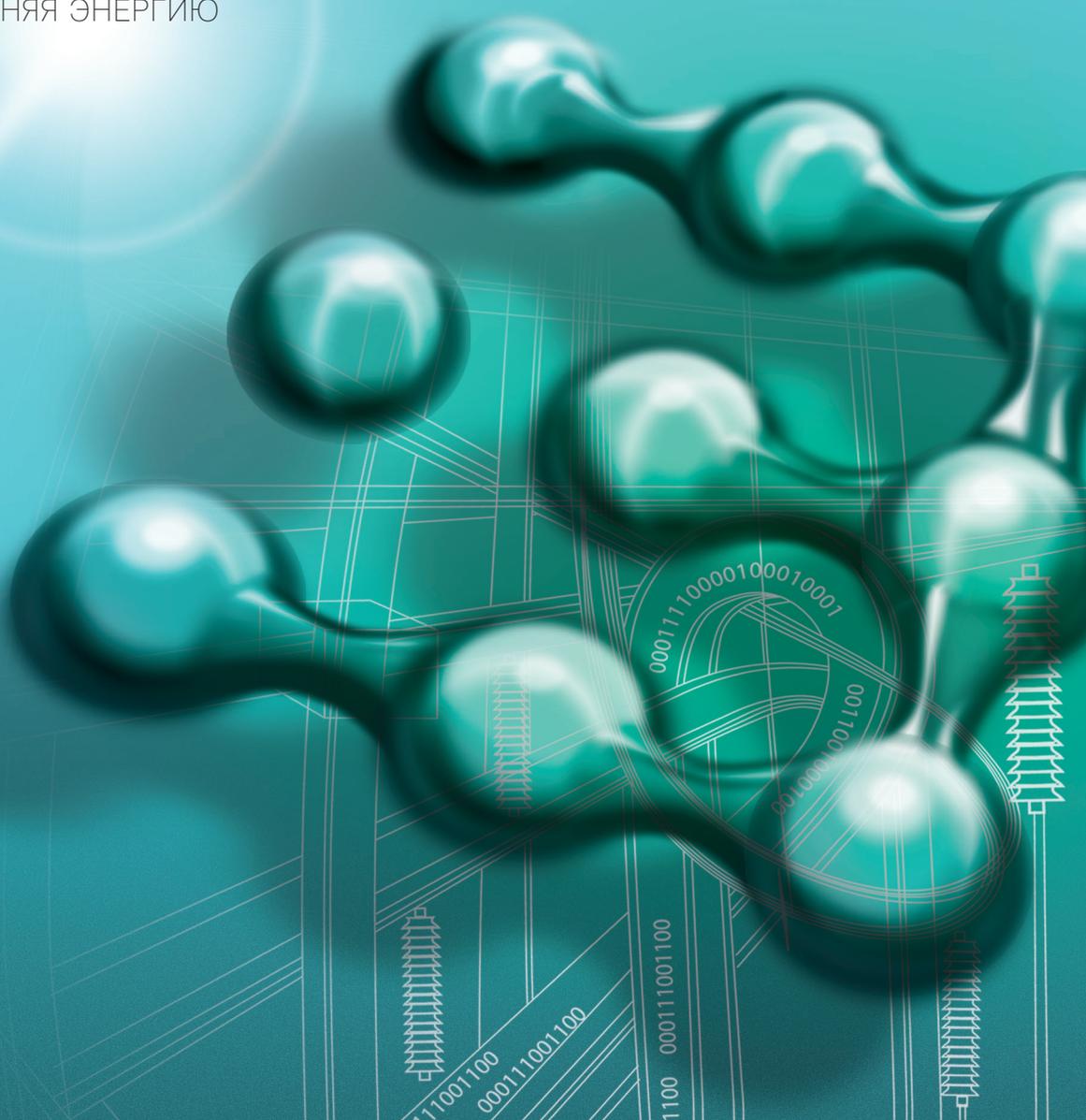


# РЗА ПОДСТАНЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ • ТОМ 3

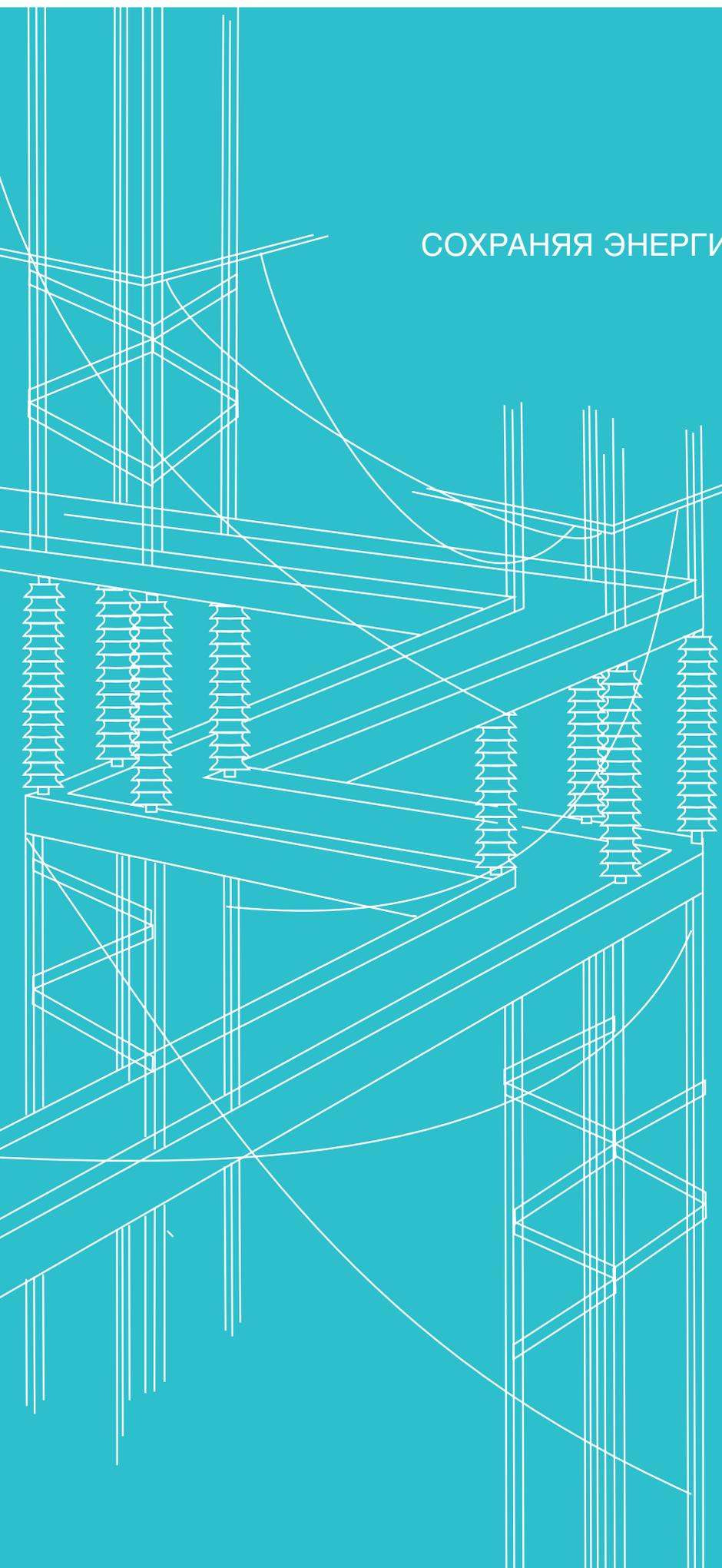
## РЗА ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Издание 8 • 2016

СОХРАНЯЯ ЭНЕРГИЮ



СОХРАНЯЯ ЭНЕРГИЮ





# СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ .....	2
• Список сокращений .....	3
• Шкафы серии ШЭ2607 .....	4
ОТРАСЛЕВАЯ АТТЕСТАЦИЯ ШКАФОВ .....	7
ПОРЯДОК ЗАКАЗА. СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ .....	8
ТАБЛИЦА НАЗНАЧЕНИЙ ШКАФОВ СЕРИЙ ШЭ2607 150/160/170/180 .....	9
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ КОМПЛЕКТОВ ШКАФОВ РЗА .....	10
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ТЕРМИНАЛОВ РЗА .....	11
ИДЕОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ УРОВ .....	12
ШКАФЫ РЗА СЕРИИ ШЭ2607	
• ШЭ2607 041 (ШЭ2607 041041) .....	14
• ШЭ2607 041073 .....	15
• ШЭ2607 045 (ШЭ2607 045045) .....	16
• ШЭ2607 045073 .....	17
• ШЭ2607 048 (ШЭ2607 048048) .....	18
• ШЭ2607 048073 .....	19
• ШЭ2607 073 .....	20
• ШЭ2607 157 .....	21
• ШЭ2607 150 .....	22
• ШЭ2607 151 .....	24
• ШЭ2607 152 .....	26
• ШЭ2607 153 .....	28
• ШЭ2607 154 .....	29
• ШЭ2607 155 .....	30
• ШЭ2607 156 .....	31
• ШЭ2607 161...164 .....	32
• ШЭ2607 171...174 .....	33
• ШЭ2607 175 (ШЭ2607 176) .....	34
• ШЭ2607 177 (ШЭ2607 178) .....	35
• ШЭ2607 179 .....	36
• ШЭ2607 181...184 .....	37
КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВОК .....	38
СВЯЗЬ С АСУ ТП .....	39
СХЕМЫ ПРОЕЗДА .....	44



Специфическими источниками питания систем электроснабжения (СЭС) при напряжениях 35–220 кВ являются главные понижающие подстанции ПС промышленных предприятий (ГПП), ПС аналогичных напряжений железнодорожного транспорта и ПС глубоких вводов высоких напряжений (ПГВ) в жилых районах городов. Определяющими принципами схем ГПП и ПГВ являются: двухтрансформаторные ПС 220 (110)/6(10) кВ; в ряде случаев – трансформаторы с расщепленными обмотками вторичного напряжения для ограничения токов короткого замыкания и развитые распределительные устройства 6(10) кВ, обеспечивающие возможность присоединения многих линий и оперативную гибкость данной схемы.

Подстанции 35–220/6(10) кВ могут выполняться как с открытыми распределительными устройствами (ОРУ) высшего напряжения, расположенными на территории, прилегающей к зданию, в котором размещаются РУ 6(10) кВ, диспетчерский пункт и др., так и с закрытыми РУ (ЗРУ) всех номинальных напряжений. Реализуются ПС с РУ 35–220 кВ из герметичных комплектных ячеек с элегазовой изоляцией (КРУЭ) и с закрытой установкой трансформаторов 35–220/6(10) кВ с принудительным охлаждением.

Сети 6–35 кВ могут быть выполнены с изолированной нейтралью, с нейтралью, заземлённой через высокоомный или низкоомный резистор, с наличием в нейтрали дугогасящего реактора, поэтому защита от коротких замыканий в данных сетях должна распознавать только многофазные повреждения, а защита от однофазного замыкания на землю действует на сигнал или, при необходимости, на отключение. В данных сетях характерно применение реле тока с зависимой или комбинированной характеристикой срабатывания.

Линии 6(10) кВ выполнены как радиальные с односторонним питанием, поэтому защита сетей низкого напряжения 6(10) кВ от короткого замыкания (КЗ) выполняется токовой ступенчатой. Для обеспечения бесперебойного питания потребителей предусматривается АПВ линии и АВР. На линиях обычно используется единственная защита, которая должна осуществлять и дальнейшее резервирование.

Линии 20–35 кВ имеют как радиальную, так часто и кольцевую конфигурацию, параллельные цепи, в них возможно наличие двух источников питания. На радиальных линиях используется единственная защита, которая должна осуществлять и дальнейшее резервирование. В разветвлённых сетях применяются токовые направленные ступенчатые защиты и дистанционные защиты. Допускаются неселективные отключения первыми ступенями, исправляемые АПВ.

На понижающих подстанциях с высшим напряжением 220 (110) кВ и с двумя напряжениями 35 и 6(10) кВ обычно применяют два трехобмоточных трансформатора 220(110)/35/6(10) кВ.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

Сокращенное название	Полное название
АВР	автоматический ввод резерва
АО	автоматика охлаждения
АПВ	автоматическое повторное включение
АУВ	автоматика управления выключателя
АЧР	автоматическая частотная разгрузка
ВН	высшее напряжение
ГЗТ	газовая защита трансформатора
ДЗТ	дифференциальная защита трансформатора
ЗДЗ	защита от дуговых замыканий
ЗМН	защита минимального напряжения
ЗОЗЗ	защита от однофазных замыканий на землю
ЗП	защита от перегрузки
ЗПН	защита от повышения напряжения
ЗНР	защита от несимметричного режима
КЗ	короткое замыкание
ЛЗШ	логическая защита шин
МТЗ	максимальная токовая защита
НН	низшее напряжение
ОВ	обходной выключатель
ПАА	противоаварийная автоматика
РЗА	релейная защита и автоматика
РН	реле напряжения
РНМ	реле направления мощности
РПВ	реле положения включено
РПН	устройство регулирования напряжения под нагрузкой
РПО	реле положения отключено
РТ	реле тока
СН	среднее напряжение
Т	трансформатор
ТЗНП	токовая защита нулевой последовательности
ТН	трансформатор напряжения
ТТ	трансформатор тока
УРОВ	устройство резервирования отказа выключателя
ЧАПВ	частотное автоматическое повторное включение



## РЗА ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ





Серия шкафов ШЭ2607 релейной защиты и автоматики подстанционного оборудования напряжением 6–220 кВ на базе микропроцессорных терминалов серий БЭ2704 и БЭ2502.

- ШЭ2607 041 – защита трансформатора (комплект с терминалом БЭ2704);
- ШЭ2607 041041 – защита трансформатора (комплекты А1 и А2 с терминалом БЭ2704);
- ШЭ2607 041073 – защита трансформатора и автоматика управления выключателем стороны ВН (комплекты А1 и А2 с терминалами БЭ2704);
- ШЭ2607 045 – защита трансформатора для схемы «мостик» (комплект с терминалом БЭ2704);
- ШЭ2607 045045 – защита трансформатора для схемы «мостик» (комплекты А1 и А2 с терминалом БЭ2704);
- ШЭ2607 045073 – защита трансформатора и АУВ стороны ВН для схемы «мостик» (комплекты А1 и А2 с терминалом БЭ2704);
- ШЭ2607 048 – защита двухобмоточного трансформатора (комплект с терминалом БЭ2704);
- ШЭ2607 048048 – защита двухобмоточных трансформаторов (комплекты А1 и А2 с терминалами БЭ2704);
- ШЭ2607 048073 – защита двухобмоточного трансформатора и автоматика управления выключателем стороны ВН (комплекты А1 и А2 с терминалами БЭ2704);
- ШЭ2607 073 – резервные защиты трансформатора и автоматики управления выключателем (комплект с терминалом БЭ2704);
- ШЭ2607 150 – защиты и автоматика двухобмоточного трансформатора (комплекты А1 и А2 с терминалами БЭ2704, комплект А3 с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 151 – защиты и автоматика двухобмоточного (трехобмоточного) трансформатора для схемы «мостик» (комплекты А1 и А2 с терминалами БЭ2704, комплект А3 с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 152 – защиты и автоматика трехобмоточного трансформатора (комплекты А1 и А2 с терминалами БЭ2704, комплект А3 с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 153 – защиты и автоматика двухобмоточного трансформатора (комплект А1 с терминалом БЭ2704, комплект А2 с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 154 – защиты и автоматика двухобмоточного (трехобмоточного) трансформатора для схемы «мостик» (комплект А1 с терминалом БЭ2704, комплект А2 с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 155 – защиты и автоматика трехобмоточного трансформатора (защита, регулирование под нагрузкой) (комплект А1 с терминалом БЭ2704, комплект А2 с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 156 – регулирование под нагрузкой (комплект с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 157 – регулирование под нагрузкой (2 комплекта с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 161 – защиты, автоматика и управление ввода 6–35 кВ (1 комплект с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 162 – защиты, автоматика и управление вводов 6–35 кВ (2 комплекта с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 163 – защиты, автоматика и управление вводов 6–35 кВ (3 комплекта с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 164 – защиты, автоматика и управление вводов 6–35 кВ (4 комплекта с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 171 – защиты ВЛ, автоматика и управление линейным выключателем 6–35 кВ (1 комплект с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 172 – защиты ВЛ, автоматика и управление линейным выключателем 6–35 кВ (2 комплекта с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 173 – защиты ВЛ, автоматика и управление линейным выключателем 6–35 кВ (3 комплекта с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 174 – защиты ВЛ, автоматика и управление линейным выключателем 6–35 кВ (4 комплекта с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 175 – защиты, автоматика и управление секционным выключателем 6–35 кВ (1 комплект с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 176 – защиты, автоматика и управление секционным выключателем 6–35 кВ (2 комплекта с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 177 – трансформатор напряжения секции 6–35 кВ (1 комплект с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 178 – трансформатор напряжения секции 6–35 кВ (2 комплекта с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 179 – защиты, автоматика управления секционным выключателем и трансформаторы напряжения секции 6–35 кВ (3 комплекта с терминалом БЭ2502);
- ШЭ2607 181 – дистанционная, токовая защиты линии, автоматика и управления выключателем 6–35 кВ (для одного ввода);
- ШЭ2607 182 – дистанционная, токовая защиты линии, автоматика и управления выключателем 6–35 кВ (для двух вводов);
- ШЭ2607 183 – дистанционная, токовая защиты линии, автоматика и управления выключателем 6–35 кВ (для трех вводов);
- ШЭ2607 184 – дистанционная, токовая защиты линии, автоматика и управления выключателем 6–35 кВ (для четырех вводов);

Схемы АУВ учитывают конкретный тип выключателя и параметры обмоток электромагнитов управления. При реализации УРОВ используется принцип индивидуального устройства. Возможны различные варианты реализации выходных цепей шкафов защит в зависимости от первичных схем подключения оборудования.

## ОТРАСЛЕВАЯ АТТЕСТАЦИЯ

ОАО «ФСК ЕЭС» согласовало ТУ на терминалы РЗА серии БЭ2704, шкафы РЗА серии ШЭ2607 и разрешает применение данного оборудования на объектах ЕНЭС.

ОАО «АК «Транснефть» включило техническую документацию на шкафы серии ШЭ2607 в «Реестр ТУ и ПМИ №54-09»:

Учетный № записи	Обозначение нормативного документа	Наименование нормативного документа
2435	ТУ 3433-016.01-20572135-2007	Шкафы защит присоединений напряжением 110 и 220 кВ серии ШЭ2607
2436	ПМИ 2607-2007	Программа и методика приемо-сдаточных испытаний шкафов серии ШЭ2607

С Росатомнадзором согласованы ТУ на выпуск шкафов РЗА серии ШЭ2607 по 4-му классу безопасности. По результатам испытаний в аккредитованном ИЦ ФГУП НИИИТ (протокол № 891-041/ИЦ ЭМС-09 ПИ от 30.09.2009 г.) шкафы РЗА серии ШЭ2607 соответствуют требованиям электромагнитной совместимости по ГОСТ 50746-2000 и ГОСТ 51317.6.5-2006 (МЭК 61000-6-5-2001).

По результатам испытаний в аккредитованном ИЦ ПС ОАПВ «ВНИКТИ» (протокол № ИЦ ПС-17-09 от 25.09.2009 г.) шкафы РЗА серии ШЭ2607 в части воздействия внешних механических факторов соответствуют требованиям ГОСТ 17516.1-90 по группе механического исполнения М40.

По результатам испытаний ОАО «ВНИИАМ» (протокол № 56-03-09 от 26.03.2009 г.) шкафы РЗА серии ШЭ2607 соответствуют требованиям ГОСТ 17516.1-90, ГОСТ 16962.2-90 в части сейсмостойкости при сейсмических воздействиях интенсивностью 9 баллов (по шкале MSK-64), высотная отметка до +30 м.



## ПОРЯДОК ЗАКАЗА

Состав защит определяется Заказчиком в соответствии с требованиями ПУЭ и заводоизготовителей основного оборудования. Логика взаимодействия функций защит определяется типовым исполнением и дополнительными требованиями Заказчика.

Индивидуальные Карты заказа заполняются на:

- каждый шкаф;
  - программное обеспечение;
  - оборудование связи для построения локальной сети.
- Заказ программного обеспечения и оборудования связи осуществляется для каждого энергетического объекта.

## СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ ТИПОИСПОЛНЕНИЙ ШКАФОВ СЕРИИ ШЭ2607 С ТЕРМИНАЛАМИ СЕРИЙ БЭ2704 И БЭ2502

### Вариант 1

ШЭ 2XXX XXX XXX - XX E X УХЛ 4	шкаф для энергетических объектов
ШЭ 2XXX XXX XXX - XX E X УХЛ 4	номер серии: 2607 – для защиты присоединений 35–110 кВ
ШЭ2607 XX XXX - XX E X УХЛ 4	код функционального назначения терминала комплекта А1
ШЭ2607 XX XXX - XX E X УХЛ 4	версия функционального назначения терминала комплекта А1
ШЭ2607 XXX XX XXX - XX E X УХЛ 4	код функционального назначения терминала комплекта А2
ШЭ2607 XXX XX XXX - XX E X УХЛ 4	версия функционального назначения терминала комплекта А2
ШЭ2607 XXX XXX - XX E X УХЛ 4	исполнение по номинальному переменному току: 20 – 1 А, 27 – 5 А
ШЭ2607 XXX XXX - XX E X УХЛ 4	номинальное напряжение переменного тока: 100 В, 50 Гц (60 Гц)
ШЭ2607 XXX XXX - XX E X УХЛ 4	исполнение по номинальному напряжению оперативного постоянного или выпрямленного тока: 1 – 110 В, 2 – 220 В
ШЭ2607 XXX XXX - XX E X УХЛ 4	климатическое исполнение по ГОСТ 15150
ШЭ2607 XXX XXX - XX E X УХЛ 4	категория размещения по ГОСТ 15150

### Вариант 2

ШЭ2607 15X - XX E X УХЛ 4	комплекты основных и резервных защит двух- и трехобмоточных трансформаторов с АУВ стороны высокого напряжения (ВН) и управления устройством регулирования под нагрузкой (РПН)
ШЭ2607 16X - XX E X УХЛ 4	комплекты защит и автоматики вводов 6–35 кВ
ШЭ2607 17X - XX E X УХЛ 4	комплекты защит и автоматики линейного (секционного) выключателя 6–35 кВ и защиты трансформатора напряжения секции 6–35 кВ
ШЭ2607 18X - XX E X УХЛ 4	комплекты защит линии, автоматики и управления линейным выключателем 6–35 кВ и дистанционной защиты линии 6–35 кВ

## ТАБЛИЦА НАЗНАЧЕНИЙ ШКАФОВ СЕРИИ ШЭ2607 150

Функции защит и автоматики	Исполнение шкафа ШЭ2607							
	150	151	152	153	154	155	156	157
Основные защиты двухобмоточного трансформатора	+	+		+	+			
Резервные защиты двухобмоточного трансформатора	+	+		+	+			
Основные защиты трехобмоточного трансформатора		+	+		+	+		
Резервные защиты трехобмоточного трансформатора		+	+		+	+		
АУВ стороны ВН трансформатора	+	+	+					
Действие на два выключателя стороны ВН		+			+			
Управление одним устройством РПН	+	+	+	+	+	+	+	
Управление двумя устройствами РПН								+

## ТАБЛИЦА НАЗНАЧЕНИЙ ШКАФОВ СЕРИЙ ШЭ2607 160/170/180

Функции защит и автоматики	Исполнение шкафа ШЭ2607																
	161	162	163	164	171	172	173	174	175	176	177	178	179	181	182	183	184
Защиты и автоматики ввода	1	2	3	4													
Защиты и автоматика линейного выключателя					1	2	3	4						1	2	3	4
Защиты и автоматика управления секционным выключателем									1	2			1				
Защиты трансформатора напряжения секции											1	2	2				
Дистанционная защита линии														1	2	3	4

1, 2, 3, 4 – количество комплектов



## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ КОМПЛЕКТОВ ШКАФОВ РЗА СЕРИИ ШЭ2607

Количество комплектов	трансформатора															РПН		
	1	2	1	2	1	2	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	2
Тип шкафа ШЭ2607	041	041 041	045	045 045	048	048 048	073	041 073	045 073	048 073	150	151	152	153	154	155	156	157
<b>Защита</b>																		
ДЗТ	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
ГЗТ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
ГЗ РПН	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
ТЗНП ВН	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
МТЗ НН1	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
МТЗ НН2	+	+	+	+				+	+			+	+		+	+		
МТЗ СН	+	+						+					+				+	
МТЗ (ВН)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
УРОВ (ВН)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
ЛЗШ	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<b>Автоматика</b>																		
АУВ (ВН)								+	+	+	+	+	+					
РПН												+	+	+	+	+	+	+

Количество комплектов	ввода				линии				секции		ТН			линии			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	3	1	2	3	4
Тип шкафа ШЭ2607	161	162	163	164	171	172	173	174	175	176	177	178	179	181	182	183	184
<b>Защита</b>																	
МТЗ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+
УРОВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+
ЗДЗ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+			
ЗНР	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+
ЗОЗЗ					+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+
ЗМН	+	+	+	+							+	+	+	+	+	+	+
ЗПН											+	+	+				
ДЗ														+	+	+	+
<b>Автоматика</b>																	
АВР	+	+	+	+					+	+				+	+	+	+
АПВ	+	+	+	+	+	+	+	+									
АЧР					+	+	+	+			+	+	+				
ЧАПВ					+	+	+	+			+	+	+				
АУВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ТЕРМИНАЛОВ ЗАЩИТЫ СЕРИИ БЭ2704

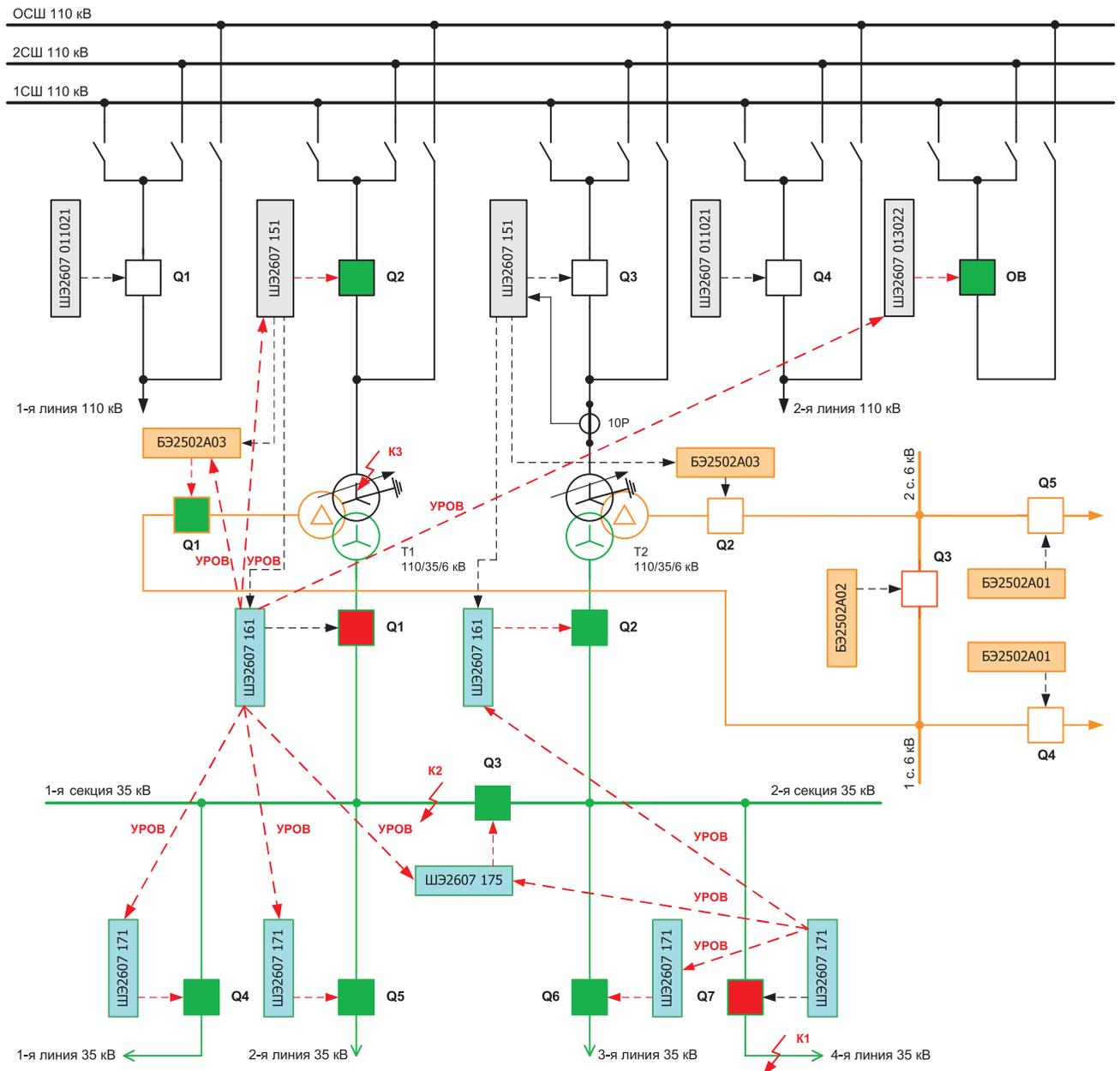
Код	Версия	Функциональное назначение	Класс напряжения
04	1	ДЗТ, ТЗНП, МТЗ ВН с пуском по напряжению, МТЗ СН с пуском по напряжению, МТЗ НН1 с пуском по напряжению, МТЗ НН2 с пуском по напряжению, защита от перегрузки, блокировка РПН по току и напряжению, РТ автоматики охлаждения, УРОВ ВН, прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН, ЛЗШ сторон НН1 и НН2, дуговая защита сторон НН1 и НН2	110–220 кВ
	5	ДЗТ, ТЗНП, МТЗ ВН с пуском по напряжению, МТЗ НН1 (НН2) с пуском по напряжению, защита от перегрузки, блокировка РПН по току и напряжению, РТ автоматики охлаждения, УРОВ ВН, прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН, ЛЗШ сторон НН1 (НН2), дуговая защита сторон НН1 (НН2)	
	8	ДЗТ, ТЗНП, МТЗ ВН с пуском по напряжению, МТЗ НН1 с пуском по напряжению, защита от перегрузки, блокировка РПН по току и напряжению, РТ автоматики охлаждения, УРОВ ВН, прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН, ЛЗШ сторон НН1, дуговая защита сторон НН1	
07	3	АУВ, АПВ, УРОВ, МТЗ ВН с пуском по напряжению от многофазных КЗ, ТЗНП, прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН, ЗНФ, ЗНР	

## ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ТЕРМИНАЛОВ ЗАЩИТЫ СЕРИИ БЭ2502

Выполняемые функции	Тип исполнения терминала						
	БЭ2502А01XX	БЭ2502А02XX	БЭ2502А03XX	БЭ2502А04XX	БЭ2502А05XX	БЭ2502А1001	БЭ2502А1002
<b>Защиты:</b>							
ДЗ	–	–	–	–	–	3 ст	3 ст
ДЗ от двойных замыканий на землю	–	–	–	–	–	2 ст	2 ст
МТЗ с пуском по напряжению направленная/ненаправленная	3 ст/3 ст	–/3 ст	3 ст/3 ст	–	–	–	3 ст
Ускорение МТЗ	+	+	+	–	–	–	+
Автоматическое заглубление уставки МТЗ	+	+	+	–	–	–	–
<b>ЗОЗЗ:</b>							
• направленная/ненаправленная	2 ст/2 ст	–	–	–	–	–	–
• по напряжению нулевой последовательности	+	–	+	+	–	–	+
ЗМН	+	–	+	3 ст	–	–	+
ЗНР	+	+	+	–	–	–	+
ЗПН	–	–	–	+	–	–	–
ЛЗШ	–	+	+	–	–	–	–
ЗДЗ	+	+	+	–	–	–	–
<b>Автоматика:</b>							
УРОВ	+	+	+	–	–	–	+
АПВ выключателя	2	–	1	–	–	–	+
АЧР с контролем скорости изменения частоты	–	–	–	2 ст	–	–	–
Выполнение команд АЧР, ЧАПВ и ПАА	+	–	–	–	–	–	–
АВР	–	+	+	–	–	–	–
АУВ	+	+	+	–	–	–	+
Контроль исправности ТН	+	–	+	+	–	–	+
Автоматика регулирования напряжения с коррекцией по току нагрузки	–	–	–	–	+	–	–

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

- мониторинг текущих значений тока, напряжения и частоты;
- встроенный аварийный осциллограф;
- встроенный регистратор событий;
- развитая система диагностики;
- интеграция в локальную сеть и АСУ ТП.

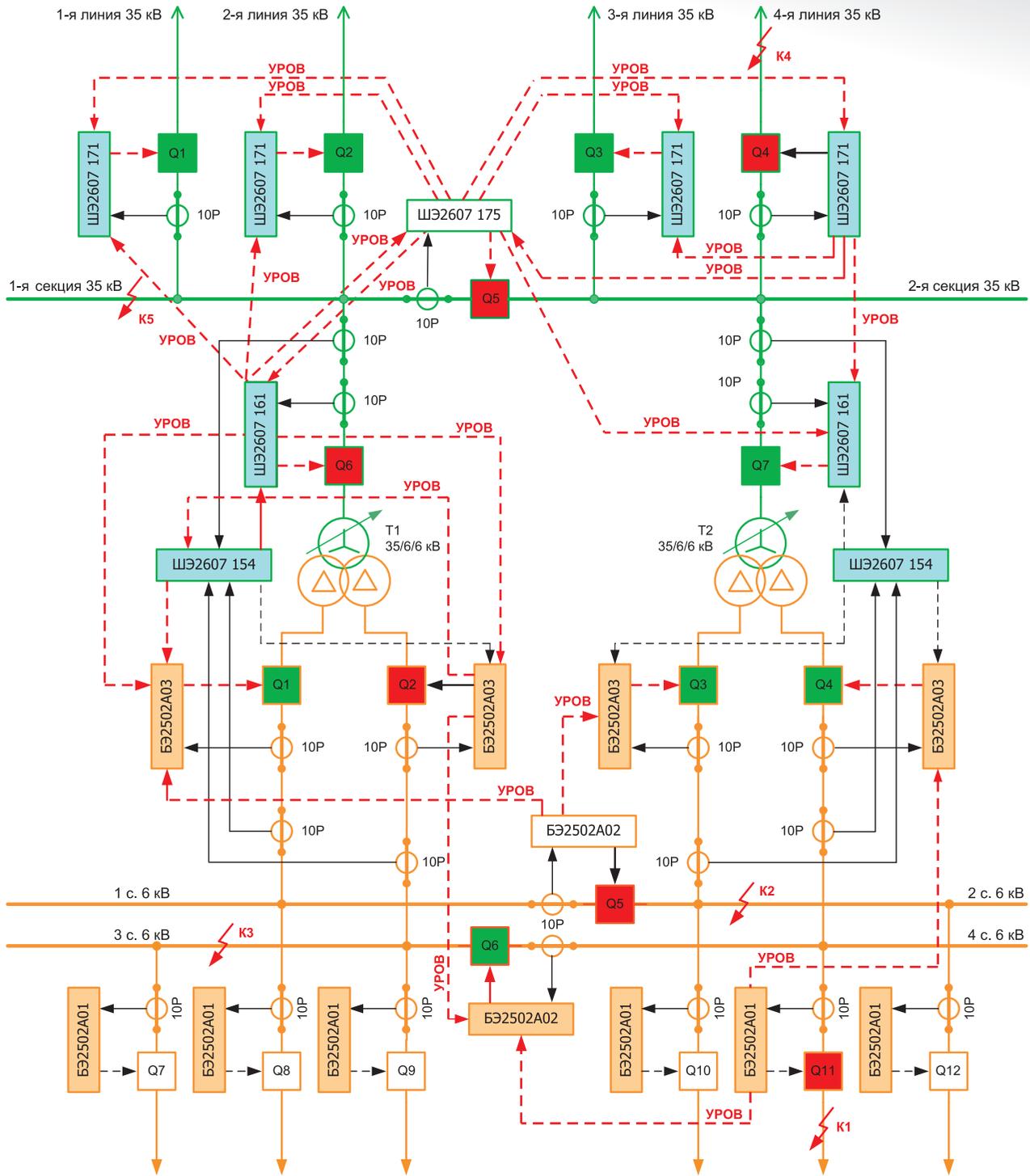


При КЗ на 4-й линии 35 кВ в точке К1, действию шкафа защит линии ШЭ2607 171 на отключение и отказе выключателя Q7 35 кВ (окрашен красным цветом) УРОВ ШЭ2607 171 действует на отключение всех присоединений 2-й секции шин 35 кВ (отключаемые выключатели окрашены в зелёный цвет): вводного выключателя Q2 35 кВ через ШЭ2607 161, секционного выключателя Q3 35 кВ через ШЭ2607 175, линейного выключателя Q6 35 кВ через ШЭ2607 171.

При КЗ на 1-й секции шин 35 кВ (или в трансформаторе Т1 110/35/6 кВ) в точке К2 (КЗ), действию шкафа защит ввода ШЭ2607 161 на отключение и отказе выключателя Q1 35 кВ (окрашен красным цветом) УРОВ ШЭ2607 161 действует на отключение всех присоединений 1-й секции шин 35 кВ (отключаемые выключатели окрашены в зелёный цвет), а также на отключение трансформатора со всех сторон: секционного выключателя Q3 35 кВ через ШЭ2607 175, линейных выключателей Q4 и Q5 35 кВ через ШЭ2607 171, вводного выключателя Q2 (либо заменяющего его ОВ) Т1 110 кВ через ШЭ2607 151, вводного выключателя Q1 6 кВ через БЭ2502А03.

При КЗ на 1-й секции шин 35 кВ в точке К2, действию шкафа защит секции ШЭ2607 175 на отключение и отказе выключателя Q3 35 кВ УРОВ ШЭ2607 175 действует на отключение всех присоединений 1-й и 2-й секций шин 35 кВ: вводных выключателей Q1 35 кВ Т1 110/35/6 кВ и Q2 35 кВ Т2 110/35/6 кВ через ШЭ2607 161, линейных выключателей Q4, Q5, Q6, Q7 35 кВ через ШЭ2607 171.

Принцип ближнего резервирования, выполняемый УРОВ, не исключает применение защит, выполняющих принцип дальнего резервирования.



K1 (отказ Q11 6 кВ). УРОВ БЭ2502A01 действует на отключение питающих присоединений 4-й секции шин 6 кВ: Q4 6 кВ и Q6 6 кВ.  
 K2 (отказ Q5 6 кВ). УРОВ БЭ2502A02 действует на отключение питающих присоединений 1 и 2 секций шин 6 кВ: Q1 6 кВ и Q3 6 кВ.  
 K3 (отказ Q2 6 кВ). УРОВ БЭ2502A03 действует на отключение питающего присоединения 3-й секции шин 6 кВ и Т1: Q6 6 кВ, Q1 6 кВ и Q6 35 кВ.  
 K4 (отказ Q4 35 кВ). УРОВ ШЭ2607 171 действует на отключение присоединений 2-й секции шин 35 кВ: Q3 35 кВ, Q5 35 кВ и Q7 35 кВ.  
 K5 (отказ Q5 35 кВ). УРОВ ШЭ2607 175 действует на отключение всех присоединений 1 и 2 секций шин 35 кВ: Q1-Q4 35 кВ, Q6 35 кВ и Q7 35 кВ.  
 K5 (отказ Q6 35 кВ). УРОВ ШЭ2607 161 действует на отключение присоединений 1-й секции шин 35 кВ и Т1: Q1 35 кВ, Q2 35 кВ, Q5 35 кВ, Q1 6 кВ, Q2 6 кВ.

## ШКАФ ЗАЩИТЫ ТРЕХОБМОТОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве основной и резервной защиты трансформатора.

### ПРИМЕНЕНИЕ

Применяется для защиты трансформатора с обмоткой высшего напряжения 110 (220) кВ.

### СОСТАВ

Шкаф реализует функции ДЗТ от всех видов КЗ внутри бака, ТЗНП ВН, МТЗ ВН, МТЗ СН, МТЗ НН1, МТЗ НН2, ЗП, реле для пуска автоматики охлаждения, УРОВ ВН; обеспечивает прием отключающих сигналов от отключающих ступеней газовых защит трансформатора, РПН и действует на отключение через две группы отключающих реле. Оснащен устройствами контроля изоляции цепей ГЗ.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

ДЗТ выполнена в виде двухканальной дифференциальной токовой защиты с торможением, содержащей чувствительное реле и отсечку. Чувствительное реле ДЗТ имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания. Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения в зоне действия защиты.

Для отстройки ДЗТ от бросков токов намагничивания контролируется уровень второй и пятой гармоники в дифференциальном токе.

Максимальная токовая защита на всех сторонах трансформатора выполняется в трехфазном исполнении и содержит:

реле максимального тока, при этом МТЗ СН, МТЗ НН1, МТЗ НН2, ЗП имеют две ступени; реле выдержки времени для действия на различные выключатели всех сторон трансформатора; пусковые органы напряжения, реагирующие на уменьшение междуфазных напряжений и на увеличение напряжения обратной последовательности.

Токовая защита нулевой последовательности на стороне ВН использует расчетное значение тока  $3 I_0$ , полученное суммированием фазных токов стороны ВН.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В шкафу ШЭ2607 041 обеспечивается прием сигналов от сигнальной и отключающей ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗТ), ГЗ, РПН, датчиков повышения температуры масла, понижения и повышения уровня масла, неисправности цепей охлаждения.

### ОСОБЕННОСТИ

ДЗТ имеет до четырех входов для подключения к четырем трехфазным группам трансформаторов тока сторон ВН, СН, НН1, НН2. Обеспечена возможность подключения токовых цепей ДЗТ к ТТ, соединенным по схеме «звезда» независимо от группы соединения защищаемого трансформатора (Y/Y-0, Y/Δ-11, Δ/Δ-0). Компенсация фазового сдвига и коэффициента схемы при этом осуществляется программно. Для всех сторон производится выравнивание входных токов. ТТ диапазон выравнивания от 0,251 до 16,000 А.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Базисный ток стороны ВН (СН, НН1, НН2), А	0,251...16
Ток срабатывания ДЗТ, о.е.	0,1...1,0
Ток начала торможения ДЗТ, о.е.	0,4...1,0
Коэффициент торможения ДЗТ	0,2...0,7
Ток срабатывания дифференциальной отсечки, о.е.	2...20
Ток срабатывания реле тока УРОВ, А	0,04...2
Ток срабатывания реле тока МТЗ ВН (СН, НН1, НН2), А	0,10...100
Ток срабатывания реле тока ТЗНП, А	0,05...100
Ток срабатывания реле тока ЗП стороны ВН (СН, НН1, НН2), А	0,05...100
Ток срабатывания реле тока автоматики охлаждения стороны ВН (СН, НН1, НН2), А	0,05...100

## ШКАФ ЗАЩИТЫ ТРЕХОБОМОТОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА И АВТОМАТИКИ УПРАВЛЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве основной и резервной защиты трансформатора с обмоткой высшего напряжения 110 кВ и автоматики управления трансформаторным выключателем ВН.

### СОСТАВ

Шкаф состоит из двух комплектов (комплекты А1 и А2).  
Комплект А1 реализует функции ДЗТ, ТЗНП ВН, МТЗ ВН, МТЗ СН, МТЗ НН1, МТЗ НН2 с пуском по напряжению, ЗП, токовые реле для пуска АО, реле минимального и максимального напряжения сторон СН, НН1 и НН2 для пуска по напряжению МТЗ ВН, МТЗ СН, МТЗ НН1, МТЗ НН2, блокировку РПН при перегрузке по току и понижению напряжения сторон СН, НН1 и НН2, УРОВ стороны ВН трансформатора; обеспечивает прием сигналов от отключающих ступеней газовых защит трансформатора и РПН и действует на отключение через две группы отключающих реле.

Комплект А2 реализует функции АУВ ВН Т, АПВ, МТЗ с комбинированным пуском по напряжению стороны НН, ТЗНП и УРОВ. Обеспечивает прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН. Оснащен устройствами контроля изоляции цепей ГЗ.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

ДЗТ выполнена в виде двухканальной дифференциальной токовой защиты, содержащей чувствительное реле и отсечку. Чувствительное реле ДЗТ имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания. Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения в зоне действия защиты. Для отстройки ДЗТ от бросков токов намагничивания контролируется уровень второй и пятой гармоники в дифференциальном токе.

МТЗ на всех сторонах трансформатора выполняется в трехфазном исполнении и содержит: реле максимального тока, при этом МТЗ СН, МТЗ НН1 и МТЗ НН2 имеют две ступени; реле выдержки времени для действия на различные выключатели всех сторон трансформатора; пусковые органы напряжения, реагирующие на уменьшение междуфазных напряжений и на увеличение напряжения обратной последовательности.

Функция УРОВ ВН первого комплекта реализует принцип индивидуального устройства, причем возможно выполнение универсального УРОВ как по схеме с дублированным пуском, так и по схеме с автоматической проверкой исправности выключателя.

АУВ формирует сигналы на включение и отключение выключателя по командам «Включить» и «Отключить», обеспечивает контроль положения выключателя «Включено» и «Отключено», блокировку выключателя от многократных включений, фиксацию положения выключателя, содержит защиту от неполнофазного режима и от непереключения фаз выключателя.

АПВ обеспечивает однократное автоматическое повторное включение выключателя. Пуск АПВ реализован без контроля напряжений на шинах («слепое» АПВ).

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В шкафу ШЭ2607 041073 обеспечивается возможность независимого обслуживания комплектов.

В комплекте А1 обеспечивается прием сигналов от сигнальной и отключающей ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗТ), газовой защиты РПН трансформатора (ГЗ РПН), датчиков повышения температуры масла, понижения и повышения уровня масла, неисправности цепей охлаждения.

В терминале БЭ2704 073 предусмотрена возможность программного подключения МТЗ на фазные или расчетные линейные токи.

### ОСОБЕННОСТИ

Питание оперативным постоянным током комплектов шкафа, цепей электромагнитов включения и первой группы электромагнитов отключения, цепей второй группы электромагнитов отключения осуществляется от отдельных автоматических выключателей. Это позволяет обеспечить полноценную защиту трансформатора при возникновении неисправности в любом из комплектов, также обеспечивается возможность отключения выключателя при неисправном терминале управления. При этом обеспечивается правильная сигнализация положения выключателя.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Базисный ток стороны ВН (СН, НН1, НН2), А	0,251...16
Ток срабатывания ДЗТ, о.е.	0,1...1,0
Ток начала торможения ДЗТ, о.е.	0,4...1,0
Коэффициент торможения ДЗТ	0,2...0,7
Ток срабатывания дифференциальной отсечки, о.е.	2...20
Ток срабатывания реле тока УРОВ, А	0,04...2
Ток срабатывания реле тока МТЗ ВН (СН, НН1, НН2), А	0,10...100
Ток срабатывания реле тока ТЗНП, А	0,05...100
Ток срабатывания реле тока ЗП стороны ВН (СН, НН1, НН2), А	0,05...100
Ток срабатывания реле тока автоматики охлаждения стороны ВН (СН, НН1, НН2), А	0,05...100

## ШКАФ ЗАЩИТЫ ДВУХ-, ТРЕХОБМОТОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА ДЛЯ СХЕМЫ «МОСТИК»

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве основной защиты трансформатора для схемы РУ «мостик».

### ПРИМЕНЕНИЕ

Применяется для защиты трансформатора с обмоткой высшего напряжения 110(220) кВ для схемы РУ подстанции 110-5АН, 110-5Н, 220-5АН, 220-5Н, в дальнейшем «мостик».

### СОСТАВ

Шкаф реализует функции ДЗТ от всех видов КЗ внутри бака, ТЗНП ВН, МТЗ ВН, МТЗ НН1, МТЗ НН2, ЗП, реле для пуска автоматики охлаждения, УРОВ ВН; обеспечивает прием отключающих сигналов от отключающих ступеней газовых защит трансформатора, РПН и действует на отключение через две группы отключающих реле. Оснащен устройствами контроля изоляции цепей ГЗ.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

ДЗТ выполнена в виде двухканальной дифференциальной токовой защиты с торможением, содержащей чувствительное реле и отсечку. Чувствительное реле ДЗТ имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания. Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения в зоне действия защиты.

Для отстройки ДЗТ от бросков токов намагничивания контролируется уровень второй и пятой гармоники в дифференциальном токе.

Максимальная токовая защита на всех сторонах трансформатора выполняется в трехфазном исполнении и содержит: реле максимального тока, при этом МТЗ НН1 и МТЗ НН2

имеют две ступени; реле выдержки времени для действия на различные выключатели всех сторон трансформатора; пусковые органы напряжения, реагирующие на уменьшение междуфазных напряжений и на увеличение напряжения обратной последовательности.

Токовая защита нулевой последовательности на стороне ВН использует расчетное значение тока  $3 I_0$ , полученное суммированием фазных токов стороны ВН.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В шкафу ШЭ2607 045 обеспечивается прием сигналов от сигнальной и отключающей ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗТ), ГЗ, РПН, датчиков повышения температуры масла, понижения и повышения уровня масла, неисправности цепей охлаждения.

Комплект БЭ2704 045 может быть использован для защиты трансформатора ВН/СН/НН. В этом случае цепи сторон СН трансформатора подключаются на клеммы стороны НН1 защиты.

### ОСОБЕННОСТИ

ДЗТ имеет до четырех входов для подключения к четырем трехфазным группам трансформаторов тока сторон ВН, НН1, НН2. Обеспечена возможность подключения токовых цепей ДЗТ к ТТ, соединенных по схеме «звезда», независимо от группы соединения защищаемого трансформатора (Y/Y-0, Y/Δ-11, Δ/Δ-0). Компенсация фазового сдвига и коэффициента схемы при этом осуществляется программно. Для всех сторон производится выравнивание входных токов. ТТ диапазон выравнивания от 0,251 до 16,000 А.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Базисный ток стороны ВН (НН1, НН2), А	0,251...16
Ток срабатывания ДЗТ, о.е.	0,1...1,0
Ток начала торможения ДЗТ, о.е.	0,4...1,0
Коэффициент торможения ДЗТ	0,2...0,7
Ток срабатывания дифференциальной отсечки, о.е.	2...20
Ток срабатывания реле тока УРОВ, А	0,04...2
Ток срабатывания реле тока МТЗ ВН (НН1, НН2), А	0,10...100
Ток срабатывания реле тока ТЗНП, А	0,05...100
Ток срабатывания реле тока ЗП стороны ВН (НН1, НН2), А	0,05...100
Ток срабатывания реле тока автоматики охлаждения стороны ВН (НН1, НН2), А	0,05...100

## ШКАФ ЗАЩИТЫ ДВУХ-, ТРЕХОБМОТОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА И АВТОМАТИКИ УПРАВЛЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве основной и резервной защиты трансформатора и автоматики управления трансформаторным выключателем.

### ПРИМЕНЕНИЕ

Применяется для защиты Т с высшим напряжением 110–220 кВ и управления выключателем стороны ВН Т для схемы подстанции 110-5АН, 110-5Н, 220-5АН, 220-5Н, в дальнейшем «мостик».

### СОСТАВ

Шкаф состоит из двух комплектов (комплекты А1 и А2). Комплект А1 реализует функции ДЗТ, ТЗНП ВН, МТЗ ВН, МТЗ НН1, МТЗ НН2 с пуском по напряжению, ЗП, токовые реле для пуска АО, реле минимального и максимального напряжения сторон НН1 и НН2 для пуска по напряжению МТЗ ВН, МТЗ НН1, МТЗ НН2, блокировку РПН при перегрузке по току и понижению напряжения сторон НН1 и НН2, УРОВ стороны ВН трансформатора; обеспечивает прием сигналов от отключающих ступеней газовых защит трансформатора и РПН и действует на отключение через две группы отключающих реле. Комплект А2 реализует функции АУВ ВН Т, АПВ, МТЗ с комбинированным пуском по напряжению стороны НН, ТЗНП и УРОВ. Обеспечивает прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН. Оснащен устройствами контроля изоляции цепей ГЗ.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

ДЗТ выполнена в виде двухканальной дифференциальной токовой защиты, содержащей чувствительное реле и отсечку. Чувствительное реле ДЗТ имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания. Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения в зоне действия защиты. Для отстройки ДЗТ от бросков токов намагничивания контролируется уровень второй и пятой гармоники в дифференциальном токе. МТЗ на всех сторонах трансформатора выполняется в трехфазном исполнении и содержит: реле максимального тока, при этом МТЗ НН1 и МТЗ НН2 имеют две ступени; реле выдержки времени для действия на различные выключатели всех сторон трансформатора; пусковые органы напряжения, реагирующие на уменьшение междофазных напряжений и на

увеличение напряжения обратной последовательности. Функция УРОВ ВН первого комплекта реализует принцип индивидуального устройства, причем возможно выполнение универсального УРОВ как по схеме с дублированным пуском, так и по схеме с автоматической проверкой исправности выключателя. АУВ формирует сигналы на включение и отключение выключателя по командам «Включить» и «Отключить», обеспечивает контроль положения выключателя «Включено» и «Отключено», блокировку выключателя от многократных включений, фиксацию положения выключателя, содержит защиты от неполнофазного режима и от непереключения фаз выключателя. АПВ обеспечивает однократное автоматическое повторное включение выключателя. Пуск АПВ реализован без контроля напряжений на шинах («слепое» АПВ).

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В шкафу ШЭ2607 045073 обеспечивается возможность независимого обслуживания комплектов. В комплекте А1 обеспечивается прием сигналов от сигнальной и отключающей ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗТ), газовой защиты РПН трансформатора (ГЗ РПН), датчиков повышения температуры масла, понижения и повышения уровня масла, неисправности цепей охлаждения. Комплект БЭ2704 045 может быть использован для защиты трансформатора ВН/СН/НН. В этом случае цепи сторон СН трансформатора подключаются на клеммы стороны НН1 защиты. В терминале БЭ2704 073 предусмотрена возможность программного подключения МТЗ на фазные или расчетные линейные токи.

### ОСОБЕННОСТИ

Питание оперативным постоянным током комплектов шкафа, цепей электромагнитов включения и первой группы электромагнитов отключения, цепей второй группы электромагнитов отключения осуществляется от отдельных автоматических выключателей. Это позволяет обеспечить полноценную защиту трансформатора при возникновении неисправности в любом из комплектов, также обеспечивается возможность отключения выключателя при неисправном терминале управления. При этом обеспечивается правильная сигнализация положения выключателя.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Базисный ток стороны ВН (НН1, НН2), А	0,251...16
Ток срабатывания ДЗТ, о.е.	0,1...1,0
Ток начала торможения ДЗТ, о.е.	0,4...1,0
Коэффициент торможения ДЗТ	0,2...0,7
Ток срабатывания дифференциальной отсечки, о.е.	2...20
Ток срабатывания реле тока УРОВ, А	0,04...2
Ток срабатывания реле тока МТЗ ВН (НН1, НН2), А	0,10...100
Ток срабатывания реле тока ТЗНП, А	0,05...100
Ток срабатывания реле тока ЗП стороны ВН (НН1, НН2), А	0,05...100
Ток срабатывания реле тока автоматики охлаждения стороны ВН (НН1, НН2), А	0,05...100

## ШКАФ ЗАЩИТЫ ДВУХОБМОТОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве основной и резервной защиты трансформатора.

### ПРИМЕНЕНИЕ

Применяется для защиты трансформатора с обмоткой высшего напряжения 110 (220) кВ.

### СОСТАВ

Шкаф реализует функции ДЗТ от всех видов КЗ внутри бака, ТЗНП ВН, МТЗ ВН, МТЗ НН1 с пуском по напряжению, ЗП, блокировку РПН со стороны НН1, УРОВ ВН; обеспечивает прием отключающих сигналов от отключающих ступеней газовых защит трансформатора ГЗТ, ГЗ РПН и действует на отключение через две группы отключающих реле. Оснащен устройствами контроля изоляции цепей ГЗ.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

ДЗТ выполнена в виде двухканальной дифференциальной токовой защиты, содержащей чувствительное реле и отсечку. Чувствительное реле ДЗТ имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания. Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения

в зоне действия защиты. Для отстройки ДЗТ от бросков токов намагничивания контролируется уровень второй и пятой гармоники в дифференциальном токе.

МТЗ на всех сторонах трансформатора выполняется в трехфазном исполнении и содержит: реле максимального тока, при этом МТЗ НН1 имеет две ступени; реле выдержки времени для действия на различные выключатели всех сторон трансформатора; пусковые органы низшего напряжения, реагирующие на уменьшение междуфазных напряжений и на увеличение напряжения обратной последовательности. Функция УРОВ ВН первого комплекта реализует принцип индивидуального устройства, причем возможно выполнение универсального УРОВ как по схеме с дублированным пуском, так и по схеме с автоматической проверкой исправности выключателя.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В шкафу ШЭ2607 048 обеспечивается прием сигналов от сигнальной и отключающей ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗТ), газовой защиты РПН трансформатора (ГЗ РПН), датчиков повышения температуры масла, понижения и повышения уровня масла, неисправности цепей охлаждения.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Базисный ток стороны ВН (НН1), А	0,251...16
Ток срабатывания ДЗТ, о.е.	0,1...1,0
Ток начала торможения ДЗТ, о.е.	0,4...1,0
Коэффициент торможения ДЗТ	0,2...0,7
Ток срабатывания дифференциальной отсечки, о.е.	2...20
Ток срабатывания реле тока УРОВ, А	0,04...2
Ток срабатывания реле тока МТЗ ВН (НН1), А	0,10...100
Ток срабатывания реле тока ТЗНП, А	0,05...100
Ток срабатывания реле тока ЗП стороны ВН (НН1), А	0,05...100
Ток срабатывания реле тока автоматики охлаждения стороны ВН (НН2), А	0,05...100

## ШКАФ ЗАЩИТЫ ДВУХОБМОТОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА И АВТОМАТИКИ УПРАВЛЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве основной и резервной защиты трансформатора и автоматики управления трансформаторным выключателем.

### ПРИМЕНЕНИЕ

Применяется для защиты трансформатора с обмоткой высшего напряжения 110 (220) кВ и управления выключателем ВН трансформатора.

### СОСТАВ

Шкаф состоит из двух комплектов (комплекты А1 и А2). Комплект А1 реализует функции ДЗТ, ТЗНП ВН, МТЗ ВН, МТЗ НН1 с пуском по напряжению, ЗП, токовые реле для пуска АО, реле минимального и максимального напряжения стороны НН1 для пуска по напряжению МТЗ ВН, МТЗ НН1, блокировку РПН при перегрузке по току и понижению напряжения стороны НН1, УРОВ стороны ВН трансформатора; обеспечивает прием сигналов от отключающих ступеней газовых защит трансформатора и РПН и действует на отключение через две группы отключающих реле. Комплект А2 реализует функции АУВ ВН Т, АПВ, МТЗ с комбинированным пуском по напряжению стороны НН, ТЗНП и УРОВ. Обеспечивает прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН. Оснащен устройствами контроля изоляции цепей ГЗ.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

ДЗТ выполнена в виде двухканальной дифференциальной токовой защиты, содержащей чувствительное реле и отсечку. Чувствительное реле ДЗТ имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания. Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения в зоне действия защиты. Для отстройки ДЗТ от бросков токов намагничивания контролируется уровень второй и пятой гармоники в дифференциальном токе. МТЗ на всех сторонах трансформатора выполняется в трехфазном исполнении и содержит: реле максимального тока, при этом МТЗ НН1 имеет две ступени; реле выдержки времени для действия на различные выключатели всех сторон трансформатора; пусковые органы напряжения, реагирующие на уменьшение междуфазных напряжений и на увели-

чение напряжения обратной последовательности. Функция УРОВ ВН первого комплекта реализует принцип индивидуального устройства, причем возможно выполнение универсального УРОВ как по схеме с дублированным пуском, так и по схеме с автоматической проверкой исправности выключателя.

АУВ формирует сигналы на включение и отключение выключателя по командам «Включить» и «Отключить», обеспечивает контроль положения выключателя «Включено» и «Отключено», блокировку выключателя от многократных включений, фиксацию положения выключателя, содержит защиту от неполнофазного режима и от непереключения фаз выключателя. АПВ обеспечивает однократное автоматическое повторное включение выключателя. Пуск АПВ реализован без контроля напряжений на шинах («слепое» АПВ).

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В шкафу ШЭ2607 048073 обеспечивается возможность независимого обслуживания комплектов.

В комплекте А1 обеспечивается прием сигналов от сигнальной и отключающей ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗТ), газовой защиты РПН трансформатора (ГЗ РПН), датчиков повышения температуры масла, понижения и повышения уровня масла, неисправности цепей охлаждения.

В терминале БЭ2704 073 предусмотрена возможность программного подключения МТЗ на фазные или расчетные линейные токи.

### ОСОБЕННОСТИ

Питание оперативным постоянным током комплектов шкафа, цепей электромагнитов включения и первой группы электромагнитов отключения, цепей второй группы электромагнитов отключения осуществляется от отдельных автоматических выключателей. Это позволяет обеспечить полноценную защиту трансформатора при возникновении неисправности в любом из комплектов, также обеспечивает возможность отключения выключателя при неисправном терминале управления. При этом обеспечивается правильная сигнализация положения выключателя.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Базисный ток стороны ВН (НН1), А	0,251...16
Ток срабатывания ДЗТ, о.е.	0,1...1,0
Ток начала торможения ДЗТ, о.е.	0,4...1,0
Коэффициент торможения ДЗТ	0,2...0,7
Ток срабатывания дифференциальной отсечки, о.е.	2...20
Ток срабатывания реле тока УРОВ, А	0,04...2
Ток срабатывания реле тока МТЗ ВН (НН1), А	0,10...100
Ток срабатывания реле тока ТЗНП, А	0,05...100
Ток срабатывания реле тока ЗП стороны ВН (НН1), А	0,05...100
Ток срабатывания реле тока автоматики охлаждения стороны ВН (НН1), А	0,05...100

## ШКАФ РЕЗЕРВНОЙ ЗАЩИТЫ ТРАНСФОРМАТОРА И АВТОМАТИКИ УПРАВЛЕНИЯ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве резервной защиты трансформатора с обмоткой высшего напряжения 110 (220) кВ и автоматики управления выключателем ВН трансформатора.

### ПРИМЕНЕНИЕ

Применяется в схемах: 3Н – блок (линия – трансформатор) с выключателем, 4Н – два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линий, 5АН – «мостик» в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны трансформаторов.

Заложена возможность вывода функции АУВ с действием на два выключателя со стороны ВН для схем:

5Н – «мостик» с выключателями в цепях линий и ремонтной перемычкой со стороны линий, 6 – заход-выход,

7 – «четырёхугольник».

### СОСТАВ

Содержит один комплект, реализующий функции МТЗ с комбинированным пуском по напряжению стороны НН, ТЗНП, АУВ стороны ВН, УРОВ. Обеспечивается прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН.

Комплект оснащен устройствами контроля и изоляции цепей ГЗ.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

МТЗ выполнена с комбинированным пуском по напряжению низкой стороны. Токовая ненаправленная защита нулевой последовательности содержит одну ступень. Имеется возможность ускорения действия МТЗ, ТЗНП при включении выключателя. АУВ формирует сигналы на включение и отключение выключателя по командам, приходящим от защит и устройств комплекта, телемеханики или ключа дистанционного управления.

В состав АУВ входят следующие устройства (узлы) и защиты:

- устройство АПВ;
- защиты от непереключения фаз (ЗНФ) и неполнофазного режима (ЗНФР);
- узлы включения и отключения выключателя;
- узел фиксации включенного положения выключателя;
- узел фиксации несоответствия;
- защита электромагнитов управления выключателя от длительного протекания тока;
- узел контроля исправности цепей электромагнитов управления выключателя.

АПВ обеспечивает однократное автоматическое повторное включение выключателя. Пуск АПВ реализован без контроля напряжений на шинах («слепое» АПВ).

Функция УРОВ комплекта реализует принцип индивидуального устройства, причем возможно выполнение универсального УРОВ как по схеме с дублированным пуском, так и по схеме с автоматической проверкой исправности выключателя.

### ОСОБЕННОСТИ

Питание оперативным постоянным током комплекта шкафа осуществляется от отдельных автоматических выключателей, причем питание терминала, питание цепей электромагнитов включения и первой группы электромагнитов отключения выключателя, а также питание цепей второй группы электромагнитов отключения выполнены отдельно, благодаря чему имеется возможность отключения выключателя даже при неисправном терминале комплекта. При этом обеспечивается правильная сигнализация положения выключателя.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Ток срабатывания реле тока УРОВ, А	(0,04...0,4) $I_{НОМ}$
Ток срабатывания реле тока МТЗ I ступени, А	(0,05...30,0) $I_{НОМ}$
Ток срабатывания реле тока МТЗ II ступени, А	(0,05...30,0) $I_{НОМ}$
Ток срабатывания реле тока ТЗНП, А	(0,05...30,0) $I_{НОМ}$
Время срабатывания I-II ступеней МТЗ, с	0,01...27
Задержка на отключение ШСВ (СВ) от ТЗНП, с	0,01...27
Задержка на отключение выключателя от ТЗНП, с	0,01...27
Задержка на отключение трансформатора от ТЗНП, с	0,01...27

## ШКАФ УПРАВЛЕНИЯ РПН

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве регулирования коэффициента трансформации под нагрузкой.

### ПРИМЕНЕНИЕ

Применяется для управления электроприводами РПН при регулировании коэффициента трансформации.

### СОСТАВ

Содержит два одинаковых комплекта.

Комплекты выполнены на базе терминалов серии БЭ2502 А0501. Комплекты реализуют функции АРКТ, обеспечивают автоматическое поддержание напряжения, ручное регулирование напряжения, оперативное переключение регулирования и изменения уставки по напряжению, блокировки РПН.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Автоматический регулятор коэффициента трансформации осуществляет автоматическое поддержание напряжения в заданных пределах и ручное регулирование напряжения, блокировку работы РПН при обнаружении неисправности привода РПН и блокировку РПН от внешних сигналов.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В шкафу ШЭ2607 157 обеспечивается возможность независимого обслуживания комплектов.

### ОСОБЕННОСТИ

Питание шкафа осуществляется от цепей оперативного постоянного или переменного тока, в зависимости от исполнения.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Комплект А1 (А2)

Напряжение поддержания секции, В	85,0...145,0
Зона нечувствительности секции, о.е.	0,01...0,2
Минимальное напряжение запрета регулирования секции, В	50,0...95,0
Напряжение перенапряжения секции, В	105,0...130,0
Активное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реактивное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реле напряжения $3U_0$ , В	5,0...60,0
Реле напряжения $U_2$ , В	5,0...60,0
Реле тока перегрузка $I_{ВВ\text{ МАХ}}$ секции, А	$(0,1...2,1) \cdot I_{НОМ}$
Номер ступени	1...40
Количество переключений	0...65536

## ШКАФ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ДВУХОБМОТОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве основной защиты трансформатора, управления выключателем ВН трансформатора, регулирования коэффициента трансформации под нагрузкой.

### ПРИМЕНЕНИЕ

Применяется для защиты трансформатора с обмоткой высшего напряжения 110 (220) кВ, управления выключателем ВН трансформатора, управления электроприводами РПН при регулировании коэффициента трансформации.

### СОСТАВ

Содержит три комплекта (комплекты А1, А2, А3).  
 Комплект А1 выполнен на базе терминала серии БЭ2704 048 и электромеханических реле. Комплект А2 выполнен на базе терминала серии БЭ2704 073. Комплект А3 выполнен на базе терминала серии БЭ2502 А0501.  
 Комплект А1 реализует функции ДЗТ, ТЗНП ВН, МТЗ ВН, МТЗ НН1 с пуском по напряжению, ЗП, блокировку РПН со стороны НН1, УРОВ выключателя ВН, ЛЗШ НН1, обеспечивает прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН.  
 Комплект А2 реализует функции АУВ, АПВ, УРОВ, МТЗ с комбинированным пуском по напряжению стороны ВН от многократных КЗ, ТЗНП, защиты от непереключения фаз и защиты от неполнофазного режима. Обеспечивает прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН.  
 Комплект А3 реализует функции АРКТ, обеспечивает автоматическое поддержание напряжения, ручное регулирование напряжения, оперативное переключение регулирования и изменения уставки по напряжению, блокировки РПН.  
 Комплекты А1, А2 оснащены устройствами контроля изоляции цепей ГЗ.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

ДЗТ обеспечивает защиту от всех видов коротких замыканий внутри бака и выполнена в виде двухканальной дифференциальной токовой защиты, содержащей чувствительное

реле и отсечку. Чувствительное реле ДЗТ имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания. Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения в зоне действия защиты.

Для отстройки ДЗТ от бросков токов намагничивания контролируется уровень второй и пятой гармоники в дифференциальном токе.

МТЗ на всех сторонах трансформатора выполняется в трехфазном исполнении и содержит: реле максимального тока, при этом МТЗ НН1 имеет две ступени; реле выдержки времени для действия на различные выключатели всех сторон трансформатора; пусковые органы низшего напряжения, реагирующие на уменьшение междуфазных напряжений и на увеличение напряжения обратной последовательности. АУВ формирует сигналы на включение и отключение выключателя по командам «Включить» и «Отключить», обеспечивает контроль положения выключателя «Включено» и «Отключено», блокировку выключателя от многократных включений, фиксацию положения выключателя, содержит защиты от неполнофазного режима и от непереключения фаз выключателя.

АПВ обеспечивает однократное автоматическое повторное включение выключателя. Пуск АПВ реализован без контроля напряжений на шинах («слепое» АПВ).

Автоматический регулятор коэффициента трансформации осуществляет автоматическое поддержание напряжения в заданных пределах и ручное регулирование напряжения, блокировку работы РПН при обнаружении неисправности привода РПН и блокировку РПН от внешних сигналов.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В шкафу ШЭ2607 150 обеспечивается прием сигналов от сигнальной и отключающей ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗТ), газовой защиты РПН трансформатора (ГЗ РПН), датчиков повышения температуры масла, понижения и повышения уровня масла, неисправности цепей охлаждения. Обеспечивается возможность независимого обслуживания комплектов.

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Комплект А1	
Базисный ток стороны ВН (НН1), А	0,251...16
Ток срабатывания ДЗТ, о.е	0,10...1,00
Ток срабатывания реле тока УРОВ ВН, А	0,04...2
Ток срабатывания ТЗНП, А	0,05...100,0
Ток срабатывания МТЗ ВН, А	0,10...100,0
Ток срабатывания МТЗ НН1-I ступень, А	0,10...100,0
Ток срабатывания МТЗ НН1-II ступень, А	0,10...100,0
Комплект А2	
Ток срабатывания реле тока УРОВ	(0,04...0,4) I <sub>НОМ</sub>
Ток срабатывания I ст. МТЗ	(0,05...30,00) I <sub>НОМ</sub>
Ток срабатывания II ст. МТЗ	(0,05...30,00) I <sub>НОМ</sub>
Ток срабатывания I ст. ТЗНП	(0,05...30,00) I <sub>НОМ</sub>
Задержка на срабатывание ТЗНП в защиту Т2(Т1), с	0,01...27,00
Задержка на отключение выключателя от ТЗНП, с	0,01...27,00
Задержка на отключение трансформатора от ТЗНП, с	0,01...27,00
Комплект А3	
Напряжение поддержания секции, В	85,0...145,0
Зона нечувствительности секции, о.е.	0,01...0,2
Минимальное напряжение запрета регулирования секции, В	50,0...95,0
Напряжение перенапряжения секции, В	105,0...130,0
Активное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реактивное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реле напряжения 3U <sub>0</sub> , В	5,0...60,0
Реле напряжения U <sub>2</sub> , В	5,0...60,0
Реле тока перегрузки I <sub>ВВ МАХ</sub> секции, А	(0,1...2,1)*I <sub>НОМ</sub>
Номер ступени	1...40
Количество переключений	0...65536

## ШКАФ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ДВУХ-, ТРЕХОБМОТОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА ДЛЯ СХЕМЫ «МОСТИК»

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве основной защиты трансформатора, управления выключателем ВН трансформатора, регулирования коэффициента трансформации под нагрузкой.

### ПРИМЕНЕНИЕ

Применяется для защиты трансформатора для схемы РУ «мостик» с обмоткой высшего напряжения 110 (220) кВ, управления выключателем ВН трансформатора, управления электроприводами РПН при регулировании коэффициента трансформации.

### СОСТАВ

Содержит три комплекта (комплекты А1, А2, А3).  
Комплект А1 выполнен на базе терминала серии БЭ2704 045 и электромеханических реле. Комплект А2 выполнен на базе терминала серии БЭ2704 073. Комплект А3 выполнен на базе терминала серии БЭ2502 А0501.  
Комплект А1 реализует функции ДЗТ, ТЗНП ВН, МТЗ ВН, МТЗ НН1, МТЗ НН2 с пуском по напряжению, ЗП, токовые реле для пуска АО, реле минимального и максимального напряжения сторон НН1 и НН2 для пуска по напряжению МТЗ ВН, МТЗ НН1, МТЗ НН2, блокировку РПН при перегрузке по току и понижению напряжения сторон НН1 и НН2, УРОВ выключателя ВН1, обеспечивает прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН.  
Комплект А2 реализует функции АУВ, АПВ, УРОВ, МТЗ с комбинированным пуском по напряжению стороны ВН от многократных КЗ, ТЗНП, защиты от непереключения фаз и защиты от неполнофазного режима. Обеспечивает прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН.  
Комплект А3 реализует функции АРКТ, обеспечивает автоматическое поддержание напряжения, ручное регулирование напряжения, оперативное переключение регулирования и изменения уставки по напряжению, блокировки РПН.  
Комплекты А1, А2 оснащены устройствами контроля изоляции цепей ГЗ.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

ДЗТ обеспечивает защиту от всех видов коротких замыканий внутри бака и выполнена в виде двухканальной дифференциальной токовой защиты, содержащей чувствительное реле и отсечку. Чувствительное реле ДЗТ имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания. Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения в зоне действия защиты.

Для отстройки ДЗТ от бросков токов намагничивания контролируется уровень второй и пятой гармоники в дифференциальном токе. МТЗ на всех сторонах трансформатора выполняется в трехфазном исполнении и содержит: реле максимального тока, при этом МТЗ НН1 и МТЗ НН2 имеют две ступени; реле выдержки времени для действия на различные выключатели всех сторон трансформатора; пусковые органы низшего напряжения, реагирующие на уменьшение междуфазных напряжений и на увеличение напряжения обратной последовательности. АУВ формирует сигналы на включение и отключение выключателя по командам «Включить» и «Отключить», обеспечивает контроль положения выключателя «Включено» и «Отключено», фиксацию положения выключателя, содержит защиты от неполнофазного режима и от непереключения фаз выключателя. АПВ обеспечивает однократное автоматическое повторное включение выключателя. Пуск АПВ реализован без контроля напряжений на шинах («слепое» АПВ).

Автоматический регулятор коэффициента трансформации осуществляет автоматическое поддержание напряжения в заданных пределах и ручное регулирование напряжения, блокировку работы РПН при обнаружении неисправности привода РПН и блокировку РПН от внешних сигналов.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В шкафу ШЭ2607 150 обеспечивается прием сигналов от сигнальной и отключающей ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗТ), газовой защиты РПН трансформатора (ГЗ РПН), датчиков повышения температуры масла, понижения и повышения уровня масла, неисправности цепей охлаждения. Обеспечивается возможность независимого обслуживания комплектов. Комплект БЭ2704 045 может быть использован для защиты трансформатора ВН/СН/НН. В этом случае цепи сторон СН трансформатора подключаются на клеммы стороны НН1 защиты.

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Комплект А1	
Базисный ток стороны ВН (НН1, НН2), А	0,251...16
Ток срабатывания ДЗТ, о.е.	0,10...1,00
Ток срабатывания реле тока УРОВ ВН, А	0,04...2
Ток срабатывания ТЗНП, А	0,05...100,0
Ток срабатывания МТЗ ВН, А	0,10...100,0
Ток срабатывания МТЗ НН1-I ступень, А	0,10...100,0
Ток срабатывания МТЗ НН1-II ступень, А	0,10...100,0
Комплект А2	
Ток срабатывания реле тока УРОВ	(0,04...0,4) I <sub>НОМ</sub>
Ток срабатывания I ст. МТЗ	(0,05...30,00) I <sub>НОМ</sub>
Ток срабатывания II ст. МТЗ	(0,05...30,00) I <sub>НОМ</sub>
Ток срабатывания I ст. ТЗНП	(0,05...30,00) I <sub>НОМ</sub>
Задержка на срабатывание ТЗНП в защиту Т2(Т1), с	0,01...27,00
Задержка на отключение выключателя от ТЗНП, с	0,01...27,00
Задержка на отключение трансформатора от ТЗНП, с	0,01...27,00
Комплект А3	
Напряжение поддержания секции, В	85,0...145,0
Зона нечувствительности секции, о.е.	0,01...0,2
Минимальное напряжение запрета регулирования секции, В	50,0...95,0
Напряжение перенапряжения секции, В	105,0...130,0
Активное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реактивное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реле напряжения 3U <sub>0</sub> , В	5,0...60,0
Реле напряжения U <sub>2</sub> , В	5,0...60,0
Реле тока перегрузки I <sub>ВВ МАХ</sub> секции, А	(0,1...2,1)*I <sub>НОМ</sub>
Номер ступени	1...40
Количество переключений	0...65536

## ШКАФ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ТРЕХОБМОТОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве основной и резервной защиты трансформатора, управления выключателем стороны ВН трансформатора, регулирования коэффициента трансформации под нагрузкой.

### ПРИМЕНЕНИЕ

Применяется для защиты трансформатора с обмоткой высшего напряжения 110 (220) кВ, управления выключателем ВН трансформатора, управления электроприводами РПН при регулировании коэффициента трансформации.

### СОСТАВ

Содержит три комплекта (комплекты А1, А2, А3).  
Комплект А1 выполнен на базе терминала серии БЭ2704 041 и электромеханических реле. Комплект А2 выполнен на базе терминала серии БЭ2704 073. Комплект А3 выполнен на базе терминала серии БЭ2502 А0501.  
Комплект А1 реализует функции ДЗТ, ТЗНП ВН, МТЗ ВН, МТЗ СН, МТЗ НН1, МТЗ НН2 с пуском по напряжению, ЗП, токовые реле для пуска АО, реле минимального и максимального напряжения сторон СН, НН1 и НН2 для пуска по напряжению МТЗ ВН, МТЗ СН, МТЗ НН1, МТЗ НН2, блокировку РПН при перегрузке по току и понижению напряжения сторон СН, НН1 и НН2, УРОВ стороны ВН трансформатора, обеспечивает прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН.  
Комплект А2 реализует функции АУВ, АПВ, УРОВ, МТЗ с комбинированным пуском по напряжению стороны ВН от многократных КЗ, ТЗНП, защиты от непереключения фаз и защиты от неполнофазного режима. Обеспечивает прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН.  
Комплект А3 реализует функции АРКТ, обеспечивает автоматическое поддержание напряжения, ручное регулирование напряжения, оперативное переключение регулирования и изменения уставки по напряжению, блокировки РПН.  
Комплекты А1, А2 оснащены устройствами контроля изоляции цепей ГЗ.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

ДЗТ обеспечивает защиту от всех видов коротких замыканий внутри бака и выполнена в виде двухканальной диффе-

ренциальной токовой защиты, содержащей чувствительное реле и отсечку. Чувствительное реле ДЗТ имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания. Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения в зоне действия защиты.

Для отстройки ДЗТ от бросков токов намагничивания контролируется уровень второй и пятой гармоники в дифференциальном токе. МТЗ на всех сторонах трансформатора выполняется в трехфазном исполнении и содержит: реле максимального тока, при этом МТЗ НН1 и МТЗ НН2 имеют две ступени; реле выдержки времени для действия на различные выключатели всех сторон трансформатора; пусковые органы низшего напряжения, реагирующие на уменьшение междуфазных напряжений и на увеличение напряжения обратной последовательности. Функция УРОВ первого комплекта реализует принцип индивидуального устройства, причем возможно выполнение универсального УРОВ как по схеме с дублированным пуском, так и по схеме с автоматической проверкой исправности выключателя.

АУВ формирует сигналы на включение и отключение выключателя по командам «Включить» и «Отключить», обеспечивает контроль положения выключателя «Включено» и «Отключено», фиксацию положения выключателя, содержит защиту от неполнофазного режима и от непереключения фаз выключателя.

АПВ обеспечивает однократное автоматическое повторное включение выключателя. Пуск АПВ реализован без контроля напряжений на шинах («слепое» АПВ).

Автоматический регулятор коэффициента трансформации осуществляет автоматическое поддержание напряжения в заданных пределах и ручное регулирование напряжения, блокировку работы РПН при обнаружении неисправности привода РПН, блокировку РПН от внешних сигналов.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В шкафу ШЭ2607 152 обеспечивается прием сигналов от сигнальной и отключающей ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗТ), газовой защиты РПН трансформатора (ГЗ РПН), датчиков повышения температуры масла, понижения и повышения уровня масла, неисправности цепей охлаждения.

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

### Комплект А1

Базисный ток стороны ВН (СН, НН1, НН2), А	0,251...16
Ток срабатывания ДЗТ, о.е.	0,10...1,00
Ток срабатывания реле тока УРОВ ВН, А	0,04...2
Ток срабатывания ТЗНП, А	0,05...100,0
Ток срабатывания МТЗ ВН, А	0,10...100,0
Ток срабатывания МТЗ СН, НН1, НН2, А	0,10...100,0
Ток срабатывания МТЗ СН, НН1, НН2, А	0,10...100,0

### Комплект А2

Ток срабатывания реле тока УРОВ	(0,04...0,4) $I_{НОМ}$
Ток срабатывания I ст. МТЗ	(0,05...30,00) $I_{НОМ}$
Ток срабатывания II ст. МТЗ	(0,05...30,00) $I_{НОМ}$
Ток срабатывания I ст. ТЗНП	(0,05...30,00) $I_{НОМ}$
Задержка на срабатывание ТЗНП в защиту Т2(Т1), с	0,01...27,00
Задержка на отключение выключателя от ТЗНП, с	0,01...27,00
Задержка на отключение трансформатора от ТЗНП, с	0,01...27,00

### Комплект А3

Напряжение поддержания секции, В	85,0...145,0
Зона нечувствительности секции, о.е.	0,01...0,2
Минимальное напряжение запрета регулирования секции, В	50,0...95,0
Напряжение перенапряжения секции, В	105,0...130,0
Активное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реактивное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реле напряжения $3U_0$ , В	5,0...60,0
Реле напряжения $U_2$ , В	5,0...60,0
Реле тока перегрузки $I_{ВВ\ MAX}$ секции, А	(0,1...2,1) $I_{НОМ}$
Номер ступени	1...40
Количество переключений	0...65536

## ШКАФ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ДВУХОБМОТОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве основной и резервной защиты трансформатора, регулирования коэффициента трансформации под нагрузкой.

### ПРИМЕНЕНИЕ

Применяется для защиты трансформатора с обмоткой высшего напряжения 110 (220) кВ и управления электроприводами РПН при регулировании коэффициента трансформации.

### СОСТАВ

Содержит два комплекта (комплекты А1, А2).

Комплект А1 выполнен на базе терминала серии БЭ2704 048 и электромеханических реле. Комплект А2 выполнен на базе терминала серии БЭ2502 А0501.

Комплект А1 реализует функции ДЗТ, ТЗНП ВН, МТЗ ВН с пуском по напряжению, МТЗ НН1 с пуском по напряжению, ЗП, блокировку РПН со стороны НН1, УРОВ выключателя ВН, ЛЗШ НН1, обеспечивает прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН.

Комплект А2 реализует функции АРКТ, обеспечивает автоматическое поддержание напряжения, ручное регулирование напряжения, оперативное переключение регулирования и изменения уставки по напряжению, блокировки РПН.

Комплект А1 оснащен устройством контроля изоляции цепей ГЗ.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

ДЗТ обеспечивает защиту от всех видов коротких замыканий внутри бака и выполнена в виде двухканальной дифференциальной токовой защиты, содержащей чувствительное

реле и отсечку. Чувствительное реле ДЗТ имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания. Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения в зоне действия защиты.

Для отстройки ДЗТ от бросков токов намагничивания контролируется уровень второй и пятой гармоники в дифференциальном токе.

МТЗ на всех сторонах трансформатора выполняется в трехфазном исполнении и содержит: реле максимального тока, при этом МТЗ НН1 имеет две ступени; реле выдержки времени для действия на различные выключатели всех сторон трансформатора; пусковые органы низшего напряжения, реагирующие на уменьшение междуфазных напряжений и на увеличение напряжения обратной последовательности.

Автоматический регулятор коэффициента трансформации (АРКТ) осуществляет автоматическое поддержание напряжения в заданных пределах и ручное регулирование напряжения, блокировку работы РПН при обнаружении неисправности привода РПН и блокировку РПН от внешних сигналов.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В шкафу ШЭ2607 153 обеспечивается прием сигналов от сигнальной и отключающей ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗТ), газовой защиты РПН трансформатора (ГЗ РПН), датчиков повышения температуры масла, понижения и повышения уровня масла, неисправности цепей охлаждения.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Комплект А1	
Базисный ток стороны ВН (НН1), А	0,251...16
Ток срабатывания ДЗТ, о.е.	0,10...1,00
Ток срабатывания реле тока УРОВ ВН, А	0,04...2
Ток срабатывания ТЗНП, А	0,05...100,0
Ток срабатывания МТЗ ВН, А	0,10...100,0
Ток срабатывания МТЗ НН1-I ступень, А	0,10...100,0
Ток срабатывания МТЗ НН1-II ступень, А	0,10...100,0
Комплект А2	
Напряжение поддержания секции, В	85,0...145,0
Зона нечувствительности секции, о.е.	0,01...0,2
Минимальное напряжение запрета регулирования секции, В	50,0...95,0
Напряжение перенапряжения секции, В	105,0...130,0
Активное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реактивное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реле напряжения $3U_0$ , В	5,0...60,0
Реле напряжения $U_2$ , В	5,0...60,0
Реле тока перегрузки $I_{\text{ВВ МАХ}}$ секции, А	$(0,1...2,1) \cdot I_{\text{НОМ}}$
Номер ступени	1...40
Количество переключений	0...65536

## ШКАФ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ДВУХ-, ТРЕХОБМОТОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА ДЛЯ СХЕМЫ «МОСТИК»

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве основной и резервной защиты трансформатора, регулирования коэффициента трансформации под нагрузкой.

### ПРИМЕНЕНИЕ

Применяется для защиты трансформатора для схемы РУ «мостик» с обмоткой высшего напряжения 110 (220) кВ и управления электроприводами РПН при регулировании коэффициента трансформации.

### СОСТАВ

Содержит два комплекта (комплекты А1, А2).  
Комплект А1 выполнен на базе терминала серии БЭ2704 045 и электромеханических реле. Комплект А2 выполнен на базе терминала серии БЭ2502 А0501.  
Комплект А1 реализует функции ДЗТ, ТЗНП ВН, МТЗ ВН, МТЗ НН1, МТЗ НН2 с пуском по напряжению, ЗП, токовые реле для пуска АО, реле минимального и максимального напряжения сторон НН1 и НН2 для пуска по напряжению МТЗ ВН, МТЗ НН1, МТЗ НН2, блокировку РПН при перегрузке по току и понижению напряжения сторон НН1 и НН2, УРОВ выключателя ВН1, обеспечивает прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН.  
Комплект А2 реализует функции АРКТ, обеспечивает автоматическое поддержание напряжения, ручное регулирование напряжения, оперативное переключение регулирования и изменения уставки по напряжению, блокировки РПН.  
Комплект А1 оснащен устройством контроля изоляции цепей ГЗ.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

ДЗТ обеспечивает защиту от всех видов коротких замыканий внутри бака и выполнена в виде двухканальной диффе-

ренциальной токовой защиты, содержащей чувствительное реле и отсечку. Чувствительное реле ДЗТ имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания. Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения в зоне действия защиты.

Для отстройки ДЗТ от бросков токов намагничивания контролируется уровень второй и пятой гармоники в дифференциальном токе. МТЗ на всех сторонах трансформатора выполняется в трехфазном исполнении и содержит: реле максимального тока, при этом МТЗ НН1 и МТЗ НН2 имеют две ступени; реле выдержки времени для действия на различные выключатели всех сторон трансформатора; пусковые органы низшего напряжения, реагирующие на уменьшение междуфазных напряжений и на увеличение напряжения обратной последовательности. Автоматический регулятор коэффициента трансформации осуществляет автоматическое поддержание напряжения в заданных пределах и ручное регулирование напряжения, блокировку работы РПН при обнаружении неисправности привода РПН и блокировку РПН от внешних сигналов.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В шкафу ШЭ2607 154 обеспечивается прием сигналов от сигнальной и отключающей ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗТ), газовой защиты РПН трансформатора (ГЗ РПН), датчиков повышения температуры масла, понижения и повышения уровня масла, неисправности цепей охлаждения.  
Комплект БЭ2704 045 может быть использован для защиты трансформатора ВН/СН/НН. В этом случае цепи сторон СН трансформатора подключаются на клеммы стороны НН1 защиты.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Комплект А1	
Базисный ток стороны ВН (НН1, НН2), А	0,251...16
Ток срабатывания ДЗТ, о.е.	0,10...1,00
Ток срабатывания реле тока УРОВ ВН, А	0,04...2
Ток срабатывания ТЗНП, А	0,05...100,0
Ток срабатывания МТЗ ВН, А	0,10...100,0
Ток срабатывания МТЗ НН2-I ступень, А	0,10...100,0
Ток срабатывания МТЗ НН2-II ступень, А	0,10...100,0
Комплект А2	
Напряжение поддержания секции, В	85,0...145,0
Зона нечувствительности секции, о.е.	0,01...0,2
Минимальное напряжение запрета регулирования секции, В	50,0...95,0
Напряжение перенапряжения секции, В	105,0...130,0
Активное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реактивное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реле напряжения $3U_0$ , В	5,0...60,0
Реле напряжения $U_2$ , В	5,0...60,0
Реле тока перегрузки $I_{ВВ\text{ MAX}}$ секции, А	(0,1...2,1)* $I_{НОМ}$
Номер ступени	1...40
Количество переключений	0...65536

## ШКАФ ЗАЩИТЫ ТРЕХОБМОТОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА И УПРАВЛЕНИЯ РПН

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве основной защиты трансформатора, регулирования коэффициента трансформации под нагрузкой.

### ПРИМЕНЕНИЕ

Применяется для защиты трансформатора с обмоткой высшего напряжения 110 (220) кВ, управления выключателем ВН трансформатора, управления электроприводами РПН при регулировании коэффициента трансформации.

### СОСТАВ

Содержит два комплекта (комплекты А1, А2).  
Комплект А1 выполнен на базе терминала серии БЭ2704 041 и электромеханических реле. Комплект А2 выполнен на базе терминала серии БЭ2502 А0501.  
Комплект А1 реализует функции ДЗТ, ТЗНП ВН, МТЗ ВН, МТЗ СН, МТЗ НН1, МТЗ НН2 с пуском по напряжению, ЗП, токовые реле для пуска АО, реле минимального и максимального напряжения сторон СН, НН1 и НН2 для пуска по напряжению МТЗ ВН, МТЗ СН, МТЗ НН1, МТЗ НН2, блокировку РПН при перегрузке по току и понижению напряжения сторон СН, НН1 и НН2, УРОВ стороны ВН трансформатора, обеспечивает прием сигналов от ГЗТ и ГЗ РПН.  
Комплект А2 реализует функции АРКТ, обеспечивает автоматическое поддержание напряжения, ручное регулирование напряжения, оперативное переключение регулирования и изменения уставки по напряжению, блокировки РПН.  
Комплект А1 оснащен устройством контроля изоляции цепей ГЗ.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

ДЗТ обеспечивает защиту от всех видов коротких замыканий внутри бака и выполнена в виде двухканальной диф-

ференциальной токовой защиты, содержащей чувствительное реле и отсечку. Чувствительное реле ДЗТ имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания. Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения в зоне действия защиты.

Для отстройки ДЗТ от бросков токов намагничивания контролируется уровень второй и пятой гармоники в дифференциальном токе.

МТЗ на всех сторонах трансформатора выполняется в трехфазном исполнении и содержит: реле максимального тока, при этом МТЗ НН1 имеет две ступени; реле выдержки времени для действия на различные выключатели всех сторон трансформатора; пусковые органы низшего напряжения, реагирующие на уменьшение междуфазных напряжений и на увеличение напряжения обратной последовательности.

Функция УРОВ первого комплекта реализует принцип индивидуального устройства, причем возможно выполнение универсального УРОВ как по схеме с дублированным пуском, так и по схеме с автоматической проверкой исправности выключателя.

Автоматический регулятор коэффициента трансформации осуществляет автоматическое поддержание напряжения в заданных пределах и ручное регулирование напряжения, блокировку работы РПН при обнаружении неисправности привода РПН и блокировку РПН от внешних сигналов.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В шкафу ШЭ2607 155 обеспечивается прием сигналов от сигнальной и отключающей ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗТ), газовой защиты РПН трансформатора (ГЗ РПН), датчиков повышения температуры масла, понижения и повышения уровня масла, неисправности цепей охлаждения.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Комплект А1	
Базисный ток стороны ВН (СН, НН1, НН2), А	0,251...16
Ток срабатывания ДЗТ, о.е.	0,10...1,00
Ток срабатывания реле тока УРОВ ВН, А	0,04...2
Ток срабатывания ТЗНП, А	0,05...100,0
Ток срабатывания МТЗ ВН, СН, НН1, НН2, А	0,10...100,0
Комплект А2	
Напряжение поддержания секции, В	85,0...145,0
Зона нечувствительности секции, о.е.	0,01...0,2
Минимальное напряжение запрета регулирования секции, В	50,0...95,0
Напряжение перенапряжения секции, В	105,0...130,0
Активное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реактивное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реле напряжения $3U_0$ , В	5,0...60,0
Реле напряжения $U_2$ , В	5,0...60,0
Реле тока перегрузки $I_{ВВ\max}$ секции, А	$(0,1...2,1) \cdot I_{НОМ}$
Номер ступени	1...40
Количество переключений	0...65536

## ШКАФ УПРАВЛЕНИЯ РПН

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве регулирования коэффициента трансформации под нагрузкой.

тическое поддержание напряжения, ручное регулирование напряжения, оперативное переключение регулирования и изменения уставки по напряжению, блокировки РПН.

### ПРИМЕНЕНИЕ

Применяется для управления электроприводами РПН при регулировании коэффициента трансформации.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Автоматический регулятор коэффициента трансформации осуществляет автоматическое поддержание напряжения в заданных пределах и ручное регулирование напряжения, блокировку работы РПН при обнаружении неисправности привода РПН и блокировку РПН от внешних сигналов.

### СОСТАВ

Комплект выполнен на базе терминалов серии БЭ2502. Комплект реализует функции АРКТ, обеспечивает автома-

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Комплект А1	
Напряжение поддержания секции, В	85,0...145,0
Зона нечувствительности секции, о.е.	0,01...0,2
Минимальное напряжение запрета регулирования секции, В	50,0...95,0
Напряжение перенапряжения секции, В	105,0...130,0
Активное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реактивное сопротивление распределительной сети, Ом	0...60
Реле напряжения $3U_0$ , В	5,0...60,0
Реле напряжения $U_2$ , В	5,0...60,0
Реле тока перегрузки $I_{ВВ\text{ макс}}$ секции, А	$(0,1...2,1) \cdot I_{НОМ}$
Номер ступени	1...40
Количество переключений	0...65536

## ШКАФ ЗАЩИТЫ, АВТОМАТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ВВОДОВ 6–35 кВ

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве защиты, автоматики и управления вводов 6–35 кВ.

### СОСТАВ

Шкаф ШЭ2607 161 содержит один комплект защит, ШЭ2607 162 – два комплекта защит, ШЭ2607 163 – три комплекта защит, ШЭ2607 164 – четыре комплекта защит. Комплект выполнен на базе терминала серии БЭ2502. Комплект реализует функции АУВ, УРОВ, трехступенчатой МТЗ, МТЗ ЛЗШ, АВР, АПВ, ЗНР, ЗДЗ, ЗМН.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

АУВ формирует сигналы на включение и отключение выключателя по командам «Включить» и «Отключить», обеспечивает контроль цепей управления выключателя. Включение выключателя производится от сигналов управления через блок многократных включений (БМВ).

МТЗ содержит реле максимального тока и имеет три ступени; предусмотрена МТЗ ЛЗШ с независимой времятоковой характеристикой. Первая и вторая ступени МТЗ имеют независимые от тока выдержки времени. Третья ступень выполнена с возможностью работы как с зависимой, так и с независимой выдержкой времени.

АВР имеет регулируемые уставки времени готовности и срабатывания и обеспечивает однократность его действия.

АПВ обеспечивает однократное автоматическое повторное включение выключателя. Предусмотрен пуск АПВ с контролем напряжений на секциях шин или без контроля напряжения («слепое» АПВ).

УРОВ обеспечивает действие на вышестоящий выключатель при срабатывании любых защит терминала, осуществляется по схеме РПВ.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Комплект	
Ток срабатывания МТЗ, А	(0,4...40) $I_{ном}$
Ток срабатывания ЛЗШ, А	(0,4...40) $I_{ном}$
Напряжение срабатывания ЗМН, В	5...100
Время срабатывания УРОВ, с	0,01...10
Время срабатывания АВР, с	0,2...100
Время срабатывания АПВ, с	0,2...20
Время готовности привода	0...40

## ШКАФЫ ЗАЩИТЫ ЛИНИИ, АВТОМАТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ЛИНЕЙНЫМ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ 6–35 кВ

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначены в качестве защиты линии, автоматики и управления линейным выключателем 6–35 кВ.

### СОСТАВ

Шкаф ШЭ2607 171 содержит один комплект, который реализует функции МТЗ, ЗОЗЗ, ЗДЗ, ЗНР, ЗМН, УРОВ, АПВ, АУВ. Обеспечивается выполнение команд внешних воздействий от АЧР с ЧаПВ и ПАА.

Шкаф ШЭ2607 172 содержит два комплекта, ШЭ2607 173 – три комплекта, ШЭ2607 174 – четыре комплекта ШЭ2607 171, которые применяются при наличии нескольких присоединений на секции РУ.

Применение исполнений обусловлено наличием количества присоединений на секции РУ и дефицитом места размещения шкафов.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

МТЗ содержит три направленные ступени с пуском по напряжению с независимой времятоковой характеристикой – для I и II ступеней; как зависимой, так и независимой – для III ступени. ЗОЗЗ содержит две направленные ступени с независимой (I ступень) и зависимой (II ступень) времятоковой характеристикой.

ЗНР содержит компаратор токов прямой и обратной последовательностей.

АПВ реализует послеаварийное автоматическое (двукратное) включение линии.

УРОВ содержит систему резервирования отказа выключателя при аварийном отключении, действующую на отключение смежных питающих присоединений.

АУВ обеспечивает автоматическое и ручное управление с контролем положения выключателя, действующее на отключение и включение с учетом различных блокировок. Предусмотрено отключение и включение (при наличии второй защиты присоединения) выключателя от защит, АСУ ТП (ТМ), ключа управления при отсутствии питания терминала или при неисправности терминала.

Управление составом защит шкафа и режимом управления выключателем осуществляется оперативными переключателями на плите терминала и двери шкафа.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Ток срабатывания реле тока I ступени МТЗ, А	(0,4...40) $I_{НОМ}$
Ток срабатывания реле тока II ступени МТЗ, А	(0,2...40) $I_{НОМ}$
Ток срабатывания реле тока III ступени МТЗ, А	(0,08...20) $I_{НОМ}$
Время срабатывания I ступени МТЗ, с	0...10
Время срабатывания II ступени МТЗ, с	0,1...20
Время срабатывания III ступени МТЗ, с	0,2...100
Ток срабатывания реле тока I ступени ЗОЗЗ, А	(0,01...2) $I_{НОМ}$
Ток срабатывания реле тока II ступени ЗОЗЗ, А	(0,01...0,5) $I_{НОМ}$
Время срабатывания I ступени ЗОЗЗ, с	0,2...100
Время срабатывания II ступени ЗОЗЗ, с	0,2...100

## ШКАФ ЗАЩИТЫ, АВТОМАТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ СЕКЦИОННЫМ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ 6–35 кВ

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве защиты, автоматики и управления секционным выключателем 6–35 кВ.

### СОСТАВ

Шкаф ШЭ2607 175 содержит один комплект, который реализует функции МТЗ, ЗДЗ, ЛЗШ, УРОВ, АВР, АУВ, ЗНР.

Шкаф ШЭ2607 176 содержит два комплекта.

Применение исполнений обусловлено наличием количества присоединений на секции РУ и дефицитом места размещения шкафов.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

МТЗ содержит три направленные ступени с пуском по напряжению с независимой времятоковой характеристикой – для I и II ступеней; как зависимой, так и независимой – для III ступени. ЗНР содержит компаратор токов прямой и обратной последовательностей.

ЛЗШ содержит систему аварийного отключения секционного выключателя при отсутствии аварийного отключения линейного выключателя.

УРОВ содержит систему резервирования отказа выключателя при аварийном отключении, действующую на отключение смежных питающих присоединений.

АВР реализует автоматическое включение секционного выключателя.

АУВ обеспечивает автоматическое и ручное управление с контролем положения выключателя, действующее на отключение и включение с учетом различных блокировок.

Предусмотрено отключение и включение (при наличии второй защиты присоединения) выключателя от защит, АСУ ТП (ТМ), ключа управления даже при отсутствии питания терминала или при неисправности терминала.

Управление составом защит шкафа и режимом управления выключателем осуществляется оперативными переключателями на плите терминала и двери шкафа.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Ток срабатывания реле тока I ступени МТЗ, А	(0,4...40) $I_{НОМ}$
Ток срабатывания реле тока II ступени МТЗ, А	(0,2...40) $I_{НОМ}$
Ток срабатывания реле тока III ступени МТЗ, А	(0,08...20) $I_{НОМ}$
Время срабатывания I ступени МТЗ, с	0...10
Время срабатывания II ступени МТЗ, с	0,1...20
Время срабатывания III ступени МТЗ, с	0,2...100

## ШКАФ ТРАНСФОРМАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ СЕКЦИИ 6–35 кВ

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве защиты автоматики, контроля и сигнализации трансформаторов напряжения секции 6–35 кВ.

### СОСТАВ

Шкаф ШЭ2607 177 содержит один комплект, который реализует функции ЗОЗЗ, ЗМН, ЗПН, АВР, АЧР.

Шкаф ШЭ2607 178 имеет два комплекта защит.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

АВР имеет регулируемые уставки времени готовности и срабатывания и обеспечивает однократность его действия.

Измерительный орган защиты минимального напряжения ЗМН обеспечивает диапазон уставок по выдержке времени.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Напряжение срабатывания ЗМН, В	5...100
Напряжение срабатывания ЗПН, В	60...120

## ШКАФ ЗАЩИТЫ, АВТОМАТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ СЕКЦИОННЫМ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ 6–35 кВ И ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ СЕКЦИИ 6–35 кВ

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен в качестве защиты, автоматики и управления секционным выключателем и трансформаторов напряжения секции 6–35 кВ.

### СОСТАВ

Шкаф ШЭ2607 179 содержит один комплект, который реализует функции МТЗ, ЗДЗ, ЛЗШ, УРОВ, АВР, АУВ, ЗНР и два комплекта, которые реализуют функции ЗОЗЗ, ЗМН, ЗПН, АВР, АЧР.

Шкаф ШЭ2607 179 имеет один комплект на базе терминалов БЭ2502А02 и два комплекта на базе терминалов БЭ2502А04.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

МТЗ содержит три направленные ступени с пуском по напряжению с независимой времятоковой характеристикой – для I и II ступеней; как зависимой, так и независимой – для III ступени.

ЗНР содержит компаратор токов прямой и обратной последовательностей.

ЛЗШ содержит систему аварийного отключения секционного выключателя при отсутствии аварийного отключения линейного выключателя.

УРОВ содержит систему резервирования отказа выключателя при аварийном отключении, действующую на отключение смежных питающих присоединений.

АВР реализует автоматическое включение секционного выключателя.

АУВ обеспечивает автоматическое и ручное управление с контролем положения выключателя, действующее на отключение и включение с учетом различных блокировок.

Предусмотрено отключение и включение (при наличии второй защиты присоединения) выключателя от защит, АСУ ТП (ТМ), ключа управления даже при отсутствии питания терминала или при неисправности терминала.

Управление составом защит шкафа и режимом управления выключателем осуществляется оперативным переключением на плате терминала и двери шкафа.

Измерительный орган защиты минимального напряжения ЗМН обеспечивает диапазон уставок по выдержке времени.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Ток срабатывания реле тока I ступени МТЗ, А	(0,4...40) $I_{НОМ}$
Ток срабатывания реле тока II ступени МТЗ, А	(0,2...40) $I_{НОМ}$
Ток срабатывания реле тока III ступени МТЗ, А	(0,08...20) $I_{НОМ}$
Время срабатывания I ступени МТЗ, с	0...10
Время срабатывания II ступени МТЗ, с	0,1...20
Время срабатывания III ступени МТЗ, с	0,2...100

## ШКАФ ЗАЩИТЫ ЛИНИИ, АВТОМАТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ЛИНЕЙНЫМ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ 6–35 кВ

### НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначен для защиты линии 6–35 кВ и управления линейным выключателем.

### СОСТАВ

Шкаф ШЭ2607 181 (182, 183, 184) содержит соответственно один, два, три, четыре комплекта защит. Комплект выполнен на базе терминала серии БЭ2502А1002 и реализует функции трехступенчатой дистанционной защиты от междуфазных КЗ и двухступенчатой дистанционной защиты от двойных замыканий на землю, трехступенчатой МТЗ, ЗОЗЗ, УРОВ, АПВ, АУВ, ЗНР, ЗМН.

### ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

ДЗ содержит три ступени от междуфазных КЗ, две ступени от двойных замыканий на землю и дополнительный ненаправленный измерительный орган сопротивления (ИОС),

блокировку при качаниях, блокировку при неисправностях в цепях напряжения, орган выявления вида КЗ (междуфазное или «на землю», цепи логики.

МТЗ содержит три ступени с независимой времятоковой характеристикой. Первая и вторая ступени МТЗ имеют независимые от тока выдержки времени.

ЗОЗЗ выполнена по напряжению нулевой последовательности.

АУВ формирует сигналы на включение и отключение выключателя по командам «Включить» и «Отключить», обеспечивает контроль цепей управления выключателя. АУВ обеспечивает автоматическое и ручное управление с контролем положения выключателя, действующее на отключение и включение с учетом различных блокировок.

ЗНР содержит компаратор токов прямой и обратной последовательностей. ЗМН содержит три ПО по международному напряжению.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Уставка по оси X (R) I, II, III ст. от междуфазных КЗ, Ом	(1...500) / I <sub>НОМ</sub>
Уставка по оси X (R) II, III ст. от двойных замыканий ЗЗ, Ом	(1...500) / I <sub>НОМ</sub>
Ток срабатывания реле тока I ступени МТЗ, А	(0,3...40) I <sub>НОМ</sub>
Ток срабатывания реле тока II ступени МТЗ, А	(0,1...40) I <sub>НОМ</sub>
Ток срабатывания реле тока III ступени МТЗ, А	(0,7...40) I <sub>НОМ</sub>
Время срабатывания I ступени МТЗ, с	0...10
Время срабатывания II ступени МТЗ, с	0,1...20
Время срабатывания III ступени МТЗ, с	0,2...100



## КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВОК

Поставка оборудования производится в соответствии с заполненной спецификацией к Договору поставки и Картами заказа.

В комплект поставки входят:

- заказанные шкафы защит;
- паспорт на каждый шкаф;
- комплект документации на шкафы, включая Руководство по эксплуатации, принципиальную электрическую и монтажную схемы;
- протокол приемо-сдаточных испытаний на каждый шкаф;
- комплект документации на терминалы серий БЭ2704, БЭ2502 и программное обеспечение (EKRASMS, WNDR, ОМП для защит линии);
- заказанные блоки Д2700 (преобразователи TTL-RS-485);
- универсальный набор для подключения компьютера;
- кабель связи для организации локальной сети (в соответствии с заказом);
- измерительная крышка испытательного блока FAME TP 4+1 (1 или 2 шт. в зависимости от типа шкафов защит);
- измерительная крышка испытательного блока FAME TP 6+1 (1 или 2 шт. в зависимости от типа шкафов защит);
- отвертка 3,5x100;
- комплект маркеров рабочего положения оперативных переключателей (по количеству поставляемых комплектов защит);
- автоматы с дистанционным расцепителем АП50Б 1М2ТД в соответствии с заказом – по количеству шкафов с АУВ и используемых электромагнитов управления;
- программное обеспечение EKRASMS, WNDR на компакт-диске (в соответствии с заказом);
- технологическая версия программы EKRASMS на компакт-диске (если не заказана программа с инсталляцией);

- другое дополнительное оборудование (в соответствии с заказом).

Паспорта на шкафы упаковываются вместе со шкафами, все остальное оборудование и документация – в отдельной упаковочной таре.

Учитывая многолетний опыт поставок оборудования, Заказчикам предлагается набор наладчика, в комплект которого входит:

- преобразователь интерфейса Д2700 для подключения к портам TTL1,2,3 терминала, и используется для выполнения наладки и сервисного обслуживания (для локального подключения) по интерфейсу RS-485 2W;
- кабель USB 2.0 тип А-В 1.8м для связи ноутбука и терминала БЭ2704 200-й серии через USB-порт на лицевой плите терминала;
- кабель RS-232 тип DB-9 M/F 1.5м для связи ПК (при наличии порта RS-232) и терминала БЭ2704 через порт RS-232 или USB (в терминалах 200-й серии) на лицевой плите терминала;
- преобразователь USB/RS-232/RS-485 типа MOXA UPort-1150 для подключения переносного компьютера с интерфейсом USB к портам терминала БЭ2704 через порт RS-232 или RS-485 на лицевой плите терминала;
- кабель UTP 5Е перекрестный RJ45/RJ45 2.м для подключения к портам Ethernet терминала БЭ2704 200-й серии, и используется для подключения компьютера с программами EKRASMS или WEB-интерфейсом во время сервисного обслуживания.

## ПОСТАВКИ ШКАФОВ СЕРИИ ШЭ2607

\* Сняты с производства

Тип шкафов	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Всего
ШЭ2607 041, ШЭ2607 041041, ШЭ2607 041073	77	82	86	92	48	29	414
ШЭ2607 045, ШЭ2607 045045, ШЭ2607 045073, ШЭ2607 048, ШЭ2607 048048, ШЭ2607 048073	13	31	26	30	51	31	182
ШЭ2607 073	9	24	17	28	17	15	110
ШЭ2607 150	9	12	15	29	24	22	111
ШЭ2607 151	8	13	23	28	19	17	108
ШЭ2607 152	13	32	30	41	36	18	170
ШЭ2607 153		7	7	4	3	1	22
ШЭ2607 154	1	4	1	4			10
ШЭ2607 155		4	8	4	7	9	32
ШЭ2607 156	3	8	9	14	16	17	67
ШЭ2607 157	11	20	18	36	30	18	133
ШЭ2607 161 (162...164)	20	28	38	51	47	30	214
ШЭ2607 171 (172...174)	22	25	38	44	23	59	211
ШЭ2607 175, 176	11	7	14	20	19	20	91
ШЭ2607 177, 178	4	3	9	18	5	11	50
ШЭ2607 179		4	8	8	11	5	36
ШЭ2607 181 (182...184)		2	13	6	14	6	41
ШЭ2607 185...ШЭ2607 188*		2			1	2	5
<b>Всего</b>	<b>201</b>	<b>308</b>	<b>360</b>	<b>457</b>	<b>371</b>	<b>310</b>	<b>2007</b>
<b>Всего количество типоразмеров шкафов</b>	<b>23</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>31</b>

## СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА

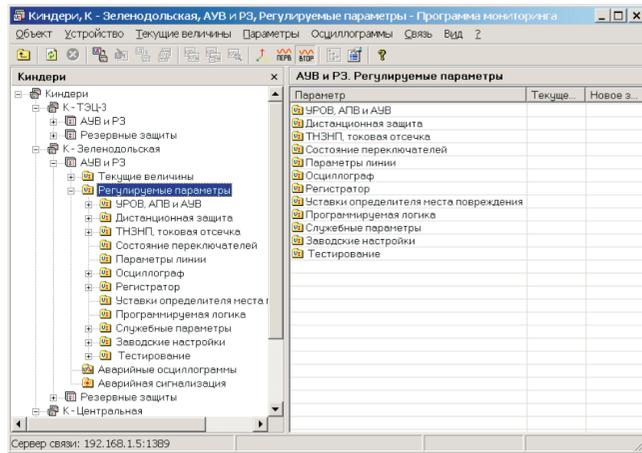
Создание автоматизированных рабочих мест (АРМ) возможно с помощью комплекса программ и оборудования построения локальных сетей передачи данных.

Программные средства организации АРМ позволяют:

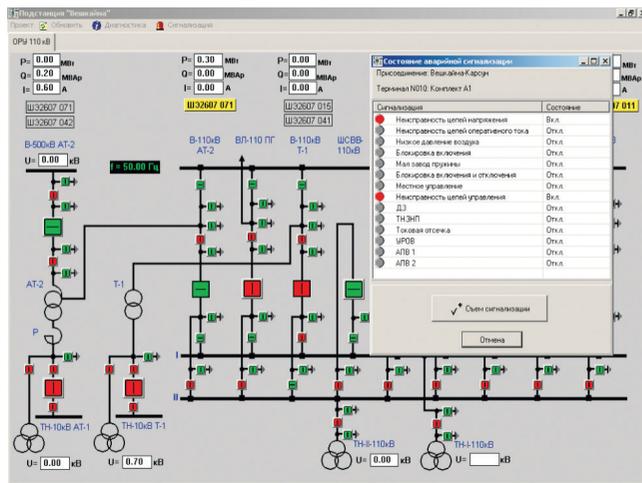
- создать необходимое количество АРМ специалистов РЗА (АРМ релейщика) и АРМ дежурного персонала (АРМ дежурного);
- решать задачи управления и наблюдения за работой устройств;
- анализировать и отображать в удобной форме поступающую от устройств информацию;
- передавать информацию на вышестоящие уровни системы управления.

Аппаратные средства организации АРМ представляют собой различные преобразователи сигналов для передачи информации по требуемым физическим линиям связи. Использование клиент-серверной основы построения программного обеспечения и современных технологий передачи данных позволяет строить любые архитектуры АРМ.

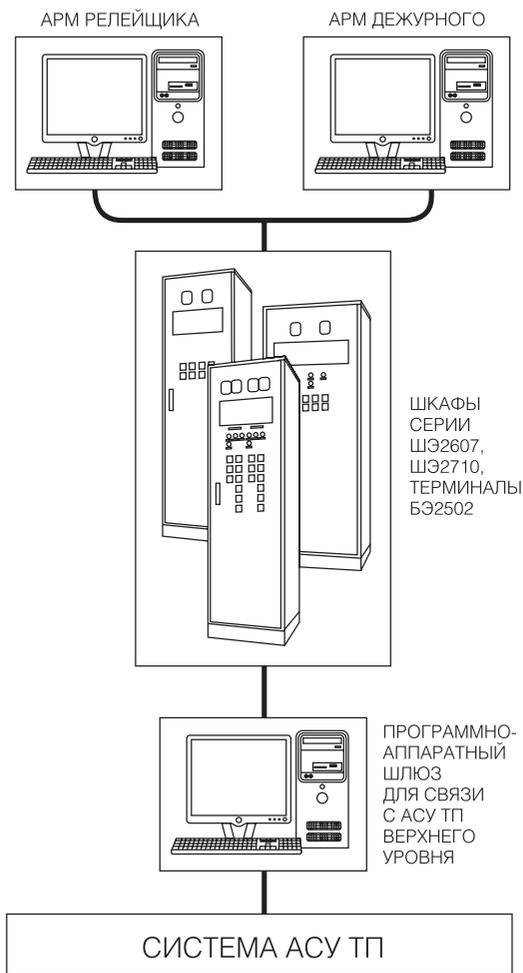
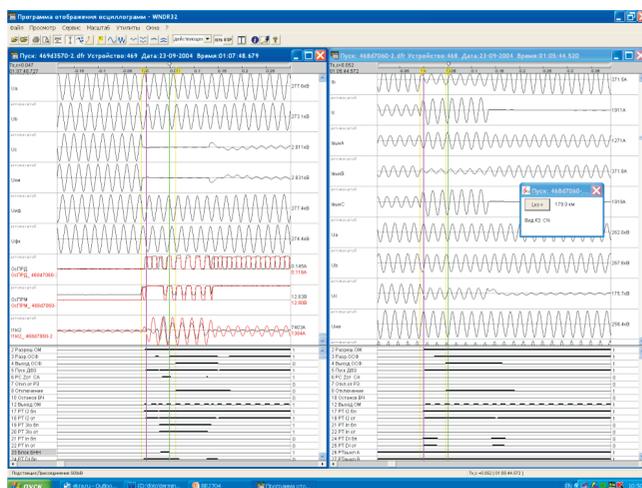
### АРМ релейщика



### АРМ дежурного



### Анализ осциллограмм



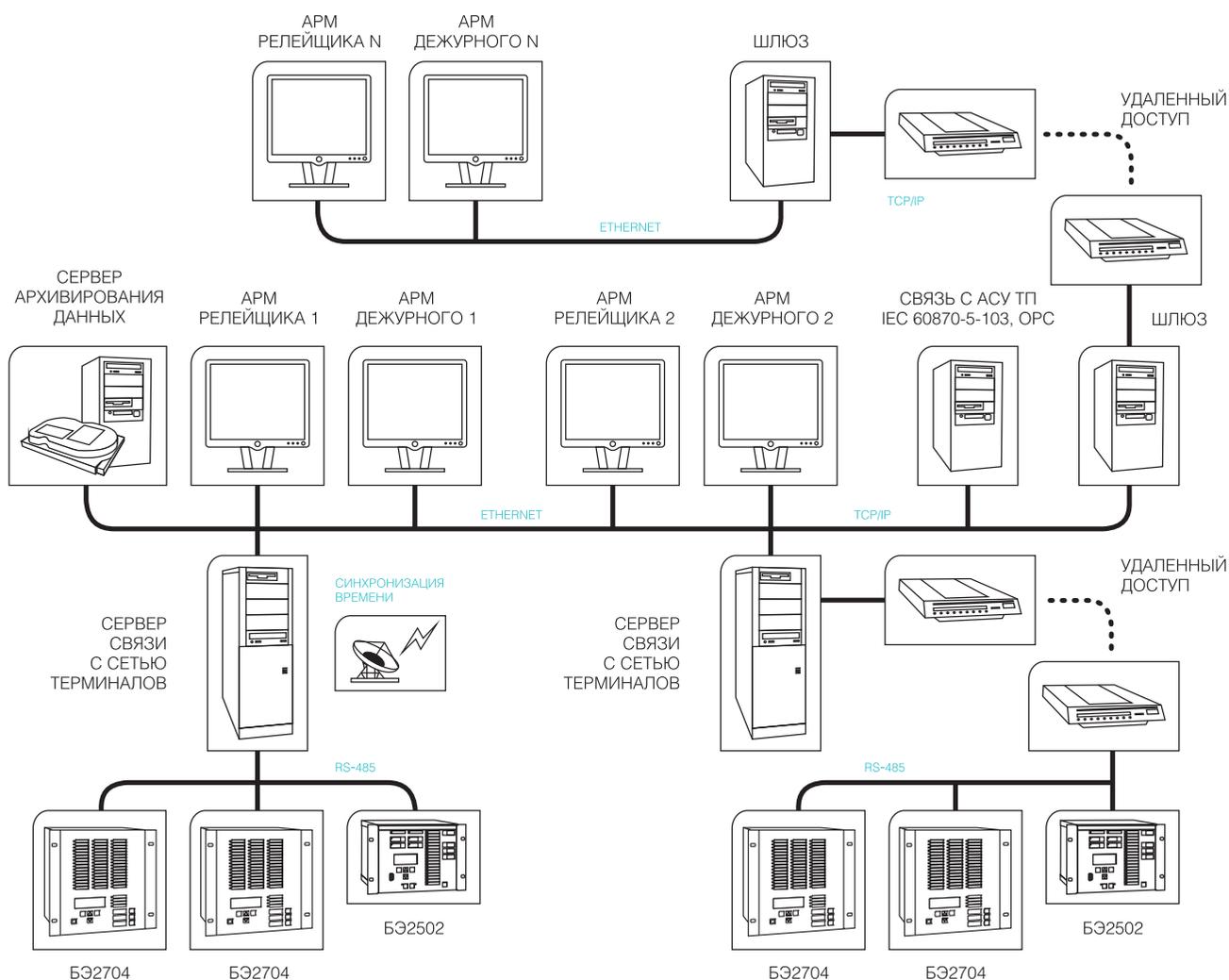
## СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЯ EKRASMS

С помощью программного обеспечения EKRASMS обеспечивается возможность организации АРМ релейщика и АРМ дежурного персонала.

АРМ релейщика позволяет:

- производить мониторинг (наблюдение) текущих значений всех аналоговых и дискретных входных сигналов;
- организовывать и анализировать базы данных ОМП, аварийных осциллограмм и регистратора дискретных сигналов;
- изменять уставки;
- синхронизировать время всех терминалов, работающих в сети.

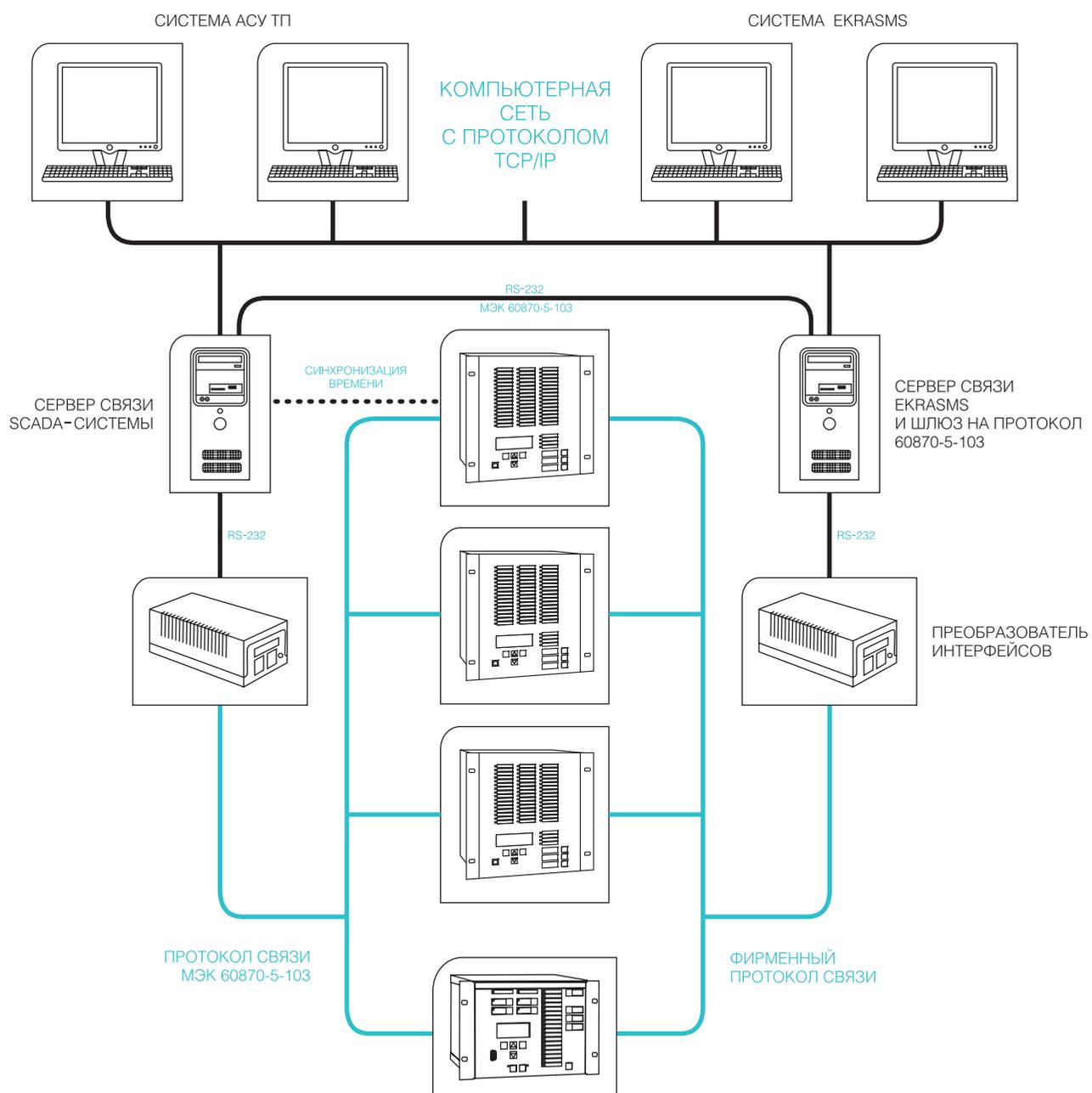
С помощью АРМ дежурного возможно визуальное наблюдение доступного для терминалов коммутационного подстанционного оборудования и электрических параметров электропередачи. Установка дополнительных специальных терминалов – тока, напряжения, мощности, частоты – при этом не требуется. АРМ дежурного доступна местная сигнализация терминалов и часть регистрируемых событий, необходимых для оценки возникшей аварийной ситуации. Просмотр и анализ аварийных осциллограмм осуществляется с использованием специализированной программы WNDR32. Внешнее программное обеспечение функционирует на платформе WINDOWS 2000 (и выше) и выполнено с интерфейсом на русском языке.



## ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Установленные на подстанции терминалы могут быть объединены в информационную сеть с использованием последовательного интерфейса RS-485 или Ethernet. Терминалы серии БЭ2502 совместимы с терминалами серии БЭ2704 по интерфейсу и протоколу связи.

Сеть терминалов может быть связана с локальной компьютерной сетью подстанции с использованием протокола TCP/IP. При использовании каналов связи возможен удаленный доступ (из местной или центральной службы РЗА) к сети терминалов, установленных на подстанции.

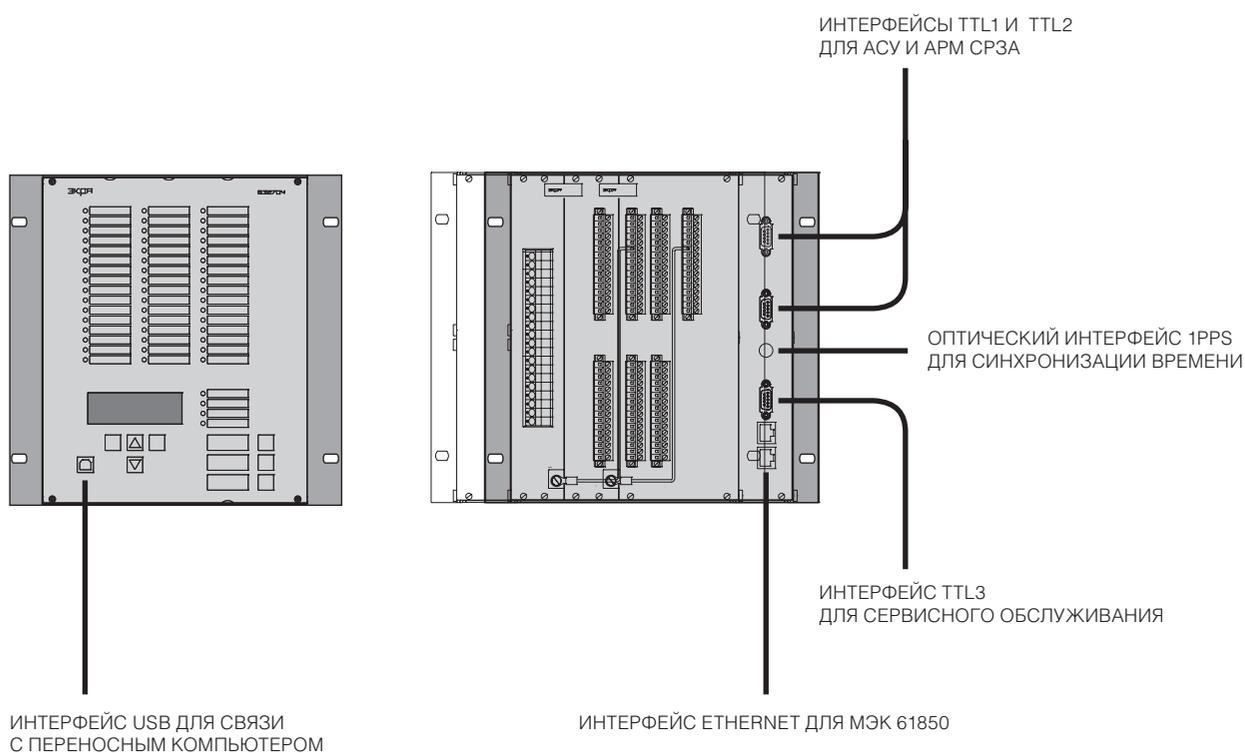


## ИНТЕРФЕЙСЫ СВЯЗИ ТЕРМИНАЛОВ

На подстанциях, не оборудованных локальной сетью, терминалы серий БЭ2502 и БЭ2704 могут использоваться как автономные устройства. При отсутствии связи с вышестоящим уровнем они полноценно выполняют функции защит и управления. В этом случае, при необходимости, съем дополнительной информации может осуществляться с помощью переносного портативного компьютера.

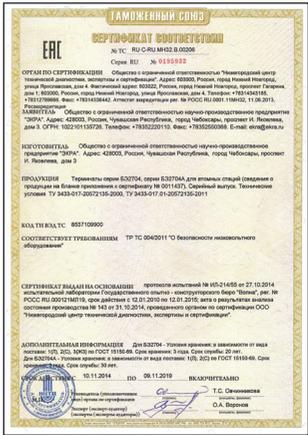
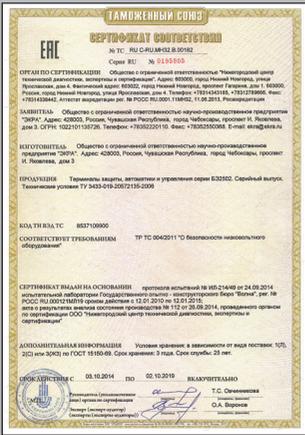
Обеспечивается:

- независимость всех интерфейсов по скорости и используемому протоколу связи;
- стандартные типы физических линий связи;
- стандартные протоколы связи МЭК 60870-5-103 и МЭК 60850-8 для связи с АСУ ТП.









**ЭКРА**

ООО НПП «ЭКРА»  
428003, РФ, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, 3  
тел. / факс: (8352) 22 01 10 (многоканальный)  
22 01 30 (автосекретарь)  
39 99 29, 55 03 68  
57 00 35, 57 00 76

e-mail: [ekra@ekra.ru](mailto:ekra@ekra.ru)  
<http://www.ekra.ru>