузки, подключенной к ТН на шинах.

Для автоматического перевода питания цепей напряжения автотрансформаторов, трансформаторов со схемой РУ „Треугольник“, „Четырехугольник“, „Полутарная“, помимо переключателя, используются реле переключения цепей напряжения.

Разработка цепей автоматического перевода с применением реле переключения выполняется в составе типовых полных схем по определенным видам подстанций и распределительных устройств.

12 Технико-экономические обоснования

Разработанные типовые материалы для проектирования содержат пояснения в части основных технических решений, принятых для схем вторичных цепей трансформаторов напряжения (ТН) с учетом особенностей эксплуатации последних, а также определенный набор расчетных и справочных документов в виде таблиц и графиков. В работе приведены принципиальные схемы вторичных цепей ТН 6-750 кВ, установленных на подстанциях энергосистем и схемы организации цепей напряжения для типовых схем РУ.

Типовые материалы для проектирования предусматривают:

12.1 Проведение выбора автоматов для защиты вторичных цепей трансформаторов напряжения на основе выполненных расчетов по таблице СМЗ (Приложение 3)

12.2 Определение сечений проводов кабелей и выбор соответствующих марок кабелей без выполнения расчетов по графикам зависимости сечения от длины кабелей $g = f(l)$.

Графики разработаны для вторичных цепей трансформаторов напряжений (ТН) применительно к типовым схемам распределительных устройств 6-750 кВ и предусматривают подключение к ТН суммарной нагрузки, по характеру и значениям наиболее часто встречающейся в практике проектирования.

Графики выполнены на основании расчетов, приведенных в таблицах СМ2 (Приложение 2), СМ4 (Приложение 4), СМ5 (Приложение 5)

12.3 Описание методики проведения расчетов вторичных цепей ТН

12.4 Пояснение к методике расчета суммарных погрешностей ТН типа НАМИ-10 и приведение примера определения погрешностей для наиболее характерных распределений нагрузок, включаемых на обмотку указанного ТН

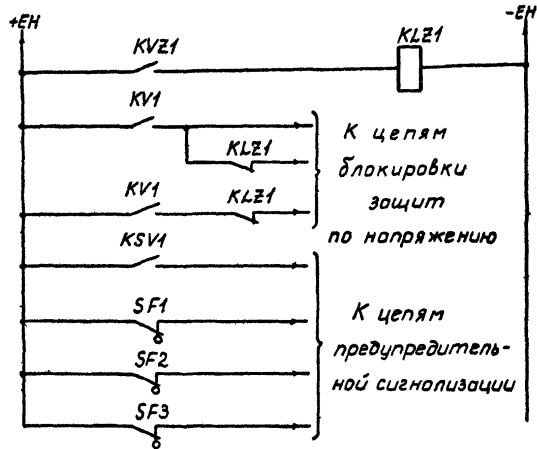
Использование при конкретном проектировании справочных материалов, обоснованных проведенными расчетами, обеспечивает повышение

- качества проектирования,
 - надежности работы вторичных цепей трансформаторов напряжения,
- а также сокращение
- расходов цветных металлов в результате уточненных данных по требуемым величинам сечений проводов кабелей,
 - трудозатрат при проектировании, требовавшихся ранее на проведение расчетов по определению сечений кабелей во вторичных цепях ТН по каждому конкретному объекту.

Типовые принципиальные схемы ТН и организации вторичных цепей напряжения служат основой для разработки типовых полных схем по различным видам подстанций.

Перечисленное выше подтверждает технико-экономическую целесообразность разработки и внедрения типовых материалов для проектирования „Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10 кВ и выше“

Альбом 1



Реле-повторитель KVZ1	Цели сигнализации
Контроль отсутствия (наличия) напряжения	
Сигнал "земля на входе НН"	Цели сигнализации
Сигнал "Неисправность цепей напряжения"	

Примечания.

1. Необходимость установки резисторов R1-R8 в цепях ТН типа 3хЭНОЛ6-10, 3хЭНОМ-35 для защиты от перенапряжений при самопроизвольных смещениях нейтрали уточняется при эксплуатации. Для ТН типа НАМИ установка резисторов не требуется.
2. Сечение кабелей, прокладываемых от шкафа КРУ(КРУН) 6-10кВ к щиту для ТН 6-10кВ и от шкафа ТН 35кВ к щиту, определяется при конкретном проектировании по данным графиков СМ5-2-1,2,3; см примечание 5.
3. Расположение аппаратуры для ТН 6-10кВ типа 3хЭНОЛ 6-10 и НАМИ-10 уточняется при разработке полных схем.
4. Тип рубильника определяется при разработке полных схем.

Перечень аппаратуры

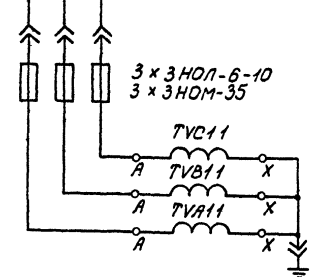
Место установки	Позиция обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол	Примечание	
При напряжении оперативного тока, В				220	10		
	Шкаф КРУ (КРУН) ТН 6-10кВ (Щит, упрямый) для СН	K'KLZ1	Реле промежуточные	РНБ-14	220	10	1
		K'SV1	Реле напряжения	РН-А3/60Д			1
		K'KV1	Реле напряжения	РН-154/60			1
KWZ1		Фильтр-реле напряжения обратной последоват	РНФ-1М			1	
Шкаф КРУ (КРУН) ТН 6-10кВ	SF1	Выключатель	АП50Б-ЭМТ	Jнр = 2,5А Jотс = 3,5 Jнр ВК = 2П		1	
	SF2	Выключатель	АП50Б-2МТ	Jнр = 2,5А Jотс = 3,5 Jнр ВК = 2П		1	
	R1-R8	Резистор	05-35В75	200 Ом ± 5%		8	
Шкаф зажимов ТН 35кВ	.S1	Рубильник				1	
	.S2	Рубильник				1	
	SF1	Выключатель	АП50Б-3МТ	Jнр = 2,5А Jотс = 3,5 Jнр ВК = 2П		1	
Шкаф зажимов ТН 35кВ	SF2	Выключатель	АП50Б-2МТ	Jнр = 10А Jотс = 3,5 Jнр ВК = 2П		1	
	SF3	Выключатель	АП50Б-2МТ	Jнр = 4А Jотс = 3,5 Jнр ВК = 2П		1	

Синв № 104/101 Подпись и дата

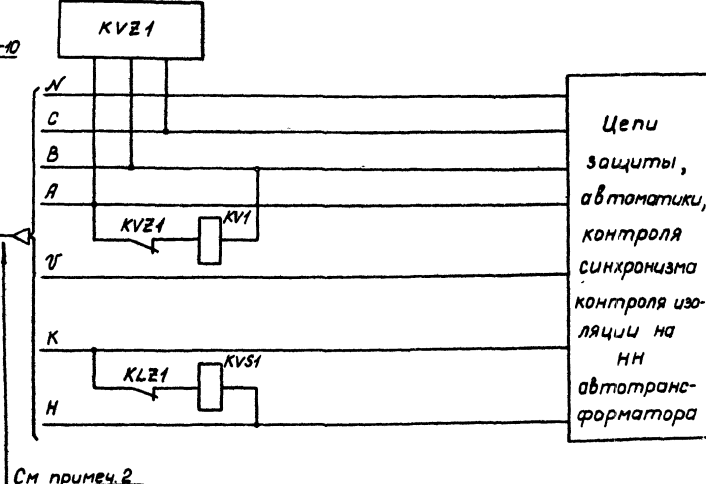
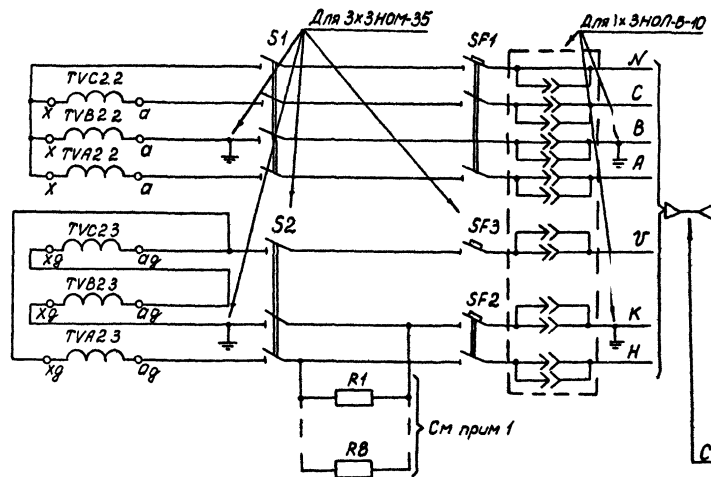
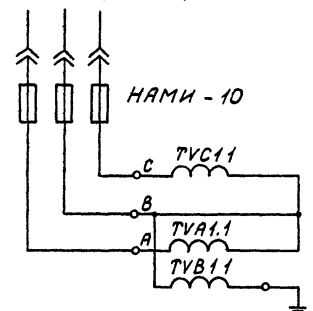
407-03-48487-38			
ГИП	Шифр	Инициалы	Схема вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше
Нач. отд.	Итерзленкова	И	ТН 3хЭНОЛ6-10, НАМИ-10
Н. контр.	Химелев	И	3хЭНОМ-35 на входе 6-10-35кВ
Нач. сект.	Тумашов	И	автотрансформатора
Вик. зр.	Мизяева	И	Схема электрическая
Ш. н. - в. р.	Егорова	И	принципиальная
			ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Горьковское отделение 1982

Альбом 1

Ввод 6-10кВ, 35кВ
автотрансформатора (АТ)



Ввод 6-10кВ
автотрансформатора (АТ)



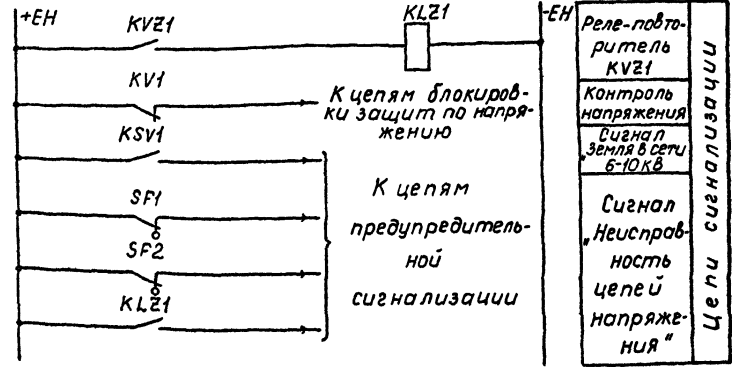
Цепи напряжения	ТН 3x3НМН-6-10 3x3НМН-35
Цепи напряжения	ТН НАМИ-10

Шифр № подл. Подпись и дата. Взам инв. №

407-03-48487-3В	
Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше	
ГИП Шварина В.И.	ТН 3x3НМН-6-10, НАМИ-10, 3x3НМН-35 на вводе 6-10-35кВ автотрансформатора
Нач. отд. Мерзлякова А.С.	Этаж Лист Листов
Н.контр. Хмелья В.И.	РП 2
Нач. сект. Тумашов В.И.	Схема электрическая принципиальная
Рук. гр. Мизяева И.В.	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ
Ст. техн. Хароничина	Горьков. кооп. предприятие 1988г.

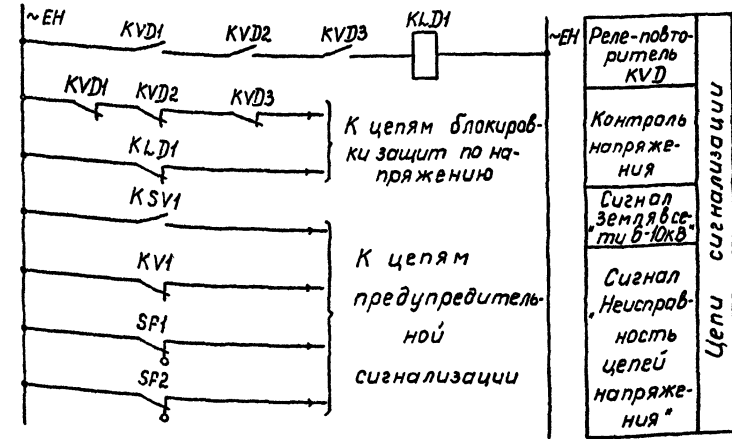
Альбом 1

Для подстанций на постоянном и выпрямленном оперативном токе



Реле-повторитель KVZ1	Цепи сигнализации
Контроль напряжения	
Вид нап. земля в сети 6-10кВ	
Сигнал "Неисправность цепей напряжения"	

Для подстанций на переменном оперативном токе



Реле-повторитель KVD	Цепи сигнализации
Контроль напряжения	
Сигнал "Земля в сети 6-10кВ"	
Сигнал "Неисправность цепей напряжения"	

Примечания:

- 1 Необходимость установки резисторов R1-R8 в цепях ТН типа 3хЗНОЛ-6-10 для защиты от перенапряжений при самопроизвольных смещениях нейтрали уточняется при эксплуатации. Для ТН типа НАМИ-10 установка резисторов не требуется
- 2 Сечение кабеля см приложение 5, график СМ 5-2-5.
- 3 Аппаратура и шинки предусматриваются при установке на линиях 6-10кВ защит типа ЗЗП-1
- 4 В маркировку шин 6-10 кВ вместо "... " вводятся буквы, обозначающие уровень напряжения: для 10кВ - К, для 6кВ - Р

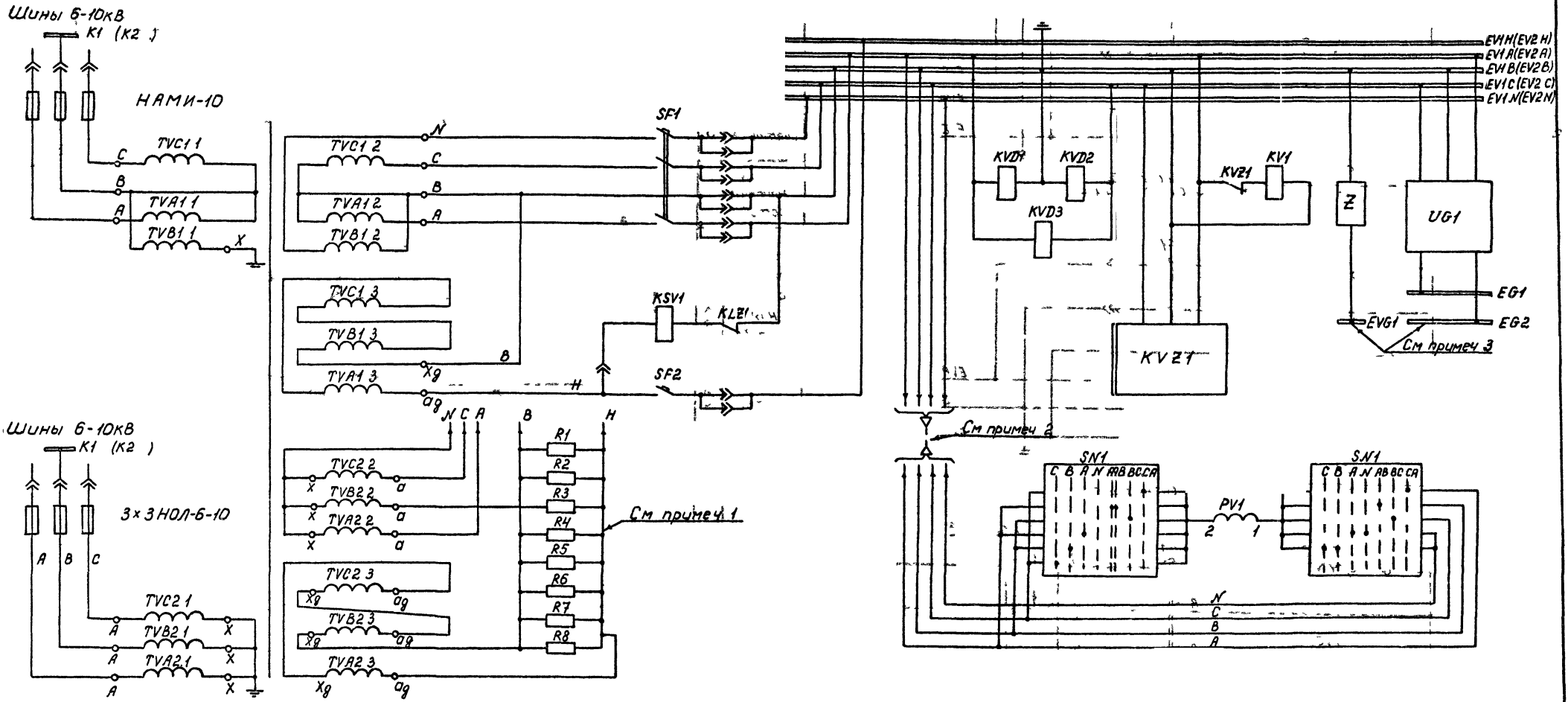
Перечень аппаратуры

Место установки/обозначение	Наименование	Тип	Техническая характеристика		Кол	Примеч
			220	110		
Шит управления	PV1	Вольтметр	Э-365	... кВ	1	
	SIN1	Переключатель	ПМОФ45-12222/1-Д1		1	
Шина трансформатора 6-10кВ Шина напряжения на шинах 6-10кВ	KLZ1	Реле промежуточное	РП16-14	220	110	1 ПС на постоянном токе
	KL.D1	Реле промежуточное	РП16-74	~ 220		1 ПС на переменном токе
	KSV1	Реле напряжения	РН153/600			1
	KW1	Реле напряжения	РН154/160			1
	KWZ1	Фильтр реле напряжения обратной последовательности	РНФ-1М	100В		1
	KVD1-KVD3	Реле напряжения	РН154/160			3 ПС на переменном токе
	R1-R8	Резистор	С5-35875	200 Ом ± 5%		8 см прим 2
	SIN1	Переключатель	ПМОФ45-33466/В-Д27			1
	SP1	Выключатель	АП506-3МТ	Jнр = 2,5А Jотс = 3,5 Jнр ВК = 2П		1
	SP2	Выключатель	АП506-3МТ	Jнр = 1,6А Jотс = 3,5 Jнр ВК = 2П		1 НАМИ-10 см прим 3
WIG1	Блок питания	БПН-И/2	Jнр = 2,5А Jотс = 3,5 Jнр ВК = 2П		1 3хЗНОЛ-10 см прим 3	
Z	Вспомогательное устройство	ВУ1			1	см прим 3

ШНВ №100/1 Подпись и дата. Взам инв. №

407-03-48487-38			
Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше			
ГИП	Шинькина	НШ	
Начальн	Медведева	И.И.	
Н.контр	Хмельев	А.И.	
Нач.сект	Тумашов	И.И.	
Рук.го	Мизяева	Ю.А.	
От.техн	Хосаянц	С.И.	
Трансформатор напряжения НАМИ-10, 3хЗНОЛ 6-10 на шинах			Стадия лист Листов
Схема электрическая принципиальная			РП 3
ЭНЕРГО СЕТЬ ПРОЕКТ			Горьковское отделение 1288г

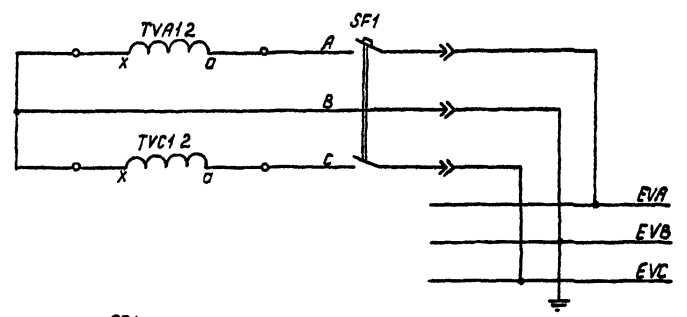
Альбом 1



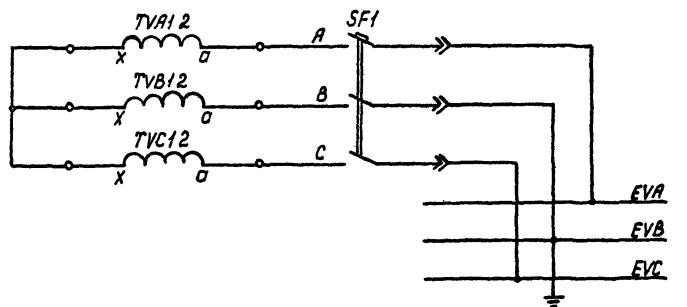
		407-03-48487-3B	
Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше			
ГИП	Шихарина	Лист	Листов
Начальн	Мещеряков	Лист	Листов
Н контро	Хмельев	Лист	Листов
Нач сект	Тучинин	Лист	Листов
Рук за	Мизяев	Лист	Листов
Ст техн	Ильиничина	Лист	Листов
		ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ	Горьковский отдел
		1983	

Шуны 6-10кВ K1 (K2)

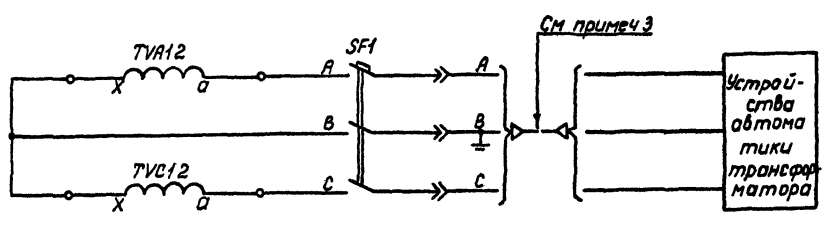
Альбом 1



SF1 → В схему предупредительной сигнализации



SF1 → В схему предупредительной сигнализации

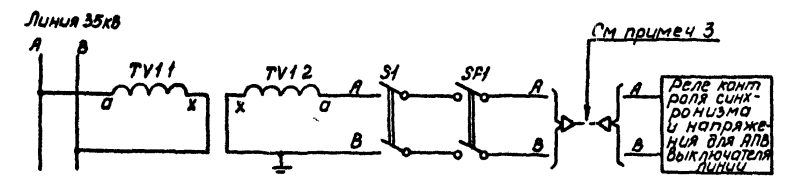


SF1 → В схему предупредительной сигнализации

Трансформатор напряжения 2x10kV (НОМ) для питания счетчиков	Цепи напряжения
Сигнал "Неисправность ТН"	
Трансформатор напряжения 3x10kV (НОМ) для питания счетчиков	Цепи напряжения
Сигнал "Неисправность ТН"	
Трансформатор напряжения на вводе в 10кВ трансформатора	Цепи напряжения
Сигнал "Неисправность ТН"	

Перечень аппаратуры

Место установки	Позиция обозначена по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол	Примечания
Шкаф учета КРУ (КРУН) 6-10кВ	SF1	Выключатель	АП506-2МТ	Упр = 2,5А Затс = 3,5Упр ВК = 2П	3	Рис 1-3
Шкаф учета ТН 35кВ	SF1	Выключатель	АП506-2МТ	Упр = 2,5А Затс = 3,5Упр ВК = 2П	1	Рис 4
	S1	Рубильник				См примечание 4



SF1 → В схему предупредительной сигнализации

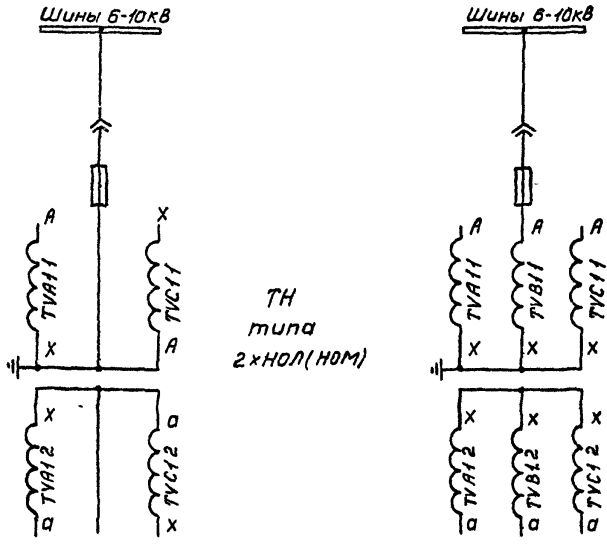
Цепи напряжения ТН НОМ 35кВ
Сигнал "Неисправность ТН"

В альбоме "Должность и дата" в этом альбоме

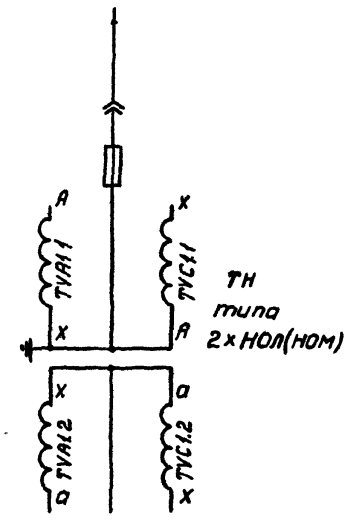
407-03-48487-3В			
Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше			
ГИП Шифрина	Мезленкова	Лист 5	Листов
Нач.смет. Мухомов	Мухомов	РП	5
Нач.смет. Мухомов	Мухомов	Схема электрическая принципиальная	
Инженер Сорова	Сорова	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ	

Альбом 1

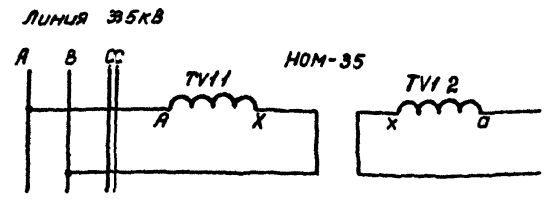
Трансформаторы напряжения для питания счетчиков



Трансформатор напряжения на вводе 6-10кВ трансформатора



Трансформатор напряжения на линии 35кВ



Примечания

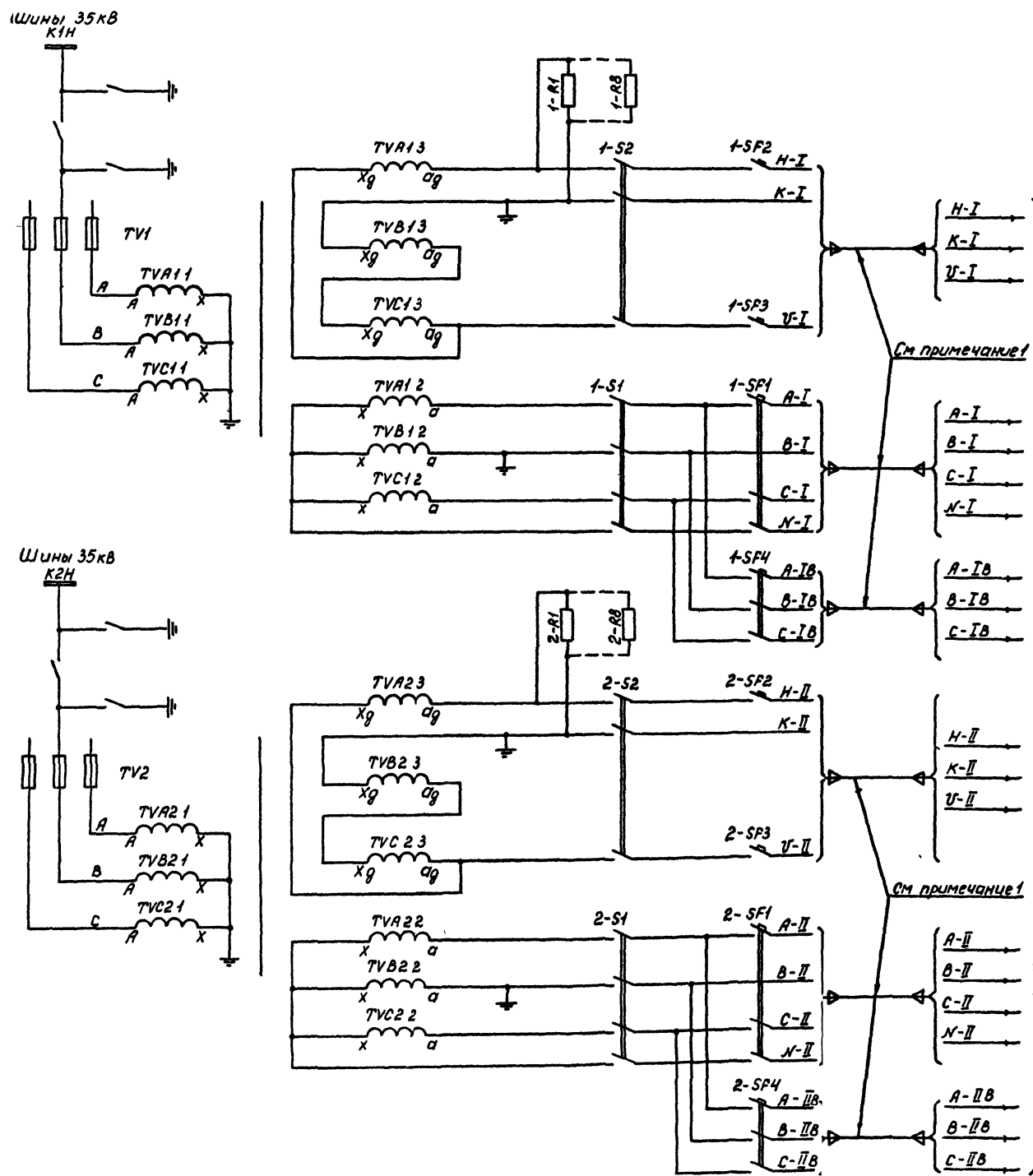
1 Использование дополнительных ТН 6-10кВ 2xНОЛ-6-10 или 3xНОЛ-6-10 для питания счетчиков линий 6-10кВ с расчетным учетом определяется при конкретном проектировании в зависимости от числа линий, счетчики которых подключаются к цепям дополнительных ТН, по таблице

ТН 6-10кВ для питания счетчиков	Максимальная расчетная величина нагрузки на фазу от счетчиков одной линии		Количество линий с расчетным учетом		Номинальная мощность ТН на фазу в классе точности 1
	Счетчики ЭЭБ700	Счетчики САЗУ, СРЧУ	Счетчики ЭЭБ700	Счетчики САЗУ, СРЧУ	
2xНОЛ(НОМ)-6	~13	~20	~6	~4	75
2xНОЛ(НОМ)-10			12	8	150
3xНОЛ(НОМ)-6	7,4	12	10	6	75
3xНОЛ(НОМ)-10			20	12	150

- 2 Шинки трансформаторов напряжения 6-10кВ для питания счетчиков линий должны прокладываться отдельно от шин напряжения основных (шинных) ТН 6-10кВ
- 3 Сечение кабеля см приложение 5, график СМ5-2-4
- 4 Тип рубильников определяется при разработке полных схем

407-03-48487-3В		Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше	
ГИП	Шифрина	М.И.	
Нач. отд.	Медведева	А.В.	
Н. контр.	Хмельев	А.И.	
Нач. св-т.	Тумашов	А.И.	
Рук. гр.	Мизяева	В.И.	
Ст. техн.	Хасанов	А.А.	
		ТН 6-10кВ для счетчиков, ТН на вводе 6-10кВ трансформатора, ТН на линии 35кВ	Этап Лист Листов
		Схема электрическая принципиальная	РП 6
			ЭНЕРГО СЕТЬПРОЕКТ Горьковское отделение 1986г

Альбом 1



напряжения РУ 35 кВ
цепей организации в схеме

Перечень аппаратуры

Место установки	Позиционная обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	кол	Примечание
Шкаф зажимов ТН на шинах 35 кВ К1Н	1-S1	Рубильник			1	см приме
	1-S2	Рубильник			1	чаще 2
	1-SF1	Выключатель	АП50Б-3МТ	Jн p = 10 A Jотс = 3,5 Jн p BK = 2П	1	
	1-SF2	Выключатель	АП50Б-2МТ	Jн p = 10 A Jотс = 3,5 Jн p BK = 2П	1	используется тепловой расцепитель
	1-SF3	Выключатель	АП50Б-2М	Jн p = 4 A Jотс = 3,5 Jн p BK = 2П	1	
	1-SF4	Выключатель	АП50Б-3МТ	Jн p = 2,5 A Jотс = 3,5 Jн p BK = 2П	1	
	1R1-1R8	Резистор	С5-35В75	200 Ом ± 10%	8	
	Шкаф зажимов ТН на шинах 35 кВ К2Н	2-S1	Рубильник			1
2-S2		Рубильник			1	чаще 2
2-SF1		Выключатель	АП50Б-3МТ	Jн p = 10 A Jотс = 3,5 Jн p BK = 2П	1	
2-SF2		Выключатель	АП50Б-2МТ	Jн p = 10 A Jотс = 3,5 Jн p BK = 2П	1	используется тепловой расцепитель
2-SF3		Выключатель	АП50Б-2М	Jн p = 4 A Jотс = 3,5 Jн p BK = 2П	1	
2-SF4		Выключатель	АП50Б-3МТ	Jн p = 2,5 A Jотс = 3,5 Jн p BK = 2П	1	
2R1-2R8		Резистор	С5-35В75	200 Ом ± 10%	8	

Примечания

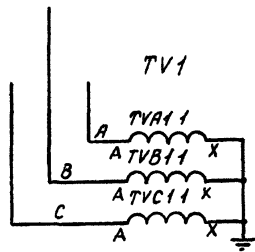
- 1 Определение сечений кабелей см приложение 5, графики см 5-2-б+10
- 2 Тип рубильников определяется при разработке полных схем

Шифр проекта: Подпись и дата: Взам.инв.№

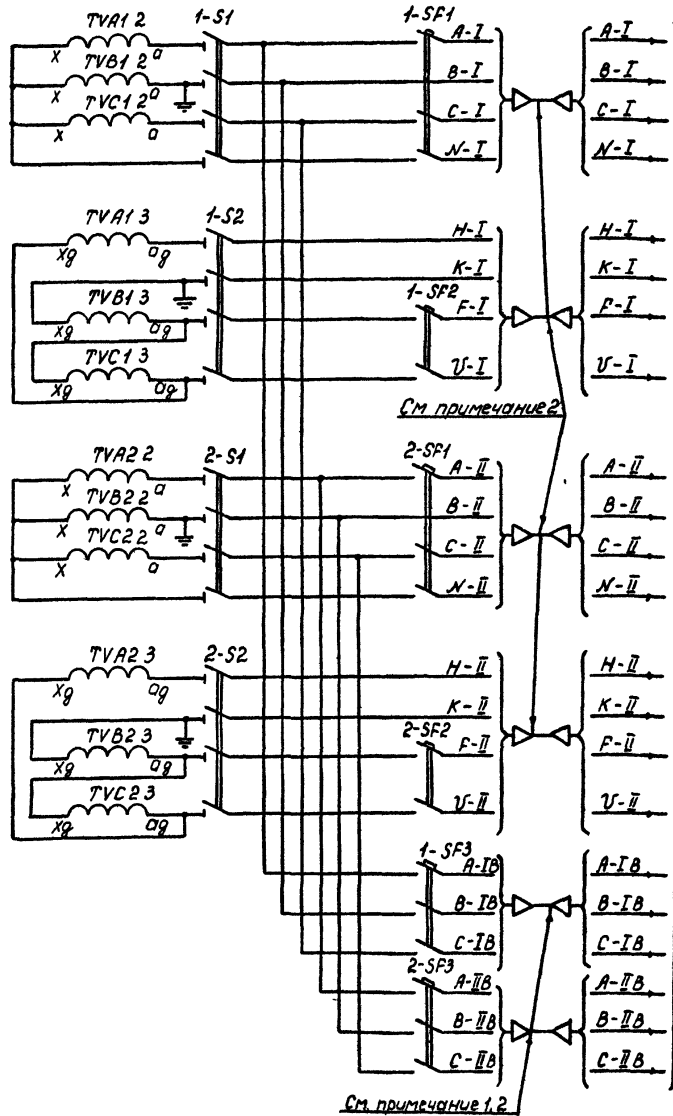
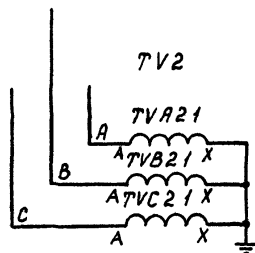
407-03-48487-3В			
Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше			
Гип	Шифрина	И.И.И.	
Начальд	Мерзленкова	И.И.	
Начальд	Хмельев	И.И.	
Начальд	Тучашов	И.И.	
Руч зр	Мшзяева	И.И.	
Ст техн	Харацишина	И.И.	
Трансформатор напряж- ния 3х3НОМ35 на шинах 35кВ		Стадия	Лист 7
Схема электрическая принципиальная		ЭНЕРГПРОЕКТОР	

Альбом 1

1К линии W1

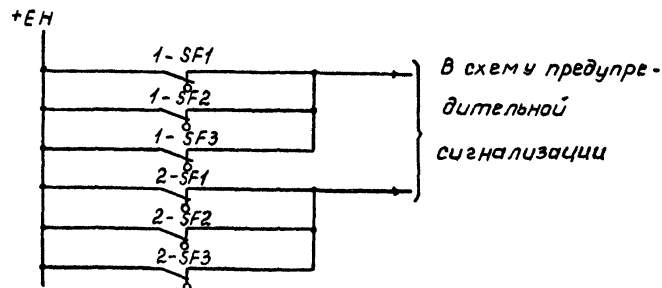


К линии W2



См. примечание 2

См. примечание 1,2



В схему предупредительной сигнализации

Сигнал "Неисправность трансформаторов напряжения" Цели сигнализации

Примечания

- 1 Прокладка отдельных кабелей для расчетных счетчиков линии предусматривается на -ПС с РУ-110-220кВ по схеме "мостика с выпрямленным аппаративным током (с БПС-2)", -ПС с РУ 220кВ по схеме "Четырехугольник"
- 2 Определение сечений кабелей см приложение 5 графики СМ 5-2-11-14, 18 для РУ 110-220кВ по схеме "мостика" и РУ 220кВ по схеме "Четырехугольник"
- 3 Организацию цепей напряжения для ПС с РУ 110-220кВ по схеме "мостик" см лист 16 по схеме "Четырехугольник" с РУ 220кВ см лист 18
- 4 В маркировку линий вместо "вводятся буквы, обозначающие уровень напряжения для РУ 220кВ-Е, для РУ 110кВ-В"
- 5 Тип рубильников определяется при разработке полных схем

В схему организации цепей напряжения РУ-110-220кВ см лист 5

Перечень аппаратуры

Место установки	Позиция обознач по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол	Примеч
Шкаф зажимов трансформатора напряжения TV1	1-SF1	Рубильник			2	см примеч 5
	1-SF1	Выключатель	АП506-3мт	Jнр = 2,5А Jотс = 3,5Jнр BK = 2П	1	
	1-SF2	Выключатель	АП506-2мт	Jнр = 10А Jотс = 3,5Jнр BK = 2П	1	Для НКФ-110
Шкаф зажимов трансформатора напряжения TV2	2-SF1	Рубильник			2	см примеч 5
	2-SF1	Выключатель	АП506-3мт	Jнр = 2,5А Jотс = 3,5Jнр BK = 2П	1	
	2-SF2	Выключатель	АП506-2мт	Jнр = 10А Jотс = 3,5Jнр BK = 2П	1	Для НКФ-110
Шкаф зажимов трансформатора напряжения TV2	2-SF3	Выключатель	АП506-3мт	Jнр = 10А Jотс = 3,5Jнр BK = 2П	1	Для НКФ-110
	2-SF3	Выключатель	АП506-3мт	Jнр = 6,3А Jотс = 3,5Jнр BK = 2П	1	Для НКФ-220

Я. М. Подп. Лобтис и Дата. Взам. Инв. №

407-03-48487-ЭВ			
Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше			
Гип	Ш. Шторчина	И. Шторчина	
Начальн	Мерзлякова	И. Шторчина	
Н. контр	Хмелев	И. Шторчина	
Начект	Тумачков	И. Шторчина	
Рук. гр	Милузева	И. Шторчина	
Инженер	Егорова	И. Шторчина	
		Трансформатор напряжения 3хНКФ-110-220 на линии 110-220кВ	Станд. лист
		Схема электрическая принципиальная	Листов 8
		ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ	Горьковское отделение 1988г

Перечень аппаратуры

Место установки	Позиция обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол	Примеч
Щиток зажимов трансформатора напряжения TV1	1-S1, 1-S2	Рубильник			2	см примеч
	1-S1F1	Выключатель	АП50Б-ЭМТ	$J_{нр} = 25A$ $J_{отс} = 3,5J_{нр}$ $BK = 2П$	1	
	1-S1F2	Выключатель	АП50Б-2МТ	$J_{нр} = 10A$ $J_{отс} = 3,5J_{нр}$ $BK = 2П$	1	Для НКФ-110
Щиток зажимов трансформатора напряжения TV2	2-S1, 2-S2	Рубильник			2	см примеч
	2-S1F1	Выключатель	АП50Б-ЭМТ	$J_{нр} = 25A$ $J_{отс} = 3,5J_{нр}$ $BK = 2П$	1	
	2-S1F2	Выключатель	АП50Б-2МТ	$J_{нр} = 10A$ $J_{отс} = 3,5J_{нр}$ $BK = 2П$	1	Для НКФ-110
Щиток зажимов трансформатора напряжения TV3	3-S1, 3-S2	Рубильник			2	см примеч
	3-S1F1	Выключатель	АП50Б-ЭМТ	$J_{нр} = 25A$ $J_{отс} = 3,5J_{нр}$ $BK = 2П$	1	
	3-S1F2	Выключатель	АП50Б-2МТ	$J_{нр} = 10A$ $J_{отс} = 3,5J_{нр}$ $BK = 2П$	1	Для НКФ-110
Щиток зажимов трансформатора напряжения TV4	4-S1, 4-S2	Рубильник			2	см примеч
	4-S1F1	Выключатель	АП50Б-ЭМТ	$J_{нр} = 25A$ $J_{отс} = 3,5J_{нр}$ $BK = 2П$	1	
	4-S1F2	Выключатель	АП50Б-2МТ	$J_{нр} = 10A$ $J_{отс} = 3,5J_{нр}$ $BK = 2П$	1	Для НКФ-110
Щиток зажимов трансформатора напряжения TV5	5-S1, 5-S2	Рубильник			2	см примеч
	5-S1F1	Выключатель	АП50Б-ЭМТ	$J_{нр} = 25A$ $J_{отс} = 3,5J_{нр}$ $BK = 2П$	1	
	5-S1F2	Выключатель	АП50Б-2МТ	$J_{нр} = 10A$ $J_{отс} = 3,5J_{нр}$ $BK = 2П$	1	Для НКФ-110
Щиток зажимов трансформатора напряжения TV6	6-S1, 6-S2	Рубильник			2	см примеч
	6-S1F1	Выключатель	АП50Б-ЭМТ	$J_{нр} = 25A$ $J_{отс} = 3,5J_{нр}$ $BK = 2П$	1	
	6-S1F2	Выключатель	АП50Б-2МТ	$J_{нр} = 10A$ $J_{отс} = 3,5J_{нр}$ $BK = 2П$	1	Для НКФ-110

Примечания

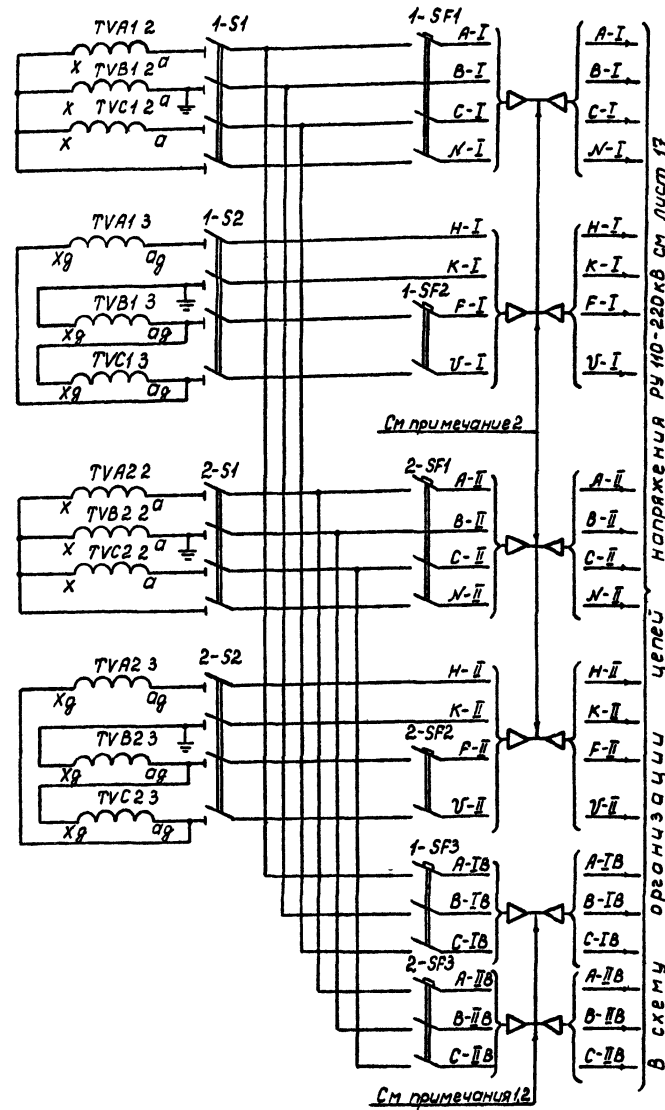
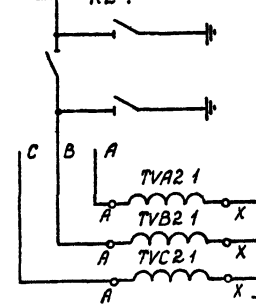
- 1 Прокладка отдельных кабелей предусматривается для счетчиков расчетного учета линии
- 2 Определение сечения кабелей см приложение 5 (графики 015-2-15-18)
- 3 маркировку шин вместо, вводятся буквы, обозначающие уровень напряжения для РУ 220кВ-Е, для РУ 10кВ-Г
- 4 Тип рубильников определяется при разработке полных схем

Альбом 1

Шины 110-220кВ



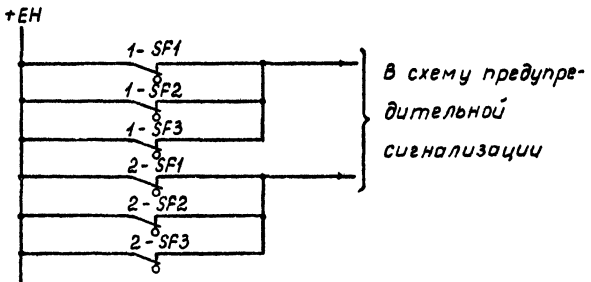
Шины 110-220кВ



напряжения РУ 110-220кВ см лист 17
цепей организации

См примечание 2

См примечание 2



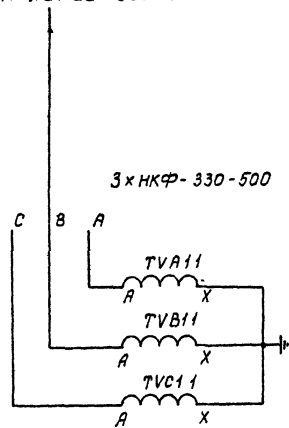
Сигнал "Неправильность трансформаторов напряжения"
цепи сигнализации

407-03-48487-3В				
Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 110-220кВ и выше				
Гип	Щиррина	Н.Щиррина	Этап	Лист
Нач. отд.	Морозенкова	Н.Морозенкова	РП	9
Нач. сект.	Тумашов	А.Тумашов	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ	
Вук. зр.	Миляева	Ю.Миляева	Горьковский р-н	
Инженер	Евсеева	В.Евсеева	1988г	
Ст. техн.	Кассанщина	Л.Кассанщина		

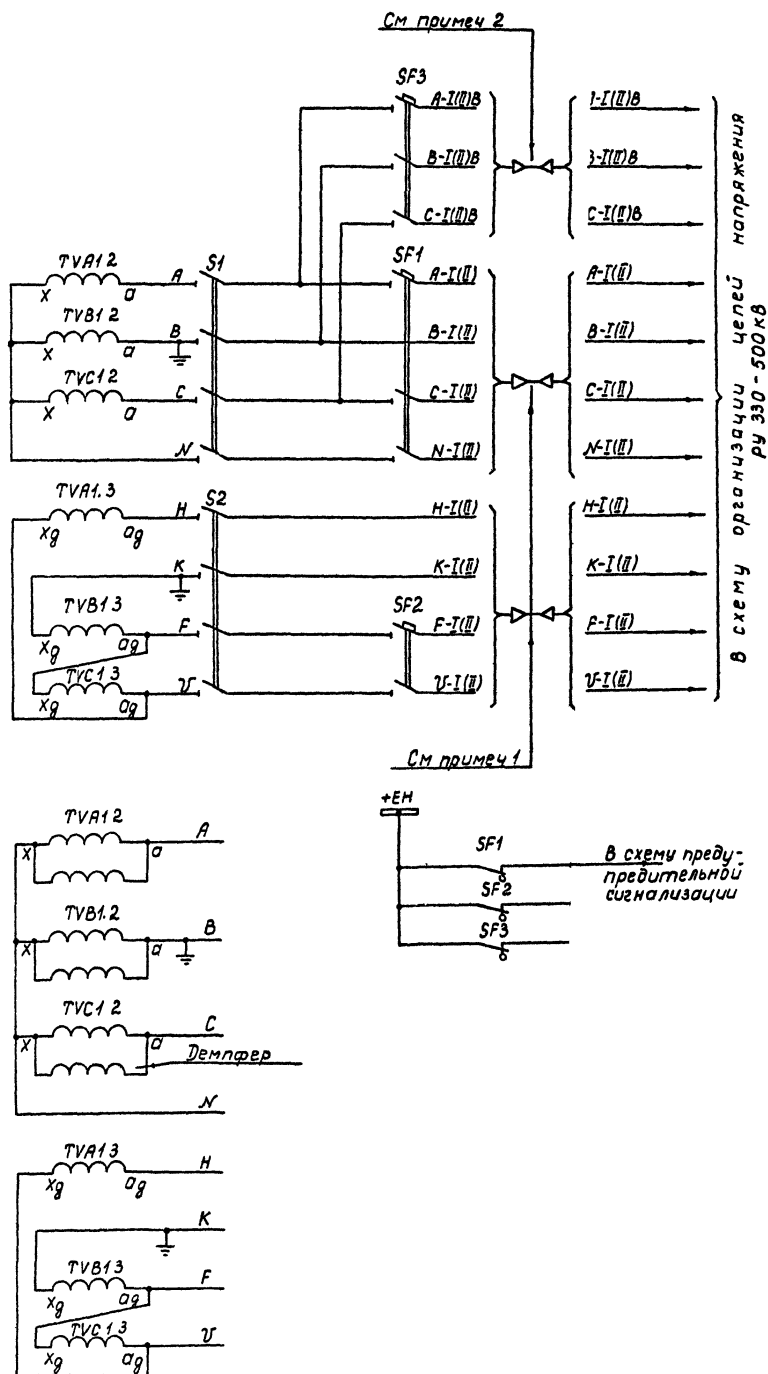
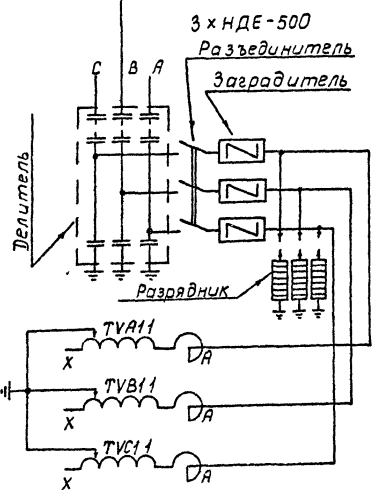
Альбом 1

Ш. 3. № 1020 (По) ГИП и дата ввоза в альбом

К линии 330-500кВ



К линии 500кВ



в схему организации цепей напряжения ру 330-500кВ

См примеч 2

См примеч 1

в схему предупредительной сигнализации

Сигнал "Неисправность цепей напряжения"

Перечень аппаратуры

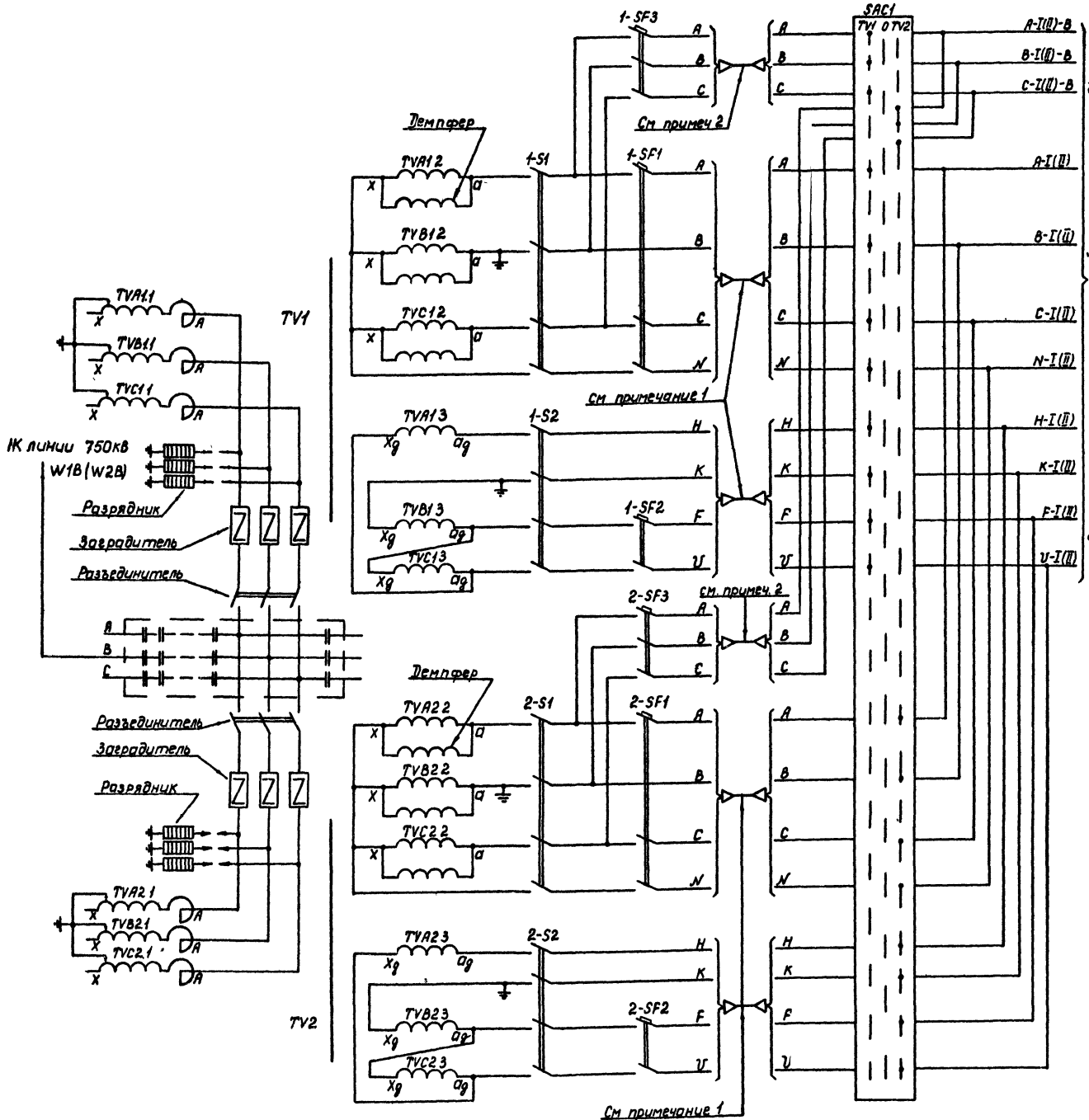
Место установки	Позиц обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол.	Примечания
Щиток зажимов трансформатора напряжения	S1, S2	Рубильник			2	см примеч 4
	SF1	Выключатель	АП500Б-ЭМТ	$J_{нр} = 25А$ $J_{отс} = 3,5 J_{нр}$ $ВК = 2П$	1	Для НКФ
	SF2	Выключатель	АП500Б-2МТ	$J_{нр} = 10А$ $J_{отс} = 3,5 J_{нр}$ $ВК = 2П$	1	Для НДЕ-500
	SF3	Выключатель	АП500Б-ЭМТ	$J_{нр} = 10А$ $J_{отс} = 3,5 J_{нр}$ $ВК = 2П$	1	Для НКФ-330
				$J_{нр} = 6,3А$ $J_{отс} = 3,5 J_{нр}$ $ВК = 2П$		Для НКФ-500, НДЕ-500
				$J_{нр} = 2,5А$ $J_{отс} = 3,5 J_{нр}$		Для НКФ
						Для НДЕ-500

Примечания

- 1 Определение сечения кабелей см приложение 5, график СМ5-2-20
- 2 Прикладка отдельного кабеля предусматривается для счетчиков расчетного учета линии в соответствии с данными по определению сечения кабелей, см приложение 5, график СМ5-2-19.
- 3 На ВЛ 500кВ устанавливается, как правило, один трансформатор напряжения, тип его (НКФ или НДЕ) определяется при конкретном проектировании. Установка второго трансформатора допускается при наличии соответствующего обоснования. Цепи напряжения при установке на линии 500кВ двух ТН аналогичны приведенным для линии 750кВ, см листы № 12.
- 4 Типы рубильников определяются при разработке полных схем.

407-03-48487-3В					
Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше					
ГИП	Ширшина	Ильин	Стация	Лист	Листов
Нач. отд.	Мезленко	Лисица	Трансформаторы напряжения типа 3х НКФ-330-500, 3х НДЕ-500 на линиях 330-500кВ		
Нач. сект.	Хмель	Лисица	рп	10	
Рук. гр.	Мизяева	Лисица	Схема электрическая принципиальная		
Инженер	Егорова	Лисица	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ Горьковский филиал 1988 г.		

Альбом 1



в схему организации цепей напряжения РУ 750 см листы 18, 19, 20

Перечень аппаратуры

Место уста-новки	Позиц. обознач. по схеме	Наименование	Тип	Техническая характе-ристика	Кол	Примечан
Щит трансформатора напряжения ТУ1	1-S1, 1-S2	Рубильник			2	см прим 3
	1-SF1	Выключатель	АП506-3МТ	Унр=6,3А Уомс=3,5Унр ВК=2П	1	
	1-SF2	Выключатель	АП506-2МТ	Унр=6,3А Уомс=3,5Унр ВК=2П	1	
Щит трансформатора напряжения ТУ2	2-S1, 2-S2	Рубильник				
	2-SF1	Выключатель	АП506-3МТ	Унр=6,3А Уомс=3,5Унр ВК=2П	1	
	2-SF2	Выключатель	АП506-2МТ	Унр=6,3А Уомс=3,5Унр ВК=2П	1	
Щит упр-ния	5-AC1	Переключатель	ПКУЗ-12 Ж 1203		1	

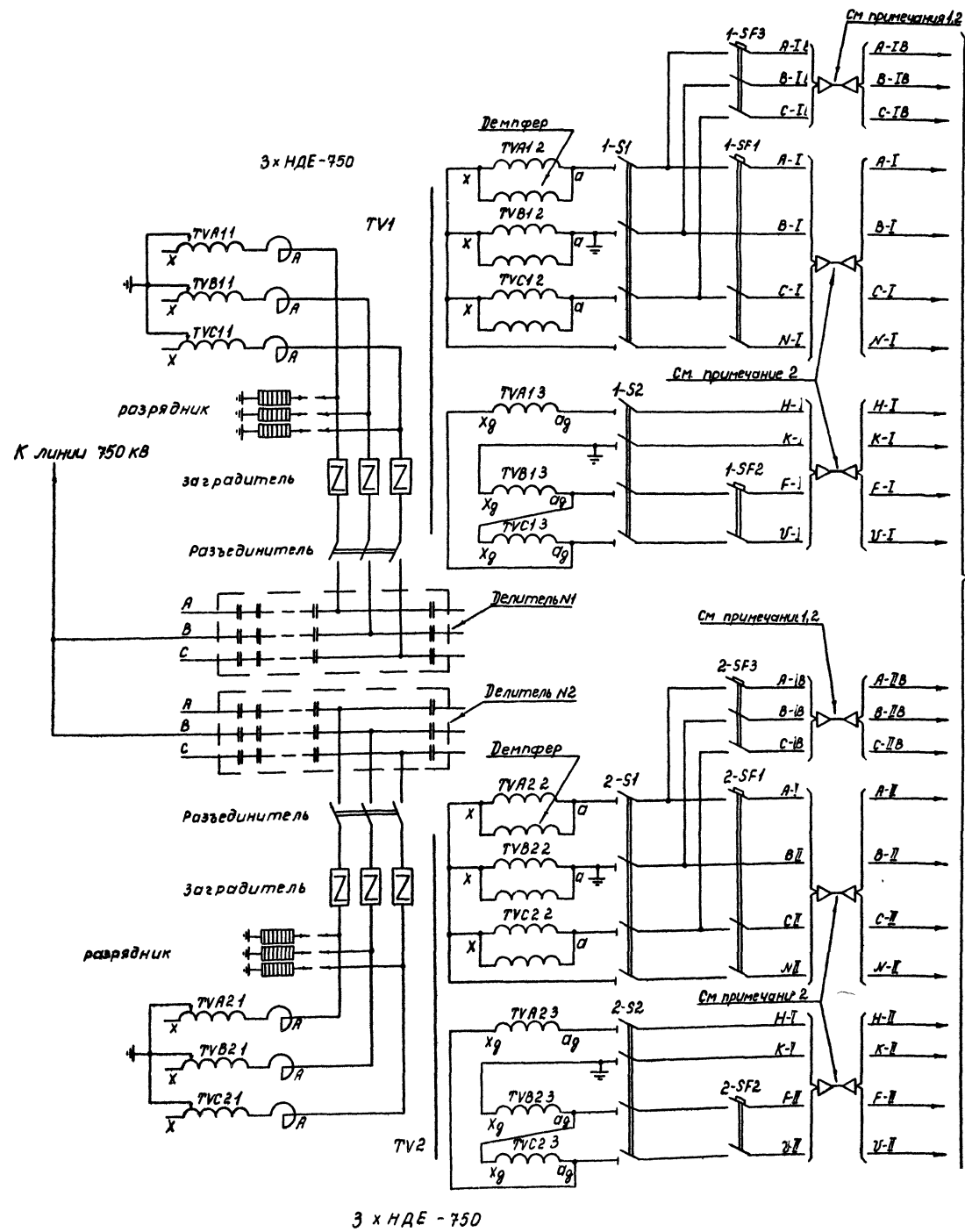
Примечания

- 1 Определение сечения кабелей см приложение 5, графики СМ5-2-19-21
- 2 Прокладка отдельного кабеля предусматривается для счетчиков расчетного учета линий в соответствии с данными по определению сечения кабелей, см приложение 5, график СМ5-2-19
- 3 Тип рубильников определяется при разработ-ке: полных схем

407-03-48487-ЭВ		Схемы вторичных цепей трансфор-маторов напряжения 6-10кВ и выше	
ГИП	Шварина	Н/инж	Трансформатор напряжения
Нач. отд.	Мерленко	М.В.	3х10кВ-350 на линии с одним комплектом конденсаторов
Нач. сект.	Тумашов	В.И.	связи
Рук. зр.	Мизяева	И.В.	Схема электрическая
Инженер	Бгорова	И.С.	принципиальная
		ЭНЕРГОЛЕТЪПРОЕКТ	Горьковский отделение

Шит № 18, 19, 20. Подписи и дата. 1980 г. № 18

Альбом 1



См примечания 1,2
в схеме организации цепей напряжения РУ 750 кВ см листы 21-24

Перечень аппаратуры

Место установки	Позиционная обозначка по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол	Примечания
Шкаф зажимов трансформатора напряжения TV1	1-S1, 1-S2	Рубильник			2	См примеч 3
	1-SF1	Выключатель	АП506-3МТ	Упр = 6,3 А Уотс = 3,5 Упр ВК = 2П	1	
	1-SF2	Выключатель	АП506-2МТ	Упр = 6,3 А Уотс = 3,5 Упр ВК = 2П	1	
	1-SF3	Выключатель	АП506-3МТ	Упр = 2,5 А Уотс = 3,5 Упр ВК = 2П	1	
Шкаф зажимов трансформатора напряжения TV2	2-S1, 2-S2	Рубильник			2	См примеч 3
	2-SF1	Выключатель	АП506-3МТ	Упр = 6,3 А Уотс = 3,5 Упр ВК = 2П	1	
	2-SF2	Выключатель	АП506-2МТ	Упр = 6,3 А Уотс = 3,5 Упр ВК = 2П	1	
	2-SF3	Выключатель	АП506-3МТ	Упр = 2,5 А Уотс = 3,5 Упр ВК = 2П	1	

Примечания

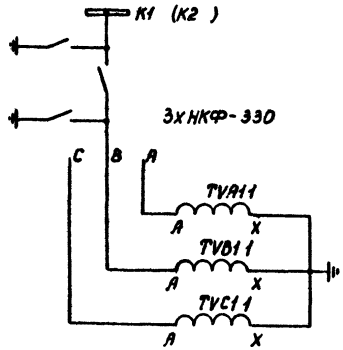
- 1 Прокладка отдельных кабелей предусматривается для счетчиков расчетного учета
- 2 Определение сечения кабелей см приложение 5, графики СМ5-2-19-21.
- 3 Тип рубильников определяется при разработке полных схем

Цель: разработка принципиальной и рабочей схем

407-03-48487-3В			
Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10 кВ и выше			
Гип	Ширшина	АИ	
Начальник	Мерзляков	В.И.	
Инженер	Хмельков	В.И.	
Инженер	Туманов	В.И.	
Инженер	Мизяева	В.И.	
Инженер	Егорова	В.И.	
Трансформатор напряжения 3хНДЕ-750 на линии с двумя комплектами конденсаторов связи		Страна	Лист
		рп	12
Схема электрическая принципиальная		ЭПРОГЕТЕПРПКТ	
		Черновское отделение 1988г	

Альбом 1

Шины РУ 330кВ со схемами трансформаторы-шины, "Полуторная"



Шины РУ 500-750кВ со схемами трансформаторы-шины, "Полуторная"

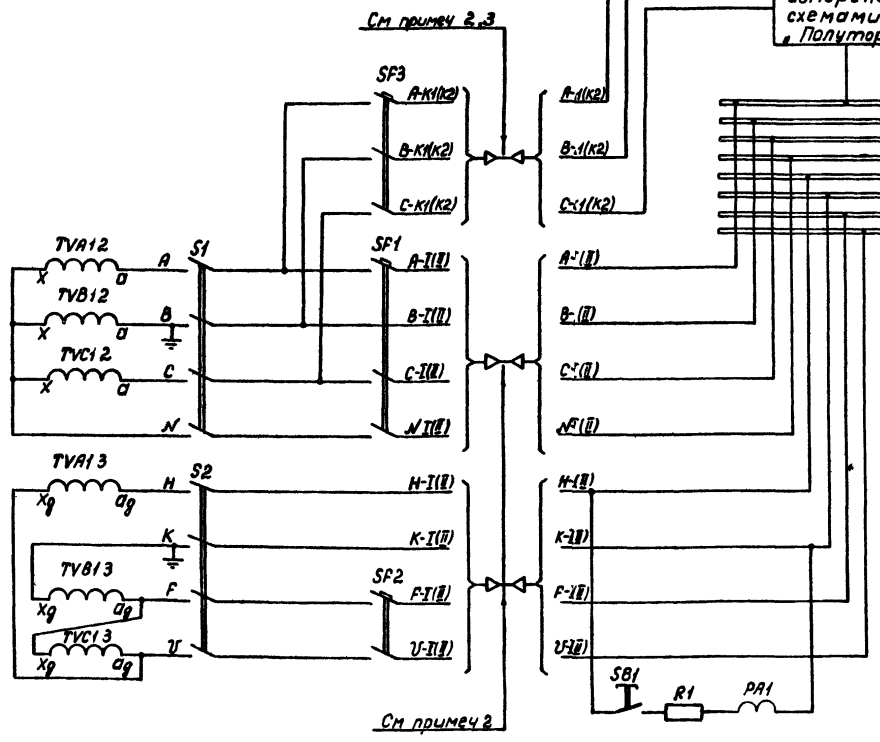
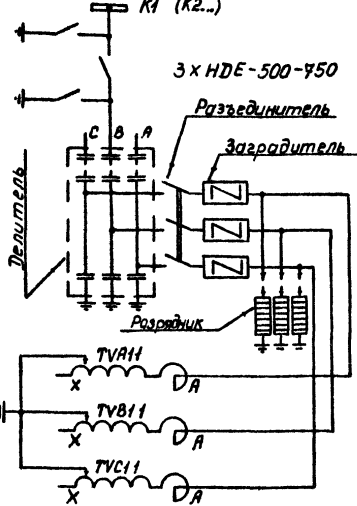


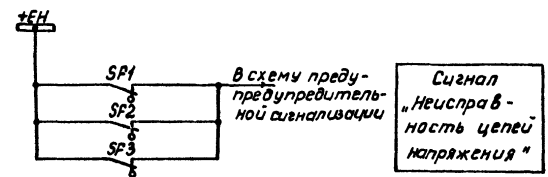
Схема организации цепей напряжения защиты, автоматики, измерений, учета РУ 330-750кВ со схемами трансформаторы-шины, "Полуторная"

Вольтметры показывающий, регистрирующий, частотомер

- EVI A (EV2 A)
- EVI B (EV2 B)
- EVI C (EV2 C)
- EVI H (EV2 H)
- EVI K (EV2 K)
- EVI F (EV2 F)
- EVI U (EV2 U)

Перечень аппаратуры

Место установки	Позиция обознач по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол	Примечан
Щкаф зажимов трансформатора	S1, S2	Рубильник			2	см прим 4
	SF1	Выключатель	АП505-3МТ	Jнр = 25А Jотс = 3,5 Jнр ВК = 2П	1	Для НКФ-330
	SF2	Выключатель	АП505-2МТ	Jнр = 16А Jотс = 3,5 Jнр ВК = 2П	1	Для НДЕ-500
Щит управления	РА1	Миллиамперметр	Э-8021	Jнр = 10А Jотс = 3,5 Jнр ВК = 2П	1	Для НКФ-330
	RI	Резистор	С5-35В25	Jнр = 6,3А Jотс = 3,5 Jнр ВК = 2П	1	Для НДЕ-500-750
	Sb1	Кнопка	КЕ-011	Jнр = 6,3А Jотс = 3,5 Jнр ВК = 2П	1	Для НКФ-330
				Jнр = 2,5А Jотс = 3,5 Jнр ВК = 2П	1	Для НДЕ 500-750



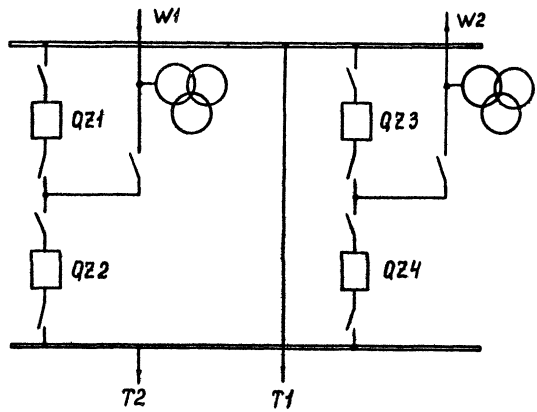
- Примечания
- 1 В маркировку шин вместо "вводятся" буквы, обозначающие уровень напряжения для РУ 750кВ-В, для РУ 500кВ-С, для РУ 330кВ-Д
 - 2 Определение сечения кабелей см приложение 5, графики СМ5 2-23 24
 - 3 Прокладка отдельного кабеля предусматривается для режима резервирования цепей напряжения счетчиков расчетного учета линий в соответствии с данными по определению сечения кабелей, см приложение 5, график СМ5-2-22
 - 4 Тип рубильников определяется при разработке полных схем

Линь и в. отдел | Подпись и дата | Взам инв. №

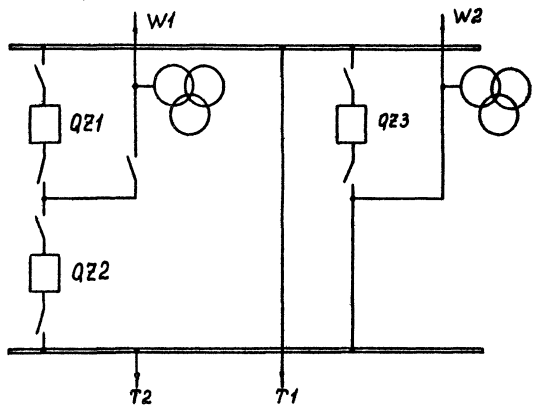
407-03-48487-3В	
Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше	
ГИП Шифрина	Исполн
Нач. отд. Мезельников	К. В. П.
Н.контр. Хмельев	К. В. П.
Нач. отд. Пылашов	К. В. П.
Рис. гр. Милыева	К. В. П.
Инженер. Сегрובה	К. В. П.
Трансформаторы напряжения типа 3х НКФ-330, 3х НДЕ-500-750кВ на шинах 330-750кВ	Станд. Лист
РП	КЗ
Схема электрическая принципиальная	ЭНЕРГОГЕТЕЛПРОЕКТ

Альбом 1

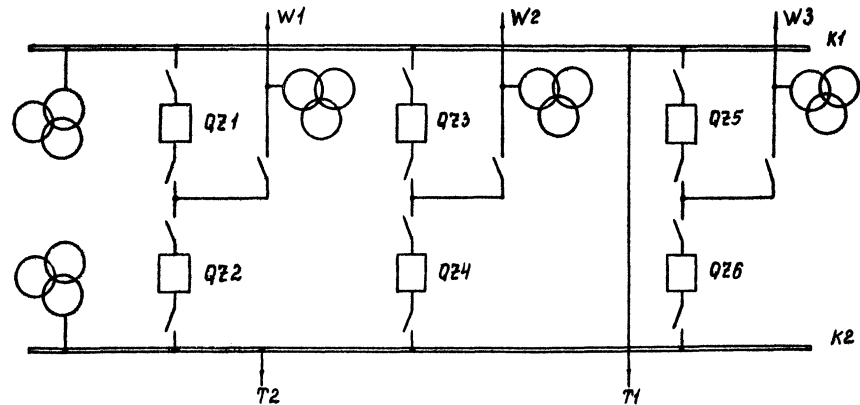
„Четырехугольник” 220-750 кВ



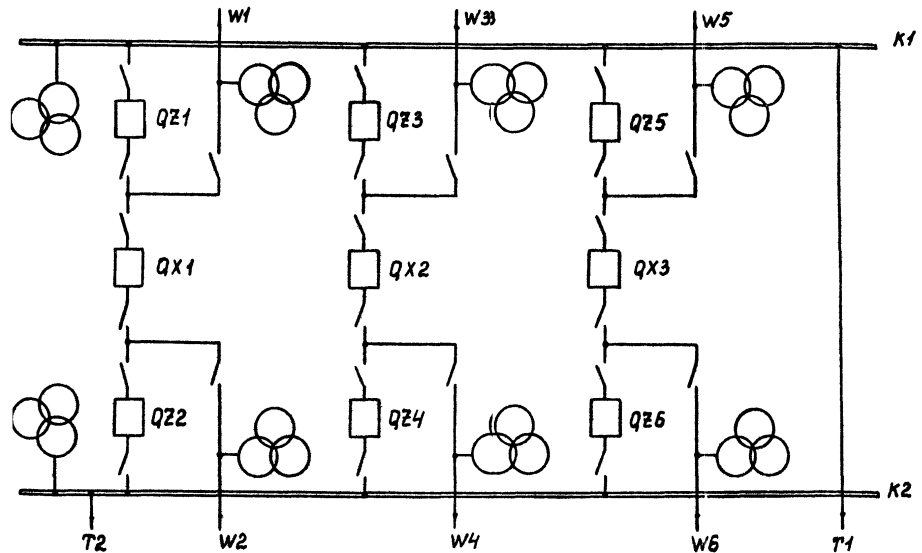
„Треугольник” 220-750 кВ



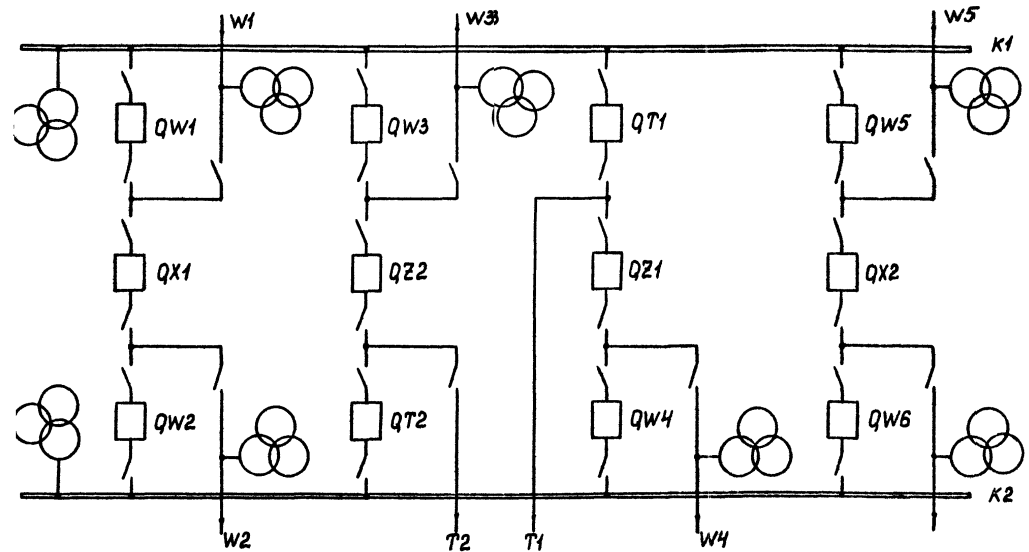
„Трансформаторы - шины” с присоединением линий через два выключателя 330-750 кВ



„Трансформаторы - шины” с полуторным присоединением линий 330-750 кВ



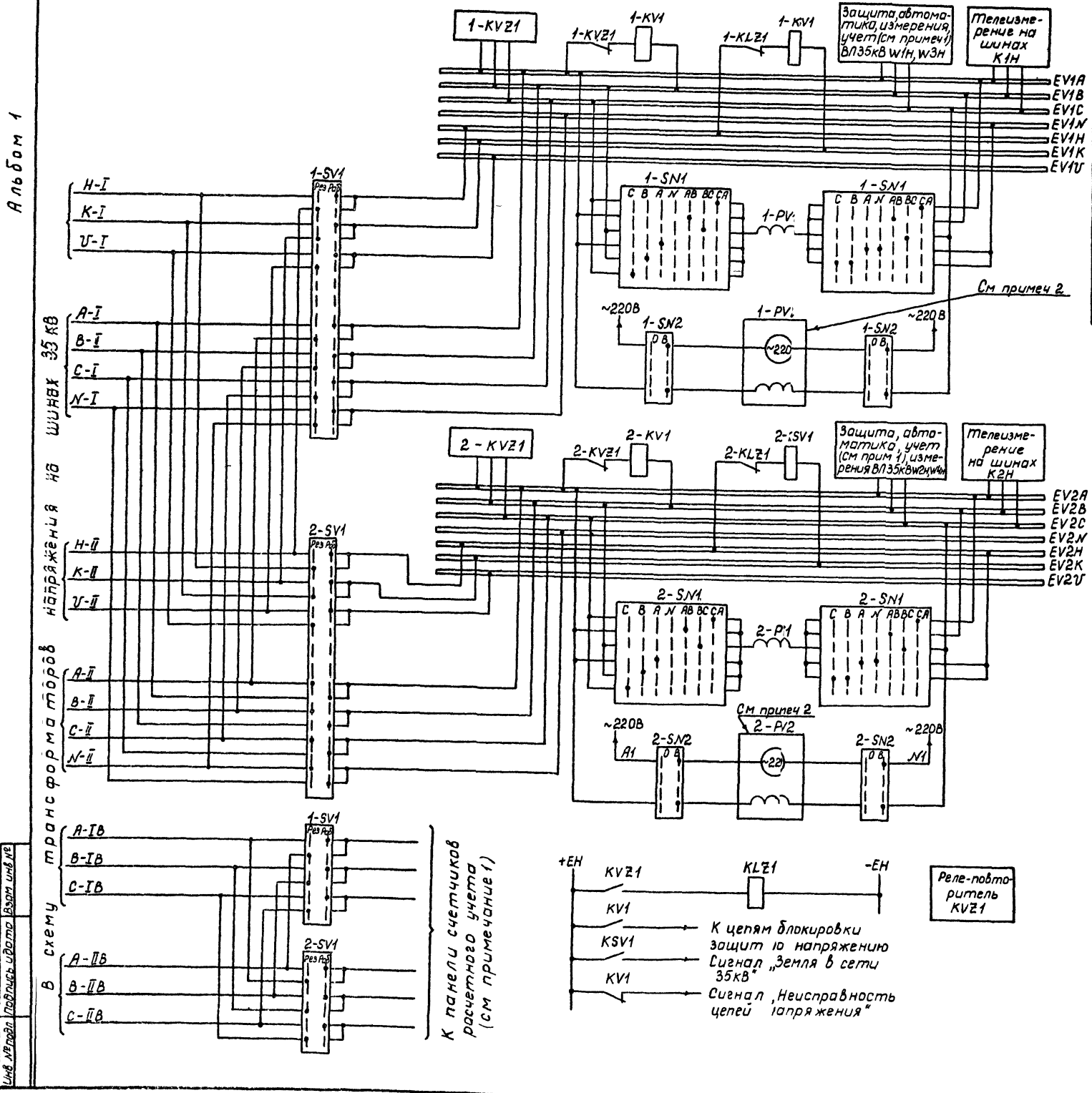
„Полуторная” 330-750 кВ



Шиб. М.С. Ледин | Подпись и дата | Взаим. лист

407-03-48487-38			
Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10 кВ и выше			
Гип	Шиборова	Шиборова	
Начальн	Морозенкова	Шиборова	
Н.контр.	Хмельев	Шиборова	
Нач.смет.	Тумашова	Шиборова	
Рис.гр.	Миззяева	Шиборова	
Отметн.	Хасаншина	Шиборова	
Поясняющие схемы РУ 330-750 кВ			Станд. Лист Листов
Схема электрическая принципиальная			РП 14
ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ			Уральское отделение

Альбом 1



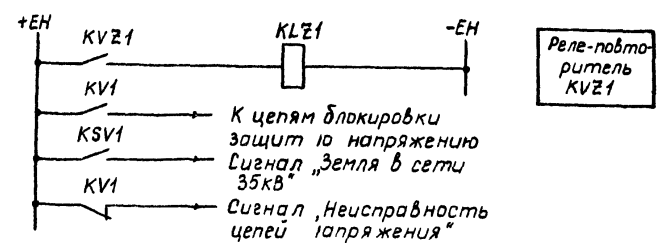
Перечень аппаратуры

Место установки	Позиционные обозначения по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол.	Примеч.
Щит управления	1- KSV1, 2- KSV1	реле напряжения	РН-153/60Д		2	
	1- KV1, 2- KV1	реле напряжения	РН-154/160		2	
	1- KVZ1, 2- KVZ1	фильтр-реле напряжения обратный последовательный	РНФ-1М		2	
	1- KLV1, 2- KLV1	реле промежуточное	РП-18		2	
	1- PV1, 2- PV1	Вольтметр	Э-365		2	
	1- IPV2, 2- IPV2	вольтметр регистрирующий	Н-344		2	см примеч 2
	1- SN2, 2- SN2	Переключатель	ПМОФ90-11111/1-Д42		2	см примеч 2
	1- SN1, 2- SN1	Переключатель	ПМОФ45-334466/1-Д27		2	
	1- SV1, 2- SV1	Переключатель	ПКУЗ-12Ж 1203		2	

Примечания

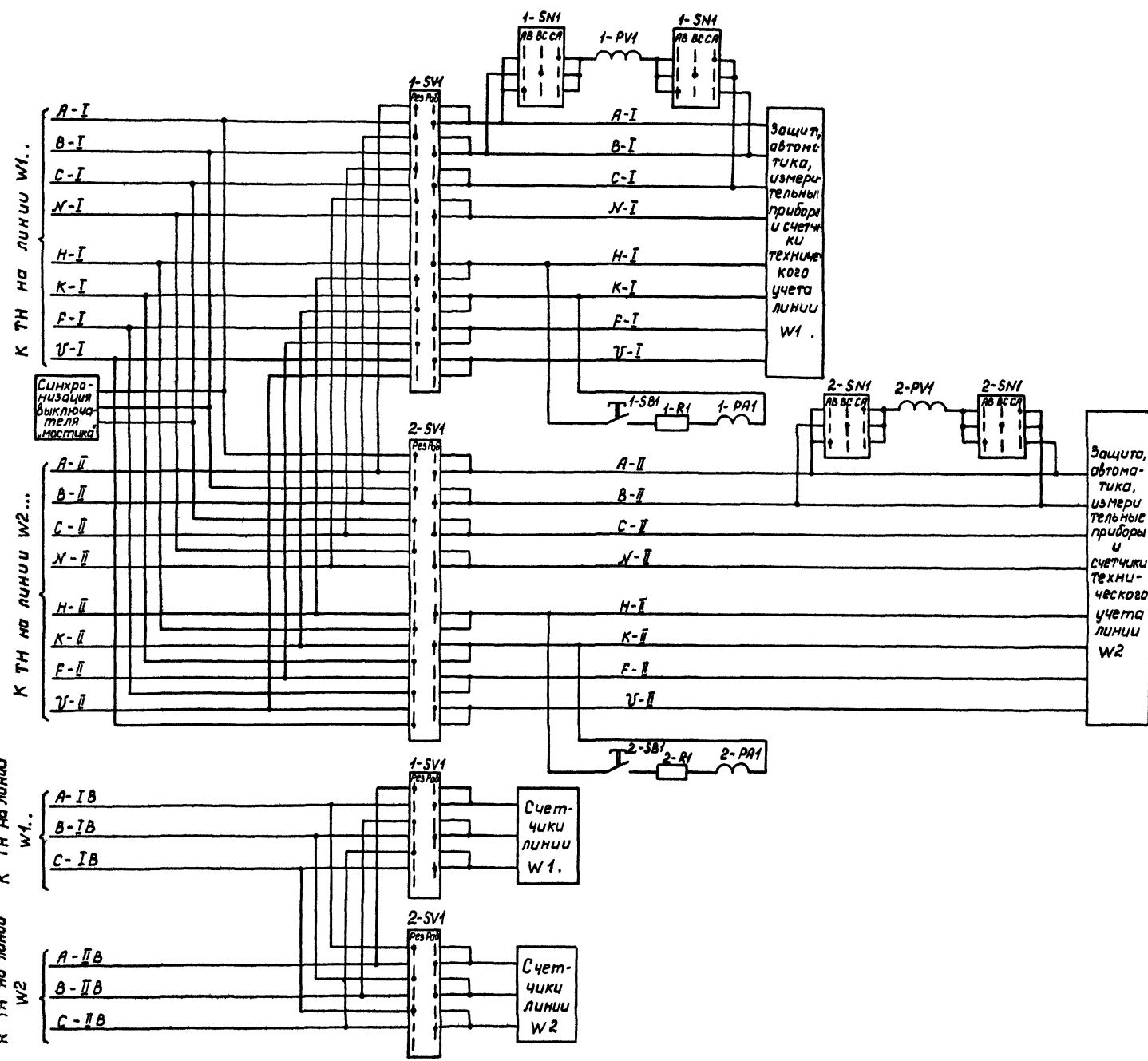
- Целесообразность прокладки отдельного кабеля к счетчикам расчетного учета определяется по графиком СМ5-2-б-8, приложение 5.
- Регистрирующий вольтметр PV2 и переключатель SN2 предусматриваются в контрольных точках, по которым ведется режим энергосистем.

К панели счетчиков расчетного учета (см примечание 1)



407-03-48487-3В					
Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше					
ГИП	Шифрина	ИИИ			
Нач отд	Мерзляков	ИИИ	Организация цепей	Стандия	Лист
Нач контр	Хмельев	ИИИ	напряжения РУ 35кВ	РП	15
Нач сект	Колесников	ИИИ			
Руч вв	Мизяева	ИИИ	Схема электрическая	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ	
Чертежи	Гусева	ИИИ	принципиальная	Горьковские отделения 1981г	

Альбом 1



Перечень аппаратуры

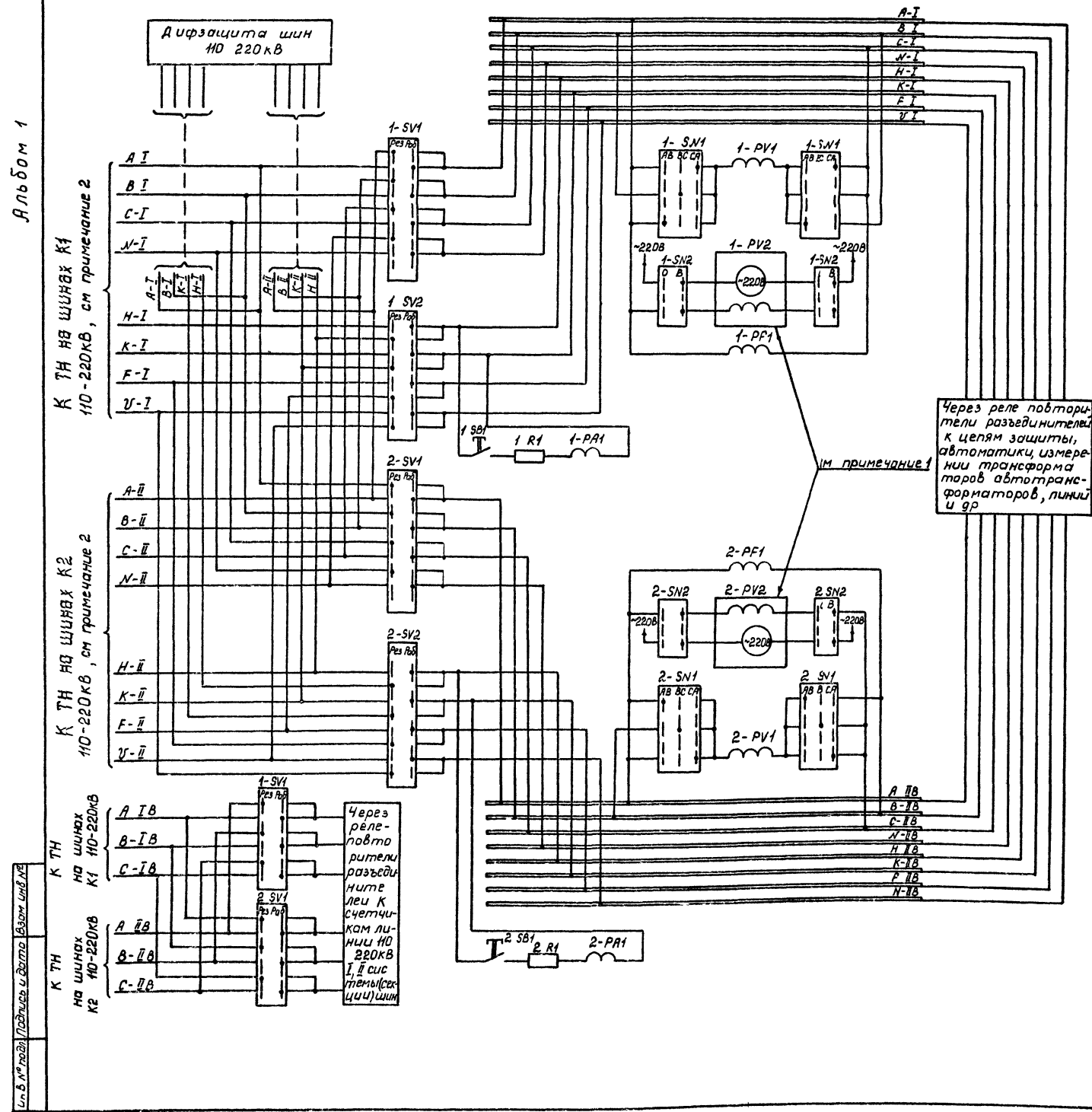
Место установки	Позиция по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол	Примеч
Щит управления	1- PA1, 2- PA1	Миллиамперметр	Э-8021	0-100 мА	2	
	1- PV1, 2- PV1	Вольтметр	Э-365	.. кВ	2	
	1- R1, 2- R1	Резистор	С5-35В25	150 Ом ± 10%	2	
	1- SB1, 2- SB1	Кнопка	КЕ-011	Исп 2	2	
	1- SN1, 2- SN1	Переключатель	ПМОФ45-112222/Г-Д1		2	
	1- SV1, 2- SV1	Переключатель	ПКУЭ-12Ж1203		2	

Примечание В маркировку линий вместо, вводятся буквы, обозначающие уровень напряжения для РУ 220 кВ-Е, РУ 110 кВ-Б

Лист № 001/002/003/004/005/006/007/008/009/010/011/012/013/014/015/016/017/018/019/020/021/022/023/024/025/026/027/028/029/030/031/032/033/034/035/036/037/038/039/040/041/042/043/044/045/046/047/048/049/050/051/052/053/054/055/056/057/058/059/060/061/062/063/064/065/066/067/068/069/070/071/072/073/074/075/076/077/078/079/080/081/082/083/084/085/086/087/088/089/090/091/092/093/094/095/096/097/098/099/100

407-03-48487-3В		Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10 кВ и выше	
Гип	Шлифрина	МШ	Статья
Нач. отд.	Мерзлякова	МШ	Лист
Н.контр.	Хмелев	МШ	Лист
Нач. сект.	Тымашов	МШ	Лист
Рук. за.	Миляева	МШ	Лист
Инженер	Егорова	МШ	Лист
Ст. техн.	Хасаншина	МШ	Лист

Альбом 1



Перечень аппаратуры

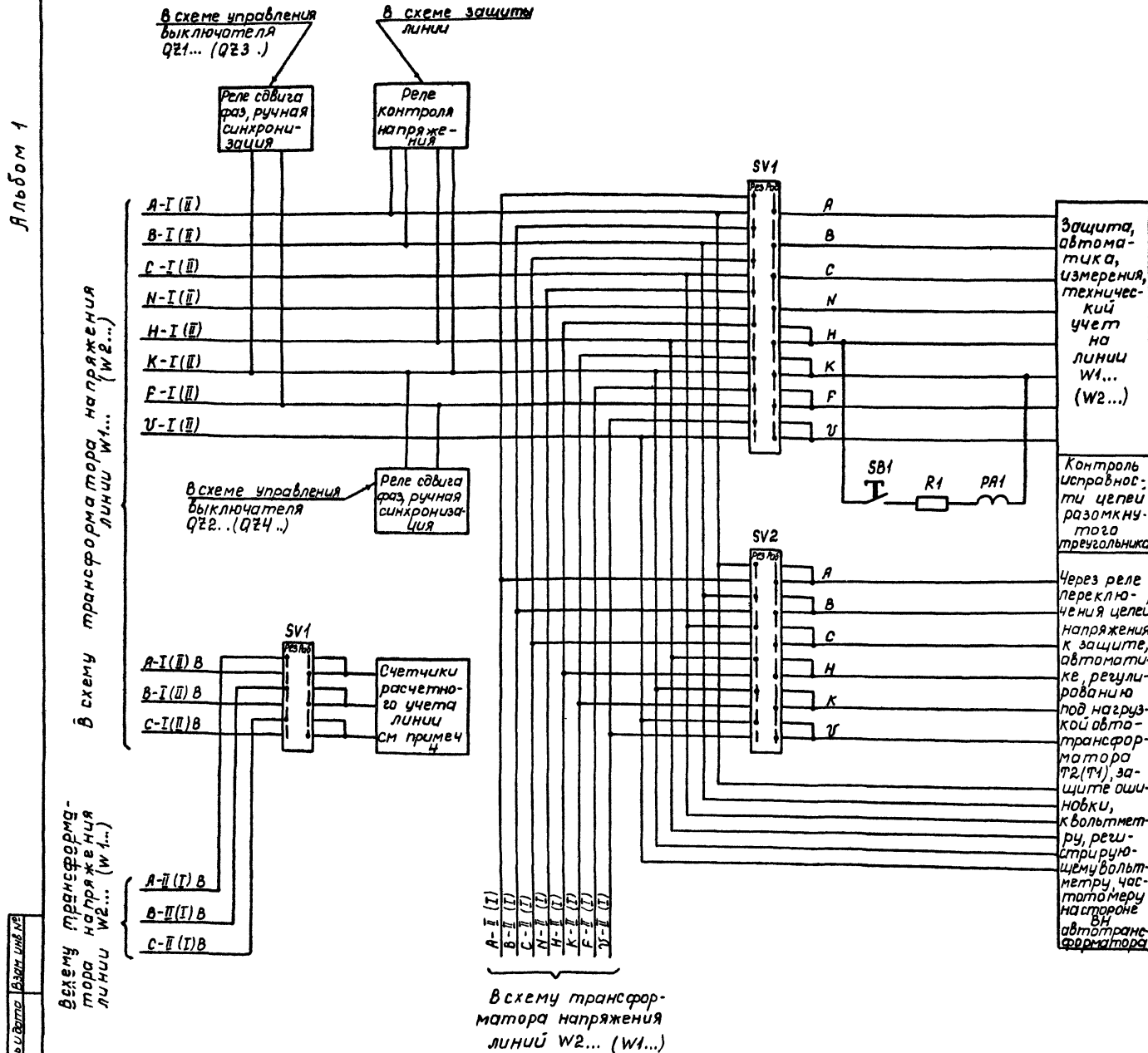
Место установки	Позиция по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол	Примеч
Щит управления	1-PA1, 2-PA1	Миллиамперметр	З-8021	0-100 мА	2	
	1-PF1, 2-PF2	Частотомер	З-372		2	
	1-PV1, 2-PV1	Вольтметр	З-365	кВ	2	
	1-PV2, 2-PV2	Вольтметр	Н-393	кВ	2	
	1-R1, 2-R1	Резистор	С5-35В25	1500M ± 10%	2	
	1-SB1, 2-SB1	Кнопка	КЕ-011	исп 2	2	
	1-SV1, 2-SV1	Переключатель	ПКУЗ-12Ж 8012		2	
	1-SV2, 2-SV2	Переключатель	ПКУЗ-12Ж 4037		2	
	1-SN1, 2-SN1	Переключатель	ПМОФ45-112222/Г-А1		2	
	1-SN2, 2-SN2	Переключатель	ПМОФ 90-11111/Г-Д42		2	

Через реле повторители разъединителей к цепям защиты, автоматики, измерений трансформаторов автотрансформаторов, линий и др.

Примечания: Регистрирующие вольтметры предусматриваются на сборных шинах узловых подстанций, от которых отходят межсистемные линии и линии с двухсторонним питанием. Частотомеры устанавливаются при необходимости точной (ручной или полуавтоматической) синхронизации. В маркировку шин вместо «*» вводятся буквы, обозначающие уровень напряжения для РУ 220кВ-Е, для РУ 110кВ-В.

407-03-48487-3В			
Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше			
ГИП	Шифрочно	АШШ	
Нач. отд.	Мерзляков	М	
Н.контр.	Хмель	Х	
Нач. сект.	Тымашов	Т	
Рук. гр.	Милыева	М	
Инженер	Егорова	Е	
		Стр. 17	Лист 17
		Схема электрическая принципиальная	
		ЭНЕРГООСЕТЬПРОЕКТИ	
		Горьковский отделение 1938г.	

Альбом 1



Перечень аппаратуры

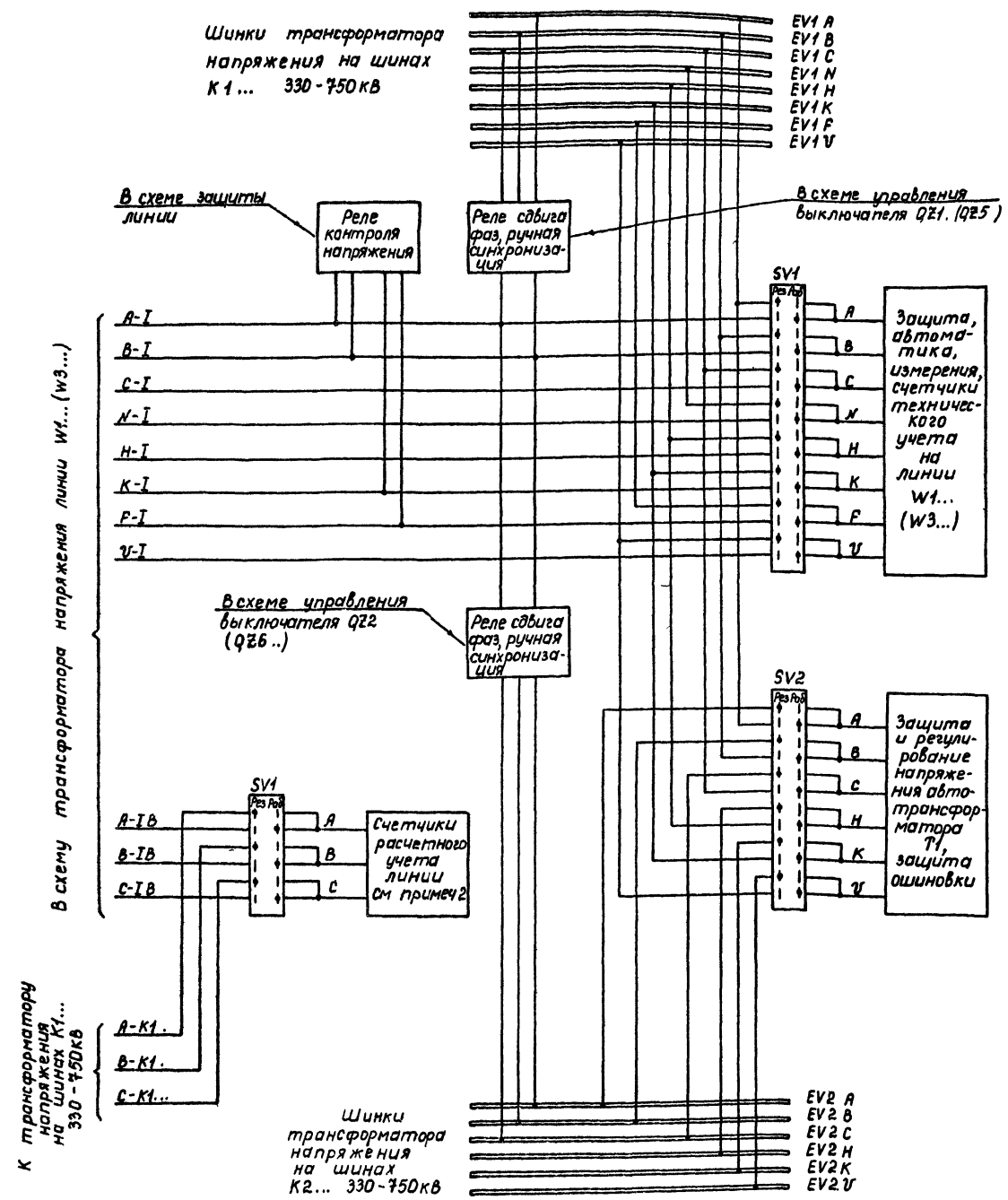
Место установки	Позиционное обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	кол	Примеч
Щит управления	PA1'	Миллиамперметр	Э-8021	0..100мА	1	
	R1	Резистор	С5-35В25	1500м±10%	1	
	SB11	Кнопка	КЕ-0Н	исп 2	1	
	SV'1	Переключатель	ПКУЗ-12Ж 1203		1	
	SV'2	Переключатель	ПКУЗ-12Ж 6001		1	

Примечания

- 1 Организация вторичных цепей напряжения выполнена для схемы РУ "Четырехугольник", "Треугольник" Поясняющую схему см лист 14
- 2 Резервирование питания нагрузки цепи напряжения линии производится от ТН другой линии
- 3 Питание цепей напряжения автотрансформаторов Т1, Т2 выполняется от ТН линий через реле переключения цепей напряжения в зависимости от включенного положения выключателей QZ1..., QZ3, QZ2.., QZ4...
- 4 Прокладка отдельных кабелей предусматривается для счетчиков расчетного учета линий в соответствии с данными по определению сечений, см приложение 5, графики СМ5-2-19-23
- 5 В маркировку шин, линий, выключателей вместо "... " вводятся буквы, обозначающие уровень напряжения для РУ: 750кВ-В, 500кВ-С; 330кВ-Д, 220кВ-Е

407-03-484.87-3В			Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше		
Гип	Щуцкина	Шуцкина	Организация цепей напряжения РУ 220-750кВ по схеме "Четырехугольник" и "Треугольник"	Станд	Лист
Начпрое	Мерзленкова	Шуцкина		РП	18
Начсмет	Тумилович	Шуцкина	Схема электрическая принципиальная	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ	
Рис. за	Мельникова	Шуцкина		Горьковское отделение	
Исполн	Бороздова	Шуцкина		1983г	

А л ь б о м 1



Перечень аппаратуры

Место установки	Позиционное обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол	Примеч
Щит управления	SV1	Переключатель	ПКУЗ-12Ж	1203	1	
	SW2	Переключатель	ПКУ-12Ж	6001	1	

Примечания

- 1 Организация вторичных цепей напряжения выполнена для схемы РУ 330-750 кВ "Трансформаторы-шины" для линий с нечетными номерами W1... (W3...) и трансформатора Т1 при присоединении линии через два выключателя. Для схемы "Трансформаторы-шины с полуторным присоединением" линий маркировка выключателей QZ2... (QZ6...) заменяется на QX1... (QX2...) соответственно с подачей цепей напряжения "А", "В", "С" к реле сдвига фаз от ТН линий W2(W4). При выполнении схемы организации вторичных цепей напряжения для линий с четными номерами W2..., W4... необходимо изменить маркировку шин EV1 на EV2 для подачи резервного питания цепей напряжения на устройства защиты, автоматики и др. Для автотрансформатора Т2 подачу рабочего питания выполнить от шин EV2..., а для резервирования - от шин EV1.... Изменения в маркировке выключателей следует выполнить в соответствии с поясняющей схемой, приведенной на листе 14.
- 2 Прокладка отдельных кабелей предусматривается для счетчиков расчетного учета линий в соответствии с данными по определению сечений кабелей, см. приложение 5, график SM5-2-19, 20.
- 3 В маркировку шин, линий, выключателей вместо "...", вводятся буквы, обозначающие уровень напряжения: для РУ 750кВ - В, 500кВ - С, 330кВ - Д.

Шифр № проекта, вид, дата, автор, дата, автор

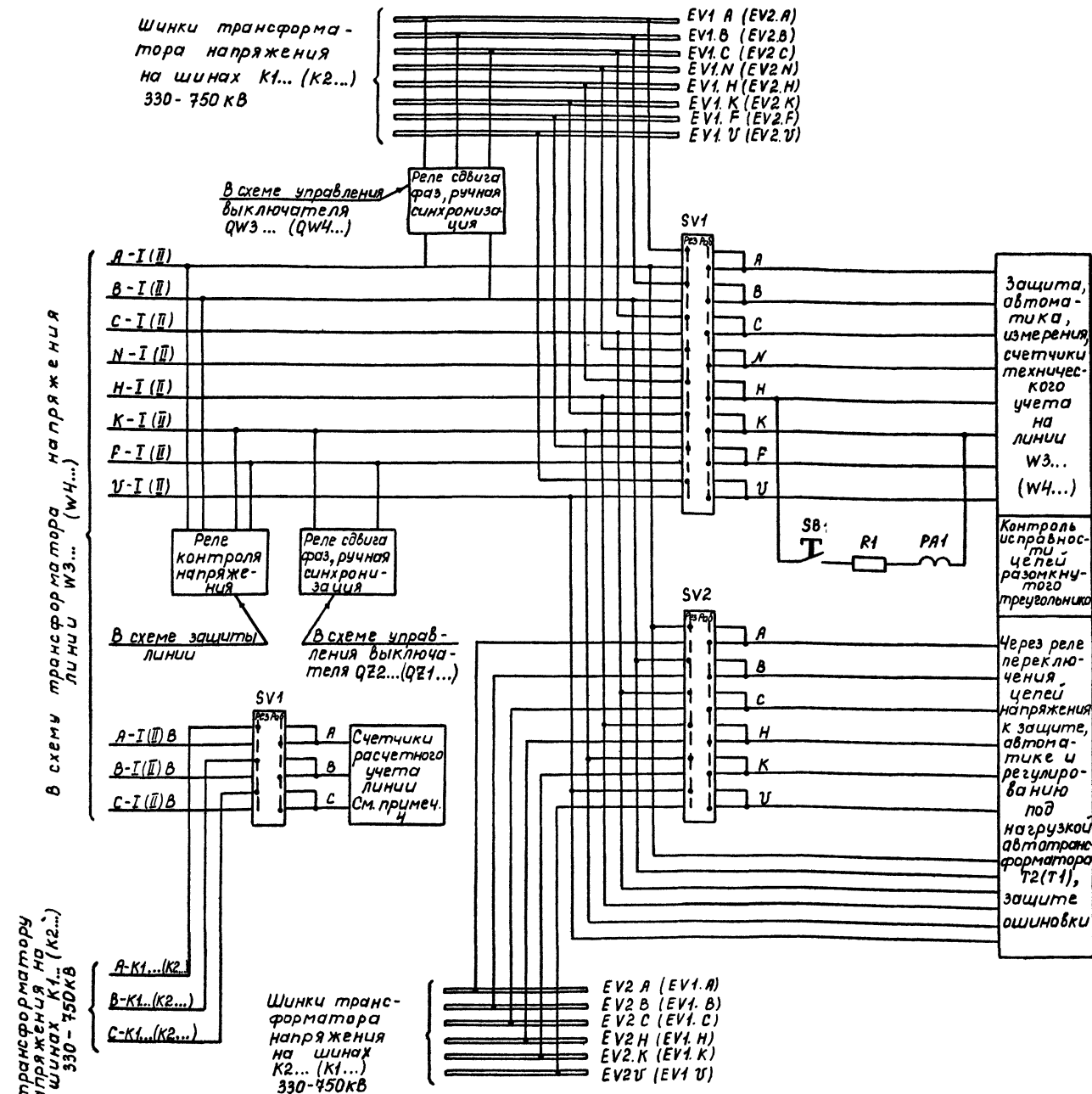
К трансформатору напряжения на шинах К1... 330-750кВ

Шинки трансформатора напряжения на шинах К2... 330-750кВ

407-03-48487-3В

Шифр		Исполнитель		Содержание		Лист		Всего	
ГИП	Шифр	Исполнитель	Исполнитель	Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше		Станд	Лист	Всего	
Нач. отд.	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Организация цепей напряжения РУ 330-750кВ по схеме "Трансформаторы-шины"		РП	19		
Нач. сект.	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель	Схема электрическая принципиальная		Горьковский филиал			
Рук. го	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель						
Исполн.	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель						
Ст. тех.	Исполнитель	Исполнитель	Исполнитель						

Альбом 1



Перечень аппаратуры

Место установки	Позиционное обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол	Примеч
Щит управления	PA1	Миллиамперметр	З-8021	0...100мА	1	
	R1	Резистор	С5-35В25	1500м ± 10%	1	
	SSB1	Кнопка	КЕ-011	исп. 2	1	
	SSV1	Переключатель	ПКУЗ-12Ж 1203		1	
	SSV2	Переключатель	ПКУЗ-12Ж 6001		1	

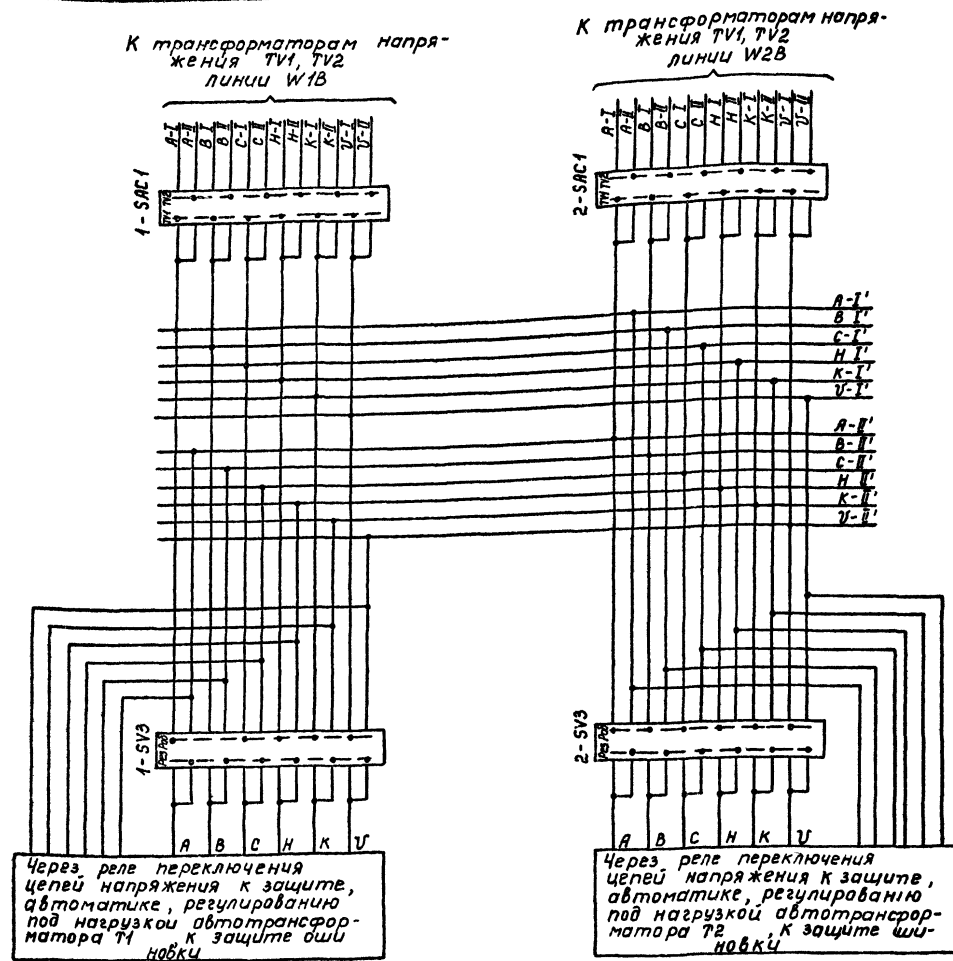
Примечания

1. Организация вторичных цепей напряжения выполнена для схемы моста линия W3... (W4...) - автотрансформатор T2 (T1). Поясняющую схему см. лист 14
2. Резервирование питания нагрузки цепей напряжения линии W3... (W4...) производится от ТН той системы шин, к которой линия подключается через один выключатель, т.е. К1... (К2...).
3. Питание цепей напряжения автотрансформатора T2 (T1) в рабочем режиме осуществляется от ТН системы шин, к которой они подключены через один выключатель, резервирование производится от ТН смежной линии W3... (W4...).
4. Прокладка отдельных кабелей предусматривается для счетчиков расчетного учета линий в соответствии с данными по определению сечений кабелей, см приложение 5, графики СЧ5-2-19, 20.
5. В маркировку шин, линий, выключателей вместо "... " вводятся буквы, обозначающие уровень напряжения для РУ: 750кВ-в; 500кВ-с; 330кВ-Д.

407-03-48487-ЭВ

Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше

Гип	Шифрина	Шифр	Место	Стр.	Лист	Листов
Нач. отд.	Меззленский	4/11	Организация цепей напряжения РУ 330-750кВ по схеме "Получорная"	РП	20	
Нач. сект.	Хителев	Рис. 1	Схема электрическая принципиальная	ЭНЕРГО СЕ ТЬ ПРОЕКТ		
Рук. гр.	Мизяева	1/1		... рибские утверждение 1981г.		
Инженер	Еггарова	1/1				



Перечень аппаратуры

Место уста-новки	Позиционное обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол	Примеч
Управления	1-PA1, 1 PA2 2 PA1, 2 PA2	Миллиамперметр	Э-8021	0 100 мА	4	
	1 R1, 1-R2, 2 R1, 2 R2	Резистор	С5-35825	1500м ± 10%	4	
	1 SB1, 1 SB2, 2 SB1, 2 SB2	Кнопка	КЕ-011	исп 2	4	
Щит	1- SV1, 2- SV1	Переключатель	ПКУ3-12Ж1203		2	
	1- SV2, 2- SV2	Переключатель	ПКУ3-12Ж 8012		2	
	1 SK3, 2 SV3, 1-SSAC1, 2-SSAC1	Переключатель	ПКУ3-12Ж6001		4	

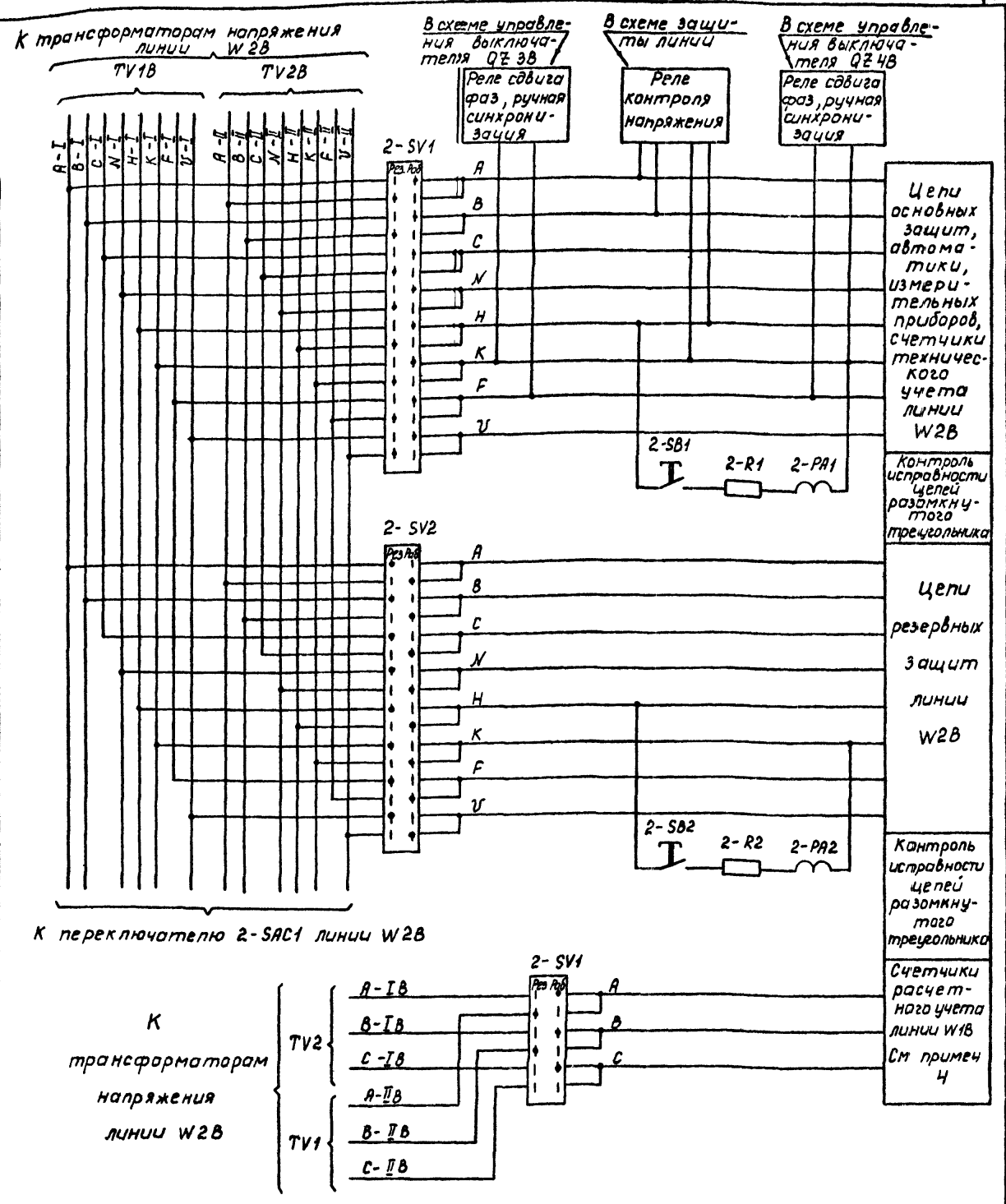
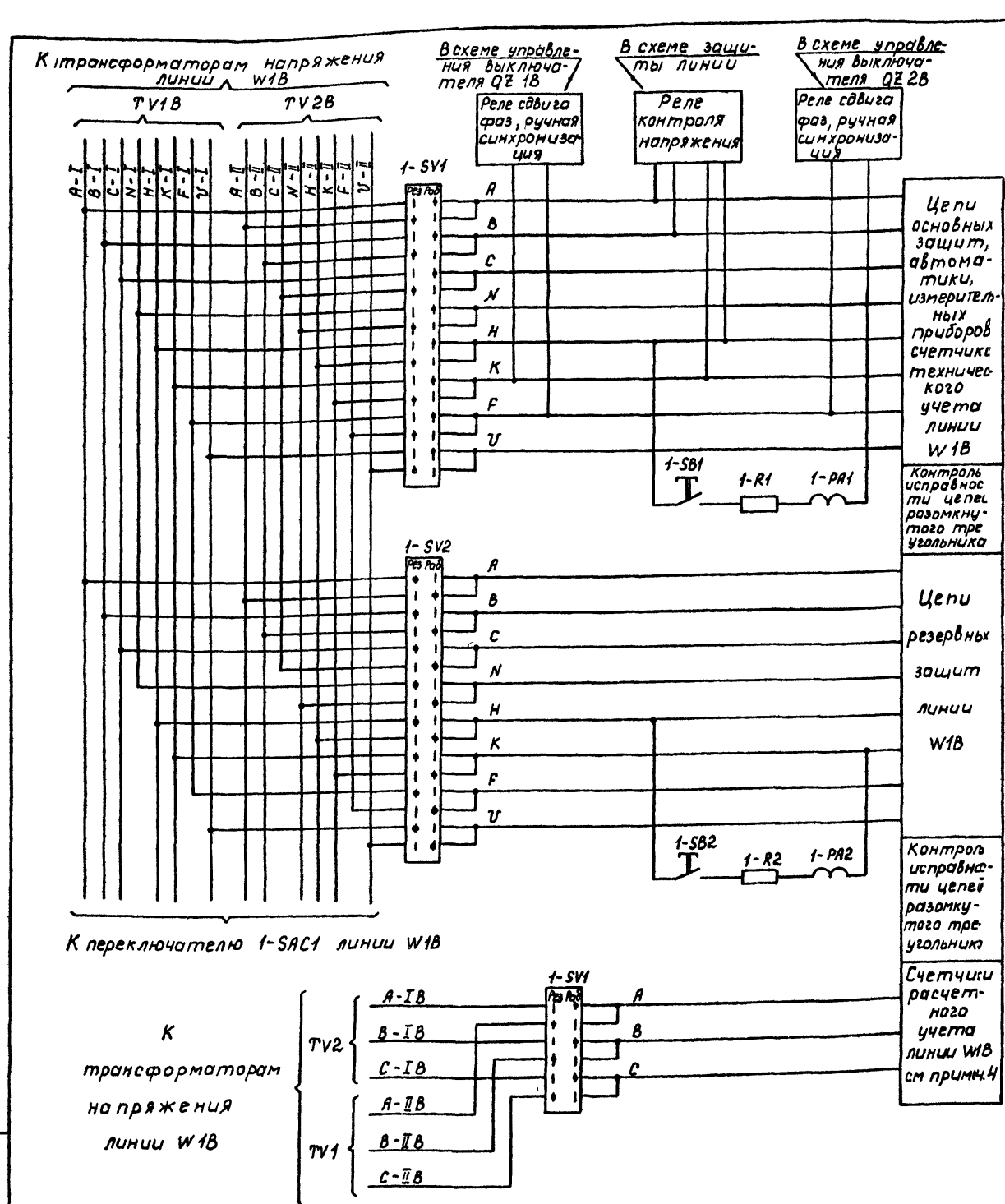
Примечания

- 1 Организация вторичных цепей напряжения выполнена для схемы РЩ 750кВ "Четырехугольник", "Треугольник" при установке на линиях двух комплектов трансформаторов напряжения.
Пожняющую схему РЩ 750кВ см лист 14
- 2 Питание цепей напряжения отдельных видов нагрузки линий распределяется между трансформаторами напряжения TV1 и TV2 данной линии. Резервирование цепей напряжения осуществляется переключателями (1-SV1, 1-SV2 для линии W1B и 2-SV1, 2-SV2 для W2B), переводящими питание всех цепей напряжения линии на TV1 либо TV2 данной линии.
- 3 Цепи напряжения автотрансформатора T1 (T2) в рабочем режиме питаются от ТН линии W1B (W2B) по выбору от TV1 либо TV2 через переключатель 1-SAC1 (2-SAC1). Резервирование цепей напряжения автотрансформатора T1 (T2) осуществляется от ТН линии W2B (W1B) через переключатель 1-SV3 (2-SV3) и реле переключения цепей напряжения.
- 4 Прокладка отдельных кабелей предусматривается для счетчиков расчетного учета линий в соответствии с данными по определению сечения кабелей, см приложение 5, графики СМ5-22 - 19, 20

Шиб. № 5 год 1988. Подпись и дата. Взам. Инв. №

		407-03-48487-38			
		Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше			
Гип	Ширина	Иллюст	Организац	Табля	Лист
Начальн	Мерзленко	А. Д.	ция цепи напряже	11	21
Н.контр	Хималев	И.М.	ния РЩ 750кВ по схеме	рп	
Нач.сект	Тучманов	В.И.	Четырехугольник		
Рук.го	Мизяева	В.И.	Треугольник		
Ст.техн	Злоба	В.И.	при двух комплектах ТН на линии		
		Схема электрическая принципиальная		ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ	
				Горьковский отделен	
				1988г	

Альбом 1



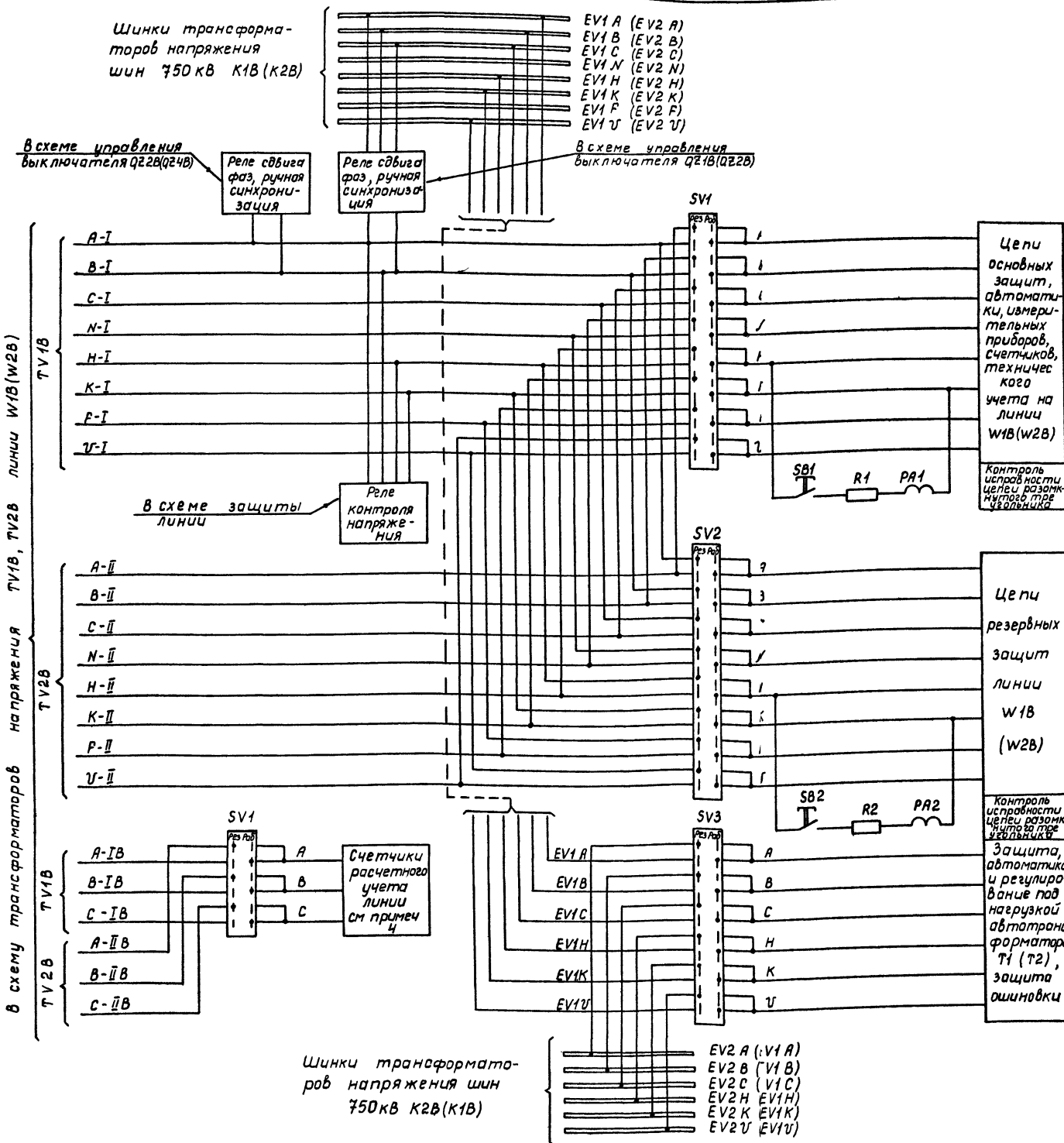
Лин. №, год, подпись и дата, взят. инв. №

407-03-48487-3B			
Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше			
Гип	Шифрина	Мерзленкова	Мерзленкова
Нач. отд.	Мерзленкова	Хмелев	Хмелев
Н. контр.	Хмелев	Тумашов	Тумашов
Нач. свт.	Тумашов	Мизяева	Мизяева
Рук. гр.	Мизяева	Егорова	Егорова
Организация цепей напряжения 750кВ по схеме "Четырехугольник", треугольник при 2х комплектах ТН на линии		Стадия	Лист Листов
Схема электрическая принципиальная		рп	2/2
ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ		Горьковский отделение 1988г	

2.3.388 Д1

Альбом 1

№ п/п Подпись и дата



Перечень аппаратуры

Место установки	Позиционное обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол	Примеч
Управление	PA1, PA2	Миллиамперметр	Э-8021	0 100мА	2	
	R1, R2	Резистор	С5-35В25	1500м±10%	2	
	SB1, SB2	Кнопка	КЕ-011	исп 2	2	
Щит	SV1	Переключатель	ПКУЗ-12 ж 1203		1	
	SV2	Переключатель	ПКУЗ-12 ж 8012		1	
	SV3	Переключатель	ПКУЗ-12 ж 6001		1	

Примечания

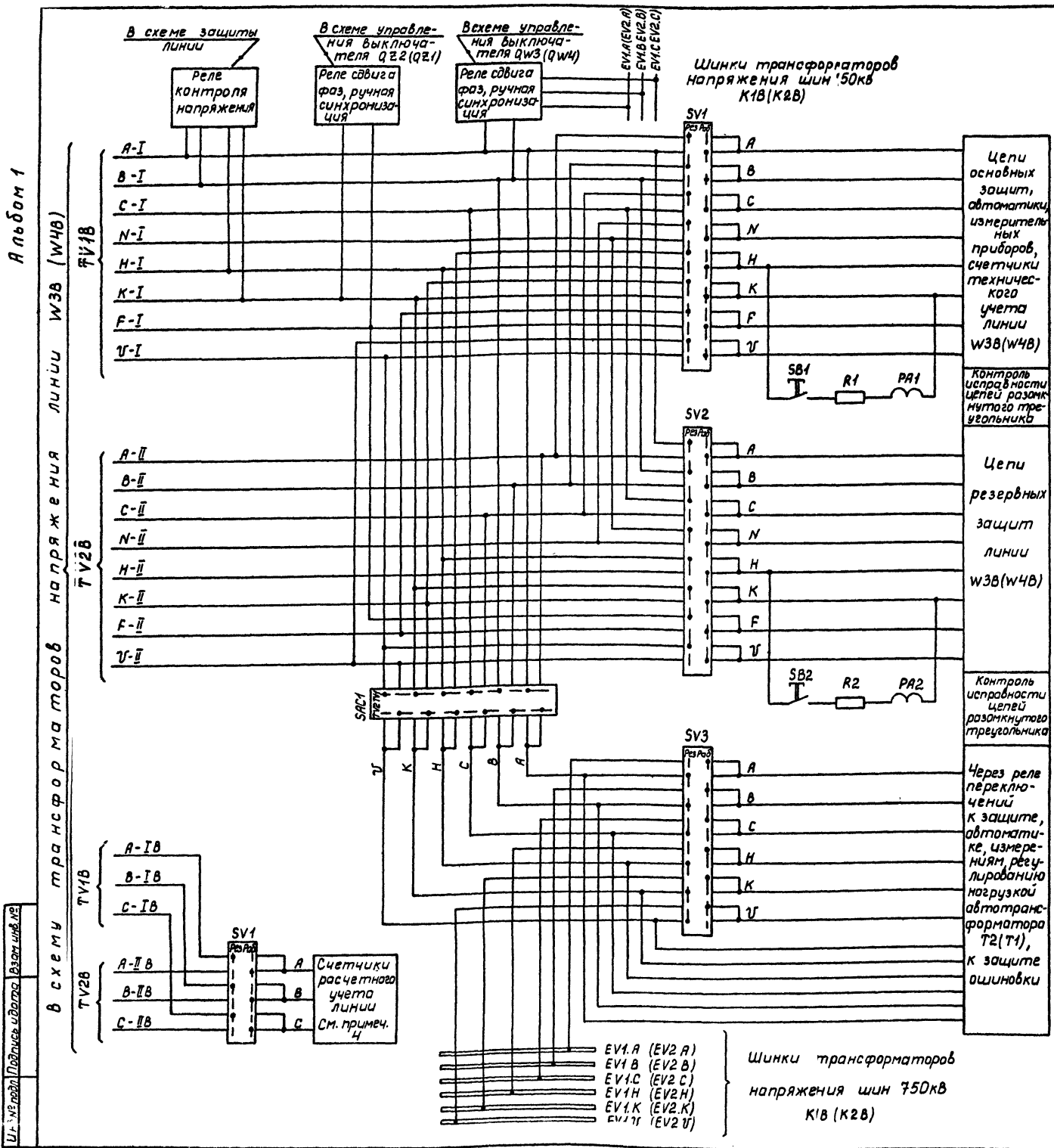
- 1 Организация вторичных цепей напряжения выполнена для РУ-750кВ по схеме "Трансформаторы-шины" при установке на линиях 750кВ двух комплектов конденсаторов связи
- 2 Резервирование питания нагрузки цепей напряжения линий осуществляется переключением цепей TV1В, TV2В данной линии на переключателях SV1, SV2
- 3 Питание цепей напряжения автотрансформаторов Т1 (Т2) выполняется от ТН на шинах К1В (К2В) и резервируется от ТН на шинах К2В (К1В).
- 4 Прикладка отдельных кабелей предусматривается для счетчиков расчетного учета линий в соответствии с данными по определению сечений кабелей, см приложение 5, графики СМ5-2-19, 20

407-03-48487-3В

Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше

ГИП	Шифр	Инициалы	Статья	Лист	Листов
Нач. отд. инженерно-конструкторского бюро	М.В.		РП	23	
Нач. отд. конструкторского бюро	М.В.		Схема электрическая принципиальная		
Нач. отд. конструкторского бюро	М.В.		ИНТЕРСЕКТОРПРОЕКТИ		
Инженер	Е.С. Горюха		1 аркуш из 2-х аркушей - лист 19382		

Альбом 1



Перечень аппаратуры

Место установки	Позиционное обозначение по схеме	Наименование	Тип	Техническая характеристика	Кол	Примеч.
Щит управления	PA1, PA2	Миллиамперметр	Э-8021	0-100мА	2	
	R1, R2	Резистор	С5-35В25	150Ω ± 10%	2	
	SB1, SB2	Кнопка	КЕ-011	исп 2	2	
Щит управления	SV1	Переключатель	ПКУЗ-12Ж 1203		1	
	SV2	Переключатель	ПКУЗ-12Ж 8012		1	
	SV3, SAC1	Переключатель	ПКУЗ-12Ж 6001		2	

Примечания.

1. Организация вторичных цепей напряжения выполнена для РУ 750кВ по схеме „Полуторная“ при установке на линиях 750кВ двух комплектов трансформаторов напряжения.
2. Резервирование питания нагрузки цепей напряжения линии осуществляется переключателями SV1, SV2 данной линии.
3. Питание цепей напряжения автотрансформатора Т1(Т2) выполняется от ТН на шинах К1В(К2В) и резервируется от ТН (TV1, TV2 по выбору с помощью переключателя SAC1) смежной линии W4B (W3B) через переключатель SV3.
4. Прокладка для отдельных кабелей предусмотрена для счетчиков расчетного учета линий в соответствии с данными по определению сечений кабелей, см. приложение 5, графики СМ5-2-19,20.

407-03-48487-3В					
ГИП	Щитовик	М.И.И.	Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше		
нач. отд.	инженер	Л.В.	Организация цепей напряжения РУ 750кВ по схеме „Полуторная“ при двух комплектах ТН на линии	Стр. 1	Лист 24
нач. сект.	инженер	Л.В.	Схема электрическая принципиальная	ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ	Горьковский отделении 4383.2
рук. гр.	инженер	Л.В.			
инж.-р.	инженер	Л.В.			

Основные технические данные трансформаторов напряжения, используемых для питания цепей напряжения устройств защиты, автоматики, измерений, учета и др

Приложение 1

Таблица СМ1-1

Тип трансформатора напряжения	Номинальное напряжение обмоток, В			Номинальная мощность ВА для классов точности				Пределная мощность ВА		Uк %			Z к
	ВН	НН (основной)	НН (дополнительный)	0,2	0,5	1	3	основной обмотки	дополнительной обмотки	ВН - НН основной обмотки	ВН - НН дополнительной обмотки	НН основной или дополнительной	
НДЕ - 750-72	750000/√3	100/√3	100		300	500	1000	1600		1,9 ¹⁾	0,65 ¹⁾	0,15 ¹⁾	
НДЕ - 500-72	500000/√3	100/√3	100		300	500	1000	1600		1,9 ¹⁾	0,65 ¹⁾	0,15 ¹⁾	
НКФ - 500-78	500000/√3	100/√3	100			500	1000	2000		4,4/8	6,4	0,3	
НКФ - 330-73	330000/√3	100/√3	100		400	600	1200	2000	1200	4,3/5	4,2	0,27	
НКФ - 220-58	220000/√3	100/√3	100		400	600	1200	2000	1200	4,1/3	5,15	0,54	
НКФ - 110 - 57	110000/√3	100/√3	100		400	600	1200	2000	1200	4,0/5	3,87	0,62	
ЗНОМ - 35 - 65	35000/√3	100/√3	100/3		150	250	600	1200		6,100	11,2	10,4	
НОМ - 35 - 66	35000	100			150	250	600	1000		3,187			
НОМ - 10 - 66	10000	100			75	150	300	630		6,4			
НОМ - 6 - 77	6000	100			50	75	200	400		8,115			
ЗНОЛ - 06 - 10	10000/√3	100/√3	100/3 или 100	50	75	150	300	640	300	4,8	7,9	6,65	
ЗНОЛ - 09 - 10													
ЗНОЛ - 06 - 6	6000/√3	100/√3	100/3 или 100	30	50	75	200	400	200	3,55	5,6	4,65	
ЗНОЛ - 09 - 6													
НАМИ - 10	10000	100	100	См таблицу СМ1-2				1000	100				0,6
НАМИ - 10	6000	100	100										
НОЛ - 08 - 10	10000	100		50	75	150	300	630		4,95			
НОЛ - 08 - 6	6000	100		30	50	75	200	400		3,47			

1) Для НДЕ значения Uк% ВН-ННосн и ВН-ННдоп соответствуют активному сопротивлению, Uк% ННосн-ННдоп соответствуют индуктивному сопротивлению

Таблица технических данных для НАМИ-10

Тип трансформатора напряжения	Номинальное напряжение обмоток, В			Мощность на вводах основных вторичных обмоток, ВА			Допускаемая основная погрешность ΔU %	Пределы дополнительной погрешности ΔUд %	Максимальная суммарная погрешность ΣΔU %	Номинальная мощность дополнительной вторичных обмоток
	ВН	НН (основной)	НН (дополнительный)	аВ	вс	сА				
НАМИ-10	10000	100	1)	50	50	0	±0,2	+0,15	+0,35	300 ВА
				50	50	15		±0,15	±0,35	
				75	75	0		0	±0,2	
				100	100	0		-0,15	-0,35	
НАМИ-10	6000			75	75	30	-0,5	-0,7		
				150	150	0	-0,5	-0,7		
				150	150	150	-3	-3,2		

1) При симметричном номинальном первичном фазном напряжении - 38, при металлическом замыкании одной из фаз сети на землю - 90 . 100В

407-03-48487-СМ1

ГЦП	Щваркина	И.И.	
Нач. отд.	Мерзленкова	Л.И.	
Нач. отд.	Желев	В.И.	
Нач. сект.	Гумашов	И.И.	
Рук. гр.	Мизяева	И.И.	
Инженер	Егорова	Л.И.	

Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше. Технические характеристики трансформаторов напряжения.

Этадия	Лист	Листов
РП	1	1

ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ
Горьковское отделение
1988г

Листом 1

Шифр по плану / Листы и дата / Взам инв. №

Потребление аппаратуры и устройств
Таблица СМ2-1

Продолжение Таблица СМ2-1

Продолжение Таблица СМ2-1

№ п/п	Наименование	Потребление обмотки напряжения ВЯ (при Uном)	Примечание
<u>Реле и устройства</u>			
1	РН-53, РН-153 РН-54, РН-154 РН-53/60Д	1 5	на обмотку на обмотку
2	РН-55, РН-155	6,5	на обмотку
3	РНФ-1М	15	на фазу
4	РМ-11, РМ-12	35	на обмотку
5	РМОП-2	15	на фазу
6	КРС-2	18	на фазу
7	КРБ-12	5 10(А) 5(В) 5(С)	3Uo для напряжения 110-330 кВ на фазу для напряжения 35 кВ
8	КРБ-125	20	на фазу
9	КРБ-126	8,5	на фазу
10	БРЭ-2801	2	на фазу
<u>Панели и шкафы защиты, системной и противоаварийной автоматики</u>			
1	АПВ-503	30 15	на фазу 3Uo
2	ДФЗ-201	10	на фазу
3	ДФЗ-503	55	на фазу
4	ДФЗ-504	12	на фазу
5	ПДЭ-0301	2	на фазу
6	ШДЭ-2501	5	для (А)
		3	для (В) и (С)
7	ШДЭ-2801	3	для (В) и (С)
		3	на фазу

№ п/п	Наименование	Потребление обмотки напряжения ВЯ (при Uном)	Примечание
8	ПДЭ-2001	6	на фазу
9	ПДЭ-2002	2	3Uo
10	ПДЭ-2003	5	на фазу
11	ПДЭ-2004	2	на фазу
12	ПДЭ-2005	3	на фазу
13	ПЗ-4	60 70	на фазу при срабатывании защиты
14	ПДЭ-2006	3	на фазу
15	ПДЭ-2802	3	на фазу
16	ПДЭ-2101, ПДЭ-2102	2,5	на фазу
17	ШП-2701	2	на фазу
18	ШП-2702	2	на фазу
19	ШП-2703	2	на фазу
20	ШП-2704	6	на фазу
21	ПЭ-2105А	62	на фазу
22	ПЭ-2105Б	50	на фазу
<u>Приборы учета и измерительные приборы</u>			
1	Счетчик активной, реактивной энергии ФР443АР	15	на фазу
2	Счетчик активной энергии ФР443А	10	на фазу
3	Счетчик активной, реактивной энергии САЗУ-ЦБ70М СР4У-ЦБ73М	6	на обмотку
4	Счетчик учета электроэнергии ЭЭБ700-Д ЭЭБ701-Д } (кл Т2) ЭЭБ702-Д	3,7	на обмотку

№ п/п	Наименование	Потребление обмотки напряжения ВЯ (при Uном)	Примечание
5	Счетчик учета электроэнергии ЭЭБ700 } (кл Т2) ЭЭБ701 } ЭЭБ702 } (кл Т3)	3	на обмотку
6	Ваттметр показывающий с двухсторонней шкалой Д-365	10	на обмотку
7	Ваттметр регистрирующий Н-348	10	на обмотку
8	Ваттметр показывающий с двухсторонней шкалой Д-367	10	на обмотку
9	Вольтметр Э8021 Э8023	4 и 7 7	на обмотку
10	Вольтметр показывающий, с одной стороной шкалы Э-365	2,0	на обмотку
11	Вольтметр регистрирующий Н-344	10	на обмотку
12	Синхроскоп Э-327 ЛУФАП-В Измерительный преобразователь активной мощности	10 3 1(ав, вс), 3(ас)	на обмотку 3Uo на обмотку
13	Частотомер показывающий Э-372	3	на обмотку
14	Частотомер регистрирующий	7 5	предел 45-55 Гц предел 49-51 Гц 48-52 Гц

Листов 1

Удоб. и точн. Подпись и дата

407-03-48487-СМ2

ГЦП	Шифр	Шифр	Шифр	Шифр
Науч. отд.	Иванов	Темляков	Темляков	Темляков
Инженер	Темляков	Темляков	Темляков	Темляков
Инженер	Темляков	Темляков	Темляков	Темляков

Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10 кВ и выше
Потребление аппаратуры и устройств

Лист 1 из 5
Ульяновская область
Ульяновское отделение
1988г

Нагрузки вторичных цепей ТН ЗНКСФ-110-220 на линиях 110-220 кВ

Приложение 2

Таблица СТ2-2

Наименование элементов нагрузки	Основная обмотка ТН (λ)		Дополнительная обмотка ТН (λ) 3U ₀ , ВА
	S нагрузки на фазу, ВА	S нагрузки на обмотку, ВА	
Счетчик активной энергии Ф443А	10 ¹⁾		
Счетчик активной энергии САЗУ-0670М		6 ¹⁾	
Счетчик ЗЭ5700		37 ¹⁾	
Панель ПДЭ-2802	3		
Щкаф защиты ШДЭ-2801	3		3
ЛУФП-В измерительный прибор активной мощности		1(аб, вс), 3(са)	3
Вольтметр показывающий с односторонней шкалой Э-365		2	
Ваттметр показывающий с двухсторонней шкалой Д-365		10	
Варметр показывающий с двухсторонней шкалой Д-367		10	
Частотомер показывающий Э-372		3	
Реле напряжения РН-55		6,5	
БПНС-2 (при нагрузке ~190Вт)	160		

Продолжение Таблица СТ2-2

Расчет нагрузок на обмотках ТН	Основная обмотка ТН (λ)		Дополнительная обмотка ТН (λ) S нагрузки 3U ₀ , ВА
	S _{аб}	S _{вс}	
Пс на постоянном оперативном токе	$S_{нр\max} = \frac{S_{вс}}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{S_{аб}}{S_{вс}}\right)^2 + \frac{S_{аб}}{S_{вс}} + 1} + S_{ф}$ <p>при $S_{аб} > S_{вс} > S_{аб}$</p> $S_{аб} = 2 + 10 + 10 + 1 = 23,0 \text{ ВА};$ $S_{вс} = 6,5 + 1 + 3 + 10 = 20,5 \text{ ВА};$ $S_{ф} = 10^{1)} + 3 + 3 = 16 \text{ ВА};$ $S_{нр\max} = S_{нрв} = \frac{20,5}{\sqrt{3}} \sqrt{\left(\frac{23}{20,5}\right)^2 + \frac{23}{20,5} + 1} + 16 = 37,681 \text{ ВА} \approx 40^{2)} \text{ ВА}$		S _{нз0} = 6,0 ВА
Пс на выпрямленном оперативном токе с БПНС-2	$S_{аб} = 23,0 \text{ ВА}, S_{вс} = 20,5 \text{ ВА}$ $S_{ф} = 16 + 16 \cdot 1 = 176 \text{ ВА}$ $S_{нр\max} = 21,68 + 176 = 197,68 \text{ ВА} \approx 2100^{2)} \text{ ВА}$		
<p>Сопоставление суммарной нагрузки в режиме резервирования с мощностью ТН в классе точности 3</p> $\Sigma S_{н} = S_{нн} + \frac{S'_{нр} + S''_{нр}}{3}$ $S_{нн} = 2 S_{нз0} = 2 \times 6 = 12 \text{ ВА}, 2 S_{ф} = 176 \times 2 = 352 \text{ ВА};$ $2 S_{аб} = 2 \times 23 = 46 \text{ ВА}, 2 S_{вс} = 2 \times 20,5 = 41 \text{ ВА};$ $S'_{нр} = 2 S_{ф} + 2 S_{аб} = 352 + 46 = 398; S''_{нр} = 2 S_{ф} + 2 S_{вс} = 352 + 41 = 393 \text{ ВА}$ $\Sigma S_{н} = 12 + \frac{398 + 393}{3} = 275,667 \ll 1200 \text{ ВА}$			

- 1) При расчете максимальной нагрузки на фазу учитывалось потребление счетчика типа Ф443А (10 ВА)
- 2) В режиме резервирования нагрузка на ТН удваивается и равна соответственно 80 ВА и 400 ВА. При указанных нагрузках ТН работает в классе точности 0,5

Алебан 1

Унк и Тпед, Падисе и дата Взам инв.д

Нагрузки вторичных цепей ТН 3xHKФ-110-220 на шинах 110-220кВ

Приложение 2

Таблица СТ2-3

Наименование элементов нагрузки	Основная обмотка ТН (λ)		Дополнительная обмотка ТН (λ)		Примечание
	Потребление на обмотках				
	Шины, т-р	Линия	Шины, т-р	Линия	
Щкаф защиты ШДЗ 2801		3			Линия 5
Панели					
ДФЗ-201		10			Линия 3
ПЗ-2105А	62		S(вс)		
ПДЗ-0301	2+2				
ШП-2701		4			Линия-2
ШП-2702		2			Линия-2
ШП-2703	12				Линия-2
АПАХ		45			
Реле напряжения РН-53/60Д					
РН-55				6,5(вс)	
ЛЦФП В					3
Измерительный преобразователь активной мощности				1(аб,вс),3(са)	
Вольтметр показывающий с односторонней шкалой Э-365			2(аб)		
Вольтметр регистрирующий Н-344			10(са)		
Ваттметр показывающий с двухсторонней шкалой Д-365				10(аб,вс)	Линия-5
Варметр показывающий с двухсторонней шкалой Д-367				10(аб,вс)	Линия-5
Частотомер показывающий Э-372			3(вс)		
Счетчик активной и реактивной энергии СЛЗУ-У670М				6	Линия-5
СРЧУ-У673М				6	Ввод 110-220кВ т-ра-1
Датчики активной и реактивной мощности				1(аб,вс) 10(са)	Линия 5х2 и ввод т-ра-1

Продолжение Таблица СТ2-3

Расчет нагрузок на обмотках ТН

$$S_{аб} = 2 + 6 \times 10 + 6 \times 10 + 14 \times 11 + 36 + 12 = 184 \text{ ВА},$$

$$S_{вс} = 5 + 6,5 + 6 \times 10 + 6 \times 10 + 3 + 44 \times 1 + 36 + 12 = 196,5 \text{ ВА},$$

$$S_{са} = 10 + 14 \times 10 + 12 = 162 \text{ ВА},$$

$$S_{фр} = 6 \times 3 + 3 \times 10 + 62 + 2 \times 44 + 2 \times 2 + 12 + 2 \times 45 + 4 = 228 \text{ ВА},$$

$$S_{нф, max} = S_{нф} = S_{фр} + \frac{S_{аб}}{\sqrt{3}} \times \sqrt{\left(\frac{S_{вс}}{S_{аб}}\right)^2 + \frac{S_{вс}}{S_{аб}} + 1} =$$

$$228 + \frac{184}{\sqrt{3}} \times \sqrt{\left(\frac{196,5}{184}\right)^2 + \frac{196,5}{184} + 1} = 418,38 \text{ ВА} \approx 420 \text{ ВА}$$

420 ВА < 600 ВА, ТН работает в классе точности 1

Сопоставление суммарной нагрузки в режиме резервирования с мощностью ТН в классе точности 3

$$2S_{аб} = 368 \text{ ВА}, 2S_{вс} = 393 \text{ ВА}, 2S_{фр} = 456 \text{ ВА}, S_{нн} = 2S_{зу} = 6 \text{ ВА},$$

$$S'_{нф} = 456 + 368 = 824 \text{ ВА}, S'_{нф} = 456 + 393 = 849 \text{ ВА},$$

$$\Sigma S_{нн} = S_{нн} + \frac{S'_{нф} + S'_{нф}}{3}$$

$$\Sigma S_{нн} = 6 + \frac{824 + 849}{3} = 563,7 \text{ ВА} \ll 1200 \text{ ВА}$$

Примечание

Для расчета сечений проводов кабелей принимается полная мощность ТН в классе точности 1 - 600 ВА, с распределением нагрузки $S_{рэл} = 330 \text{ ВА}$, $S_{узн} = 216 \text{ ВА}$, $S_{сч} = 54 \text{ ВА}$, пропорционально рассчитанным при $S_{нф, max} = 420 \text{ ВА}$

Альбом 1

Ш.С.М. Пайдаш / Подпись и дата / Вит. шифр

Нагрузки вторичных цепей ТН ЗХНКФ-330-500; ЗХНДЕ-500-750 на линиях 330-750 кВ.

Приложение 2

Таблица СТЗ-4

Наименование элементов нагрузки	Основная обмотка ТН (λ)		Дополнительная обмотка ТН (λ)
	S нагрузки на фазу, ВА	S нагрузки на обмотку, ВА	
Счетчик активной энергии Ф443А	10 ¹⁾		
Счетчик активной энергии САЗУ-УБ70М		6 ¹⁾	
Панели			
ПДЭ-2001	6		
ПДЭ-2002			2
ПДЭ-2003	5		
ПДЭ-2004	2		
ШП-2703	2		
ШП-2704	6		
ПДЭ-0301	2		
АПАХ	45		
ИУФП В измерительный преобразователь активной мощности		1(ав, вс); 3(ас)	3
Вольтметр показывающий с односторонней шкалой Э-365			2
Вольтметр регистрирующий Н-344			10
Ваттметр показывающий с двусторонней шкалой Д-365			10 ¹⁾
Варметр показывающий с двусторонней шкалой Ч-367			10
Частотомер показывающий Э-372			3
Реле напряжения РН-55			6,5

Альбом 1

Шкала и дата
Получить и дата
Взвесить и дата

Продолжение. Таблица СТЗ-4

Расчет нагрузок на обмотках ТН	Основная обмотка ТН (λ)		Дополнительная обмотка ТН (λ)
	S нагрузки на фазу, ВА	S нагрузки на обмотку, ВА	
	$S_{нфаз} = S_{нфв} = \frac{S_{вс}}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{\left(\frac{S_{авв}}{S_{вс}}\right)^2 + \frac{S_{авв}}{S_{вс}} + 1} + S_{фр} ;$		$S_{нзв} = 5 \text{ ВА}$
	$S_{авв} > S_{вс} > S_{ас} ; S_{авв} = 2 \cdot 10 + 10 + 1 + 6,5 = 29,5 \text{ ВА}$		
	$S_{вс} = 10 + 3 + 1 + 10 = 24 \text{ ВА} ; S_{са} = 10 \text{ ВА} ;$		
	$S_{фр} = 101) + 6 + 5 + 2 + 6 + 4 + 4,5 = 78 \text{ ВА} ;$		
	$S_{нфв} = \frac{24}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{\left(\frac{29,5}{24}\right)^2 + \frac{29,5}{24} + 1} + 78 = 27,775 + 78 = 104,775 \text{ ВА}$ $\approx 1052) \text{ ВА}$		
<p>Сопоставление суммарной нагрузки в режиме резервирования с мощностью ТН в классе точности 3</p>			
$\Sigma S_n = S_{нн} + \frac{S'_{нф} + S''_{нф}}{3}$			
$S_{нзв} = 5 \text{ ВА} ; S_{нн} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ ВА} ; 2S_{фр} = 2 \cdot 78 = 156 \text{ ВА} ;$			
$2S_{авв} = 59 \text{ ВА} ; 2S_{вс} = 48 \text{ ВА} ;$			
$S'_{нф} = 2S_{нф} + 2S_{авв} = 156 + 59 = 215 \text{ ВА} ;$			
$S''_{нф} = 2S_{нф} + 2S_{вс} = 156 + 48 = 204 \text{ ВА} ;$			
$\Sigma S_n = 10 + \frac{215 + 204}{3} = 139,667 \ll 1000 \text{ ВА.}$			

- 1) При расчете максимальной нагрузки на фазу учитывалась потребность счетчика типа Ф443А (10 ВА).
- 2) В режиме резервирования (для схем РУ "Треугольник", "Четырехугольник") нагрузка на ТН удваивается и равна 210 ВА. При указанной нагрузке ТН типа НКФ-330; НДЕ-500; НДЕ-750 работают в классе точности 0,5; ТН типа НКФ-500- в классе точности 1.

Нагрузки вторичных цепей ТН 3×НКФ-330, 3×НДЕ-500-750 на шинах 330-750 кВ

Таблица СМ2-5

Наименование элементов нагрузки	Основная обмотка ТН (А)		Дополнительная обмотка ТН (Δ) S нагрузки 3U ₀ , ВА
	S нагрузки на фазу, ВА	S нагрузки на обмотку, ВА	
Счетчик активной энергии Ф443А	10		
Автоматическое управление шунтирующим реактором	8		
Щкаф защиты ШДЭ-2601	5		
Устройство фиксации тяжести КЗ по снижению U прятая последовательности (нетиповое)	6		
Панели			
ШП-2703	12		
ШП-2704	6		
ПДЭ-0301	2		
Измеритель преобразовательный активной мощности		1(ав, вс), 3(ас)	3
ЛИФП В			
Вольтметр показывающий с односторонней шкалой Э-365		2	
Вольтметр регистрирующий Н-344		10	
Ваттметр показывающий с двухсторонней шкалой Д-365		10	
Варметр показывающий с двухсторонней шкалой Д-367		10	
Частотомер показывающий Э-372		3	
Реле напряжения РН-55		6,5	
Нагрузка от ВЛ 330-750 кВ в режиме резервирования	78	29,5(ав), 24(вс)	

Продолжение Таблица СМ2-5

Расчет нагрузок на обмотках ТН	Основная обмотка ТН (А)	
	S нагрузки на фазу, ВА	Дополнительная обмотка ТН (Δ) S нагрузки 3U ₀ , ВА
	$S_{ав} = 1 + 2 + 10 + 10 + 6,5 + 2 \cdot 9,5 = 59 \text{ ВА},$ $S_{вс} = 10 + 3 + 1 + 10 + 2,4 = 48 \text{ ВА},$ $S_{фр} = 10 + 8 + 5 + 4 + 2 + 12 + 6 + 7,8 = 127 \text{ ВА},$ $S_{фмакс} = \frac{48}{\sqrt{3}} \times \sqrt{\frac{59}{48} + \frac{59}{48} + 1 + 127} = 180,66 \text{ ВА} \approx 185 \text{ ВА},$ Для НКФ330 181 < 400 ТН работает в классе 0,5 Для НДЕ-500-750 185 < 300 ТН работает в классе 0,5	S _{3U₀} = 38А
Сопоставление суммарной нагрузки в режиме резервирования с мощностью ТН в классе точности 3 $\Sigma S_H = S_{HH} + \frac{S'_{фр} + S''_{фр}}{3},$ $2S_{фр} = 254 \text{ ВА}, \quad 2S_{ав} = 2 \times 59 = 118 \text{ ВА}, \quad 2S_{вс} = 2 \times 48 = 96 \text{ ВА}$ $S'_{фр} = 2S_{фр} + 2S_{ав} = 254 + 118 = 372 \text{ ВА}, \quad S_{HH} = 2 \times S_{3U_0} = 2 \times 3 = 6 \text{ ВА},$ $S''_{фр} = 2S_{фр} + 2S_{вс} = 254 + 96 = 352 \text{ ВА};$ $\Sigma S_H = 6 + \frac{372 + 352}{3} = 247,333 \approx 250 \text{ ВА}$ Для НКФ-330, $\Sigma S_H = 250 \ll 2000 \text{ ВА}$ Для НДЕ-500-750, $\Sigma S_H = 250 \ll 1600 \text{ ВА}$		

Альбом 1

№-Проект, Работник и дата, Взам инв №

Выбор автоматов вторичных цепей ТН

Таблица СМЗ

Типы трансформаторов напряжения	Место присоединения	Автоматы в цепях основной обмотки ТН				Автоматы в цепях дополнительной обмотки ТН						
		Расчетная величина тока для выбора установки автомата А	Принятый I_n расч А	Удвоенный по коммутирующей способности автомат А	Автомат включен в провод	Расчетное выражение $Z_{ТН} \frac{U_k}{U_{нТН}} \cdot 100 \text{ Sprед}$	Расчетная величина максимального тока $I_{кЗ}$ А	Принятый I_n расч А	Удвоенный по коммутирующей способности автомат А			
НДЕ 750	на шинах	$I_{расч} = K_n \frac{S_{ТН}}{U_{нТН}}$	$\frac{15 \cdot 300}{100/\sqrt{3}} = 78$	10								
	на линии	$I_{расч} = \frac{S_{ТН}}{U_{нТН}}$	$\frac{300}{100/\sqrt{3}} = 52$	64	U-F		$\sqrt{3} \cdot 87^1 = 150$	63 ²⁾ 25 ²⁾	800 400			
	в цепях питания счетчиков	$I_{расч} = I^{(3)}_{кЗ}$ на выводах ТН	168 ¹⁾	2,5	400							
НДЕ 500	на шинах	$I_{расч} = K_n \frac{S_{ТН}}{U_{нТН}}$	$\frac{15 \cdot 500}{100/\sqrt{3}} = 13$	16								
	на линии	$I_{расч} = \frac{S_{ТН}}{U_{нТН}}$	$\frac{500}{100/\sqrt{3}} = 8,63$	10	U-F		$\sqrt{3} \cdot 87^1 = 150$	63 ²⁾ 25 ²⁾	800 400			
	в цепях питания счетчиков	$I_{расч} = \frac{S_{ТН}}{U_{нТН}}$	168 ¹⁾	2,5	400							
НКФ-500	на линии	$I_{расч} = K_n \frac{I_{2 эмк}}{3,5}$	$\frac{13 \cdot 60}{3,5} = 223$	25	U-F	$\frac{64 \cdot 100^2}{100 \cdot 2000} = 0,32$	$I_{кЗ} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{нТН}}{Z_{ТН}}$	$\frac{\sqrt{3} \cdot 100}{0,32} = 540$	63 ²⁾ 40 ²⁾	800 600		
	в цепях питания счетчиков	$I_{кЗ} = \frac{100}{U_k \%} \frac{S_{спред}}{U_{нТН}}$	$\frac{100}{6,4} \frac{2000}{100/\sqrt{3}} = 541$	64	800							
НКФ 330	на шинах	$I_{расч} = K_n \frac{I_{2 эмк}}{3,5}$	$\frac{13 \cdot 60}{3,5} = 22,3$	25	U-F	$\frac{42 \cdot 100^2}{100 \cdot 2000} = 0,21$	$I_{кЗ} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{нТН}}{Z_{ТН}}$	$\frac{\sqrt{3} \cdot 100}{0,21} = 820$	10	2000		
	на линии											
	в цепях питания счетчиков	$I_{кЗ} = \frac{100}{U_k \%} \frac{S_{спред}}{U_{нТН}}$	$\frac{100}{1,2} \frac{2000}{100/\sqrt{3}} = 195$	64	800							
НКФ 220	на шинах	$I_{расч} = K_n \frac{S_{ТН}}{U_{нТН}}$	$\frac{2 \cdot 600}{100/\sqrt{3}} = 20,8$	25	U-F	$\frac{5,15 \cdot 100^2}{100 \cdot 2000} = 0,25$	$I_{кЗ} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{нТН}}{Z_{ТН}}$	$\frac{\sqrt{3} \cdot 100}{0,257} = 675$	63	800		
	на линии											
	в цепях питания счетчиков	$I_{кЗ} = \frac{100}{U_k \%} \frac{S_{спред}}{U_{нТН}}$	$\frac{100}{5,15} \frac{2000}{100/\sqrt{3}}$	64	800							
НКФ 110	на шинах	$I_{расч} = K_n \frac{S_{ТН}}{U_{нТН}}$	$\frac{2 \cdot 600}{100/\sqrt{3}} = 20,8$	25	U-F	$\frac{3,87 \cdot 100^2}{100 \cdot 2000} = 0,193$	$I_{кЗ} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{нТН}}{Z_{ТН}}$	$\frac{\sqrt{3} \cdot 100}{0,193} = 897$	10	2000		
	на линии											
	в цепях питания счетчиков	$I_{кЗ} = \frac{100}{U_k \%} \frac{S_{спред}}{U_{нТН}}$	$\frac{100}{3,87} \frac{2000}{100/\sqrt{3}}$	64	800							

Альбом 1

Ш.В.Н.Л.В.П. Подпись и дата В.В.М.В.Р.

407-03-48487-СМЗ

Тип	Ш.В.Н.Л.В.П.	Исполн.	
Нач. отд.	М.Р.Л.Н.В.	Исполн.	
Нач. сект.	Э.М.Л.В.	Исполн.	
Рис. ер.	Т.М.Ш.В.	Исполн.	
Инженер	М.З.В.	Исполн.	

Схема вторичных цепей трафматоров напряжения 610кВ и выше
Выбор уставок автоматов в вторичных цепях ТН

таблица 1 и 2
ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ
Гр.к. в касс. отделение
1988г.

Выбор автоматов вторичных цепей ТН

Продолжение. Таблица СМ3.

Типы трансформаторов напряжения	Место присоединения	Автоматы в цепях основной обмотки ТН				Автоматы в цепях дополнительной обмотки ТН				
		Расчетная величина тока для выбора уставки автомата, А	Принятый Тн. расч., А	Допустимый по коммутационной способности автомата, А	Автомат включен в провод	Расчетное выражение $Z_{ТН} = \frac{U_{к\%} \cdot U_{н\%}}{100 \cdot S_{пред}}$	Расчетная величина максимального тока КЗ, А	Принятый Тн. расч., А	Допустимый по коммутационной способности автомата, А	
ЗНОМ-35	на шинах	$I_{расч.} = K_n \cdot \frac{S_{ТН}}{U_{н\%}}$	$\frac{2 \cdot 250}{100/\sqrt{3}} = 8,66$	10	У	$\frac{11,2 \cdot (100/3)^2}{100 \cdot 1200} = 0,103$	$I_{кз} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{н\%}}{Z_{ТН}}$	$\frac{\sqrt{3} \cdot 100/3}{0,103} = 560$	4 ³⁾	600
	на вводе АТ	$I_{расч.} = \frac{100}{U_{к\%}} \cdot \frac{S_{пред}}{U_{н\%}}$	$\frac{100}{6} \cdot \frac{1200}{100/\sqrt{3}} = 346$	2,5	Цепь ЗУ		$I_{кз} = \frac{U_{н\%}}{Z_{ТН}}$	$\frac{100/3}{0,103} = 326$	Тепловой 10 ⁴⁾ Электромагнитный 2,5 ⁴⁾	400
НОМ-35	на линии	$I_{расч.} = \frac{100}{U_{к\%}} \cdot \frac{S_{пред}}{U_{н\%}}$	$\frac{100}{3,87} \cdot \frac{1200}{100} = 318$	2,5	400					
ЗНОЛ-10	на шинах	$I_{расч.} = \sqrt{3} \cdot \frac{100}{U_{к\%}} \cdot \frac{S_{пред}}{U_{н\%}}$	$\sqrt{3} \cdot \frac{100}{4,8} \cdot \frac{640}{100/\sqrt{3}} = 400$	2,5	400					
ЗНОЛ-10 (НОЛ-10)	на вводе АТ(Т)	$I_{расч.} = \frac{100}{U_{к\%}} \cdot \frac{S_{пред}}{U_{н\%}}$	$\frac{100}{4,8} \cdot \frac{640}{100/\sqrt{3}} = 230$	2,5	400	Цепь ЗУ	$I_{кз} = \frac{U_{н\%}}{Z_{ТН}}$	$\frac{100/3}{0,137} = 245$	2,5	400
ЗНОЛ-6	на шинах	$I_{расч.} = \sqrt{3} \cdot \frac{100}{U_{к\%}} \cdot \frac{S_{пред}}{U_{н\%}}$	$\sqrt{3} \cdot \frac{100}{3,55} \cdot \frac{400}{100/\sqrt{3}} = 388$	2,5	400					
ЗНОЛ-6 (НОЛ-6)	на вводе АТ(Т)	$I_{расч.} = \frac{100}{U_{к\%}} \cdot \frac{S_{пред}}{U_{н\%}}$	$\frac{100}{3,55} \cdot \frac{400}{100/\sqrt{3}} = 195$	2,5	400	Цепь ЗУ	$I_{кз} = \frac{U_{н\%}}{Z_{ТН}}$	$\frac{100/3}{0,155} = 215$	2,5	400
НАМИ-10	на шинах		75 - 150 ⁵⁾	2,5	400					
	на вводе АТ(Т)					Цепь ЗУ		10 ⁵⁾	1,6	300

Примечание. Все автоматы должны иметь электромагнитные и тепловые расцепители за исключением случаев, перечисляемых в пояснительных сносках 3), 4).

- Данные, полученные опытным путем.
- 6,4А - уставка автомата в шкафу ТН при наличии в цепи последовательно второго автомата с уставкой 2,5А, устанавливаемого на релейном щите при больших расстояниях между шкафами ТН - релейным щитом (ЦР) - ОПУ; 2,5 - уставка автомата в шкафу ТН при небольших расстояниях РУ - ЦР - ОПУ, когда автомат с уставкой 2,5А чувствителен к КЗ в конце цепи.
- Автомат в проводе У для ТН типа ЗНОМ-35 может иметь только электромагнитный расцепитель, так как провод У, как правило, имеет небольшую длину.
- Автомат в цепи ЗУ для ТН типа ЗНОМ-35, подключенного к шинам, должен быть только с тепловым расцепителем, а при подключении на ввод автотрансформатора - только с электромагнитным.
- Данные завода-изготовителя (ЦАЯК, БТИ, 241, 008, ТУ).

Условные обозначения.

- S_{ТН} - номинальная мощность ТН;
- S_{пред} - предельная мощность основной вторичной обмотки ТН;
- U_{нн} - номинальное напряжение вторичных обмоток ТН;
- K_н - коэффициент надежности работы автомата;
- U_{к%} - напряжение короткого замыкания между обмотками ВН и НН основной вторичной обмотки ТН;
- I_{генк} - максимальная величина емкостного тока во вторичных цепях;
- I_{н расч} - номинальный ток расцепителя;
- КЗ - короткое замыкание.

Автомат 1

№ 1-подл. Подл. и дата
Взят инв. №

Допустимые сопротивления проводов кабелей вторичных цепей ТН для линии 110-220 кВ

Таблица СМ4-1

Тип подстанции	вид учета на линии	Допустимое падение U, В	Основная обмотка ТН (λ)		Дополнительная обмотка ТН (λ)	
			Допустимое сопротивление провода кабеля от ТН до панели ввода на щите			
			по падению напряжения	по надежности работы автомата при	по падению напряжения	по надежности работы автомата
ПС на постоянном оперативном токе	Расчетный	ΔU = 0,25	$\sum S_{нагр} = 80 \text{ ВА}$			$\sum S_{нагр} = 15 \text{ ВА}$
			$\tau_{пр} = \frac{\Delta U_{нн}}{3 S_{нагр}}, \text{ Ом}$	$\tau_{пр} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(U_{нн})^2}{(6 J_{расц})^2}} \cdot (X_{ТН})$	$\tau_{пр} = \frac{\Delta U_{нн}}{2 S_{нагр}}, \text{ Ом}$	$\tau_{пр} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(U_{нн})^2}{(6 J_{расц})^2}} \cdot (X_{ТН})$
			$\tau_{пр} = \frac{0,25 \cdot 100}{3 \cdot 80} = 0,104$	0,324 ¹⁾		0,765 ¹⁾
			$\tau_{пр} = \frac{0,5 \cdot 100}{3 \cdot 80} = 0,208$			
ПС на выпряленном оперативном токе	Расчетный	ΔU = 0,5	$S_{сч} = 20 \text{ ВА}$			
			$\tau_{пр} = \frac{0,5 \cdot 100}{3 \cdot 20} = 0,833$			
			$\tau_{пр} = \frac{1,5 \cdot 100}{3 \cdot 80} = 0,625$ Принимается 0,324 ¹⁾			
			$\tau_{пр} = \frac{1,5 \cdot 100}{3 \cdot 80} = 0,625$ $\frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{100}{6 \cdot 10}\right)^2 - (2 \cdot 0,21)^2} = 0,81^{\text{д}}$			
ПС на выпряленном оперативном токе	Технический	ΔU = 1,5	$S_{сч} = 20 \text{ ВА}$			
			$\tau_{пр} = \frac{0,5 \cdot 100}{3 \cdot 20} = 0,833$			
			$S_{рзл, изм} = 380 \text{ ВА}$			
			$\tau_{пр} = \frac{1,5 \cdot 100}{3 \cdot 380} = 0,13$	0,324		0,765
Технический	ΔU = 1,5	$\sum S_{нагр} = 400 \text{ ВА}$ общий провод рзл изм сч				
		$\tau_{пр} = \frac{1,5 \cdot 100}{3 \cdot 400} = 0,125$				

Допустимые сопротивления проводов кабелей вторичных цепей ТН на шинах 110-220 кВ

Таблица СМ4-2

Тип подстанции	вид учета на линии	Допустимое падение U, В	Основная обмотка ТН (λ)		Дополнительная обмотка ТН (λ)	
			Допустимое сопротивление провода кабеля от ТН до панели ввода на щите			
			по падению напряжения	по надежности работы автомата при	по падению напряжения	по надежности работы автомата
Расчетный	ΔU = 0,5	$S_{сч} = 54 \text{ ВА}$			$\sum S_{нагр} = 3 \text{ ВА}$	
		$\tau_{пр} = \frac{\Delta U_{нн}}{3 S_{нагр}}, \text{ Ом}$	$\tau_{пр} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(U_{нн})^2}{(6 J_{расц})^2}} \cdot (X_{ТН})$	$\tau_{пр} = \frac{\Delta U_{нн}}{2 S_{нагр}}, \text{ Ом}$	$\tau_{пр} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(U_{нн})^2}{(6 J_{расц})^2}} \cdot (X_{ТН})$	
		$\tau_{пр} = \frac{0,5 \cdot 100}{3 \cdot 54} = 0,309$				
		$\tau_{пр} = \frac{2 \cdot 100}{2 \cdot 3} = 33,333$				
Технический	ΔU = 1,5	$S_{сч} = 54 \text{ ВА}$				
		$\tau_{пр} = \frac{1,5 \cdot 100}{3 \cdot 54} = 0,926$				
		$\sum S_{рзл, изм} = 546 \text{ ВА}$				
		$\tau_{пр} = \frac{1,5 \cdot 100}{3 \cdot 546} = 0,092$	0,324 ¹⁾		0,765 ¹⁾	

1) Расчетные выражения и величины приняты по материалам см п 12 пояснительной записки

Условные обозначения

- ΔU - падение напряжения в кабеле,
- U_{нн} - номинальное напряжение ТН,
- J_{расц} - номинальный ток расцепителя автомата,
- X_{ТН} - индуктивное сопротивление ТН,
- ΣS_{нагр} - суммарная нагрузка,
- S_{сч} - потребление устройств учета,
- S_{рзл, изм} - потребление устройств защиты, автоматики и измерений

Альбом 1

Лист № 1

407-03-48487-СМ4					
Гип	Щербаков	В.И.	Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 6-10кВ и выше	Статив	Лист
Инженер	Егорцова	Л.А.	Допустимые сопротивления проводов кабелей	Р	1
Ст. техн.	Маслова	В.И.		2	

ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ
Горьковское отделение
1988г

Допустимые сопротивления проводов кабелей вторичных цепей ТН для линии 330-750 кВ

Таблица СМ4-3

Вид учета на линии	Допустимое падение U, В	Основная обмотка ТН (Λ)		Дополнительная обмотка ТН (Δ)		
		Допустимое сопротивление провода кабеля от ТН до панели ввода на щите, Ом				
		по падению напряжения	по надежности работы автомата при		по падению напряжения	по надежности работы автомата
Расчетный ΔU = 0,5	U _{пр} = $\frac{\Delta U U_{\text{нТН}}}{3 S_{\text{нагр}}}$	2-х фазном КЗ		1-фазном КЗ		
		$Z_{\text{пр}} = \frac{\sqrt{3} U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}} \sqrt{2}} \sqrt{\chi_{\text{ТН}}^2 + \left(\frac{U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}}} \right)^2}$		$Z_{\text{пр}} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}}} \right)^2 + \chi_{\text{ТН}}^2}$		
Технический ΔU = 1,5	Σ S _{нагр} = 210 ВА	2-х фазном КЗ		1-фазном КЗ		
		$Z_{\text{пр}} = \frac{\sqrt{3} U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}} \sqrt{2}} \sqrt{\chi_{\text{ТН}}^2 + \left(\frac{U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}}} \right)^2}$		$Z_{\text{пр}} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}}} \right)^2 + \chi_{\text{ТН}}^2}$		
Расчетный ΔU = 0,25	U _{пр} = $\frac{\Delta U U_{\text{нТН}}}{3 S_{\text{нагр}}}$	2-х фазном КЗ		1-фазном КЗ		
		$Z_{\text{пр}} = \frac{\sqrt{3} U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}} \sqrt{2}} \sqrt{\chi_{\text{ТН}}^2 + \left(\frac{U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}}} \right)^2}$		$Z_{\text{пр}} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}}} \right)^2 + \chi_{\text{ТН}}^2}$		
Для провода от панели ввода до панели РЗА, Узм S _{нагр} = 58 ВА						
S _{рза узм} = 190 ВА U _{пр} = $\frac{1,5 \cdot 100}{3 \cdot 190} = 0,263$				Класс точности 3 ΔU = 2%		
S _{сч} = 20 ВА U _{прсч} = $\frac{0,25 \cdot 100}{3 \cdot 20} = 0,416$				U _{пр} = $\frac{2 \cdot 100}{2 \cdot 5} = 20$		
U _{прсч} = $\frac{0,5 \cdot 100}{3 \cdot 20} = 0,833$				U _{пр} = $\frac{2 \cdot 100}{2 \cdot 5} = 20$		
				U _{пр} = 0,81 ¹⁾ 1,26 ¹⁾ 7,61 ¹⁾		

1) Расчетные выражения и величины приняты по материалам см п 2 пояснительной записки

Допустимые сопротивления проводов кабелей вторичных цепей ТН на шинах 330-750 кВ

Таблица СМ4-4

Вид учета на линии	Допустимое падение U, В	Основная обмотка ТН (Λ)		Дополнительная обмотка ТН (Δ)		
		Допустимое сопротивление провода кабеля от ТН до панели ввода на щите, Ом				
		по падению напряжения	по надежности работы автомата при		по падению напряжения	по надежности работы автомата
Расчетный ΔU = 0,5	U _{пр} = $\frac{\Delta U U_{\text{нТН}}}{3 S_{\text{нагр}}}$	2-х фазном КЗ		1-фазном КЗ		
		$Z_{\text{пр}} = \frac{\sqrt{3} U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}} \sqrt{2}} \sqrt{\chi_{\text{ТН}}^2 + \left(\frac{U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}}} \right)^2}$		$Z_{\text{пр}} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}}} \right)^2 + \chi_{\text{ТН}}^2}$		
Технический ΔU = 1,5	Σ S _{нагр} = 300 ВА	2-х фазном КЗ		1-фазном КЗ		
		$Z_{\text{пр}} = \frac{\sqrt{3} U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}} \sqrt{2}} \sqrt{\chi_{\text{ТН}}^2 + \left(\frac{U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}}} \right)^2}$		$Z_{\text{пр}} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}}} \right)^2 + \chi_{\text{ТН}}^2}$		
Расчетный ΔU = 0,25	U _{пр} = $\frac{\Delta U U_{\text{нТН}}}{3 S_{\text{нагр}}}$	2-х фазном КЗ		1-фазном КЗ		
		$Z_{\text{пр}} = \frac{\sqrt{3} U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}} \sqrt{2}} \sqrt{\chi_{\text{ТН}}^2 + \left(\frac{U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}}} \right)^2}$		$Z_{\text{пр}} = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{U_{\text{нТН}}}{I_{\text{н расщ}}} \right)^2 + \chi_{\text{ТН}}^2}$		
Для провода от панели ввода до панели РЗА, Узм S _{нагр} = 38 ВА						
S _{рза узм} = 260 ВА U _{пр} = $\frac{1,5 \cdot 100}{3 \cdot 260} = 0,192$				Класс точности 3 ΔU = 2%		
S _{сч} = 40 ВА U _{прсч} = $\frac{0,25 \cdot 100}{3 \cdot 40} = 0,208$				U _{пр} = $\frac{2 \cdot 100}{2 \cdot 3} = 33,3$		
U _{прсч} = $\frac{0,5 \cdot 100}{3 \cdot 40} = 0,416$				U _{пр} = $\frac{2 \cdot 100}{2 \cdot 3} = 33,3$		
				U _{пр} = 0,81 ¹⁾ 0,61 ¹⁾ 0,61 ¹⁾		

Примечание В расчете допустимых сопротивлений проводов кабелей ТН на шинах 330-750 кВ (таблица СМ4-4) суммарная величина нагрузки принята равной мощности ТН НДЕ-500-750 в классе точности 0,5 (300 ВА)

Условные обозначения

- ΔU - падение напряжения в кабеле,
- U_{нТН} - номинальное напряжение ТН,
- I_{н расщ} - номинальный ток расцепителя автомата,
- χ_{ТН} - индуктивное сопротивление ТН,
- Z_{ТН} - полное сопротивление ТН,
- Σ S_{нагр} - суммарная нагрузка,
- S_{сч} - потребление устройств учета,
- S_{рза узм} - потребление устройств защиты, автоматики и измерений

Шифр № подл. Подпись и дата. Взам инв. №

Определение сечений проводов кабелей основной обмотки ТН 9хНКФ-110-220 на линиях 110-220кВ

Таблица СМ5-1-1

Альбом 1

		Основная обмотка						Кабели по щиту					
Тип ПС	Виды учета на линиях	Напряжение кабелей	Виды кабелей	Расчетное сечение провода (алюминий)	Принятое сечение, мм ²	Сопротивление провода по принятому сечению	Сопротивление нулевого провода	γ _{пр1} + γ _{н2}	Напряжение кабелей	Расчетное сопротивление провода от щита	Виды кабелей	Расчетное сечение провода (медь, алюминий), мм ²	
				$q_1 = \frac{e_1}{\gamma \cdot \tau \cdot \rho_{ал}}$	мм ²	$\tau_{пр1} = \frac{e_1}{\gamma \cdot q_1}, Ом$	$\tau_{н2} = \frac{e_2}{\gamma \cdot q_{н2}}, Ом$						$\tau_{пр} = \frac{\Delta U \cdot \Delta I \cdot S_{нагр}}{S_{нагр} \cdot 100}$
Пс на постоянном оперативном токе	Расчетный	ΔU = 0,25%	Ввода	$\sum S_{нагр}^1 = 80 ВА ; \tau_{пр доп} \Delta U = 0,104$				$S_{сч} = 108 А ; S_{рзв} = 128 ВА ; S_{изм} = 48 ВА$					
				120	$\frac{120}{34,5 \cdot 0,104} = 33,445$	3x35+1x16	$\frac{120}{34,5 \cdot 35} = 0,099$	$\frac{120}{34,5 \cdot 16} = 0,217$	$\frac{0,099 + 0,217 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	3-3 80 0,101/100	650	$\frac{650}{57 \cdot 7,66} = 1,489$	
				125	$\frac{175}{34,5 \cdot 0,104} = 48,774$	3x50+1x25	$\frac{175}{34,5 \cdot 50} = 0,101$	$\frac{175}{34,5 \cdot 25} = 0,202$	$\frac{0,101 + 0,202 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	100 = 7,66	80	$\frac{80}{57 \cdot 0,957} = 1,467$	
				175	$\frac{175}{34,5 \cdot 0,104} = 48,774$	3x50+1x25	$\frac{175}{34,5 \cdot 50} = 0,101$	$\frac{175}{34,5 \cdot 25} = 0,202$	$\frac{0,101 + 0,202 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	15-15 80-0,101/100	30	$\frac{30}{57 \cdot 0,957} = 1,467$	
				105	$\frac{105}{34,5 \cdot 0,208} = 11,632$	3x16+1x10	$\frac{105}{34,5 \cdot 16} = 0,192$	$\frac{105}{34,5 \cdot 10} = 0,304$	$\frac{0,192 + 0,304 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	100 = 0,957	600	$\frac{600}{34,5 \cdot 0,98} = 2,492$	
				110	$\frac{175}{34,5 \cdot 0,208} = 24,386$	3x25+1x16	$\frac{175}{34,5 \cdot 25} = 0,203$	$\frac{105}{34,5 \cdot 16} = 0,19$	$\frac{0,203 + 0,19 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	15-15 80 0,203/100	75	$\frac{75}{34,5 \cdot 0,872} = 2,493$	
	Технический	ΔU = 0,5%	от ТН до панели	$\sum S_{нагр}^1 = 80 ВА ; \tau_{пр доп} \Delta U = 0,208 Ом$				$\tau_{пр рзв} (изм сч) = \frac{\Delta U \cdot \Delta I \cdot S_{нагр} \cdot \tau_{пр}}{S_{нагр} \cdot 100}$					
				105	$\frac{105}{34,5 \cdot 0,208} = 11,632$	3x16+1x10	$\frac{105}{34,5 \cdot 16} = 0,192$	$\frac{105}{34,5 \cdot 10} = 0,304$	$\frac{0,192 + 0,304 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	100 = 0,872	600	$\frac{600}{34,5 \cdot 0,98} = 2,492$	
				110	$\frac{175}{34,5 \cdot 0,208} = 24,386$	3x25+1x16	$\frac{175}{34,5 \cdot 25} = 0,203$	$\frac{105}{34,5 \cdot 16} = 0,19$	$\frac{0,203 + 0,19 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	15-15 80 0,203/100	75	$\frac{75}{34,5 \cdot 0,872} = 2,493$	
				155	$\frac{220}{34,5 \cdot 0,324} = 13,679$	3x25+1x16	$\frac{220}{34,5 \cdot 25} = 0,255$	$\frac{220}{34,5 \cdot 16} = 0,398$	$\frac{0,255 + 0,398 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	100 = 0,698	60	$\frac{60}{34,5 \cdot 0,698} = 2,492$	
				150	$\frac{150}{34,5 \cdot 0,324} = 13,419$	3x16+1x10	$\frac{150}{34,5 \cdot 16} = 0,272$	$\frac{150}{34,5 \cdot 10} = 0,435$	$\frac{0,272 + 0,435 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	3-3 80 0,272/100	1430	$\frac{1430}{34,5 \cdot 1,65} = 2,496$	
				220	$\frac{220}{34,5 \cdot 0,324} = 13,679$	3x25+1x16	$\frac{220}{34,5 \cdot 25} = 0,255$	$\frac{220}{34,5 \cdot 16} = 0,398$	$\frac{0,255 + 0,398 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	100 = 1,6	135	$\frac{135}{34,5 \cdot 1,6} = 2,445$	
Пс на выпрявленном оперативном токе (БПНС-2)	Расчетный	ΔU = 0,5%	от ТН до панели счетчиков	$\sum S_{сч}^1 = 20 ВА ; \tau_{пр доп} \Delta U = 0,833 Ом$ отдельный кабель для расчетного учета									
				110	$\frac{110}{34,5 \cdot 0,833} = 3,83$	4							
				115	$\frac{140}{34,5 \cdot 0,833} = 4,872$	2x2,5							
				140	$\frac{140}{34,5 \cdot 0,833} = 4,872$	2x2,5							
				145	$\frac{220}{34,5 \cdot 0,833} = 7,655$	2x4							
				220	$\frac{220}{34,5 \cdot 0,833} = 7,655$	2x4							
	Технический	ΔU = 1,5%	от ТН до панели ввода	$\sum S_{нагр}^1 = 380 ВА ; \tau_{пр доп} \Delta U = 0,131 Ом$				$S_{рзв} = 332 ВА ; S_{изм} = 48 ВА$					
				110	$\frac{110}{34,5 \cdot 0,131} = 24,339$	3x25+1x16	$\frac{110}{34,5 \cdot 25} = 0,128$	$\frac{110}{34,5 \cdot 16} = 0,199$	$\frac{0,128 + 0,199 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	3-3 400 0,130/100	10	$\frac{10}{34,5 \cdot 0,149} = 1,201$	
				115	$\frac{150}{34,5 \cdot 0,131} = 33,189$	3x35+1x16	$\frac{150}{34,5 \cdot 35} = 0,124$	$\frac{150}{34,5 \cdot 16} = 0,271$	$\frac{0,124 + 0,271 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	100 = 0,149	45	$\frac{45}{34,5 \cdot 0,522} = 2,489$	
				150	$\frac{150}{34,5 \cdot 0,131} = 33,189$	3x35+1x16	$\frac{150}{34,5 \cdot 35} = 0,124$	$\frac{150}{34,5 \cdot 16} = 0,271$	$\frac{0,124 + 0,271 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	15-15 400 0,13/100	45	$\frac{45}{34,5 \cdot 0,522} = 2,489$	
				155	$\frac{225}{34,5 \cdot 0,131} = 49,784$	3x50+1x25	$\frac{225}{34,5 \cdot 50} = 0,13$	$\frac{225}{34,5 \cdot 25} = 0,281$	$\frac{0,13 + 0,281 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	100 = 0,522	40	$\frac{40}{34,5 \cdot 0,521} = 2,225$	
				225	$\frac{225}{34,5 \cdot 0,131} = 49,784$	3x50+1x25	$\frac{225}{34,5 \cdot 50} = 0,13$	$\frac{225}{34,5 \cdot 25} = 0,281$	$\frac{0,13 + 0,281 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	15-15 400 0,125/100	105	$\frac{105}{34,5 \cdot 1,25} = 2,435$	
Технический	ΔU = 1,5%	от ТН до панели ввода	$\sum S_{нагр}^1 = 400 ВА ; \tau_{пр доп} \Delta U = 0,425 Ом$				$S_{рзв} = 332 ВА ; S_{изм} = 48 ВА ; S_{сч} = 20 ВА$						
			105	$\frac{105}{34,5 \cdot 0,125} = 24,348$	3x25+1x16	$\frac{105}{34,5 \cdot 25} = 0,122$	$\frac{105}{34,5 \cdot 16} = 0,19$	$\frac{0,122 + 0,19 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	3-3 400 0,125/100	10	$\frac{10}{34,5 \cdot 0,15} = 1,932$		
			110	$\frac{150}{34,5 \cdot 0,125} = 34,783$	3x35+1x16	$\frac{150}{34,5 \cdot 35} = 0,124$	$\frac{150}{34,5 \cdot 16} = 0,273$	$\frac{0,124 + 0,273 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	100 = 0,15	40	$\frac{40}{34,5 \cdot 0,521} = 2,225$		
			150	$\frac{150}{34,5 \cdot 0,125} = 34,783$	3x35+1x16	$\frac{150}{34,5 \cdot 35} = 0,124$	$\frac{150}{34,5 \cdot 16} = 0,273$	$\frac{0,124 + 0,273 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	15-15 400 0,125/100	105	$\frac{105}{34,5 \cdot 1,25} = 2,435$		
			155	$\frac{215}{34,5 \cdot 0,125} = 49$	3x50+1x25	$\frac{215}{34,5 \cdot 50} = 0,125$	$\frac{215}{34,5 \cdot 25} = 0,25$	$\frac{0,125 + 0,25 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	100 = 0,521	105	$\frac{105}{34,5 \cdot 1,25} = 2,435$		
			215	$\frac{215}{34,5 \cdot 0,125} = 49$	3x50+1x25	$\frac{215}{34,5 \cdot 50} = 0,125$	$\frac{215}{34,5 \cdot 25} = 0,25$	$\frac{0,125 + 0,25 \cdot 2}{0,765 \cdot 2}$	15-15 400 0,125/100	105	$\frac{105}{34,5 \cdot 1,25} = 2,435$		

- 1) Определение нагрузки см приложение 2 (СМ2-2).
- 2) Значение допустимых сопротивлений см приложение 4 (СМ4-1)
- 3) Графики $q_1 = f(e_1)$ и $q_2 = f(e_2)$ см приложение 5 (СМ5-2-11+14,18)

Условные обозначения

ΔU — падение напряжения в кабеле
 τ_{пр доп} ΔU — допустимое сопротивление провода по падению напряжения,
 τ_{пр доп} АВ — допустимое сопротивление провода по надежности действия автомата
 ∑ S_{нагр} — суммарная нагрузка,
 S_{рзв} — потребление устройств защиты и автоматики;
 S_{изм} — потребление устройств измерения;
 S_{сч} — потребление устройств учета.

5. № подл. Подпись и дата Взам инв. №

407-03-48487-СМ5

ГМП	Шифрина	М.И.	Схемы вторичных цепей трансформаторов напряжения 5-10кВ и выше	Стаив	Мит	Листов
Н.контр	Хмельев	М.И.	Определение сечений проводов кабелей	Р	1	11
Нач. отд.	Мерзленкова	М.И.		ИНЕ	П	П
Инженер	Егорова	М.И.		Горьковское отделение		
Ст. техн.	Маслова	М.И.				1988

Определение сечений проводов кабелей ТН 3хНКФ-11С-220 на шинах 110-220кВ

Приложение 5

Таблица СМ5-1-2

Таблица СМ5-1-3

Основная обмотка						Кабели по щиту					
Виды учета на линии	Напряжение кабеля	Вид кабеля	Кабели от ТН до щита		Сопротивление провода по принятому сечению	Сопротивление нулевого провода	z пр. 1 + z н. 2)	Напряжение кабеля	Кабели по щиту		
			Расчетное сечение провода (алюминий)	Принятое сечение мм ²					Расчетное сопротивление провода	Расчетное сечение провода (алюминий)	
			$q_1 = \frac{L_1}{\gamma \cdot z_{пр доп}}$ мм ²	мм ²	$z_{пр 1} = \frac{L_1}{\gamma \cdot q_1}$, Ом	$z_n = \frac{L_n}{\gamma \cdot q_n}$, Ом	$z_{пр 1} + z_n$		$z_{пр} = \frac{\Delta U \cdot \Sigma_{нагр} \cdot z_{пр 100}}{\Sigma_{нагр}}$, Ом	$q_2 = \frac{L_2}{\gamma \cdot z_{пр (P3A)}}$ мм ²	
Расчетный	ΔU = 0,5 %	$S^{1)}_{сч} = 54 \text{ ВА}$ $z_{пр доп} \Delta U = 0,309 \text{ Ом}$						$S^{2)}_{сч} = 54 \text{ ВА}$			
		105	$\frac{105}{34,5 \cdot 0,309} = 9,849$	3x10+1x6					$\frac{0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,309 \cdot 54 / 100}{3 \cdot 54}$	20	$\frac{20}{34,5 \cdot 0,257} = 2,256$
		110	$\frac{165}{34,5 \cdot 0,309} = 15,478$	3x16+1x10					100 = 0,257		
Технический	ΔU = 1,5 %	$S^{1)}_{сч} = 54 \text{ ВА}$ $z^{2)}_{пр доп} \Delta U = 0,926 \text{ Ом}$						$S^{2)}_{сч} = 54 \text{ ВА}$			
		125	$\frac{125}{34,5 \cdot 0,926} = 3,913$	4		$\frac{125}{34,5 \cdot 4} = 0,906$			$\frac{15 \cdot 1,5 \cdot 0,926 \cdot 54 / 100}{3 \cdot 54}$	40	$\frac{40}{34,5 \cdot 0,464} = 2,499$
		130	$\frac{155}{34,5 \cdot 0,926} = 4,852$	2x2,5		$\frac{155}{34,5 \cdot 5} = 0,899$			100 = 0,464		
Технический	ΔU = 1,5 %	$\Sigma S^{1)}_{нагр} = 546 \text{ ВА}$; $z^{2)}_{пр доп} \Delta U = 0,092 \text{ Ом}$						$S^{1)}_{P3A} = 330 \text{ ВА}$, $S^{1)}_{изм} = 216 \text{ ВА}$			
		80	$\frac{100}{34,5 \cdot 0,092} = 31,511$	3x35+1x16		$\frac{100}{34,5 \cdot 35} = 0,803$	$\frac{100}{34,5 \cdot 16} = 0,181$	$\frac{0,083 + 0,181}{0,765}^{2)}$	$\frac{3 \cdot 546 \cdot 0,092 / 100}{3 \cdot 330}$	20	$\frac{20}{34,5 \cdot 0,15} = 3,84$
		105	$\frac{150}{34,5 \cdot 0,092} = 47,262$	3x50+1x25		$\frac{150}{34,5 \cdot 50} = 0,87$	$\frac{150}{34,5 \cdot 25} = 0,174$	$\frac{0,087 + 0,174}{0,765}^{2)}$	100 = 0,15		
Технический	ΔU = 1,5 %	$\Sigma S^{1)}_{нагр} = 546 \text{ ВА}$; $z^{2)}_{пр доп} \Delta U = 0,092 \text{ Ом}$						$S^{1)}_{P3A} = 330 \text{ ВА}$, $S^{1)}_{изм} = 216 \text{ ВА}$			
		155	$\frac{220}{34,5 \cdot 0,092} = 69,313$	3x70+1x25		$\frac{220}{34,5 \cdot 70} = 0,901$	$\frac{220}{34,5 \cdot 25} = 0,255$	$\frac{0,091 + 0,255}{0,765}^{2)}$	$\frac{15 \cdot 1,5 \cdot 546 \cdot 0,092 / 100}{3 \cdot 216}$	15	$\frac{15}{34,5 \cdot 0,115} = 3,78$
		225	$\frac{285}{34,5 \cdot 0,092} = 89,791$	3x90+1x25		$\frac{285}{34,5 \cdot 90} = 0,902$	$\frac{285}{34,5 \cdot 25} = 0,33$	$\frac{0,092 + 0,33}{0,765}^{2)}$	100 = 0,115		

Тип ТН и место установки	Дополнительная обмотка				Расчетное сечение провода $q_1 = \frac{L_1}{\gamma \cdot z^{2)}_{пр доп}}$, мм ²
	Провод кабеля	Напряжение кабеля	Вид кабеля, м	z пр доп, Ом	
НКФ-110 на шинах и линиях	Медь			0,81	$q_1 = \frac{200}{57 \cdot 0,81} = 4,33$
НКФ-220 на шинах и линиях	Медь			1,26	$q_1 = \frac{200}{57 \cdot 1,26} = 2,78$
НКФ-110 на шинах и линиях	Алюминий		200	0,81	$q_1 = \frac{200}{57 \cdot 0,81} = 7,16$
НКФ-220 на шинах и линиях	Алюминий	От ТН до панели реле-повторителей		1,26	$q_1 = \frac{200}{57 \cdot 1,26} = 4,6$

- 1) Определение нагрузки см приложение 2 (см2-3).
- 2) Значения допустимых сопротивлений см приложение 4 (см4-2)
- 3) Графики $q_1 = f(L_1)$ и $q_2 = f(L_2)$ см приложение 5 (см5-2-15-18)

Условные обозначения

- ΔU — падение напряжения в кабеле;
- $z_{пр доп} \Delta U$ — допустимое сопротивление провода по падению напряжения;
- $z_{пр доп} АВ$ — допустимое сопротивление провода по надежности действия автомата;
- $\Sigma S_{нагр}$ — суммарная нагрузка;
- S_{P3A} — потребление устройств защиты и автоматики;
- $S_{изм}$ — потребление устройств измерения;
- $S_{сч}$ — потребление устройств учета

Альбом 1

И.п.п. Подпись и дата

Определение сечений проводов кабелей основной обмотки ТН ЗХНФ-330-100, ЗХНД-500-750 на линиях 330-750кВ

Приложение 5

Таблица СМ5-1-4

		Основная обмотка								
Виды учета на линиях	Напряжения кабелей	Кабели от ТН до щита			Кабели по щиту			Напряжения кабелей	Расчетное сечение проводов (медь)	
		Расчетное сечение проводов (алюминий)	Принятое сечение, мм ²	Сопротивление провода по принятому сечению	Сопротивление нулевого провода	$\tau_{пр1}$	$\tau_{пр2}$			Расчетное сопротивление провода
		$q_1 = \frac{e_1}{\gamma \tau_{пр1}}$		$\tau_{пр1} = \frac{e_1}{\gamma q_1}$, Ом	$\tau_N = \frac{e_1}{\gamma q_N}$, Ом	τ_{N^0}	$\tau_{пр} = \frac{\Delta U \cdot \Sigma S_{нагр} \tau_{пр1}}{3 \cdot \text{напр}}$	$q_2 = \frac{e_2}{\gamma \tau_{пр2}}$		
Расчетный	$\Delta U = 0,25\%$	$S_{сч} = 208 \text{ А}$, $\tau_{пр}$ доп $\Delta U = 0,416$ Ом, отдельный кабель для расчетного учета								
		110	$\frac{110}{34,5 \cdot 0,416} = 7,654$	2x4						
		115	$\frac{140}{34,5 \cdot 0,416} = 9,755$	3x10+1x6						
		140	$\frac{225}{34,5 \cdot 0,416} = 15,677$	3x16+1x10						
		230	$\frac{350}{34,5 \cdot 0,416} = 24,387$	3x25+1x16						
	$\Delta U = 0,5\%$	$S_{сч} = 208 \text{ А}$, $\tau_{пр}$ доп $\Delta U = 0,833$ Ом; отдельный кабель для расчетного учета								
		110	$\frac{110}{34,5 \cdot 0,833} = 3,928$	4						
		115	$\frac{140}{34,5 \cdot 0,833} = 4,87$	2x2,5						
		140	$\frac{225}{34,5 \cdot 0,833} = 7,829$	2x4						
		230	$\frac{285}{34,5 \cdot 0,833} = 9,917$	3x10+1x6						
Технический	$\Delta U = 1,5\%$	$\Sigma S_{нагр} = 1908 \text{ А}$, $\tau_{пр}$ доп $\Delta U = 0,263$ Ом								
		145	$\frac{145}{34,5 \cdot 0,263} = 15,981$	3x16+1x10	$\frac{145}{34,5 \cdot 16} = 0,263$	$\frac{145}{34,5 \cdot 10} = 0,42$	$\frac{0,263 + 0,42 \cdot L}{0,765^2}$	$\frac{3 \cdot 3 \cdot 210 \cdot 0,263 / 100}{3 \cdot 140}$	$\frac{45}{57 \cdot 0,319} = 2,475$	
		150	$\frac{225}{34,5 \cdot 0,263} = 24,797$	3x25+1x16	$\frac{225}{34,5 \cdot 16} = 0,261$	$\frac{225}{34,5 \cdot 16} = 0,408$	$\frac{0,261 + 0,408 \cdot L}{0,765^2}$	$\frac{1,5 \cdot 1,5 \cdot 210 \cdot 0,263 / 100}{3 \cdot 50}$	$\frac{60}{57 \cdot 0,448} = 2,349$	
		230	$\frac{290}{34,5 \cdot 0,263} = 31,961$	3x35+1x16	$\frac{290}{34,5 \cdot 25} = 0,24$	$\frac{290}{34,5 \cdot 16} = 0,525$	$\frac{0,24 + 0,525 \cdot L}{0,765^2}$	$\frac{3 \cdot 3 \cdot 210 \cdot 0,263 / 100}{3 \cdot 140}$	$\frac{50}{57 \cdot 0,357} = 2,457$	
		290	$\frac{290}{34,5 \cdot 0,263} = 31,961$	3x35+1x16	$\frac{290}{34,5 \cdot 25} = 0,24$	$\frac{290}{34,5 \cdot 16} = 0,525$	$\frac{0,24 + 0,525 \cdot L}{0,765^2}$	$\frac{1,5 \cdot 1,5 \cdot 210 \cdot 0,263 / 100}{3 \cdot 50}$	$\frac{70}{57 \cdot 0,5} = 2,456$	
	$\Delta U = 1,5\%$	$\Sigma S_{нагр} = 2108 \text{ А}$, $\tau_{пр}$ доп $\Delta U = 0,238$ Ом								
		130	$\frac{130}{34,5 \cdot 0,238} = 15,832$	3x16+1x10	$\frac{130}{34,5 \cdot 16} = 0,236$	$\frac{130}{34,5 \cdot 10} = 0,377$	$\frac{0,236 + 0,377 \cdot L}{0,765^2}$	$\frac{3 \cdot 3 \cdot 210 \cdot 0,238 / 100}{3 \cdot 140}$	$\frac{50}{57 \cdot 0,357} = 2,457$	
		135	$\frac{205}{34,5 \cdot 0,238} = 24,967$	3x25+1x16	$\frac{205}{34,5 \cdot 25} = 0,238$	$\frac{205}{34,5 \cdot 16} = 0,371$	$\frac{0,238 + 0,371 \cdot L}{0,765^2}$	$\frac{1,5 \cdot 1,5 \cdot 210 \cdot 0,238 / 100}{3 \cdot 50}$	$\frac{70}{57 \cdot 0,5} = 2,456$	
		210	$\frac{285}{34,5 \cdot 0,238} = 34,709$	3x35+1x16	$\frac{285}{34,5 \cdot 35} = 0,236$	$\frac{285}{34,5 \cdot 16} = 0,516$	$\frac{0,236 + 0,516 \cdot L}{0,765^2}$	$\frac{1,5 \cdot 1,5 \cdot 210 \cdot 0,238 / 100}{3 \cdot 20}$	$\frac{55}{57 \cdot 0,416} = 2,319$	
		285	$\frac{285}{34,5 \cdot 0,238} = 34,709$	3x35+1x16	$\frac{285}{34,5 \cdot 35} = 0,236$	$\frac{285}{34,5 \cdot 16} = 0,516$	$\frac{0,236 + 0,516 \cdot L}{0,765^2}$	$\frac{1,5 \cdot 1,5 \cdot 210 \cdot 0,238 / 100}{3 \cdot 20}$	$\frac{55}{57 \cdot 0,416} = 2,319$	

- 1) Определение нагрузки см. приложение 2 (СМ2-4)
- 2) Значения допустимых сопротивлений см. приложение 4 (СМ4-3)
- 3) Графики $q_1 = f(l_1)$ и $q_2 = f(l_2)$ см. приложение 5 (СМ5-2-19±21, 24)

Условные обозначения:

- ΔU - падение напряжения в кабеле;
- $\tau_{пр}$ доп ΔU - допустимое сопротивление провода по падению напряжения;
- $\tau_{пр}$ доп АВ - допустимое сопротивление провода по надежности действия автомата;
- $\Sigma S_{нагр}$ - суммарная нагрузка;
- $S_{рзл}$ - потребление устройств защиты и автоматики;
- $S_{изм}$ - потребление устройств измерения;
- $S_{сч}$ - потребление устройств учета

Алюбом 1

4.6.2. подл. Подпись и дата. Взам инв. №

Определение сечений проводов кабелей ТН 3xHKФ-330, 3xHДЕ-500-750 на шинах 330-750кВ

Приложение 5

Таблица СМ5-1-5

Таблица СМ5-1-8

Основная обмотка						Кабели по щиту								
Виды учета на линиях	Направление кабеля	Кабели от ТН до щита		Кабели по щиту		Направление кабеля	Расчетное сопротивление провода	Расчетное сечение провода (медь)	ТН	Направление кабеля	Диаметр кабеля, мм	ТН	Расчетное сечение провода (медь)	
		Расчетное сечение провода (алюминий)	Принятое сечение мм ²	Сопротивление провода по принятому сечению	Сопротивление нулевого провода									Расчетное сечение провода
		$q_1 = \frac{I_1}{\gamma \cdot Z_{пр доп}}$	мм ²	$\gamma_1 = \frac{U_1}{I_1 \cdot Z_{пр доп}}$	$\gamma_2 = \frac{U_2}{I_2 \cdot Z_{пр доп}}$		$Z_{пр} = \frac{U \cdot 100}{I \cdot S_{нагр}}$	$q_2 = \frac{I_2}{\gamma \cdot Z_{пр доп}}$					$q = \frac{I}{\gamma \cdot Z_{пр доп}}$	
Расчетный	ΔU = 0,25%	S ¹ сч = 408ВА; Z ² пр доп ΔU = 0,208 Ом; отдельный кабель для расчетного учета												
		110	$\frac{110}{34,5 \cdot 0,208} = 15,329$	3x16 + 1x10										
		115	$\frac{115}{34,5 \cdot 0,208} = 15,386$	3x25 + 1x16										
		175	$\frac{175}{34,5 \cdot 0,208} = 24,386$	3x25 + 1x16										
		180	$\frac{245}{34,5 \cdot 0,208} = 34,14$	3x35 + 1x16										
		245	$\frac{245}{34,5 \cdot 0,208} = 34,14$	3x35 + 1x16										
		250	$\frac{350}{34,5 \cdot 0,208} = 48,774$	3x50 + 1x25										
		350	$\frac{350}{34,5 \cdot 0,208} = 48,774$	3x50 + 1x25										
		S ¹ сч = 408ВА; Z ² пр доп ΔU = 0,416 Ом; отдельный кабель для расчетного учета												
		140	$\frac{140}{34,5 \cdot 0,416} = 9,754$	3x10 + 1x6										
145	$\frac{225}{34,5 \cdot 0,416} = 15,677$	3x16 + 1x10												
225	$\frac{225}{34,5 \cdot 0,416} = 15,677$	3x16 + 1x10												
250	$\frac{350}{34,5 \cdot 0,416} = 24,387$	3x25 + 1x16												
350	$\frac{350}{34,5 \cdot 0,416} = 24,387$	3x25 + 1x16												
Технический	ΔU = 1,5%	Σ S ¹ нагр = 260ВА, Z ² пр доп ΔU = 0,192 Ом												
		105	$\frac{105}{34,5 \cdot 0,192} = 15,815$	3x16 + 1x10	$\frac{105}{34,5 \cdot 16} = 0,190$	$\frac{105}{34,5 \cdot 10} = 0,304$	0,19 + 0,304 = 0,494							
		110	$\frac{165}{34,5 \cdot 0,192} = 24,911$	3x25 + 1x16	$\frac{165}{34,5 \cdot 25} = 0,191$	$\frac{165}{34,5 \cdot 16} = 0,299$	0,191 + 0,299 = 0,49							
		170	$\frac{230}{34,5 \cdot 0,192} = 34,722$	3x35 + 1x16	$\frac{230}{34,5 \cdot 35} = 0,19$	$\frac{230}{34,5 \cdot 16} = 0,417$	0,19 + 0,417 = 0,607							
		230	$\frac{230}{34,5 \cdot 0,192} = 34,722$	3x35 + 1x16	$\frac{230}{34,5 \cdot 35} = 0,19$	$\frac{230}{34,5 \cdot 16} = 0,417$	0,19 + 0,417 = 0,607							
		235	$\frac{330}{34,5 \cdot 0,192} = 49,819$	3x50 + 1x25	$\frac{330}{34,5 \cdot 50} = 0,191$	$\frac{330}{34,5 \cdot 25} = 0,383$	0,191 + 0,383 = 0,574							
		330	$\frac{330}{34,5 \cdot 0,192} = 49,819$	3x50 + 1x25	$\frac{330}{34,5 \cdot 50} = 0,191$	$\frac{330}{34,5 \cdot 25} = 0,383$	0,191 + 0,383 = 0,574							
		Σ S ¹ нагр = 300 ВА; Z ² пр доп ΔU = 0,167 Ом												
		95	$\frac{140}{34,5 \cdot 0,167} = 24,299$	3x25 + 1x16	$\frac{140}{34,5 \cdot 25} = 0,162$	$\frac{140}{34,5 \cdot 16} = 0,254$	0,162 + 0,254 = 0,416							
		140	$\frac{140}{34,5 \cdot 0,167} = 24,299$	3x25 + 1x16	$\frac{140}{34,5 \cdot 25} = 0,162$	$\frac{140}{34,5 \cdot 16} = 0,254$	0,162 + 0,254 = 0,416							
145	$\frac{200}{34,5 \cdot 0,167} = 34,113$	3x35 + 1x16	$\frac{200}{34,5 \cdot 35} = 0,165$	$\frac{200}{34,5 \cdot 16} = 0,362$	0,165 + 0,362 = 0,527									
200	$\frac{200}{34,5 \cdot 0,167} = 34,113$	3x35 + 1x16	$\frac{200}{34,5 \cdot 35} = 0,165$	$\frac{200}{34,5 \cdot 16} = 0,362$	0,165 + 0,362 = 0,527									
205	$\frac{285}{34,5 \cdot 0,167} = 49,456$	3x50 + 1x25	$\frac{285}{34,5 \cdot 50} = 0,165$	$\frac{285}{34,5 \cdot 25} = 0,330$	0,165 + 0,330 = 0,495									
285	$\frac{285}{34,5 \cdot 0,167} = 49,456$	3x50 + 1x25	$\frac{285}{34,5 \cdot 50} = 0,165$	$\frac{285}{34,5 \cdot 25} = 0,330$	0,165 + 0,330 = 0,495									
290	$\frac{350}{34,5 \cdot 0,167} = 60,748$	3x70 + 1x35	$\frac{350}{34,5 \cdot 70} = 0,145$	$\frac{350}{34,5 \cdot 35} = 0,289$	0,145 + 0,289 = 0,434									
350	$\frac{350}{34,5 \cdot 0,167} = 60,748$	3x70 + 1x35	$\frac{350}{34,5 \cdot 70} = 0,145$	$\frac{350}{34,5 \cdot 35} = 0,289$	0,145 + 0,289 = 0,434									

Место установки ТН	Дополнительная обмотка			
	Типы ТН	Направление кабеля	Диаметр кабеля, мм	Расчетное сечение провода (медь) q = $\frac{I}{\gamma \cdot Z_{пр доп}}$, мм ²
На шинах и линиях	HKФ-330	от ТН до панели РЗА	300	0,81 $\frac{300}{57 \cdot 0,81} = 5,498$
На линиях	HKФ-500			1,26 $\frac{300}{57 \cdot 1,26} = 4,177$
На шинах и линиях	HДЕ-500-750			0,61 $\frac{300}{57 \cdot 0,61} = 8,628$

- 1) Определение нагрузки см. приложение 2 (СМ5-5)
- 2) Значения допустимых сопротивлений см. приложение 4 (СМ4-4)
- 3) Графики $q_1 = f(l_1)$ и $q_2 = f(l_2)$ см. приложение 5 (СМ5-2-22+26)

Условные обозначения.

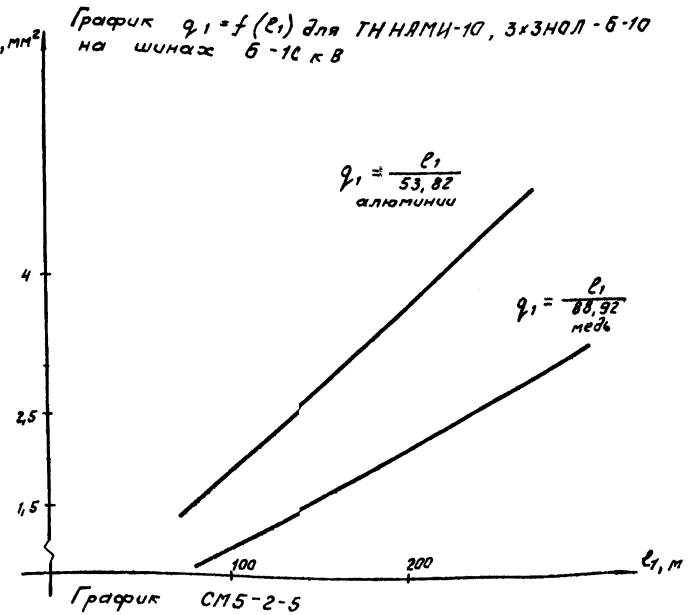
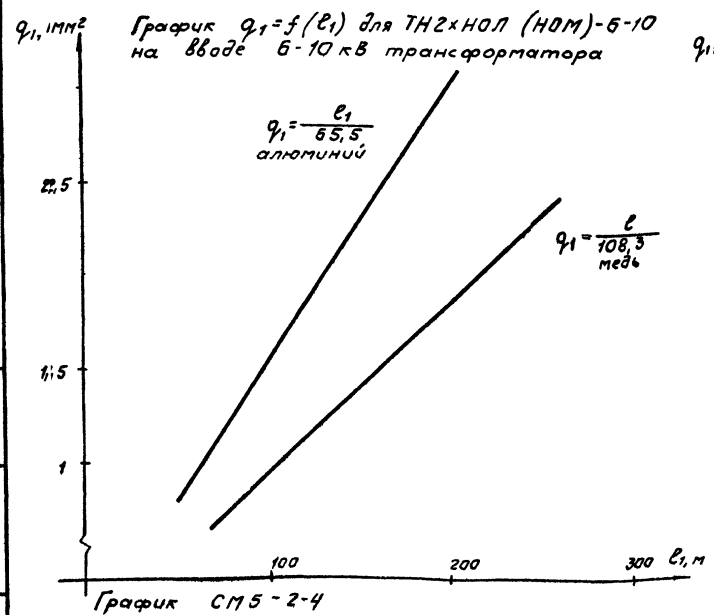
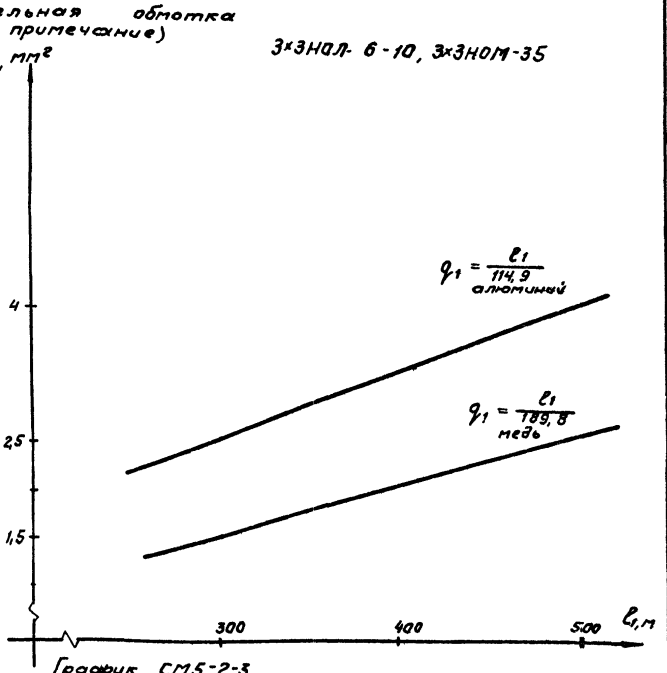
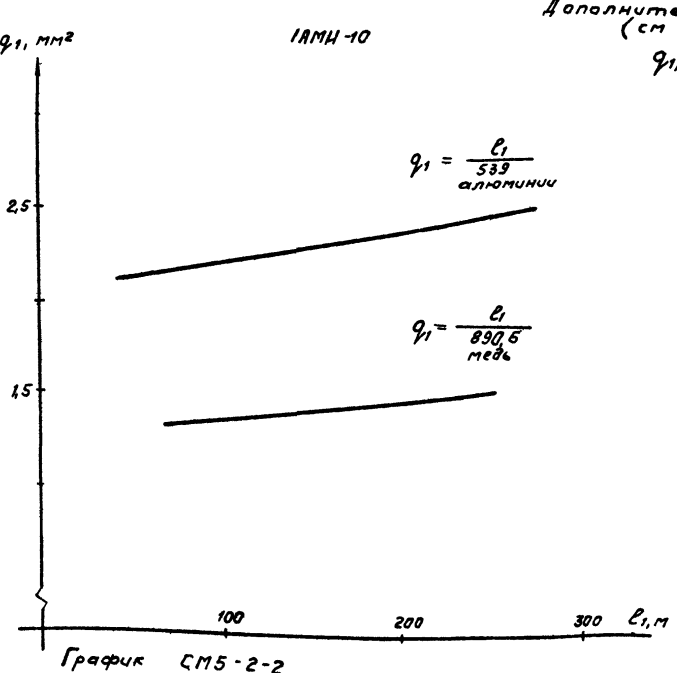
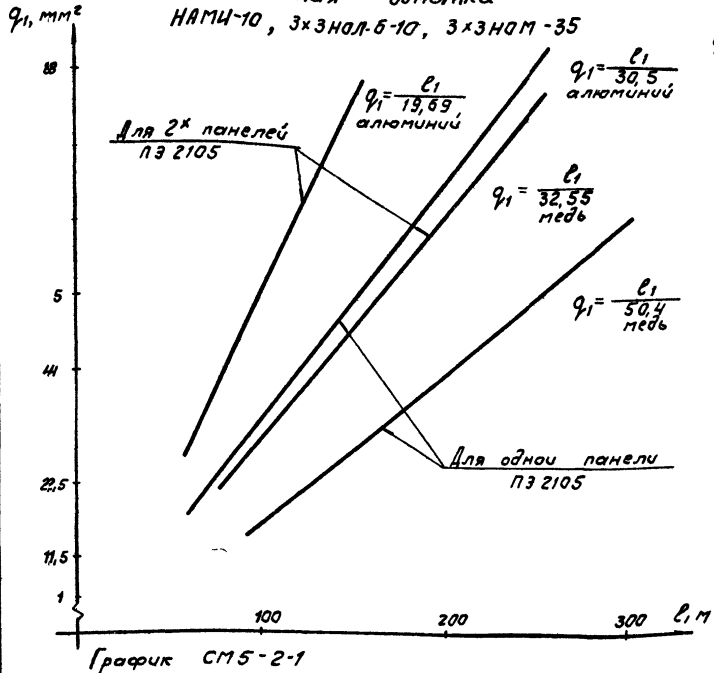
ΔU - падение напряжения в кабеле;
 Z² пр. доп. ΔU - допустимое сопротивление провода по падению напряжения;
 Z² пр. доп АВ - допустимое сопротивление провода по надежности действия автомата;
 Σ S¹ нагр - суммарная нагрузка;
 S¹ рза - потребление устройств защиты автомата;
 S¹ изм. - потребление устройств измерения;
 S¹ сч - потребление устройств учета.

407-03-48481-СМ5

Лист 4

Графики $q_1 = f(l_1)$ для ТН НАМИ-10, 3x3НОЛ-6-10, 3x3НОМ-35 на вводах 6-10-35 кВ автотрансформатора

Альбом 1



Условные обозначения

q_1 - сечение кабеля ТН-щит;

l_1 - длина кабеля ТН-щит

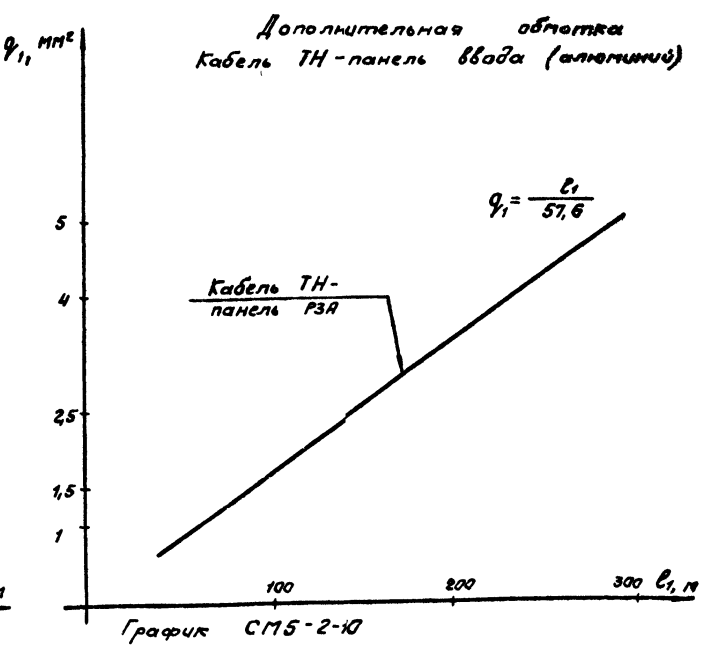
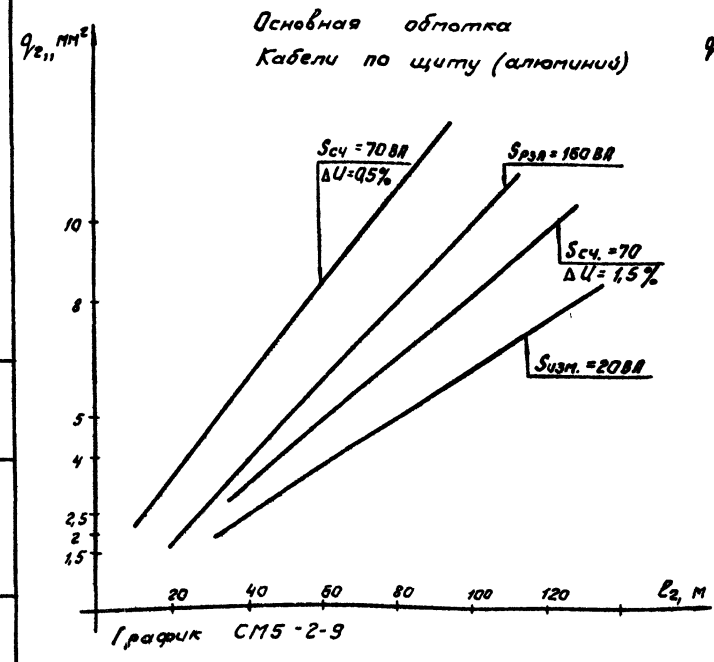
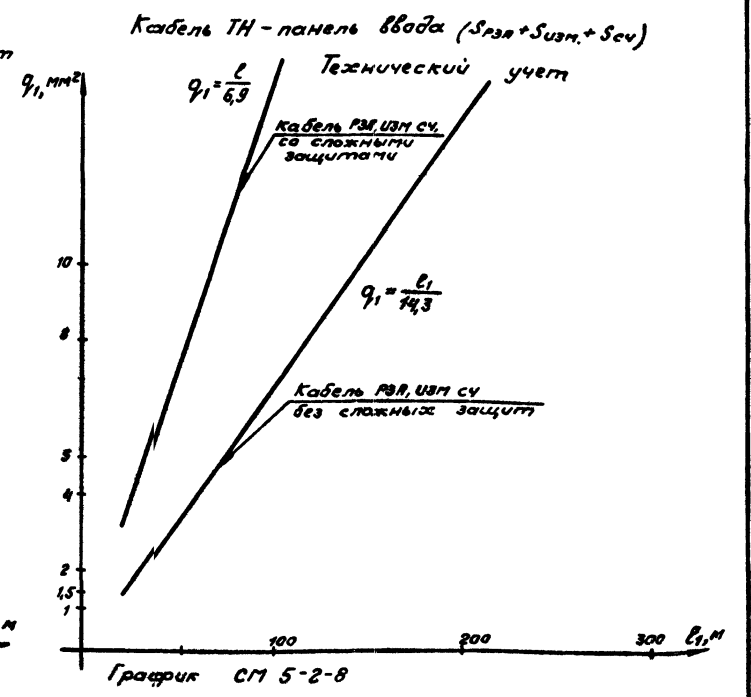
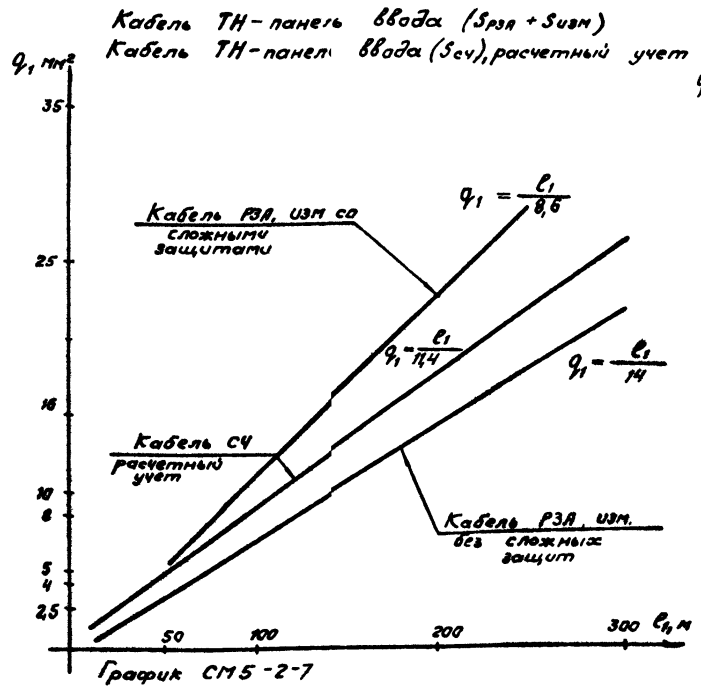
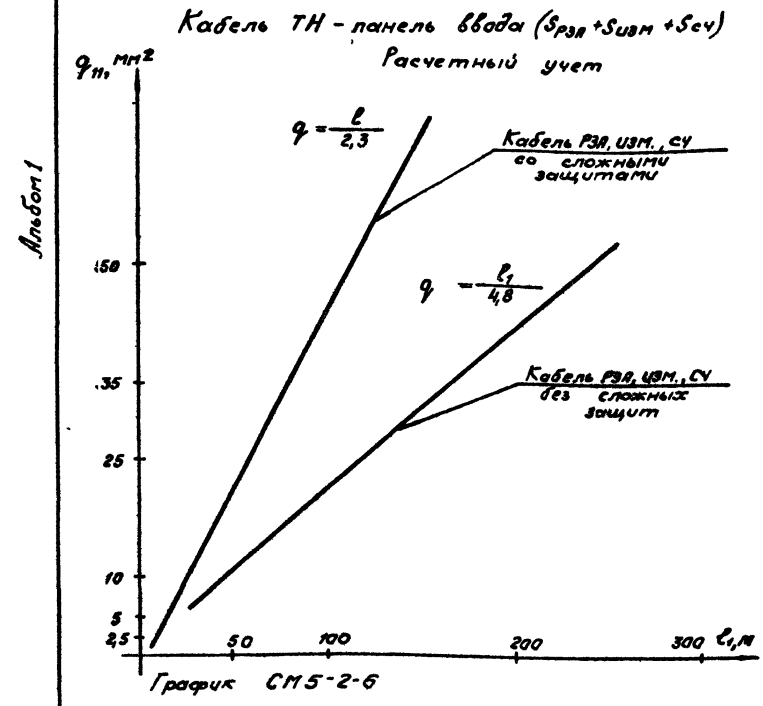
Примечание Кабели для дополнительной обмотки принимаются 1,5 мм² - по меди и 2,5 мм² - по алюминию

Л.Б.М. подл. Подпись и дата. Взам.инв.№.Л/

Графики $q_1 = f(l_1)$, $q_2 = f(l_2)$ для ТН 3хЗНОМ-35 на шинах 35 кВ
Основная обмотка.

Приложение 5

Кабели ТН - панель ввода (алюминий)



- Условные обозначения
- S_{P3A} - потребление устройствами P3A;
 - S_{U3M} - потребление устройствами U3M;
 - S_{C4} - потребление устройствами C4;
 - l_1 - длина кабеля ТН - щит;
 - l_2 - длина кабельных перемычек по щиту;
 - q_1 - сечение кабеля ТН - щит;
 - q_2 - сечение кабельных перемычек по щиту

q2 - сечение и длина кабеля по щиту

Графики $q_1 = f(l_1)$ и $q_2 = f(l_2)$ для ТНЗ НКФ-110-220 на линиях 110-220 кВ
 Пс на постоянном оперативном токе
 Основная обмотка

Кабель ТН - панель ввода ($\Sigma S_{нагр}$)

$\Sigma S_{нагр} = 70 \text{ ВА}$ ($S_{рзв} = 12 \text{ ВА}$, $S_{изм} = 48 \text{ ВА}$, $S_{сч} = 20 \text{ ВА}$)

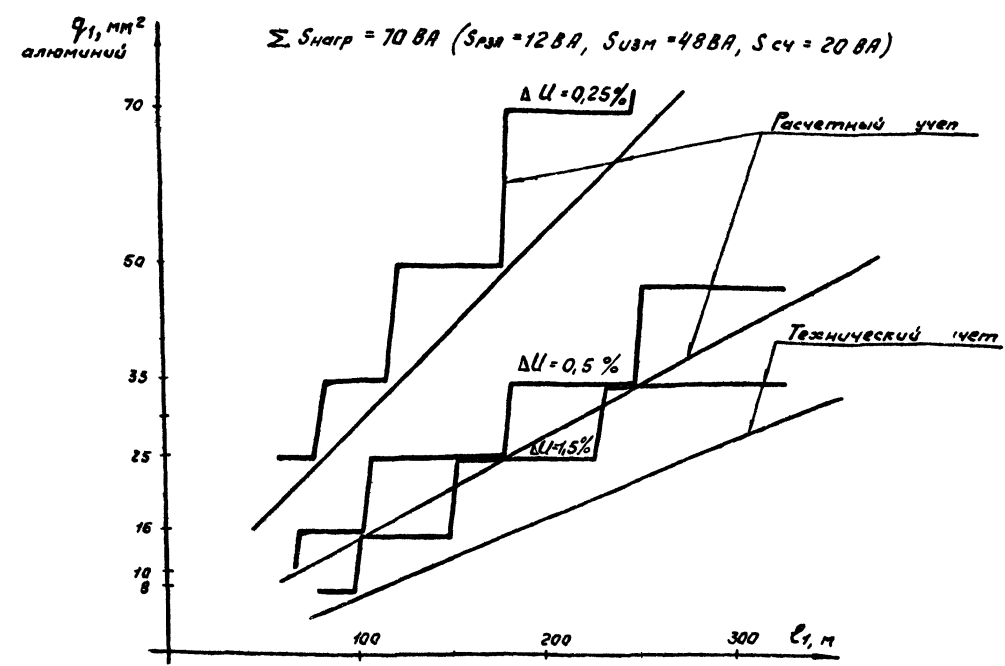


График СМ5-2-11

Условные обозначения

- $S_{рзв}$ - потребление устройствами РЗА;
- $S_{изм}$ - потребление устройствами изм;
- $S_{сч}$ - потребление устройствами сч;
- l_1 - длина кабеля ТН - щит,
- q_1 - сечение кабеля ТН - щит,
- l_2 - длина кабельных перемычек по щиту,
- q_2 - сечение кабельных перемычек по щиту,
- - принятое сечение кабеля
- - расчетное сечение кабеля

Кабели по щиту

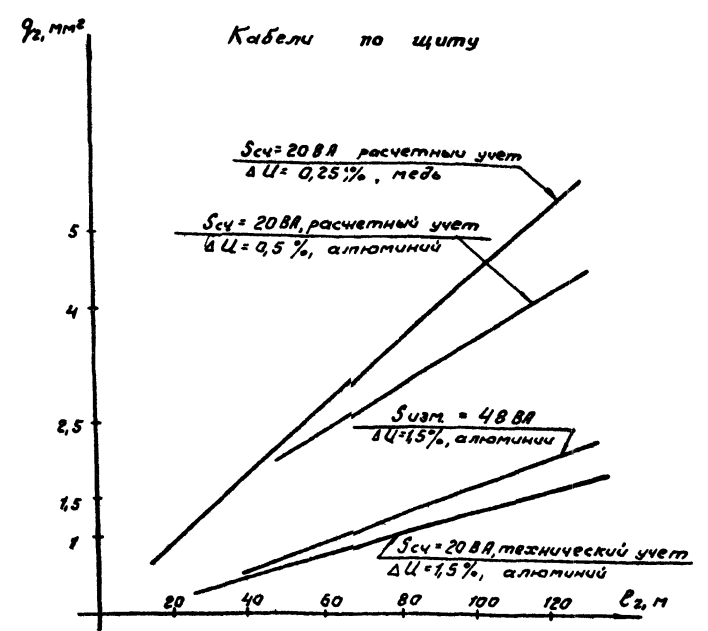


График СМ5-2-12

- Примечания
- 1 Кабельные перемычки по щиту устройств РЗА принимаются 15 мм^2 - по меди и 25 мм^2 - по алюминию
 - 2 График для дополнительной обмотки ТН см СМ5-2-17 (лист 9)

Левом 1

Лист 7 из 7

Графики $q_1 - f(l_1)$ и $q_2 - f(l_2)$ для ТН 3xHKФ 110-220 на линиях 110-220 кВ
 ПС на выпрямленном оперативном токе
 Основная обмотка

Кабель ТН-панель ввода ($\Sigma S_{нагр}$)
 Кабель ТН-панель ввода ($S_{рзв} + S_{изм}$)
 Кабель ТН-панель ввода счетчиков ($S_{сч}$)

Кабели по щиту

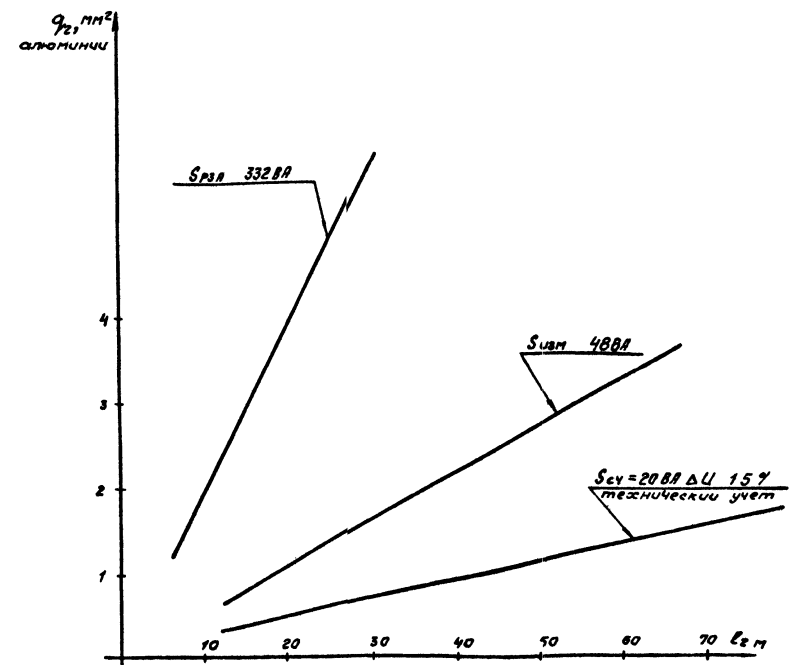
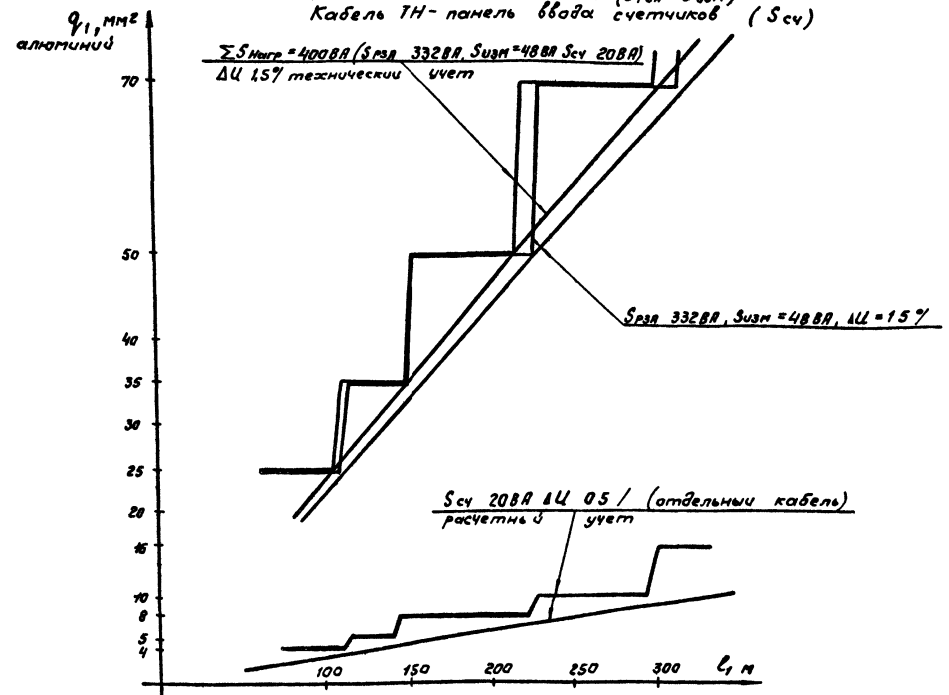


График СМ 5-2 13

График СМ 5 2 141

Условные обозначения

- $S_{рзв}$ - потребление устройствами РЗА,
- $S_{изм}$ - потребление устройствами ИЗМ,
- $S_{сч}$ - потребление устройствами СЧ,
- - принятое сечение кабеля,
- - расчетное сечение кабеля

- l_1 - длина кабеля ТН-щит
- q_1 - сечение кабеля ТН-щит,
- l_2 - длина кабельных перемычек по щиту,
- q_2 - сечение кабельных перемычек по щиту

Анбор 1

Лист 8 из 8

Графики $q_1 = f(l_1)$ и $q_2 = f(l_2)$ для ТН 3хНКФ-110-220 на шинах 110-220 кВ
Основная обмотка

Приложение 5

Кабель ТН-панель РПР ($S_{сч}$)

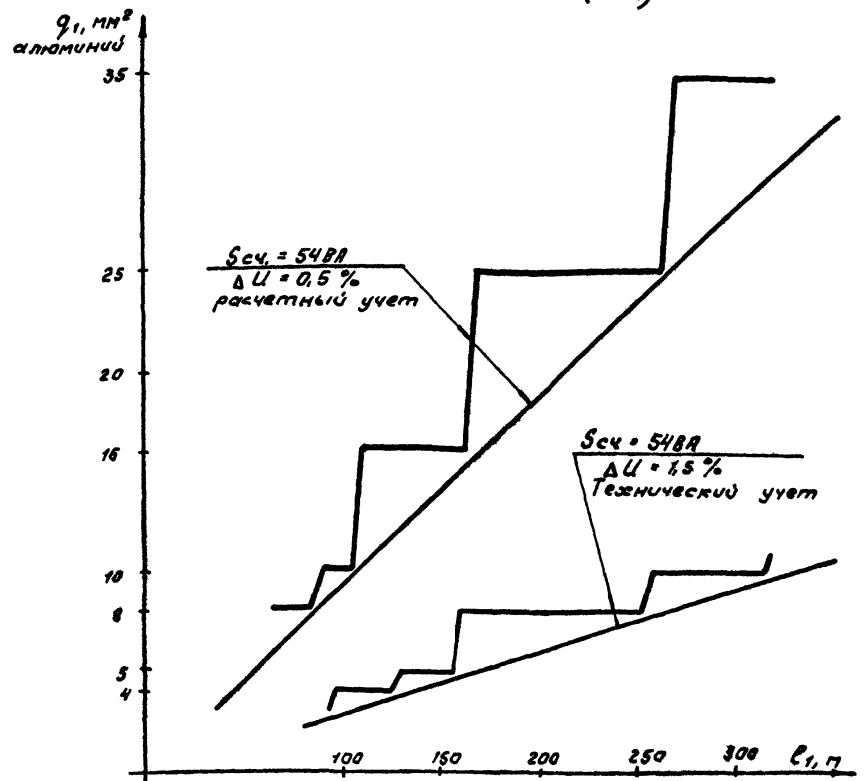


График СМ5-2-15

Кабель ТН-панель РПР ($S_{рзв} + S_{изм}$)

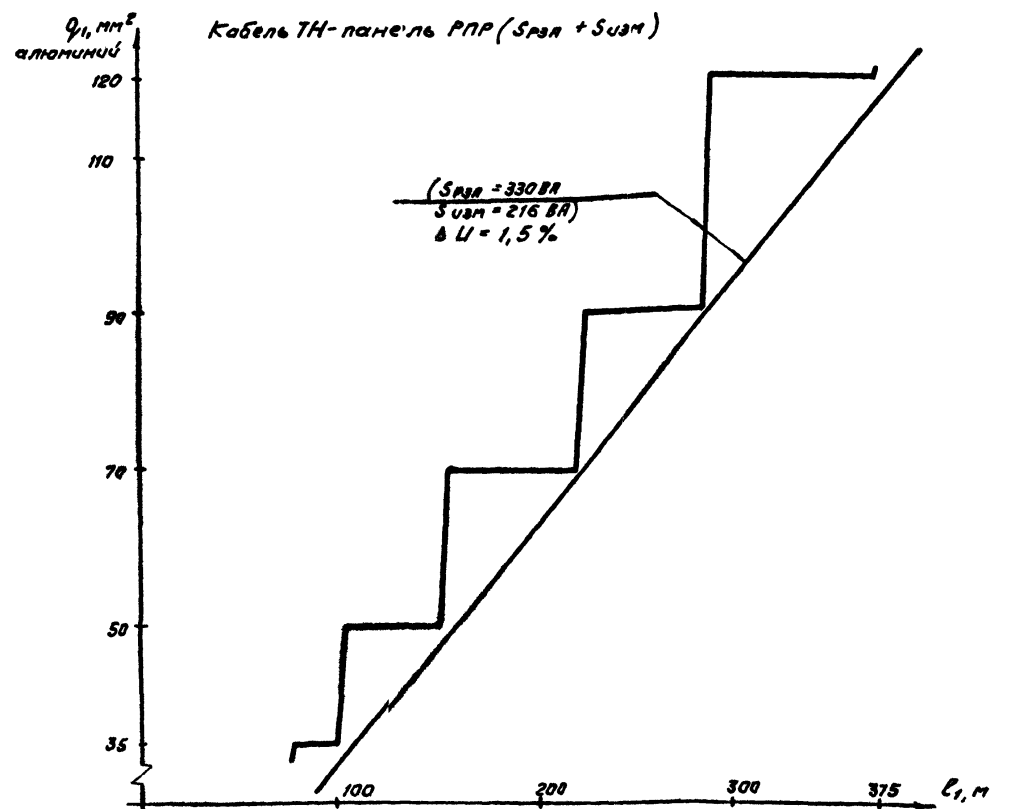


График СМ5-2-16

Дополнительная обмотка
Кабель ТН-панель РПР (алюминий)

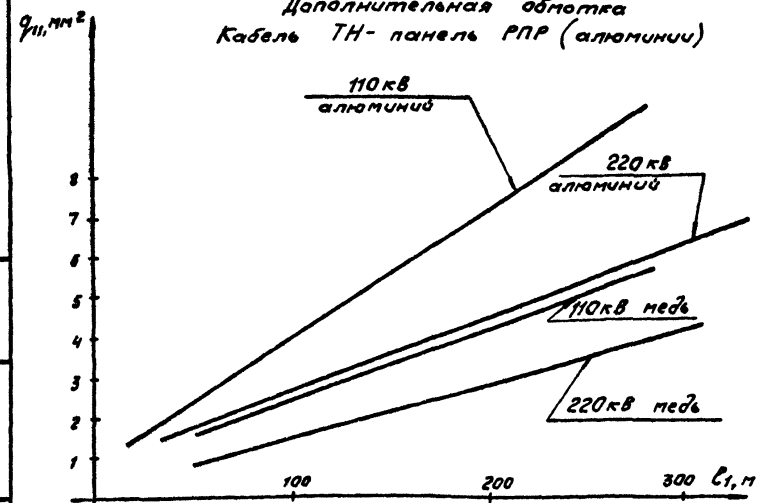


График СМ5-2-17

Кабели по щиту (алюминий)

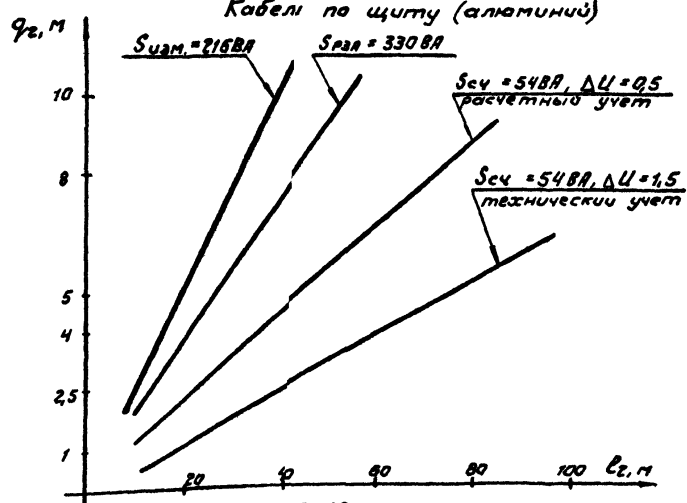


График СМ5-2-18

Условные обозначения

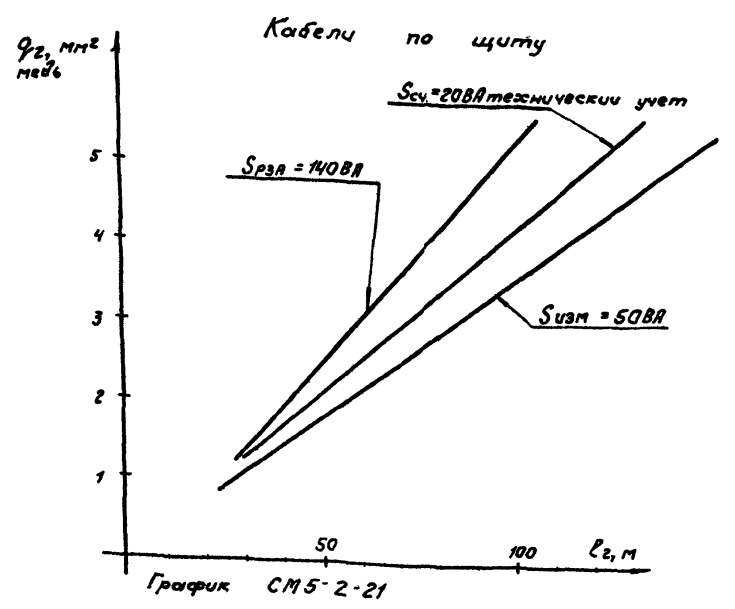
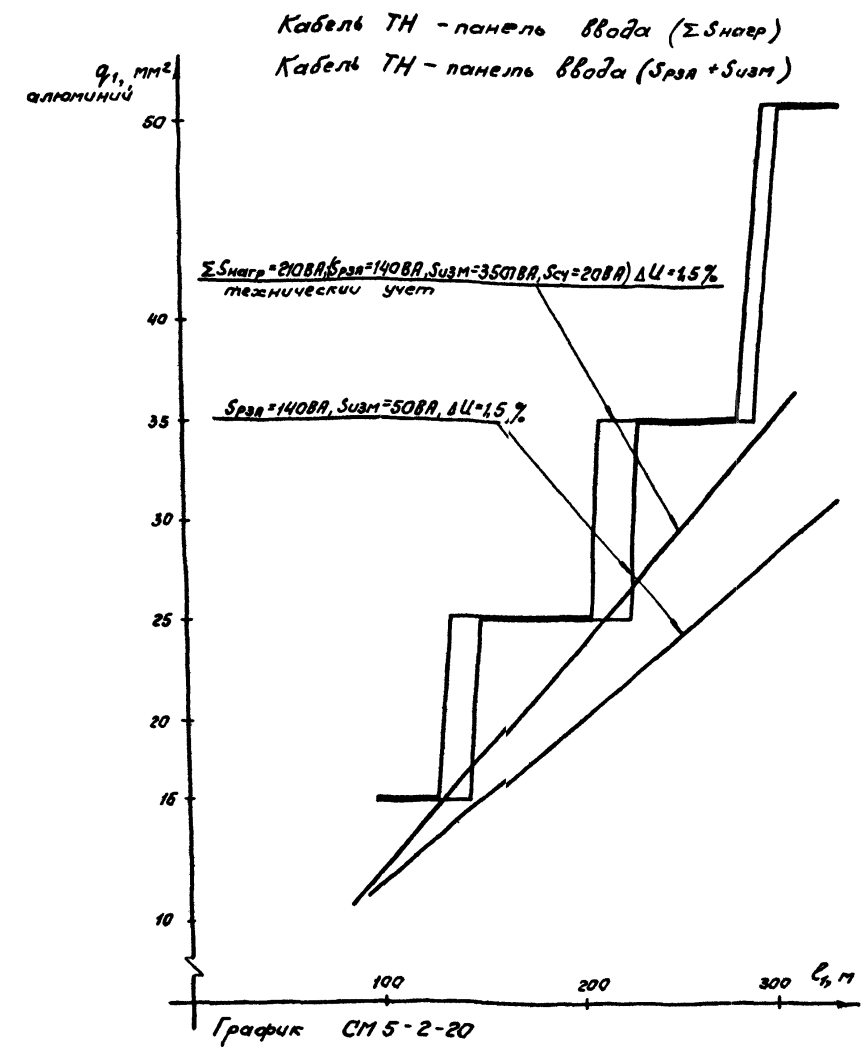
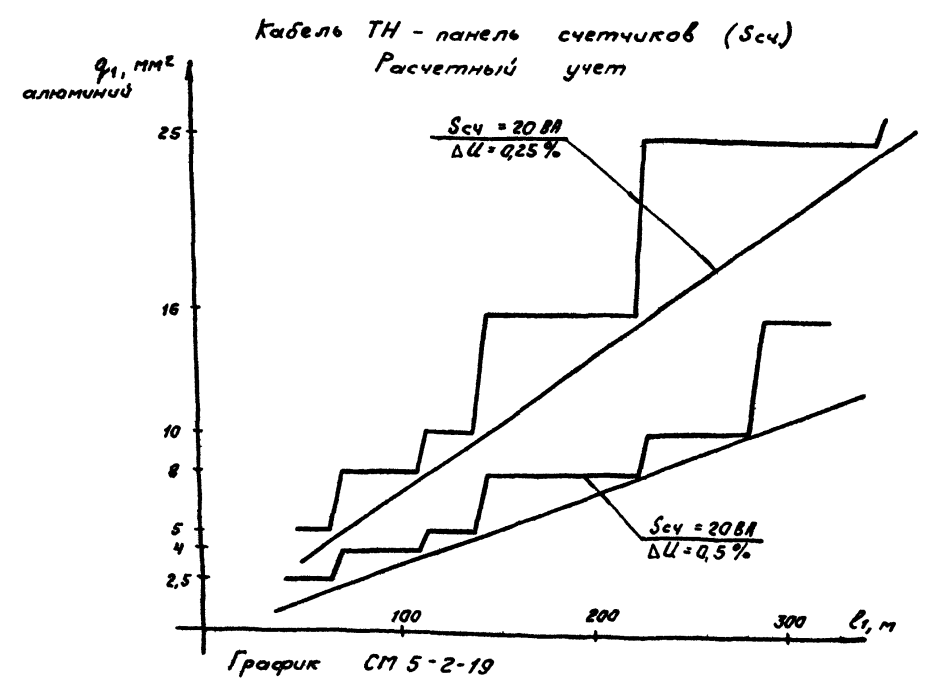
- РПР - реле-повторители разветвителей шин;
- $S_{рзв}$ - потребление устройствами РЗА;
- $S_{изм}$ - потребление устройствами Изм;
- $S_{сч}$ - потребление устройствами сч;
- l_1 - длина кабеля ТН - щит,
- q_1 - сечение кабеля ТН- щит,
- l_2 - длина кабельных перемычек по щиту,
- q_2 - сечение кабельных перемычек по щиту;
- - принятое сечение,
- - расчетное сечение

Льбов 1

Шифр листа, название и дата выдачи листа

Графики $q_1 = f(l_1)$ и $q_2 = f(l_2)$ для ТН 3хНКФ-330-750, 3хНДЕ-500-750 на линиях 330-750 кВ
Основная обмотка

Приложение 5



Условные обозначения

$S_{рзл}$ - потребление устройствами РЗА,
 $S_{изм}$ - потребление устройствами ИЗМ,
 $S_{сч}$ - потребление устройствами СЧ,
— - принятое сечение;
— - расчетное сечение,

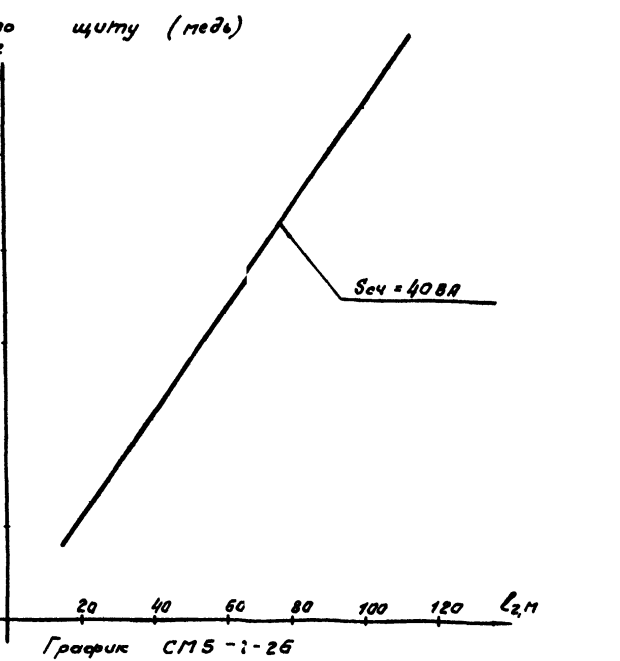
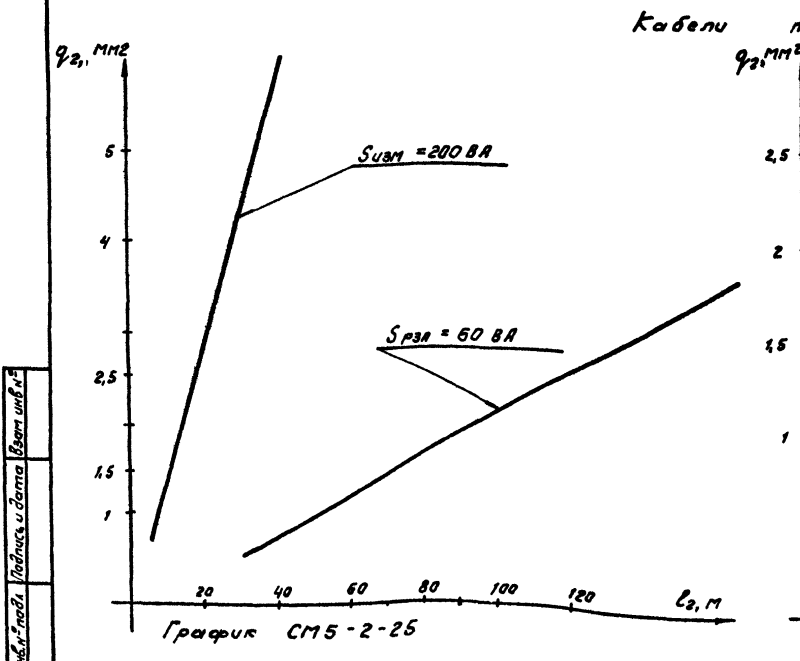
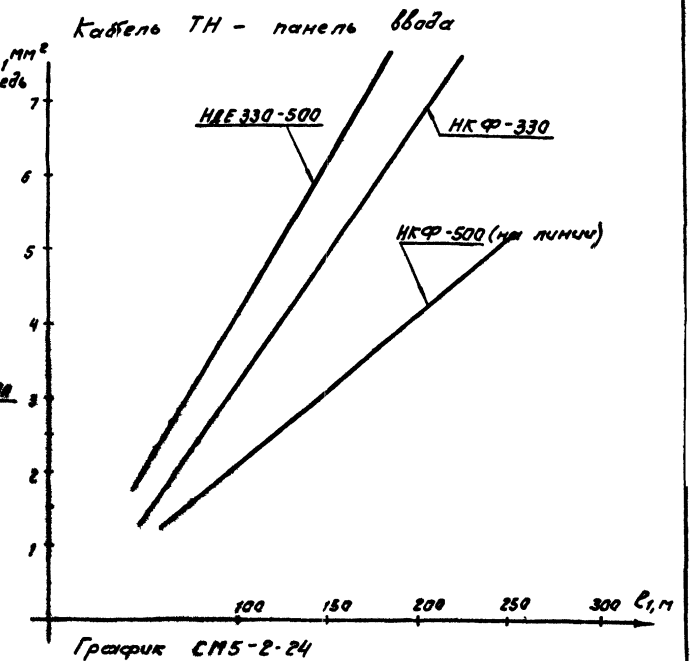
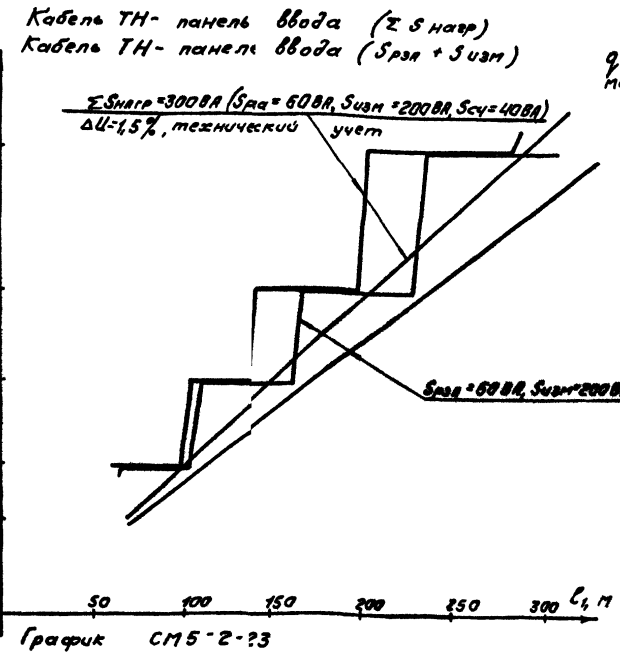
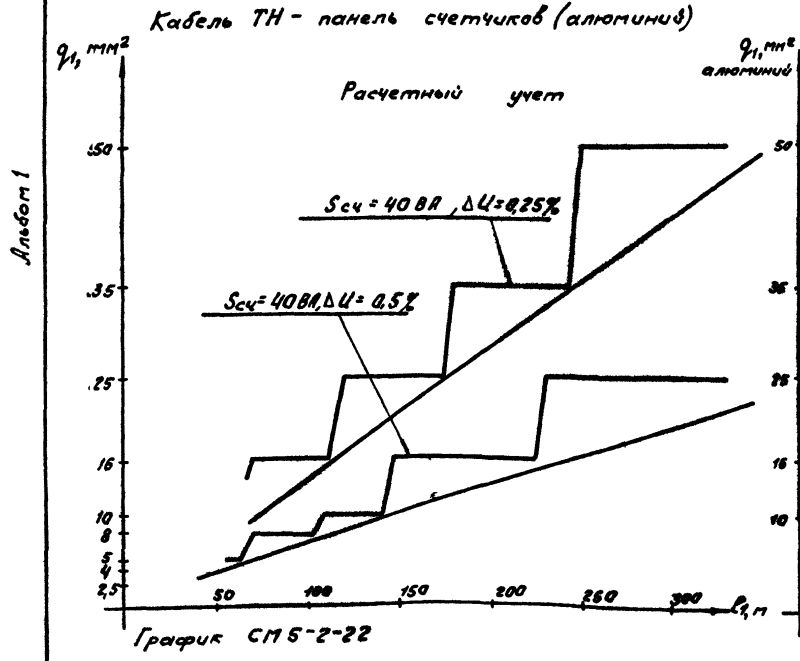
l_1 - длина кабеля ТН - щит;
 q_1 - сечение кабеля ТН - щит;
 l_2 - длина кабельных перемычек по щиту,
 q_2 - сечение кабельных перемычек по щиту
Примечание График для дополнительной обмотки ТН см СМ 5-2-24 лист 11

Миллиом 1

Для учета в 2-х районах и в 3-х районах

Графики $q_1=f(l_1)$ и $q_2=f(l_2)$ для ТН 3xНКФ-330, 3xНДЕ-500-750 на шинах 330-750 кВ
Основная обмотка

Дополнительная обмотка



- Условные обозначения
- $S_{рзл}$ - потребление устройствами РЗА;
 - $S_{изм}$ - потребление устройствами Изм;
 - $S_{сч}$ - потребление устройствами СЧ;
 - l_1 - длина кабеля ТН-щит,
 - q_1 - сечение кабеля ТН-щит,
 - l_2 - длина кабельных перемычек по щиту;
 - q_2 - сечение кабельных перемычек по щиту;
 - - принятое сечение,
 - - расчетное сечение

Шкала по: Полюсы и дата ввешивания