



# КРУ «ВОЛГА» КРУ-6, КРУ-10

КОМПЛЕКТНОЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО 6(10) кВ

## РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72  
 Астана +7(7172)727-132  
 Белгород (4722)40-23-64  
 Брянск (4832)59-03-52  
 Владивосток (423)249-28-31  
 Волгоград (844)278-03-48  
 Вологда (8172)26-41-59  
 Воронеж (473)204-51-73  
 Екатеринбург (343)384-55-89  
 Иваново (4932)77-34-06  
 Ижевск (3412)26-03-58  
 Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81  
 Калуга (4842)92-23-67  
 Кемерово (3842)65-04-62  
 Киров (8332)68-02-04  
 Краснодар (861)203-40-90  
 Красноярск (391)204-63-61  
 Курск (4712)77-13-04  
 Липецк (4742)52-20-81  
 Магнитогорск (3519)55-03-13  
 Москва (495)268-04-70  
 Мурманск (8152)59-64-93  
 Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12  
 Новокузнецк (3843)20-46-81  
 Новосибирск (383)227-86-73  
 Орел (4862)44-53-42  
 Оренбург (3532)37-68-04  
 Пенза (8412)22-31-16  
 Пермь (342)205-81-47  
 Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
 Рязань (4912)46-61-64  
 Самара (846)206-03-16  
 Санкт-Петербург (812)309-46-40  
 Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54  
 Сочи (862)225-72-31  
 Ставрополь (8652)20-65-13  
 Тверь (4822)63-31-35  
 Томск (3822)98-41-53  
 Тула (4872)74-02-29  
 Тюмень (3452)66-21-18  
 Ульяновск (8422)24-23-59  
 Уфа (347)229-48-12  
 Челябинск (351)202-03-61  
 Череповец (8202)49-02-64  
 Ярославль (4852)69-52-93

сайт: <http://eltehnika.nt-rt.ru> || эл. почта: [enh@nt-rt.ru](mailto:enh@nt-rt.ru)

## Содержание

Введение . . . . .	2
1 Описание и работа. . . . .	3
2 Монтаж, наладка и ввод в эксплуатацию . . . . .	27
3 Использование по назначению . . . . .	46
4 Техническое обслуживание . . . . .	54
5 Ремонт. . . . .	57
6 Транспортирование . . . . .	59
7 Хранение. . . . .	59
8 Утилизация . . . . .	60
9 Гарантийные обязательства. . . . .	60
Приложение 1. Сетка схем главных электрических цепей КРУ . . . . .	61
Приложение 2. Габаритные размеры шкафов КРУ . . . . .	63
Приложение 3. Силовые выключатели шкафов КРУ . . . . .	65
Приложение 4. Руководство по эксплуатации интегрированной системы мониторинга и управления «КРУ Smart View» . . . . .	66
Приложение 5. Схема принудительной вентиляции. . . . .	84
Приложение 6. Человеко-машинный интерфейс управляющего контроллера системы принудительной вентиляции . . . . .	85

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	1
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

## **Введение**

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) предназначено для ознакомления с конструкцией, порядком установки, монтажа и организации эксплуатации комплектных распределительных устройств КРУ-6(10) УЗ.1 ТУ 3414-038-45567980-2012 (далее – шкаф КРУ).

РЭ содержит сведения о технических характеристиках шкафов КРУ, типе, составе изделия и конструкции и указания об устройстве, принципе работы и монтажу КРУ, типовые схемы главных цепей.

РЭ предназначено для обслуживающего персонала, прошедшего подготовку по эксплуатации и техническому обслуживанию электротехнических изделий среднего напряжения.

«ПО Элтехника» постоянно занимается совершенствованием конструкции шкафов КРУ, не ведущим к функциональным изменениям, поэтому возможны незначительные конструктивные расхождения с описанием РЭ.

Условные обозначения:

**ЗИП** – запчасти и принадлежности

**КРУ** – комплектное распределительное устройство

**ОПН** – ограничитель перенапряжения

**РЗиА** – релейная защита и автоматика

**РЭ** – руководство по эксплуатации.

**ТУ** – технические условия.

**ПУЭ** – правила эксплуатации электроустановок потребителей.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	2
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

# 1 Описание и работа

## 1.1 Назначение

Шкафы КРУ предназначены для работы в составе распределительных устройств в сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, номинальным напряжением 6 или 10 кВ с изолированной, заземленной через дугогасительный реактор или резистор нейтралью.

1.1.1 Шкафы КРУ предназначены для работы при следующих условиях окружающей среды:

- наибольшая высота установки над уровнем моря не более 1000 м;
- рабочий диапазон температур окружающего воздуха от минус 25° до плюс 40° С;
- относительная влажность воздуха не более 75% при температуре плюс 15° С;
- тип атмосферы II по ГОСТ 15150;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих материалы и изоляцию.

## 1.1.2 Структура условного обозначения



Пример записи условного обозначения: КРУ-10-2500/31,5-1 УЗ.1 – комплектное распределительное устройство на номинальное напряжение 10 кВ, номинальный ток 2500 А, ток термической стойкости 31,5 кА со схемой главных цепей № 1 климатического исполнения УЗ.1.

1.1.3 Шкафы КРУ могут комплектоваться различными силовыми выключателями. Основное исполнение шкафов КРУ – с выключателями типа VF12, также возможно применение выключателей типа EVOLIS, SHELL, ВВ/TEL (Приложение 3).

1.1.4 Шкафы КРУ могут быть дополнительно укомплектованы интегрированной системой управления и мониторинга «КРУ Smart View». Система устанавливается в каждый шкаф КРУ с силовым выключателем, являясь неотъемлемой его частью, и представляет собой сенсорную панель оператора с цветным графическим экраном диагональю 10 дюймов. Встроенная сенсорная панель оператора позволяет управлять коммутационными аппаратами главных цепей шкафа КРУ, отображать текущее состояние шкафа КРУ, отслеживать ресурс коммутационного и измерительного оборудования, предупреждать о проведении регламент-

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	3
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

ных работ. Руководство по эксплуатации интегрированной системы управления и мониторинга «КРУ Smart View» содержится в Приложении 4.

1.1.5 Шкафы КРУ соответствуют требованиям ГОСТ 14693-90, ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.4-75, ГОСТ 17516.1-90.

## 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные параметры и характеристики шкафов КРУ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение, кВ	6; 10
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	7,2; 12
Номинальный ток, А - главных цепей шкафов КРУ  - сборных шин	630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150; 4000* 1600; 2500; 3150; 4000*
Номинальный ток трансформаторов тока, А	100; 200; 300; 400; 500; 600; 750; 800; 1000; 1200; 1500; 2000; 3000; 4000
Номинальный ток отключения силового выключателя, кА	20; 25; 31,5
Ток термической стойкости, кА	20; 25; 31,5
Длительность протекания тока термической стойкости, с: - главных токоведущих цепей - цепей заземления	3 1
Ток электродинамической стойкости, кА	51; 64; 81
Номинальные напряжения вспомогательных цепей, В: - при постоянном токе - при переменном токе - цепей освещения	110; 220 100; 220 24
Нормы испытаний изоляции главных токоведущих цепей одноминутным напряжением частоты 50 Гц, кВ: - между фазами и относительно земли - между контактами силового выключателя	37,8 37,8
Нормы испытаний изоляции главных токоведущих цепей напряжением грозового импульса 1,2/50 мкс, кВ: - между фазами и относительно земли - между контактами силового выключателя	75 75
Норма испытания изоляции цепей управления и вспомогательных цепей одноминутным напряжением частоты 50 Гц, кВ	2
Электрическое сопротивление изоляции, МОм, не менее: - главных цепей - вторичных цепей	1000 1
Ресурс по механической прочности и стойкости, не менее: - количество операций В и О заземлителей - перемещение выкатного элемента (далее ВЭ) из контрольного положения в рабочее и обратно - открывание и закрывание дверей шкафов КРУ - открывание и закрывание штормочного механизма - включения и отключения разъемных контактных систем главных цепей	1000 2000 2000 2000 2000
Срок службы до списания, лет, не менее	30
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP31

\* с принудительной вентиляцией

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	4
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

1.2.2 Классификация КРУ по ГОСТ 14693 приведена в табл. 2.

Таблица 2

Наименование показателя классификации	Исполнение
Уровень изоляции	с нормальной изоляцией по ГОСТ 1516.1
Вид изоляции	комбинированная (воздушная и твердая)
Наличие изоляции токоведущих шин главных цепей	с неизолированными шинами
Наличие выкатных элементов	с выкатными элементами
Вид линейных высоковольтных подсоединений	кабельные, шинные
Система сборных шин	с одной системой сборных шин
Способ разделения фаз	с неразделенными фазами
Условия обслуживания	с односторонним и двухсторонним обслуживанием
Вид шкафов КРУ в зависимости от встраиваемой аппаратуры и присоединений	с силовыми выключателями; с разъемными контактными соединениями; с ограничителями перенапряжений; с трансформаторами напряжения; с трансформаторами тока; с кабельными сборками или кабельными перемычками; с шинными выводами и шинными перемычками; с силовыми трансформаторами; комбинированные с силовыми предохранителями; со вспомогательным оборудованием и аппаратурой (шкафы с источниками оперативного тока и выпрямительными устройствами, релейной защитой, схемами автоматики управления, сигнализации и связи)
Наличие дверей в отсеке выкатного элемента	шкафы с дверьми
Наличие теплоизоляции в шкафах КРУ	шкафы без теплоизоляции
Вид управления	местное и дистанционное

### 1.3 Состав шкафов КРУ

1.3.1 Шкафы КРУ предназначены для установки в электротехнических помещениях, соответствующих требованиям Правил устройства электроустановок. Внутри шкафа размещаются все функциональные элементы КРУ.

1.3.2 Сетка схем главных цепей КРУ приведена в Приложении 1.

1.3.3 В комплект поставки шкафов КРУ входят:

- шкаф КРУ;
- шинные мосты (в соответствии с заказом);
- кабельные вставки;
- комплект ЗИП (в соответствии с заказом);
- электрические схемы шкафов КРУ (ЭЗ);
- монтажные схемы шкафов КРУ (Э4);
- перечни элементов на шкафы КРУ (ПЭЗ);
- паспорт с отметкой о приемке изделия – 1 экземпляр на каждый шкаф КРУ;
- руководство по эксплуатации – 2 экземпляра в адрес поставки;
- комплект эксплуатационной документации на комплектующие изделия - 1 шт.

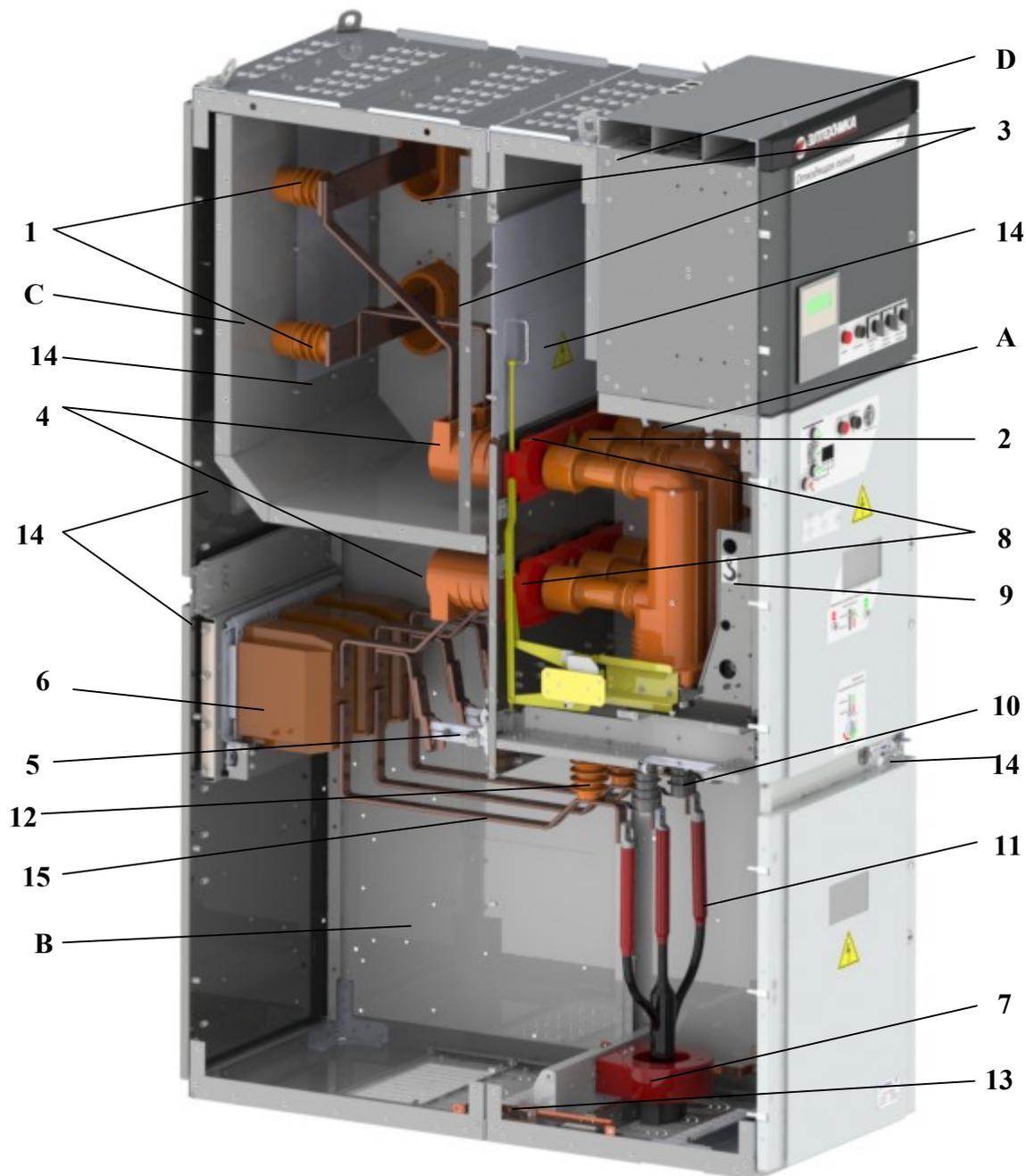
### 1.4 Устройство и работа

Общий вид внутреннего устройства шкафа КРУ с силовым вакуумным выключателем VF12 показан на рис. 1.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	5
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Шкаф КРУ представляет собой корпус, изготовленный из листовой оцинкованной стали, состоящий из трех модулей, соединенных друг с другом при помощи болтовых соединений:

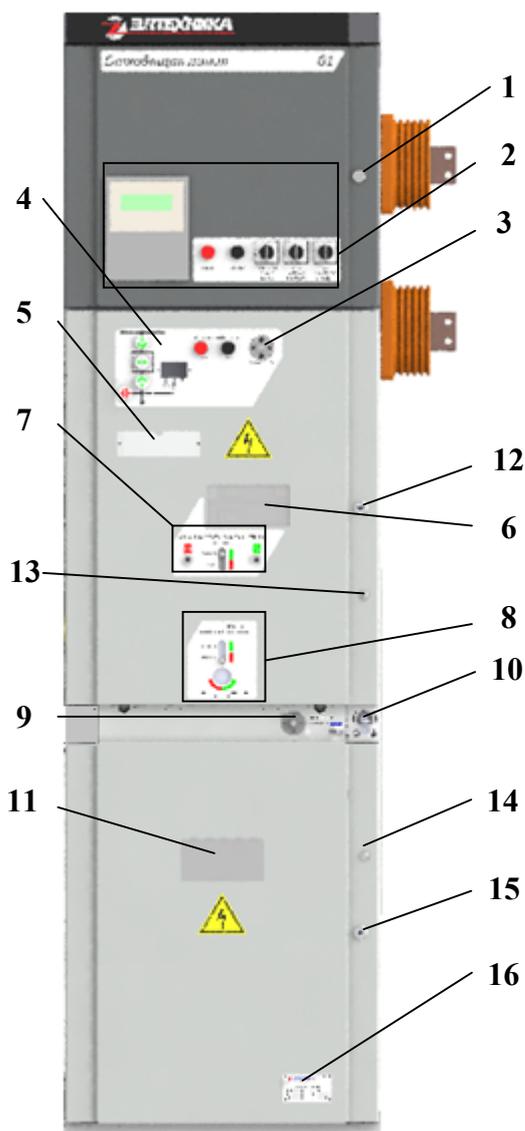
- два модуля главных цепей, в состав которых входят отсеки А, В, С;
- модуль вторичных цепей D.



**Рис. 1. Основные функциональные элементы шкафа КРУ**

1 – сборные шины (показаны только фазы А и В); 2 – контактная система (показан токоведущий стержень); 3 – проходные изоляторы (в отсеке сборных шин); 4 – проходные изоляторы (в отсеке кабельных присоединений); 5 – заземлитель ЗРФ; 6 – измерительные трансформаторы тока; 7 – измерительный трансформатор тока нулевой последовательности; 8 – шторочный механизм; 9 – выкатной элемент; 10 – ограничители перенапряжений; 11 – кабельное присоединение; 12 – опорные изоляторы с емкостным делителем; 13 – шина заземления; 14 – съемные перегородки; 15 – шины кабельных присоединений

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	6
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87



- 1 – замок модуля вторичных цепей;
- 2 – устройства РЗиА на двери модуля;
- 3 – электромагнитная блокировка оперирования выкатным элементом;
- 4 – мнемосхема и интерактивная схема с блоком индикации напряжения;
- 5 – табличка с порядковым номером шкафа КРУ;
- 6 – смотровое окно отсека выкатного элемента;
- 7 – отверстия для включения/выключения выключателя в местном режиме с рукояткой шторки;
- 8 – отверстие для рукоятки оперирования выкатным элементом с рукояткой шторки (может оборудоваться электромагнитной блокировкой оперирования выкатным элементом);
- 9 – электромагнитная блокировка оперирования заземлителем при отсутствии управляющего напряжения на выводах электромагнитного блок-замка;
- 10 – гнездо оперирования заземлителем;
- 11 – смотровое окно отсека кабельных присоединений;
- 12 – замок двери отсека выкатного элемента;
- 13 – отверстие для аварийного открывания двери отсека выкатного элемента;
- 14 – отверстие для аварийного открывания двери отсека кабельных присоединений;
- 15 – замок двери отсека кабельных присоединений;
- 16 – маркировочная табличка

**Рис. 2. Лицевая панель КРУ**

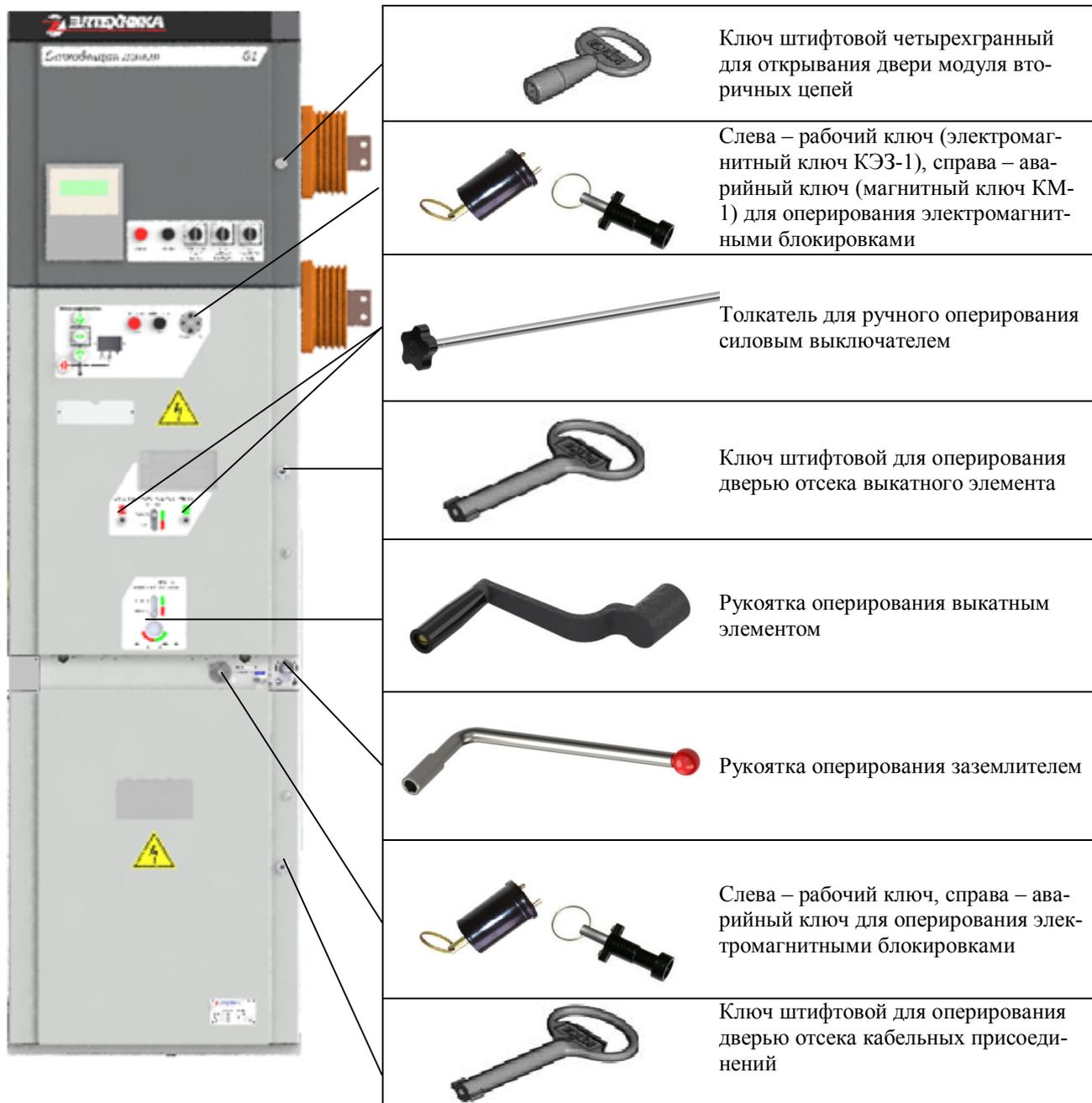
#### 1.4.1 Отсек выкатного элемента А

Отсек выкатного элемента (рис. 1) предназначен для размещения в нем выкатного элемента КРУ. На задней стенке установлены шесть проходных изоляторов 4 с внутренними неподвижными контактами, которые образуют контактные системы вместе с токоведущими стержнями 2, являющимися частью главной цепи выкатного элемента. На листе имеются разрезы, служащие для исключения индукционных токов, возникающих при протекании тока главной цепи.

Вдоль боковых стенок отсека установлены два направляющих швеллера, по которым происходит перемещение выкатного элемента 9. Оперирование выкатным элементом осуществляется вручную съемной рукояткой оперирования выкатным элементом.

Для исключения возможности прикосновения к токоведущим частям, находящимся под высоким напряжением, во время проведения регламентных работ отсек выкатного элемента оборудован шторочным механизмом 8, закрывающим проходные изоляторы 4. Открытие/закрывание шторок происходит автоматически при переводе выкатного элемента из рабочего положения в контрольное и обратно. В закрытом положении шторочный механизм может быть заблокирован навесным замком (таблица 3 п. 13).

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	7
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87



**Рис. 3. Принадлежности КРУ**

Для ручного оперирования силовым выключателем применяется толкатель. Функции толкателя в зависимости от типа силового выключателя:

- VF12 – включение/отключение;
- BV/TEL – аварийное отключение;
- SHELL – аварийное отключение/разблокирование;
- Evolis, Sion – включение/отключение.

На двери отсека выкатного элемента расположена однолинейная схема главных цепей шкафа КРУ, объединенная с интерактивной схемой 4 (рис.2), с указателем наличия напряжения. Возможные варианты индикации представлены на рис. 4. При комплектации шкафа КРУ интегрированной системой управления и мониторинга «КРУ Smart View» на двери отсека выкатного элемента шкафа КРУ устанавливается сенсорная панель оператора, на основном экране которой воспроизводится интерактивная мнемосхема, отображающая текущие измерения и положения главных цепей шкафа КРУ (Приложение 4 рис. 1, рис.2).

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	8
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

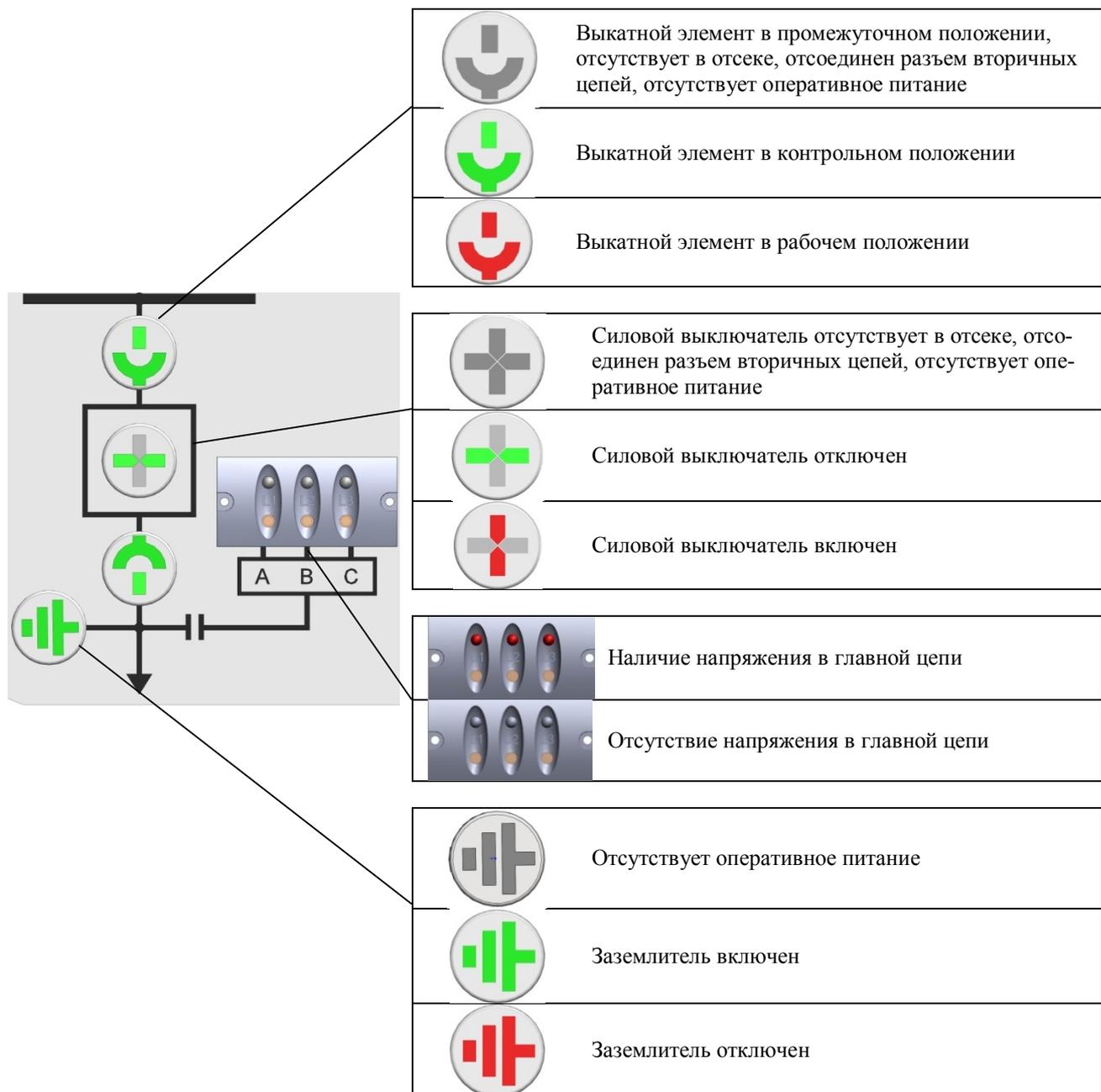


Рис. 4. Индикация на двери отсека выкатного элемента

#### 1.4.2 Отсек кабельных присоединений В (рис. 1)

Отсек кабельных присоединений предназначен для размещения следующих элементов:

- трансформаторов напряжения;
- заземлителя с приводом 5;
- трансформаторов тока 6;
- трансформаторов тока нулевой последовательности 7;
- ограничителей перенапряжений 10;
- кабельных присоединений 11;
- опорных изоляторов с емкостными делителями 12.

В отсеке на опорных изоляторах установлены шины для кабельных присоединений 15.

Дно отсека оборудовано пластиковыми хомутами для крепления силовых кабелей и кронштейнами для установки трансформаторов тока нулевой последовательности.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	9
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

В отсеке предусмотрен антиконденсатный нагревательный элемент с автоматическим управлением от термостата.

Отсек оборудован дверью с механизмом запираения, аналогичным по конструкции двери отсека выкатного элемента (рис. 3).

#### 1.4.3 Отсек сборных шин *C* (рис. 1)

Отсек сборных шин предназначен для размещения сборных шин *I*, объединяющих главные цепи всех шкафов КРУ в единую электрическую схему главной цепи распределительного устройства.

Для облегчения теплового режима и снижения динамических усилий применяется несколько систем сборных шин. В зависимости от величины номинального тока (табл. 1) система сборных шин может быть:

- 1 x 10 x 80 мм на номинальный ток до 1600 А;
- 2 x 10 x 80 мм на номинальные токи 2000 и 2500 А;
- 3 x 10 x 80 мм на номинальный ток 3150 А;
- 3 x 10 x 100 мм на номинальный ток 4000 А;

В отсеке размещены спуски, отходящие от сборных шин к установленному в шкафу КРУ оборудованию. Сечение спусков выбирается в зависимости от номинального тока главной цепи.

#### 1.4.4 Модуль вторичных цепей *D* (рис. 1)

Модуль вторичных цепей представляет собой отдельный модуль с дверью на лицевой стороне, в котором располагаются клеммные ряды, реле, блоки цифровых защит и другое оборудование вторичных цепей.

Реле, клеммные соединения, автоматические выключатели, низковольтные предохранители и другие устройства внутри модуля крепятся на DIN-рейках на задней стенке, что облегчает монтаж или замену этих элементов. Модуль может быть оснащен дополнительной поворотной панелью на петлях для крепления оборудования вторичных цепей, которая фиксируется четырехгранным штифтовым ключом.

Связь вспомогательных цепей с цепями выкатных элементов осуществляется с помощью штепсельного 58-контактного разъема вторичных цепей и проводов, проложенных в гибком шланге.

Электрическая связь между модулями разных шкафов КРУ выполнена по шинкам оперативных цепей через отверстия в крыше модуля контрольными кабелями через кабельные каналы на крыше шкафов КРУ.

На двери модуля устанавливаются:

- ключи и кнопки управления электрооборудованием;
- сигнальные лампы неисправности и срабатывания защит;
- цифровые или аналоговые электроизмерительные приборы;
- блок релейной защиты или дисплей блока релейной защиты.

В модуле предусмотрен антиконденсатный нагревательный элемент с автоматическим управлением от термостата.

### 1.5 Маркировка

#### 1.5.1 Маркировка изделия

На маркировочной табличке указываются данные согласно рис. 5. QR-код *12* (англ. quick response — быстрый отклик) — матричный код (двумерный штрихкод), который в закодированном виде содержит интернет ссылку для скачивания файла руководства по эксплуатации. Считывание и распознавание QR кода происходит автоматически при помощи фотокамеры, встроенной в мобильное устройство (телефон или планшет).

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	10
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87



Рис. 5. Маркировочная табличка

- 1 – товарный знак предприятия-изготовителя;
- 2 – тип шкафа КРУ;
- 3 – серийный номер шкафа КРУ;
- 4 – год выпуска;
- 5 – номинальное напряжение;
- 6 – номинальный ток главной цепи;
- 7 – ток термической стойкости;
- 8 – степень защиты по ГОСТ 14254;
- 9 – ТУ, которым соответствует изделие;
- 10 – тип климатического исполнения;
- 11 – масса изделия в килограммах.
- 12 - QR код

На дверях и задних стенках нанесены знаки «Осторожно! Высокое напряжение!» в соответствии с ГОСТ 12.4.026.

Все места присоединения защитных заземляющих проводников в камере имеют соответствующую маркировку, а проводники – расцветку в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0.

### 1.5.2 Маркировка упаковки

На транспортную тару наносятся следующие манипуляционные знаки и информационные надписи по ГОСТ 14192:

- «Хрупкое. Осторожно»;
- «Беречь от влаги»;
- «Верх»;
- «Центр тяжести»;
- «Место строповки»;
- «Штабелировать запрещается».

На одну из сторон тары закреплена транспортная табличка, содержащая следующую информацию:

- наименование изделия;
- тип изделия;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- масса брутто и нетто в килограммах;
- габаритные размеры грузового места в сантиметрах (ширина, глубина и высота);
- объем грузового места в кубических метрах;
- адреса и реквизиты грузоотправителя и грузополучателя в соответствии с требованиями действующей системы грузоперевозок.

### 1.6 Упаковка

Упаковка шкафов КРУ соответствует требованиям ГОСТ 23216 и обеспечивает совместно с консервацией, выполненной по ГОСТ 9.014, защиту при транспортировании и хранении. Упаковка соответствует исполнению У по механической прочности и категории КУ-2 по защите от воздействия климатических факторов.

Транспортной единицей является шкаф КРУ. При транспортировании используется следующая упаковка:

- внутренняя упаковка ВУ-IIА-5, выполненная оборачиванием шкафов в полиэтиленовую пленку. Фасады дополнительно защищаются от механических повреждений пенопластом;
- транспортная тара ТЭ-1, состоящая из деревянного поддона, решетчатых стенок, обитых рубероидом, и однослойной крышки из досок с непрофилированными кромками. Наружная поверхность крышки обивается водонепроницаемым материалом.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	11
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Крепление шкафов КРУ к поддону осуществляется шурупами 8x50 с шестигранной головкой 13 мм. Места крепления указаны на рис. 20.

Выкатные элементы с измерительными трансформаторами напряжения и трансформаторами собственных нужд, комплект ЗИП упаковываются в отдельную упаковку, идентичную упаковке шкафа КРУ.

Эксплуатационная документация (руководство по эксплуатации, комплект электрических схем, паспорт и т. п.) упаковывается в полиэтиленовый пакет и вкладывается в упаковочное место № 1, на которое наносится надпись «Документация здесь».

## 1.7 Описание и работа составных частей

### 1.7.1 Выкатной элемент

Выкатной элемент представляет собой тележку аппаратную, на которой в зависимости от функционального назначения шкафа КРУ (Приложение 1) может быть установлено различное оборудование (рис. 6).



силовой вакуумный выключатель VF12  
(выкатные элементы с выключателями EVOLIS, SHELL, BB/TEL, Sion представлены в Приложении 3)



секционный разъединитель



трансформаторы напряжения  
(отсек выкатного элемента)



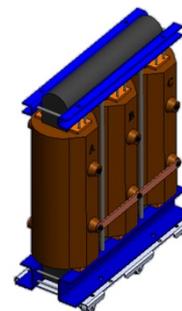
выводы для испытания кабелей  
повышенным напряжением



предохранители



трансформатор напряжения  
(в отсеке кабельных присоединений)



трансформатор собственных нужд  
(в отсеке кабельных присоединений)

**Рис. 6. Варианты выкатных элементов**

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	12
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Выкатной элемент может занимать три положения в отсеке:

- рабочее (рис. 7, слева, шторочный механизм открыт, контакты главной цепи КРУ и выкатного элемента соединены, заход ламельных контактов в неподвижные контакты не менее 15 мм);
- промежуточное;
- контрольное (рис. 7, справа, шторочный механизм закрыт, контакты главной цепи КРУ и выкатного элемента разъединены).

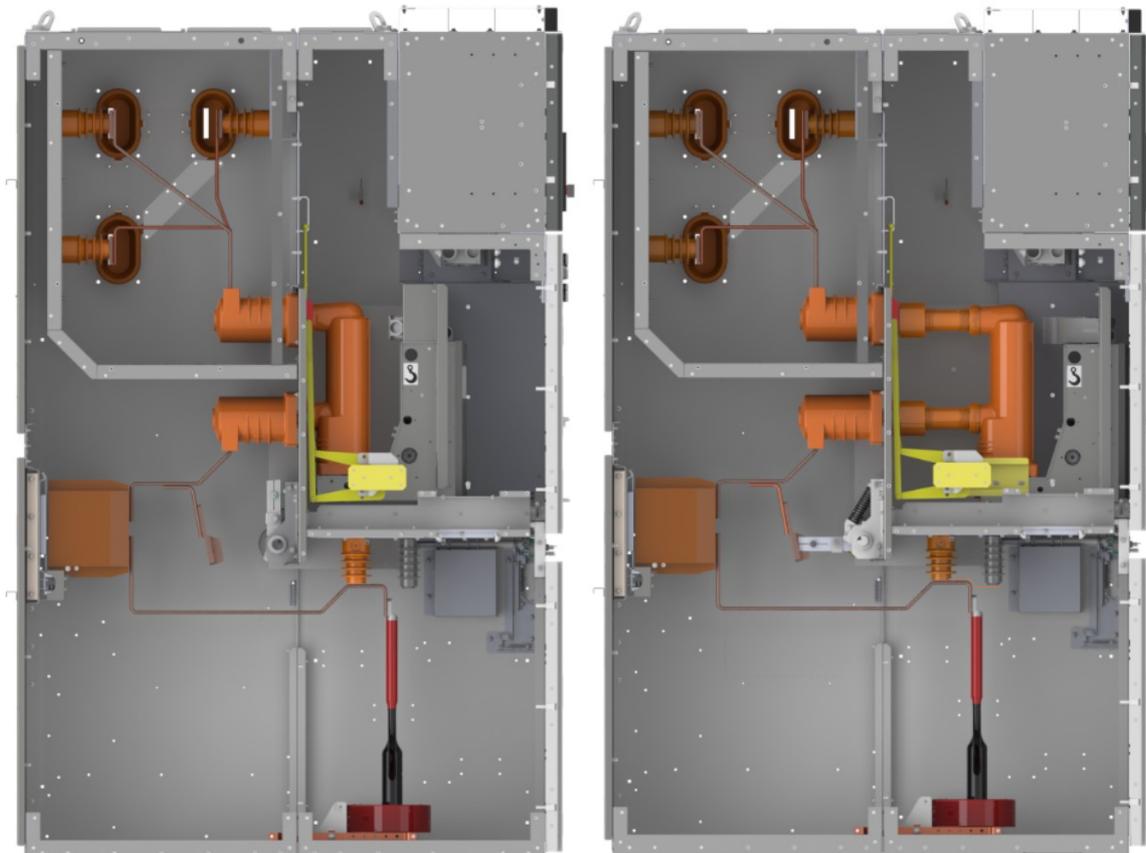


Рис. 7. Положения выкатных элементов на примере силового выключателя VF12 (слева – рабочее, справа – контрольное)

Тележка аппаратная (рис. 8) состоит из подвижной части *A*, на которой установлено оборудование, и неподвижной *B*, являющейся опорой винтового механизма привода подвижной части. Перемещение подвижной части относительно неподвижной осуществляется посредством винта 5 при помощи съемной рукоятки оперирования выкатным элементом (рис. 3), которая устанавливается в гнездо 8, расположенное на неподвижной части *B*.

Подвижная часть представляет собой основание 1 из оцинкованной стали с четырьмя металлическими колесами с ребордами 9. На правой боковой стороне подвижной части установлена блокировочная планка заземлителя 2, которая управляет работой блокировки включения заземлителя при нахождении выкатного элемента вне контрольного положения, установленной на стенке отсека выкатного элемента. На основании установлены блок-контакты 3, упорная гайка винта 4, механизм блокировки оперирования выключателем 6.

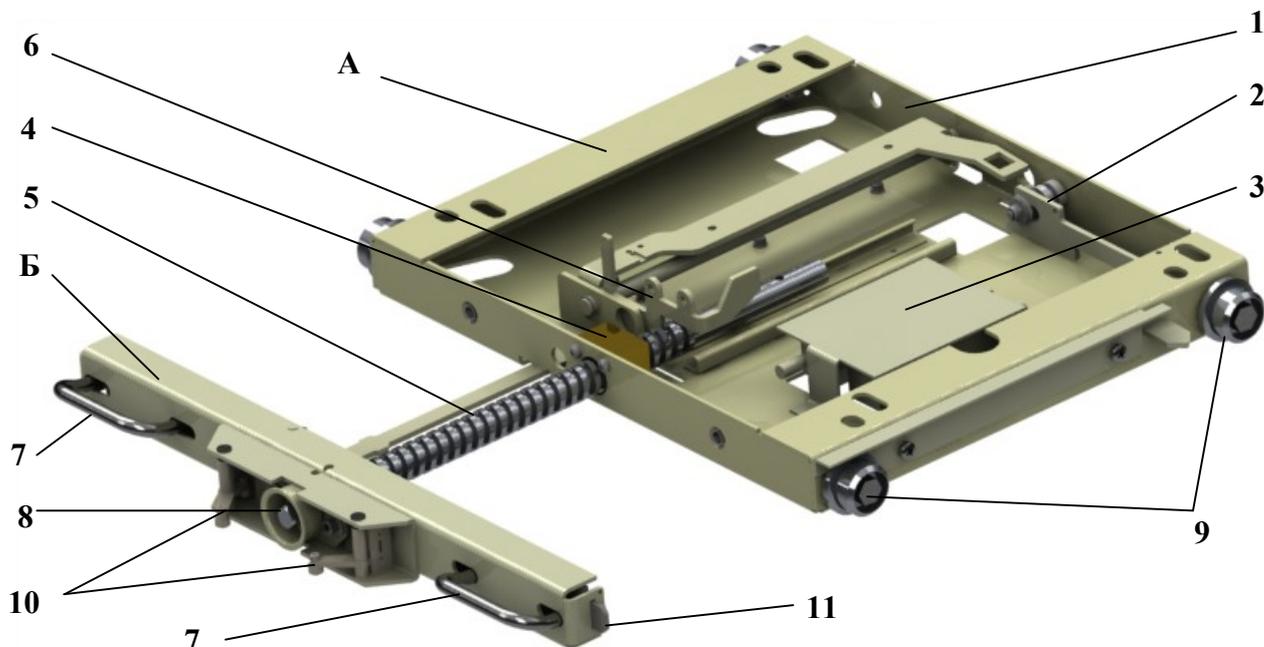
На левой и правой стенке выкатного элемента установлены две скобы, которые при перемещении выкатного элемента воздействуют на ролики шторочного механизма, автоматически открывая или закрывая шторочный механизм.

Неподвижная часть тележки аппаратной в режиме нормальной эксплуатации удерживается относительно корпуса шкафа КРУ при помощи двух торцевых фиксаторов с ручками 7. Фиксация происходит при выдвигении ручек в стороны от центра тележки аппаратной, при этом пластины торцевых фиксаторов вводятся в вырезы на корпусе шкафа КРУ,

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	13
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

чем обеспечивается двусторонний упор для винтового механизма. Фиксаторы оборудованы пружинами, удерживающими их в выдвинутом положении. Механизм привода устроен таким образом, что перемещение подвижной части *А* возможно, только если неподвижная часть *Б* находится в зафиксированном положении (ручки фиксаторов выдвинуты от центра до упора). С другой стороны, конструкцией предусмотрена невозможность освобождения от фиксации неподвижной части при нахождении тележки аппаратной в любом положении, кроме контрольного.

Неподвижная часть *Б* содержит механическую блокировку перемещения выкатного элемента *10*, которая препятствует вращению винта механизма привода *5* в случае отсутствия механического воздействия на неё при открытой двери отсека выкатного элемента.



**Рис. 8. Тележка аппаратная:**

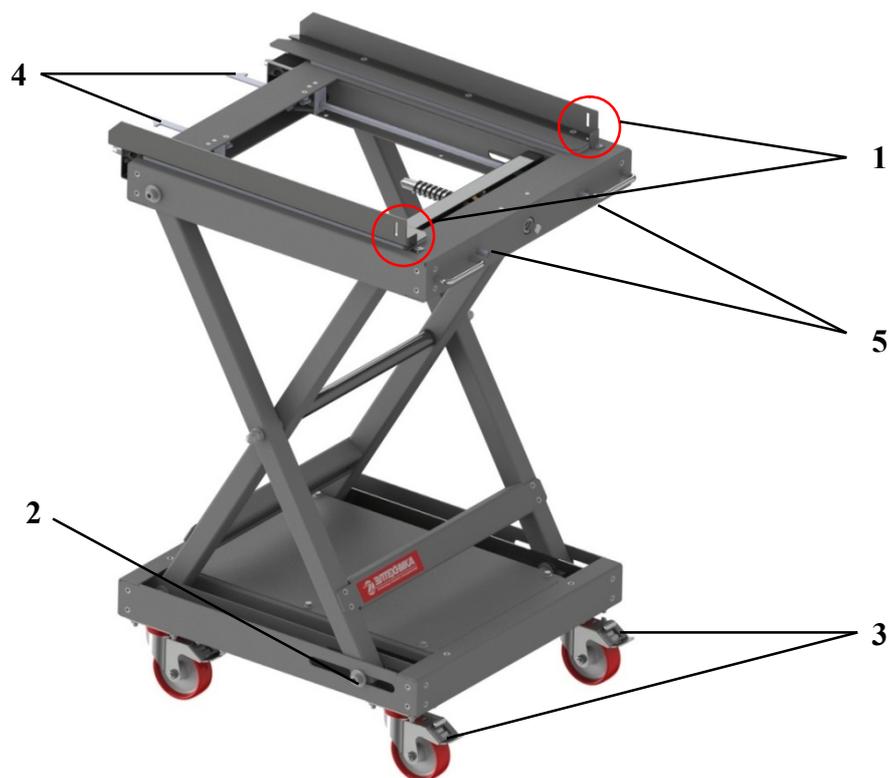
*А* – подвижная часть; *Б* – неподвижная часть; 1 – основание подвижной части; 2 – планка блокировки винта привода тележки аппаратной; 3 – блок-контакты; 4 – гайка упорного винта; 5 – винт; 6 – блокировка оперирования выключателем; 7 – ручки фиксаторов выкатного элемента; 8 – гнездо для установки рукоятки оперирования выкатным элементом; 9 – колеса; 10 – блокировка перемещения выкатного элемента; 11 – фиксатор (2 шт. с обеих сторон на неподвижной части *Б*)

Дверь отсека выкатного элемента может быть открыта только в контрольном положении выкатного элемента.

Оперирование силовым выключателем возможно только в рабочем и контрольном положениях выкатного элемента.

Операции установки выкатного элемента в шкаф КРУ и его извлечения должны производиться при помощи сервисной тележки (рис. 9). Сервисные тележки имеют несколько исполнений, отличающихся шириной основания, на котором устанавливается выкатной элемент. Для каждого габаритного размера шкафа КРУ по ширине необходимо использовать соответствующую сервисную тележку. Тележка имеет прорези *1* для фиксации выкатного элемента с помощью фиксаторов, механизм регулировки по высоте *2* и стопоры колес *3*. Сервисная тележка фиксируется к корпусу КРУ с помощью зацепов *4*.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	14
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87



**Рис. 9. Сервисная тележка:**

- 1 – прорези для фиксации выкатного элемента; 2 – механизм регулировки по высоте; 3 – стопоры колес;  
4 - зацепы для фиксации сервисной тележки к корпусу КРУ; 5 – кнопки управления зацепами

#### 1.7.2 Заземлитель ЗРФ

Заземлитель (рис. 10) класса Е0 представляет собой систему из трех подвижных контактов 2, установленных на общем вращающемся валу управления 3, который крепится на двух (трех – в шкафах на номинальный ток более 2500 А) опорных основаниях из листового металла 1. Неподвижные контакты устанавливаются непосредственно на токоведущих шинах главной цепи шкафа КРУ.

Подвижные контакты могут занимать два устойчивых положения, соответствующих включенному и отключенному положениям заземлителя. Для визуального контроля положения контактов заземлителя (через смотровое окно двери отсека кабельных присоединений) на валу установлен указатель положения контактов 5.

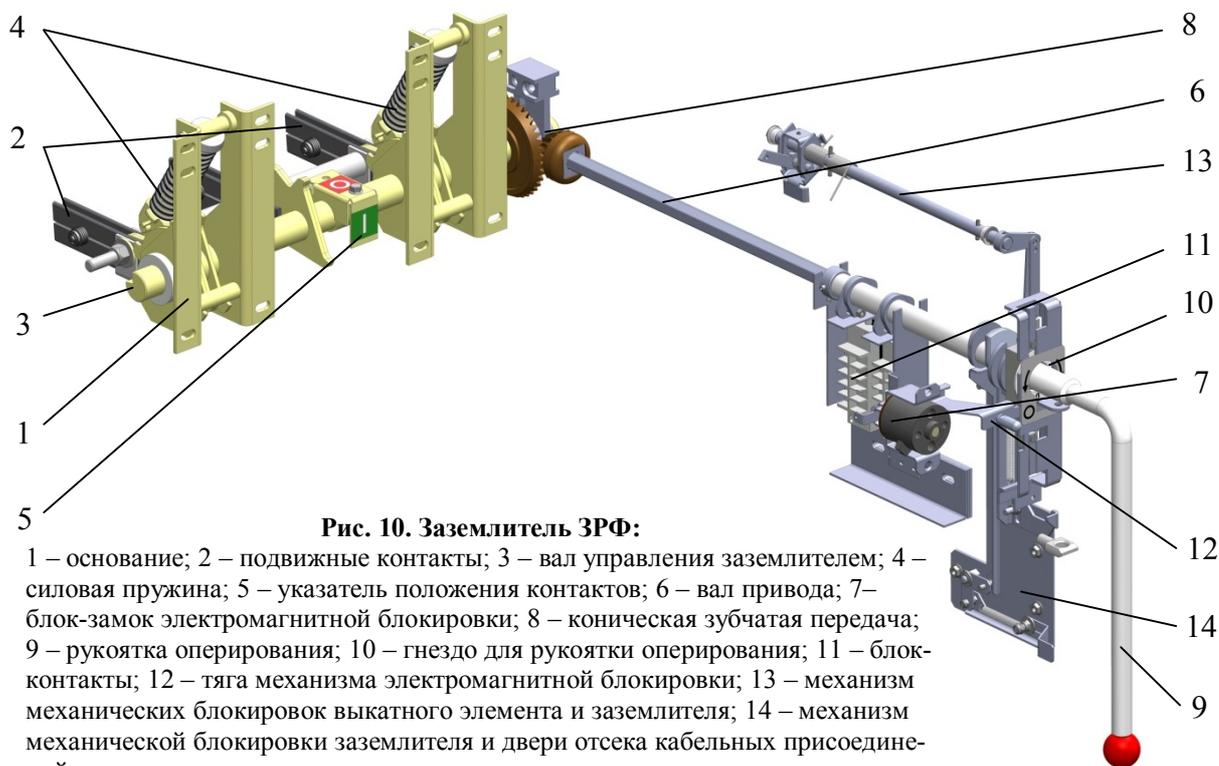
Механизм привода состоит из вала привода 6, установленного на двух опорных подшипниках, расположенных в правой нижней части отсека выкатного элемента, параллельно боковой стенке. Передача вращательного движения от вала привода на вращающийся вал управления заземлителя производится при помощи угловой шестеренчатой передачи 8.

Оперирование заземлителем осуществляется при помощи рукоятки 9, которая устанавливается в гнездо 10 и поворачивается в требуемом для выполнения операции направлении. На первой стадии выполнения операции происходит накопление энергии за счет сжатия включающих пружин 4, подвижные контакты при этом остаются на месте (в одном из конечных положений). На второй стадии выполнения операции контакты за счет энергии сжатых включающих пружин переводятся в другое конечное положение со скоростью, не зависящей от действий оператора.

Входящие в состав привода заземлителя блок-контакты 11 предназначены для вторичных цепей управления и сигнализации.

Привод заземлителя оборудован электромагнитной блокировкой 7 с ручной тягой 12 и механической блокировкой выкатного элемента и заземлителя 13.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	15
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87



**Рис. 10. Заземлитель ЗРФ:**

1 – основание; 2 – подвижные контакты; 3 – вал управления заземлителем; 4 – силовая пружина; 5 – указатель положения контактов; 6 – вал привода; 7 – блок-замок электромагнитной блокировки; 8 – коническая зубчатая передача; 9 – рукоятка оперирования; 10 – гнездо для рукоятки оперирования; 11 – блок-контакты; 12 – тяга механизма электромагнитной блокировки; 13 – механизм механических блокировок выкатного элемента и заземлителя; 14 – механизм механической блокировки заземлителя и двери отсека кабельных присоединений.

### 1.7.3 Механизмы блокировок

В шкафах КРУ предусмотрена система блокировок согласно требованиям по безопасности, установленным ПУЭ, ПТЭ и ГОСТ 12.2.007.4.

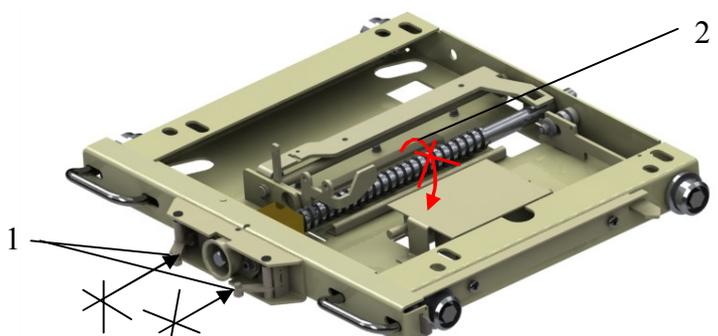
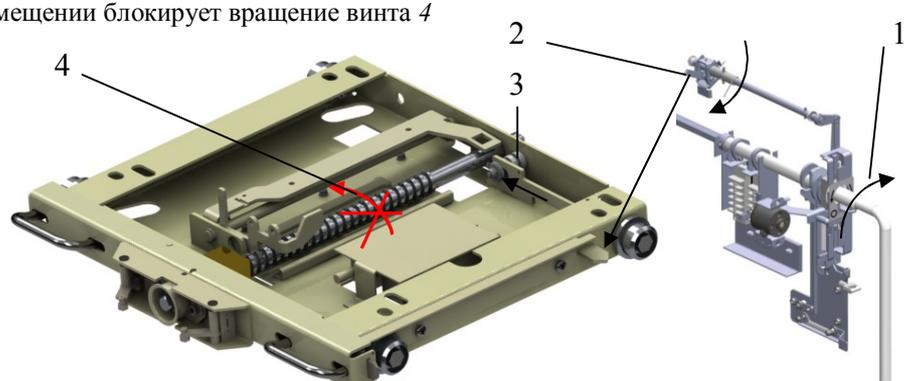
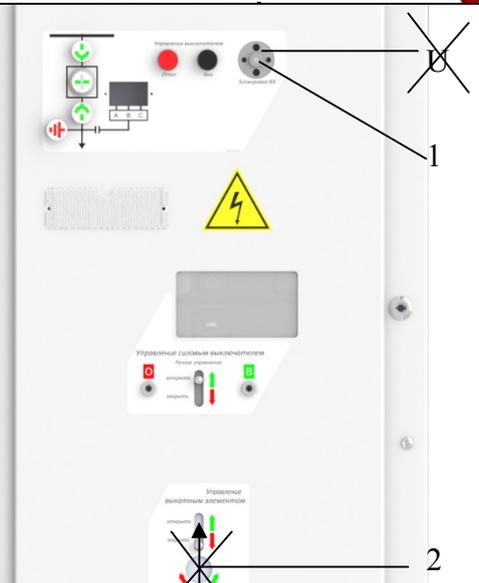
В шкафах КРУ применяются блокировки четырех типов: механические, электромагнитные (с использованием электромагнитных блок-замков), электрические и замковые. Перечень блокировок и их характеристики указаны в таблице 3.

**Категорически запрещается производить попытки оперирования заземлителем при открытой двери отсека кабельных присоединений**

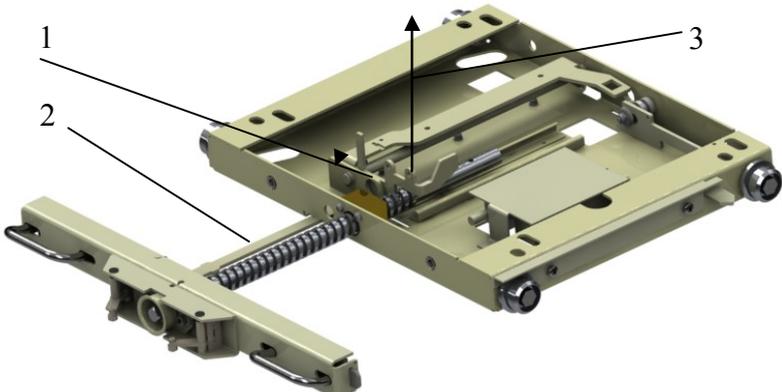
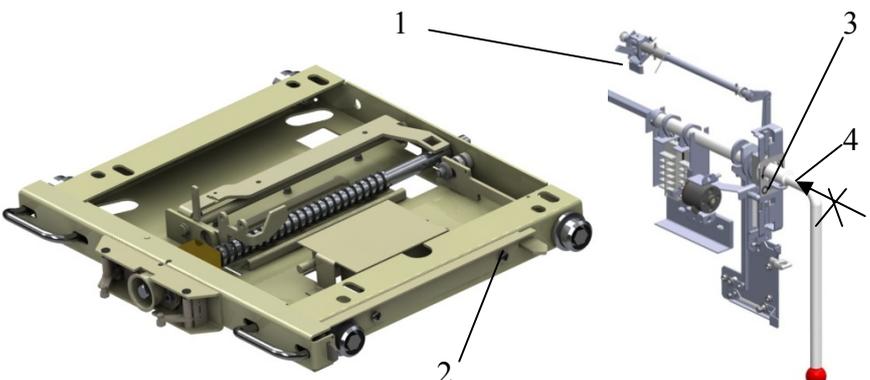
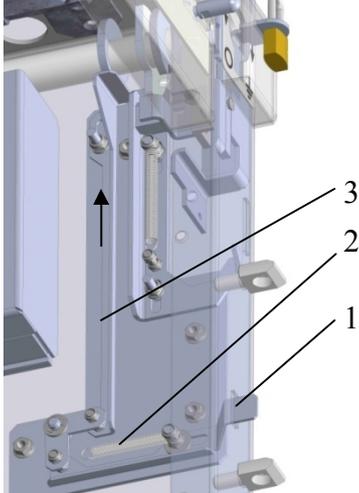
Таблица 3

№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
1	<p><b>Блокировка перемещения тележки аппаратной из рабочего или контрольного положения при включенном силовом выключателе. При наличии воздействия 1 от привода выключателя во включенном положении блокируется вращение винта 2</b></p>	Механическая	Выкатной элемент

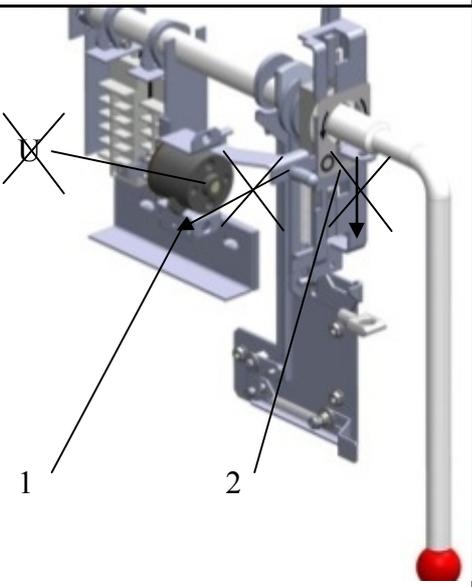
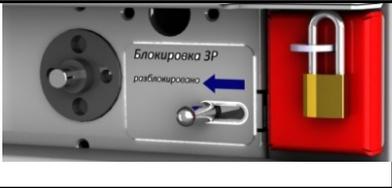
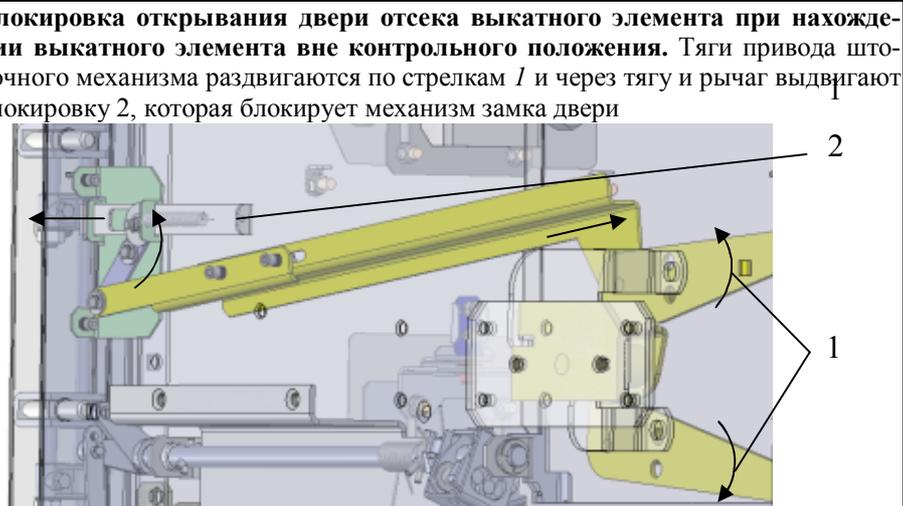
Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	16
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

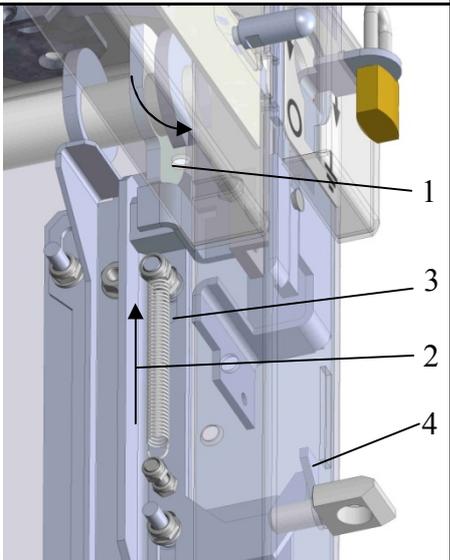
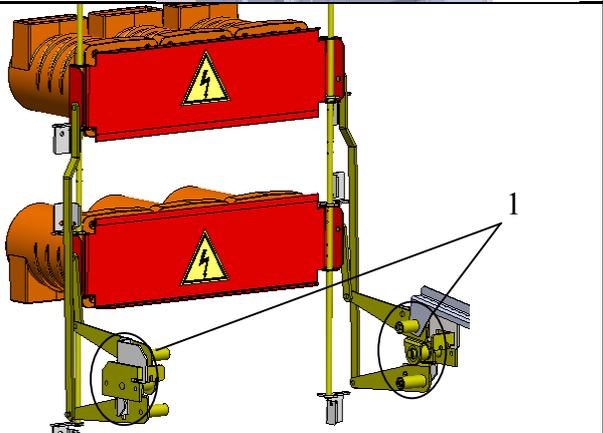
№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
2	<p><b>Блокировка перемещения тележки аппаратной из контрольного положения в рабочее при открытой двери отсека выкатного элемента.</b> При отсутствии воздействия <i>1</i> блокируется установка рукоятки оперирования выкатным элементом в гнездо и, соответственно, вращение винта <i>2</i></p> 	Механическая	
3	<p><b>Блокировка перемещения тележки аппаратной из контрольного положения в рабочее при включенном заземлителе.</b> При включении заземлителя <i>1</i> происходит поворот механизма <i>2</i>, который воздействует на планку <i>3</i>. Планка при перемещении блокирует вращение винта <i>4</i></p> 	Механическая	
4	<p><b>Блокировка перемещения тележки аппаратной при отсутствии управляющего напряжения на выводах электромагнитного блок-замка.</b> При отсутствии управляющего напряжения <i>U</i> на электромагнитной блокировке <i>1</i> открывание шторки гнезда <i>2</i> для рукоятки оперирования выкатным элементом блокируется</p> 	Электромагнитная	

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	17
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
5	<p><b>Блокировка оперирования выкатным элементом при нахождении выкатного элемента вне контрольного или рабочего положений.</b> Для механической блокировки: в промежуточном положении выкатного элемента блокировка 1 поворачивается при помощи планки 2 и воздействует на систему рычагов силового выключателя 3, который блокирует механизм включения. Электрическая блокировка основана на блок-контактах положения тележки аппаратной</p> 	Механическая	Силовой выключатель VF12, Evolis
		Электрическая	Силовой выключатель ВВ/TEL, SHELL
6	<p><b>Блокировка включения заземлителя при нахождении выкатного элемента вне контрольного положения.</b> Планка 1 упирается в направляющую 2 и блокирует опускание шторки 3 для установки рукоятки оперирования заземлителем 4</p> 	Механическая	Заземлитель
7	<p><b>Блокировка отключения заземлителя при открытой двери отсека кабельных присоединений.</b> При отсутствии воздействия на планку 1 под действием пружины 2 происходит её перемещение и блокирование вала тягой 3</p> 	Механическая	

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	18
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
8	<p><b>Блокировка оперирования заземлителем при отсутствии управляющего напряжения на выводах электромагнитного блок-замка.</b>            При отсутствии напряжения питания блок-замок блокирует перемещение рукоятки 1, которая блокирует открытие шторки гнезда привода заземлителя 2</p> 	Электромагнитная	
9	<p><b>Блокировка оперирования заземлителем при наличии напряжения на кабеле/шине для вводных ячеек.</b>            Принцип действия аналогичен предыдущей блокировке.</p> <p>Контроль напряжения осуществляется при помощи бесконтактных датчиков, которые устанавливаются непосредственно под опорными изоляторами кабельного/шинного присоединения распределительного устройства. Датчики подключены к блоку индикации, имеющему релейный выход для управления блок-замком.</p>	Электромагнитная	
10	<p><b>Блокировка оперирования заземлителя навесным замком.</b> Шторка гнезда оперирования заземлителя закрывается крышкой с навесным замком для перекрытия доступа к гнезду. Диаметр дужки навесного замка должен быть не более 6 мм.</p> 	Замковая	
11	<p><b>Блокировка открывания двери отсека выкатного элемента при нахождении выкатного элемента вне контрольного положения.</b> Тяги привода шторочного механизма раздвигаются по стрелкам 1 и через тягу и рычаг выдвигают блокировку 2, которая блокирует механизм замка двери</p> 	Механическая	Дверь отсека выкатного элемента

№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки	
12	<p><b>Блокировка открывания двери отсека кабельных присоединений при отключенном заземлителе.</b> При повороте вала привода заземлителя 1 происходят подъем блокировки 2 за счет пружины 3 и фиксация зацепом 4 ответной части блокировки на двери</p>		Механическая	Дверь отсека кабельных присоединений
13	<p><b>Блокировка шторочного механизма навесным замком.</b> Места установки замков 1. Диаметр дужки навесного замка должен быть не более 6 мм.</p>		Замковая	Шторочный механизм

#### 1.7.4 Устройство аварийного открывания дверей

Для открывания дверей отсеков, если они заблокированы блокировками, конструкцией шкафа КРУ предусмотрено аварийное открывание дверей отсеков выкатного элемента и кабельных присоединений независимо от состояния блокировок и оборудования.

Аварийное открывание производится через отверстие на лицевой стороне двери, которое закрыто винтом-заглушкой (под крестовидную отвертку). Места расположения отверстий на дверях шкафа КРУ показаны на рис. 2, поз. 13 (дверь отсека выкатного элемента) и поз. 14 (дверь отсека кабельных присоединений).

Для аварийного открывания двери необходимо выполнить следующие действия:

- отвернуть винт-заглушку отверстия аварийного открывания двери;
- установить ключ в личинку замка двери;
- установить в отверстие плоскую отвертку со шлицем не более 5 мм, ориентированным в горизонтальной плоскости;
- нажимая до упора отверткой, повернуть ключ замка и открыть дверь;
- извлечь отвертку из отверстия и установить на место винт-заглушку.

**Аварийное открывание двери следует производить только в условиях крайней необходимости! При разблокировании двери отсека выкатного элемента производится отключение блокировки 10 (по таблице 3). При разблокировании двери отсека кабельных присоединений производится отключение блокировки 11.**

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	20
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

### 1.7.5 Шторочный механизм

Шторочный механизм (рис. 10а) предназначен для защиты персонала от поражения электрическим током при выполнении регламентных работ внутри отсека выкатного элемента без снятия напряжения со сборных шин или ввода.

При отсутствии выкатного элемента в отсеке или нахождении его в контрольном положении шторки 1 полностью перекрывают отверстия проходных изоляторов 2, исключая прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Шторки приводятся в действие приводом 3 и двигаются по направляющим 4 вертикально всегда в противоположных направлениях. Направления движения элементов шторочного механизма при открытии штор показаны стрелками.

На токи до 1600 А шторки шторочного механизма металлические, на токи от 2000 А до 4000 А шторки шторочного механизма выполнены из пластика.

Для обеспечения безопасности во время выполнения регламентных работ предусмотрена возможность блокировки шторок в закрытом положении при помощи навесного замка. С этой целью с обеих сторон в деталях конструкции шторочного механизма предусмотрены отверстия (п. 13 табл. 3), через которые пропускается дужка навесного замка.

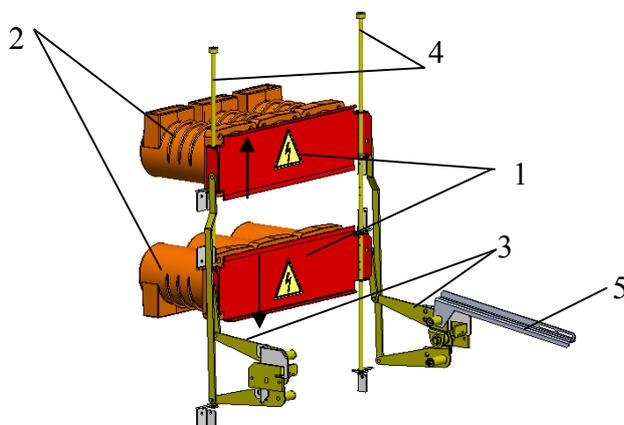


Рис. 10а. Шторочный механизм

1 – шторки; 2 – проходные изоляторы; 3 – привод шторочного механизма; 4 – направляющие; 5 - блокировка двери отсека выкатного элемента при нахождении выкатного элемента вне контрольного положения

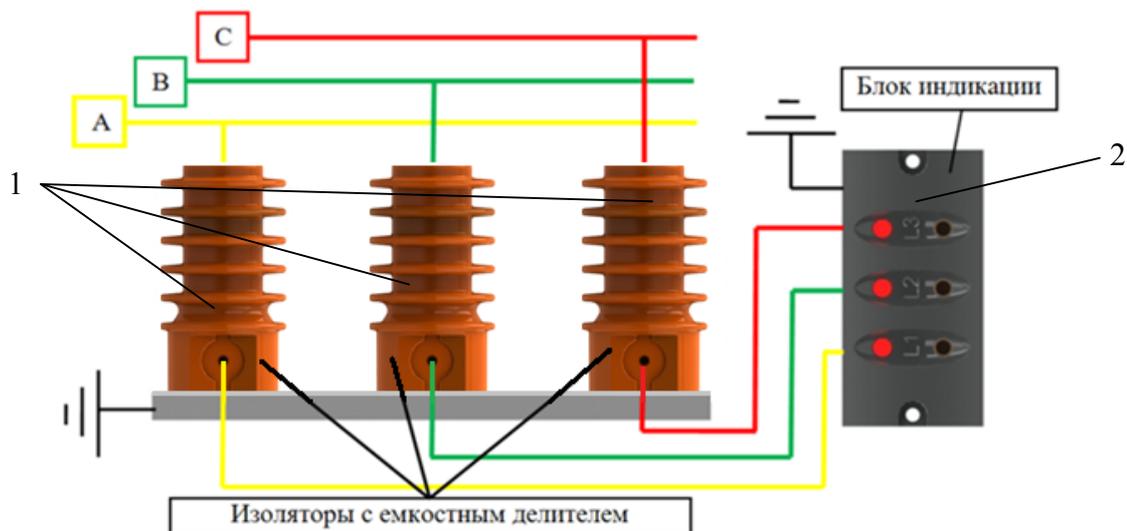
**Категорически запрещается установка выкатного элемента в отсек выкатного элемента шкафа КРУ при неснятой блокировке шторочного механизма! Оперирование выкатным элементом при заблокированном шторочном механизме приведет к выходу его из строя!**

### 1.7.6 Блок индикации напряжения

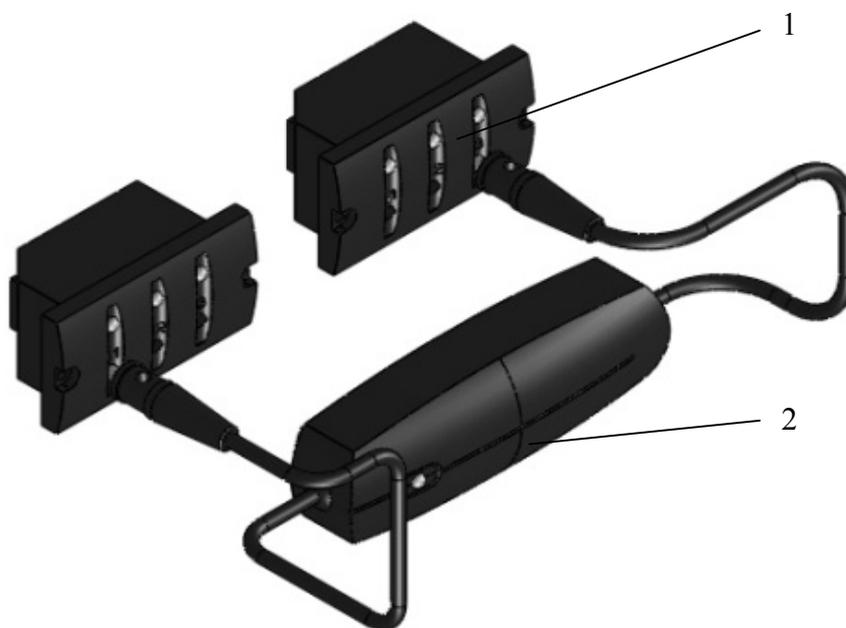
Блок индикации напряжения предназначен для индикации наличия напряжения в каждой фазе главной цепи. Блок индикации напряжения устанавливается на двери отсека выкатного элемента (рис. 2 поз. 4, рис. 4). Напряжение на светодиоды блока индикации напряжения поступает от датчиков напряжения, представляющих собой изоляторы с емкостным делителем (рис. 1, поз. 12). Светодиоды блока индикации начинают светиться при напряжении 1600 В в главной токоведущей цепи. При номинальном напряжении главной токоведущей цепи, напряжение на гнездах для подключения устройства фазировки не превышает 8 В.

Схема соединения блока индикации напряжения и емкостных делителей приведена на рис. 11. Блок индикации напряжения устанавливается на двери отсека выкатного элемента. Для осуществления проверки правильности фазировки, блок индикации напряжения оборудован гнездами для подключения устройства для фазировки (рис. 12). При правильной фазировке светодиод на устройстве не светится.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	21
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87



**Рис. 11. Схема соединения блока индикации напряжения**  
 1 – опорные изоляторы с емкостным делителем; 2 – блок индикации напряжения



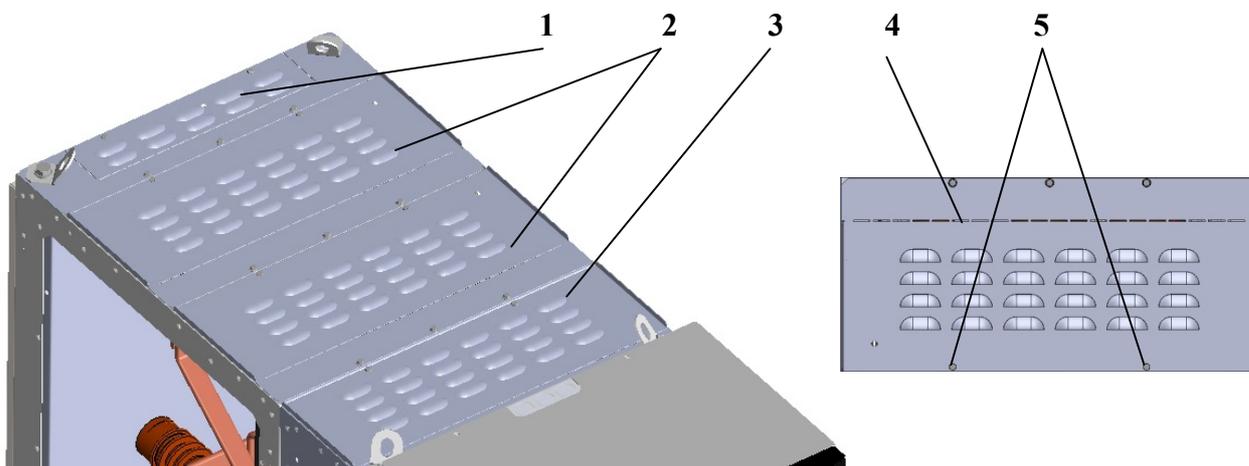
**Рис. 12. Устройство для фазировки**  
 1 – блок индикации напряжения; 2 – устройства для фазировки

### 1.7.7 Дуговая защита

#### 1.7.7.1 Клапаны сброса давления

Защита персонала от поражения электрической дугой обеспечивается системой клапанов сброса давления (рис. 13), установленной на крыше шкафа КРУ. Для каждого из отсеков шкафа КРУ предусмотрен отдельный клапан.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	22
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87



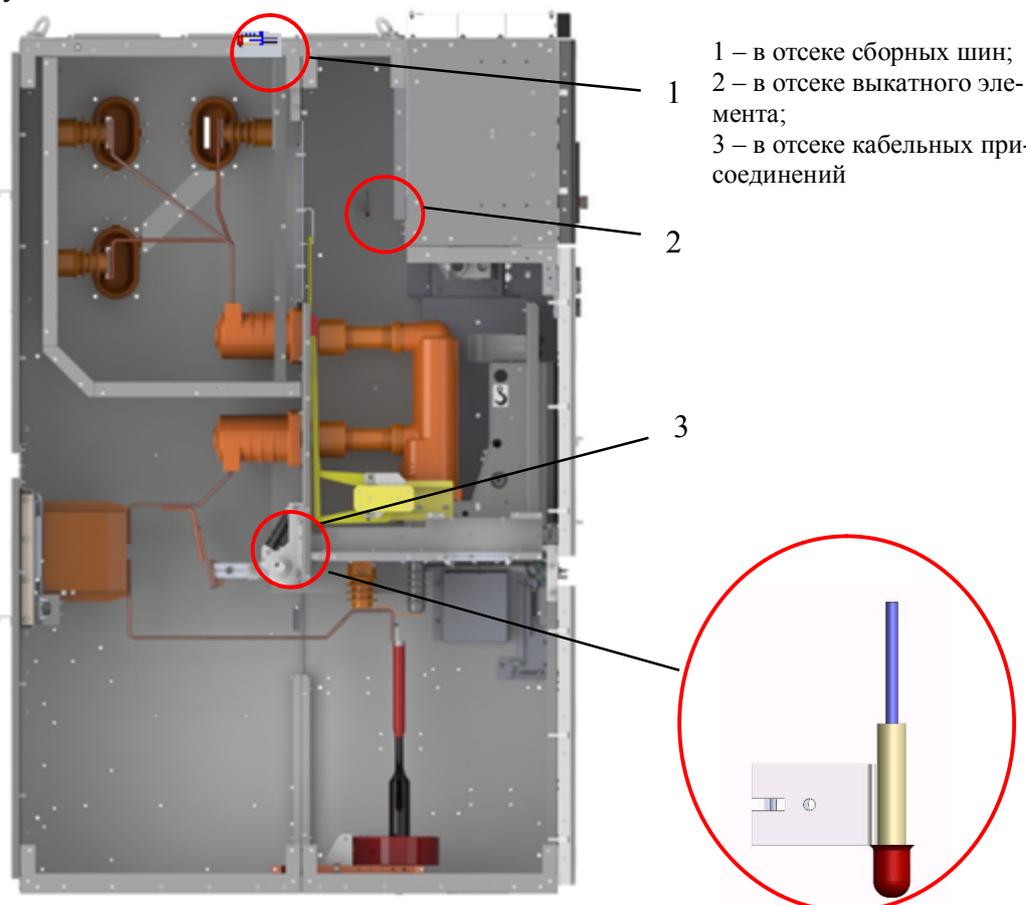
**Рис. 13. Клапаны сброса давления:**

1 – клапан сброса давления в отсеке кабельных присоединений; 2 – клапаны сброса давления в отсеке сборных шин; 3 – клапан сброса давления в отсеке выкатного элемента; 4 – просечки (для открывания клапана при превышении давления); 5 –срывные пластиковые болты М6 (по 2 шт. на каждом клапане)

Зона выброса клапанов рассчитана таким образом, чтобы исключить попадание продуктов горения электрической дуги в зону обслуживания шкафа КРУ.

#### 1.7.7.2 Устройства дуговой защиты

Шкафы КРУ комплектуются оптоволоконными устройствами дуговой защиты с оптическими датчиками, которые реагируют на световое излучение, создаваемое электрической дугой. Датчики дуговой защиты устанавливаются в каждом отсеке шкафа. Места установки датчиков (рис. 14) выбраны с таким расчетом, чтобы в зоне их видимости оказывался весь объем контролируемого отсека.



**Рис. 14. Места установки датчиков дуговой защиты в отсеках шкафа КРУ**

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	23
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Для исключения ложного срабатывания дуговая защита пускается от чувствительной ступени максимальной токовой защиты без выдержки времени. Описание устройств дуговой защиты и характеристики представлены в документации производителей устройств (прилагается к каждому шкафу КРУ).

## 1.7.8 Прочее оборудование

### 1.7.8.1 Оборудование главных цепей

Кроме перечисленного выше оборудования, шкафы КРУ в зависимости от функционального назначения могут комплектоваться:

- измерительными трансформаторами тока (с винтовыми соединениями/без винтовых соединений на выводах вторичных обмоток);
- измерительными трансформаторами напряжения;
- трансформаторами собственных нужд, ограничителями перенапряжений.

Каждый из видов оборудования может быть представлен различными производителями. Выбор типа устанавливаемого оборудования определяется требованиями заказчика с учетом возможных конструктивных ограничений и условий эксплуатации. Список применяемого типового оборудования представлен в табл. 4.

Таблица 4

Оборудование	Наименование	Исполнение
Силовой выключатель	VF12 Evolis BB/TEL до 1000А BB/TEL Shell до 2000А Sion	Технологически выкатное
Заземлитель	ЗРФ	Стационарное
Измерительные трансформаторы тока	ТЛО-10 М1(3,5,9)АД, ТЗЛМ – 1; ТЗЛМ – 1-1; ТЗЛЭ – 125; ТЗЛ – 200; ТЗРЛ – 70; ТЗРЛ – 100; ТЗРЛ – 125; ТЗРЛ – 200; CSH – 120; CSH – 200 (вместе с Sepam)	На съемной панели
Измерительные трансформаторы напряжения	ЗНОЛП - ЭК – 10 М1 6000/√3, 6300/√3 (10000/√3, 10500/√3); 100/√3; 100/3 ЗНОЛП – 6(10)У2 6000/√3, 6300/√3 (10000/√3, 10500/√3); 100/√3; 100/3 НАЛИ – СЭЩ – 6(10) – 16 У2 6000, 6300 (10000)	Технологически выкатное
Трансформатор собственных нужд	ТСКС – 40/145 У3 6 (6.3, 10, 10.5)/0.4кВ Y/Yн-0;	Технологически выкатное
Ограничители перенапряжений (ОПН)	ОПН-РТ/TEL-6/6,9 – УХЛ2; ОПН-РТ/TEL-6/7,2 – УХЛ2; ОПН-РТ/TEL-10/11,5 – УХЛ2; ОПН-КР/TEL-10/12-УХЛ2; ОПН-П-К-6/6,9/10/2 (550А) УХЛ2; ОПН-П-К-6/7,2/10/2 (550А) УХЛ2; ОПН-П-К-10/11,5/10/2 (550А) УХЛ2; ОПН-П-К-10/12/10/2 (550А) УХЛ2.	На съемной панели
Опорные изоляторы с емкостными делителями	ИО-8-75-130С, ИО-8-95-160С, ИО-8-125-225С	На съемной панели
Опорные изоляторы	ИО-8-75-130, ИО-8-95-160, ИО-8-125-224	На съемной панели
Проходные изоляторы	Серия Д, Т	Стационарное

### 1.7.8.2 Аппаратура модуля вторичных цепей

#### 1.7.8.2.1 РЗиА

Устройства РЗиА в КРУ осуществляют:

- необходимые виды защит присоединений 6(10) кВ согласно требованиям ПУЭ;
- индикацию измеряемых величин на встроенном дисплее;
- сохранение информации (энергонезависимая память);
- регистрацию и хранение аварийных параметров;
- установку и изменение уставок защит по локальной сети;

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	24
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

- включение в SCADA-систему для сбора и передачи необходимой информации, управления коммутационными аппаратами и РЗА распределительного устройства;
- дистанционное управление коммутационным аппаратом по локальным сетям.

В шкафах КРУ используются только цифровые устройства РЗА. Тип устанавливаемого устройства определяется по опросному листу.

Описание устройств РЗА и характеристики представлены в документации производителей устройств (прилагается к каждому шкафу КРУ).

#### 1.7.8.2.2 Учет электроэнергии

В шкафах КРУ используются счётчики активной и реактивной электроэнергии. Счётчики имеют следующие возможности:

- измерение и учёт реактивной, активной, полной мощностей и энергий;
- возможность включения в SCADA-систему;
- встроенный календарь, часы;
- сохранение информации (энергонезависимая память);
- отображение информации на встроенном жидкокристаллическом дисплее;
- контактный выход при превышении потребления мощности.

#### 1.7.8.2.3 Телемеханика

По заказу шкафы КРУ комплектуются устройствами, необходимыми для подключения элементов распределительного устройства к системе телемеханики:

- телесигнализация – выводятся блок-контакты коммутационных аппаратов, контакты реле неисправности, контроля напряжения и т.д.;
- телеизмерение – для получения нормированного аналогового сигнала, пропорционально измеряемой величине в шкафах КРУ предусмотрена возможность подключения нормирующих преобразователей электрических величин;
- телеуправление – для обеспечения дистанционного оперирования силовым выключателем вынесены цепи промежуточных реле, контакты которых включены в цепи управления силового выключателя.

#### 1.7.8.2.4 Список типового оборудования РЗА представлен в табл. 5.

Таблица 5

Оборудование	Наименование
Микропроцессорные блоки релейной защиты	Серам серии 10, 20, 40, 60, 80 Серия «Сириус – 3»: Сириус – 3 – ГС Серия «Сириус - 2» 3-е поколение: Сириус – ОЗЗ; Сириус – 2 - АЧР; Сириус – 2 - Л; Сириус – 21 - Л; Сириус – 2 - МЛ; Сириус – 2 - М; Сириус – 2 – С; Сириус – 21 – С; Сириус – 2 – В; Сириус – Д; Сириус – 21 - Д; Сириус – ТН; Сириус – ЦС; Сириус – 2 – РЧН; Сириус – Т; Серия «Сириус - 2» 2-е поколение: Сириус – АЧР; Серия «Орион»: Орион-2; Орион – РТЗ; БМРЗ – 100 модификации: 101 – КЛ; 102 – КЛ; 103 – СВ; 103-ВВ; 104 – ТН; 105 – ДД; 106 – ВВ; БРЧН – 100; БММРЧ SPAC 810 – Л, Д, С, В, Н, Р, Т. MiCOM P121; P122; P123; P124; P126; P127; P632 Корпус 40TE; P921; P922. Терминал БЭ2502А типополнения: 01, 02, 03, 04, 05, 07, 08, 11.
Устройства дуговой защиты	«ОВОД-МД», «ОВОД-Л» TOP-200
Оборудование телемеханики	Контроллер TSP-200/24-SAN Кабель для программирования TSP-200-PROG-COM GSM-роутер IRZ RUH 3G, Conel ER75i DUO, Conel UR5i v2b, OnCell G3150 Ethernet-коммутатор EDS-205, EDS-205A-S-SC, EDS-508A, EDS-508A-MM-SC, EDS-518A-SS-SC, EDS-516A, EDS-505A-MM-SC, EDS-316, EDS-316-SS-SC

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	25
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

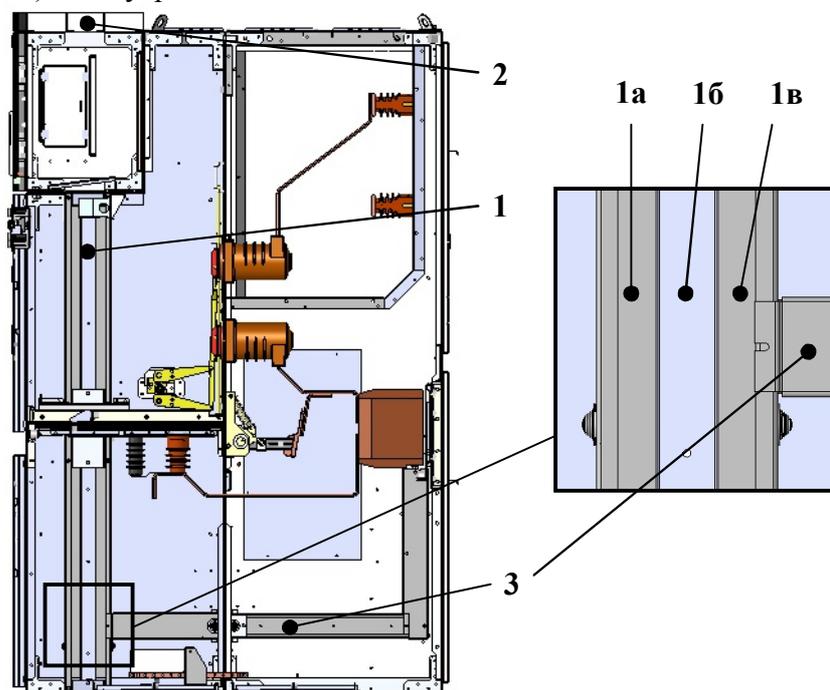
	Медиа-конвертор IMC-21-S-SC, IMC-101-M-SC Плата силовых реле RM-116 Конвертор i-7520 Модуль дискретного ввода M-7051D Модуль дискретного ввода/вывода M-7055D Модуль дискретного вывода M-7045D, M-7045D-NPN Контроллер i-7188XAD Шлюз AB7000, AB7029, MGate MB3480, EGX300 Модем Zelax M-160D1
Измерительные преобразователи	МИР ПТ, МИР ПН, МИР ПМ, Омь 11 ПЦ6806-03М АЕТ серия 100, 200, 300, 400 ЭНКС-3м, ЭНИП-2, ЭНМВ, ЭНМИ E849, E859, E855, E854, E842, E858, E3855, E857
Реле тепловой защиты	MSF220K
Цифровой датчик температуры	NL-1S111

#### 1.7.8.2.5 Кабельные каналы

Для прокладки жгутов вторичных цепей в шкафах КРУ применяются кабельные каналы (рис. 15). Для ввода жгутов вторичных цепей внутрь модуля вторичных цепей применяются универсальные сальники. Ввод жгутов внешних вторичных цепей может осуществляться:

- через кабельный канал 1 снизу шкафа КРУ из кабельного этажа;
- через кабельный канал 2 сверху шкафа КРУ.

Кабельный канал 1 состоит из трех каналов 1а, 1б, 1в. Все кабельные каналы оборудованы съемными крышками для монтажа вторичных цепей. Крепление крышек – с помощью болтов М6 с внешней шестигранной головкой. Демонтаж крышек (кроме крышки кабельного канала 2) – изнутри отсеков.



**Рис. 15. Кабельные каналы для прокладки жгутов проводников вторичных цепей**

1 – кабельный канал для проводников вторичных цепей от оборудования модулей главных цепей и внешних вторичных цепей при прокладке в кабельном этаже; 1б – кабельный канал для жгутов внешних вторичных цепей (в т.ч. и контрольных кабелей) при прокладке снизу шкафа; 2 – кабельный канал для жгутов внешних вторичных цепей при прокладке сверху шкафов и от соседних секций; 3 – кабельный канал для жгутов вторичных цепей измерительных трансформаторов тока

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	26
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

### 1.7.8.3 Принудительная вентиляция

1.7.8.3.1 В шкафах КРУ на номинальный ток 4000А установлена принудительная вентиляция работающая в автоматическом режиме. Электрическая схема принудительной вентиляции приведена в Приложении 5.

1.7.8.3.2 Контроль температуры в КРУ производится системой бесконтактного температурного контроля "Зной". К системе температурного контроля подключены шесть пирометрических датчиков температуры ДТП-300. Датчики измеряют температуру шин выходящих из проходных изоляторов в кабельном и шинном отсеках.

1.7.8.3.3 Система температурного контроля "Зной" по интерфейсному кабелю RS-485 подключена к управляющему контроллеру ПР200, который предназначен для реализации алгоритма управления вентиляцией в автоматическом режиме. Человеко-машинный интерфейс управляющего контроллера указан в Приложении 6.

В контроллере реализован следующий алгоритм управления вентиляцией:

- при увеличении температуры КРУ (здесь и далее по тексту температура, измеренная хотя бы одним датчиком) больше 70 °С одновременно включаются пять вентиляторов основной группы с номерами: 1, 2, 3, 6 и 7 и на экран контроллера выводится сообщение «Включение основной группы»;
- при увеличении температуры КРУ больше 90 °С дополнительно включаются два вентилятора резервной группы с номерами: 4 и 5 на экран контроллера выводится сообщение «Включение резервной группы» и замыкается контакт в цепи предупредительной сигнализации;
- при уменьшении температуры КРУ до 70 °С отключаются вентиляторы резервной группы с номерами: 4 и 5 на экран контроллера выводится сообщение «Отключение резервной группы» и размыкается контакт в цепи предупредительной сигнализации;
- при уменьшении температуры КРУ до 50 °С отключаются вентиляторы основной группы с номерами: 1, 2, 3, 6 и 7 и на экран контроллера выводится сообщение «Отключение основной группы»;
- при увеличении температуры КРУ больше 105 °С замыкается контакт в цепи аварийной сигнализации системы температурного контроля "Зной";
- при увеличении общего времени наработки вентиляторов больше 29 500 часов на экран контроллера выводится предупреждающее сообщение «Превышена наработка вентиляторов» и замыкается контакт в цепи предупредительной сигнализации.

Заводские настройки минимальных и максимальных температурных порогов срабатывания системы управления принудительной вентиляцией могут быть изменены в процессе штатной эксплуатации КРУ (подробнее в Приложении 6).

## 2 Монтаж, наладка и ввод в эксплуатацию

### 2.1 Общие требования

При организации и производстве работ по монтажу, наладке и испытаниям шкафов КРУ следует соблюдать требования ПУЭ и РД 34.45-51.300-97.

### 2.2 Меры безопасности

Конструкция шкафов КРУ удовлетворяет требованиям безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.007.4 с учетом требований, изложенных в настоящем РЭ и РЭ на аппаратуру, установленную в шкафах КРУ.

Погрузочно-разгрузочные и монтажные работы должны проводиться с соблюдением

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	27
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

общих правил техники безопасности.

Проверка отсутствия напряжения на отключенном оборудовании должна производиться во всех фазах.

Наложение заземления на токоведущие части должно производиться после проверки отсутствия напряжения на заземляемом участке оборудования в соответствии с Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок.

### 2.3 Требования к строительной части

Места установки шкафов КРУ в помещении должны соответствовать следующим требованиям:

- минимально допустимая нагрузка на пол должна составлять не менее 1400 кг/м<sup>2</sup>;
- максимально допустимая величина неровности пола в пределах одной секции – не более 2 мм;
- максимально допустимое отклонение прямолинейности установочного ряда в пределах одной секции – не более 1 мм на один метр, но не более 6 мм на всю длину секции;
- шкафы КРУ могут устанавливаться на бетонное или металлическое основание; при подготовке основания должна учитываться возможность вентиляции шкафа КРУ через вентиляционные решетки на дне шкафа. Металлические основания для установки шкафов должны быть выполнены из рихтованных швеллеров профиля не менее №10;
- основания должны быть присоединены в двух и более местах с помощью сварки к общему контуру заземления стальной полосой сечением не менее 120 мм<sup>2</sup>. Способы крепления указаны на рис. 25;
- расположение закладных элементов крепежа шкафов КРУ и кабелей должно соответствовать габаритно - установочным размерам, указанным в Приложении 2;
- пол должен быть очищен от цементной пыли, должны быть приняты меры по уменьшению пылеобразования.

### 2.4 Подготовка к монтажу шкафов КРУ

Шкафы КРУ поставляются в собранном и отрегулированном состоянии во внутренней легкой упаковке или транспортной таре.

#### 2.4.1 Перемещение КРУ

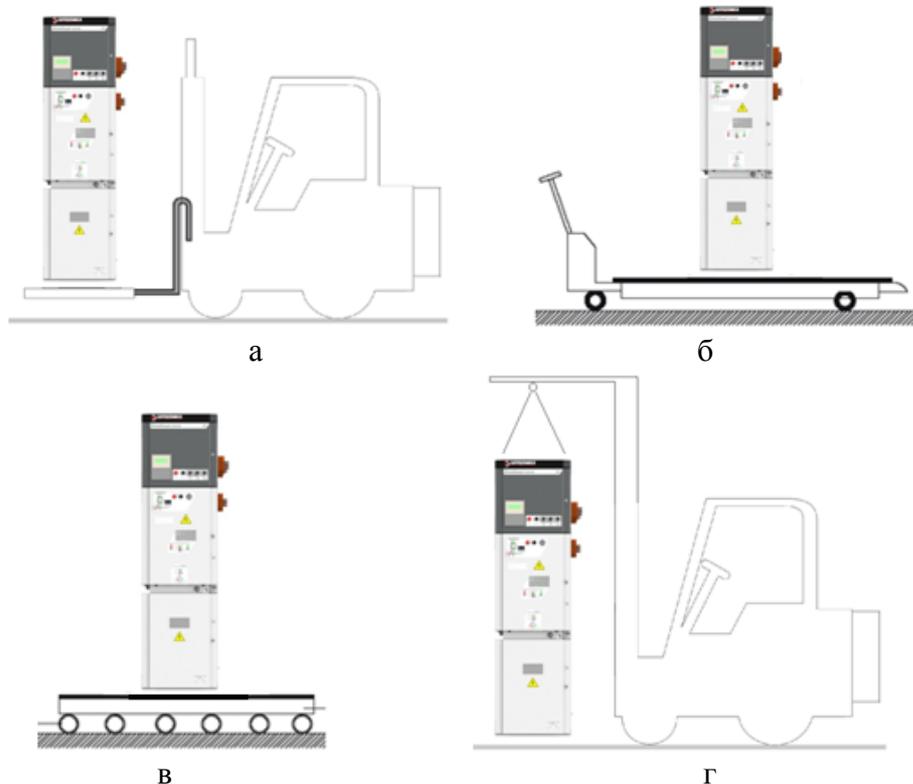
**Строповка должна осуществляться только четырьмя стропами! Строповка с использованием меньшего количества строп запрещается! Транспортирование шкафов КРУ к месту эксплуатации вне помещений должно осуществляться только в заводской таре в вертикальном положении.**

**Транспортирование шкафов вне заводской тары допускается только внутри помещений в период монтажа. Должны быть приняты меры, исключающие нанесение вмятин и повреждение защитного покрытия внешних частей оболочки шкафов КРУ.**

**Шкафы КРУ вне заводской тары должны транспортироваться поштучно. Запрещается одновременное транспортирование двух и более шкафов одним транспортным средством.**

Перемещение шкафов КРУ, закрепленных на транспортном поддоне, внутри помещений допускается осуществлять способами, показанными на рис. 16.

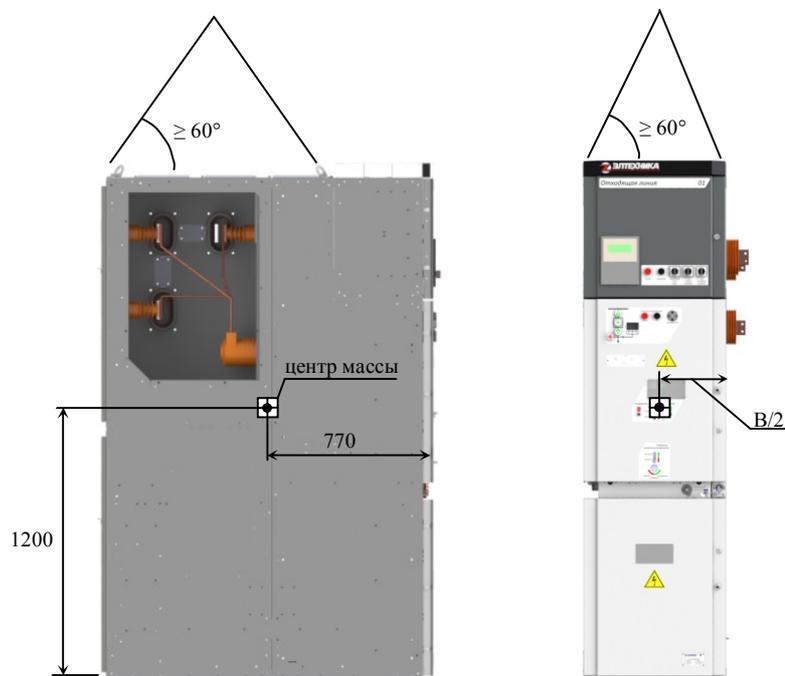
Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	28
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87



**Рис. 16. Способы перемещения шкафов КРУ на транспортном поддоне**

а – вилочным автопогрузчиком; б – ручной подъемной тележкой; в – на валках; г – подъемными механизмами

Транспортирование шкафов без транспортного поддона допускается только подъемными механизмами с зацепом строп через петли-проушины. Схема строповки представлена на рис. 17. Размеры для строповки представлены в табл. 6.



**Рис. 17. Схема строповки шкафов КРУ**

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	29
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Номинальный ток, А	Ток термической стойкости, кА	Размер В, мм
≤1250	20; 25; 31,5	650
1600; 2000	20; 25; 31,5	800
2500; 3150; 4000	20; 25; 31,5	1000

Транспортирование выкатных элементов с трансформаторами напряжения допускается только с применением траверсы. Схема строповки представлена на рис. 18.

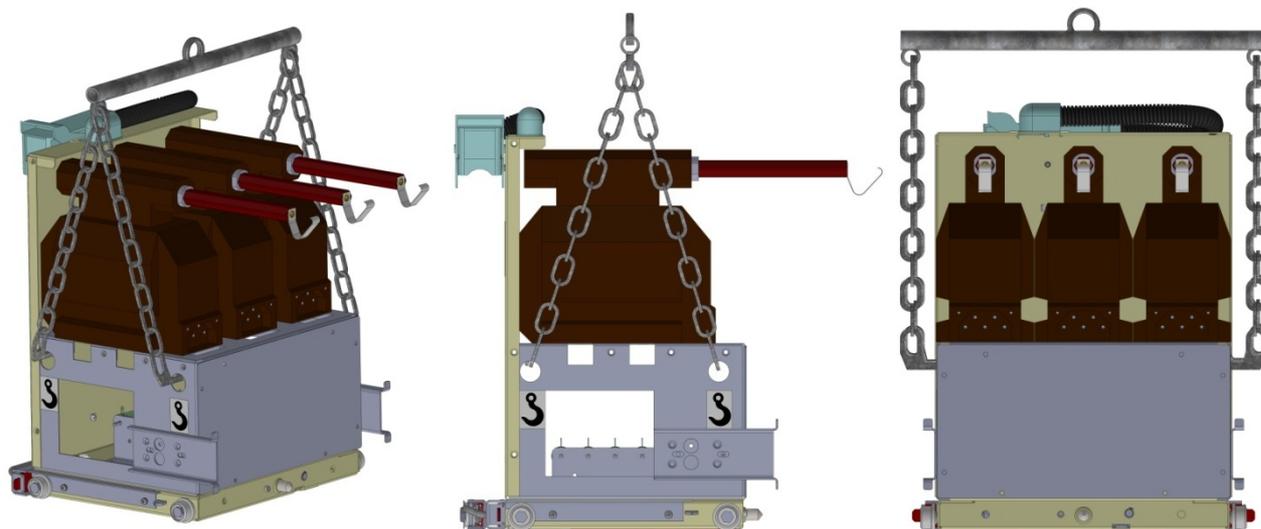


Рис. 18. Схема строповки выкатных элементов с трансформаторами напряжения

## 2.4.2 Распаковка шкафов КРУ

### 2.4.2.1 Общие указания

Перед распаковкой необходимо убедиться в отсутствии видимых повреждений заводской тары и правильности заполнения маркировочных табличек.

Распаковку следует производить при помощи исправного инструмента, не допуская повреждений защитного покрытия шкафов КРУ, приборов, вынесенных на лицевые панели шкафов, и другого оборудования.

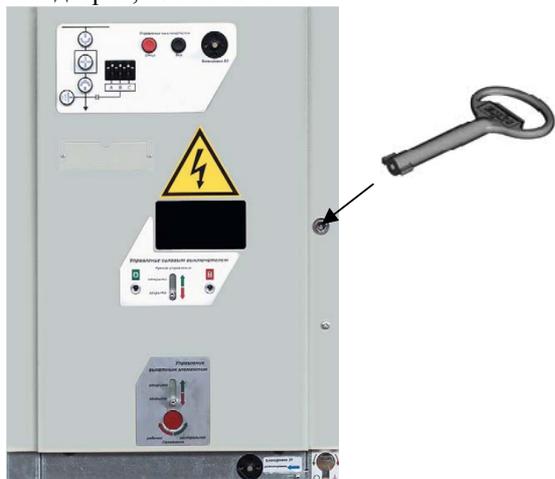
### 2.4.2.2 Порядок демонтажа заводской тары:

- отсоединить верхнюю панель (крышку) заводской тары;
- отсоединить от транспортного поддона четыре боковые панели заводской тары;
- открыть дверь отсека кабельных присоединений, выполнив действия по п. 1.7.4;
- отвернуть четыре шурупа с шестигранной головкой крепления шкафа к транспортному поддону;
- приподнять шкаф КРУ при помощи подъемного механизма и удалить транспортный поддон.

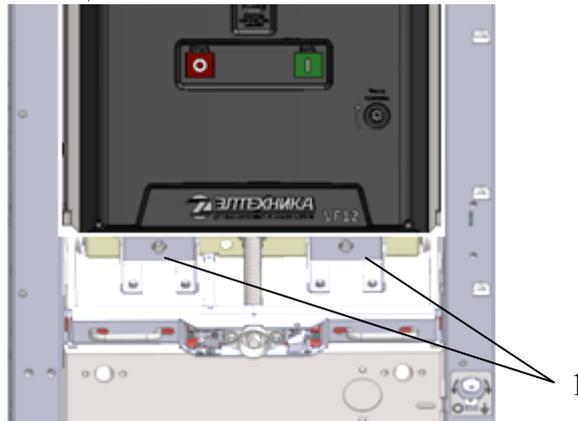
Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	30
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Порядок демонтажа выкатного элемента представлен на рис. 19.

1. Открыть дверь отсека выкатного элемента штифтовым ключом и устройством аварийного открывания дверей, согласно п. 1.7.4



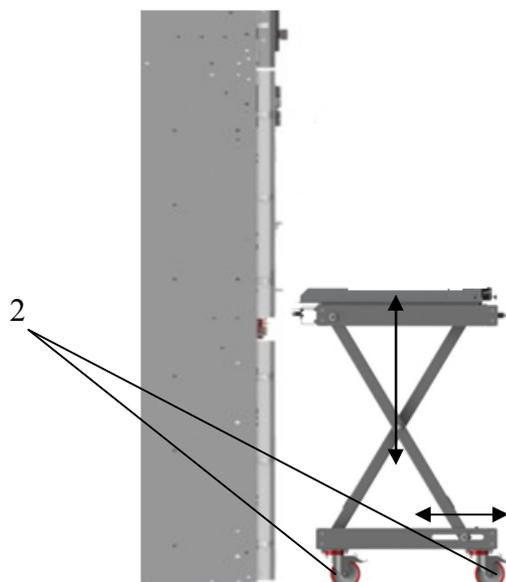
2. Демонтировать фиксирующие кронштейны 1 при помощи гаечных ключей 10 и 13 мм



3. Подкатить сервисную тележку вплотную к лицевой части шкафа КРУ.

С помощью подъемного механизма сервисной тележки совместить по высоте направляющие рейки и конические ловители сервисной тележки и отсека выкатного элемента.

Вкатить до упора сервисную тележку к лицевой части шкафа КРУ и зафиксировать поворотные колеса 2 на сервисной тележке



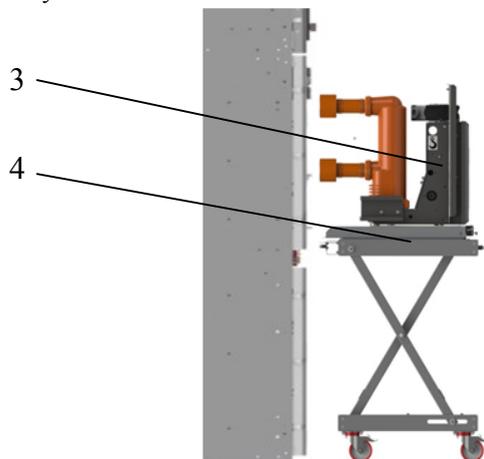
4. Освободить неподвижную часть тележки выкатного элемента в отсеке, выдвинув ручки фиксаторов в стороны к центру тележки.

Отсоединить разъем вторичных цепей и зафиксировать его на выкатном элементе.



Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	31
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

5. Установить выкатной элемент 3 на сервисную тележку 4.



6. Расположить выкатной элемент на сервисной тележке так, чтобы пластины фиксаторов оказались напротив вырезов боковых стенок основания.

Закрепить от перемещения выкатной элемент, выдвинув ручки фиксаторов 5 наружу от центра тележки; при этом пластины фиксаторов должны войти в вырезы боковых стенок основания 6

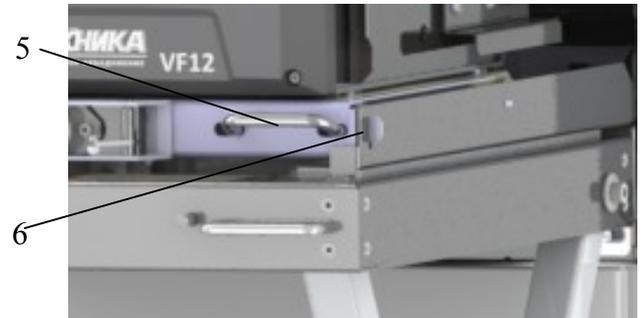


Рис. 19. Порядок демонтажа выкатного элемента

## 2.5 Монтаж

### 2.5.1 Подготовка к монтажу

Перед установкой шкафа КРУ на штатное место в распределительном устройстве необходимо выполнить следующие действия:

- проверить комплектность полученного оборудования в соответствии с товарно-транспортными накладными и общей спецификацией на заказ;
- проверить комплектность технической документации и правильность заполнения паспортов;
- убедиться в целостности поставленного оборудования;
- проверить правильность заполнения маркировочной таблички на двери отсека кабельных присоединений шкафа КРУ;
- при необходимости произвести отогревание шкафов при помощи внешних электрообогревателей;
- очистить от грязи и жировых отложений поверхности опорных и проходных изоляторов и других изоляционных конструкций при помощи чистого безворсового материала, смоченного техническим спиртом.

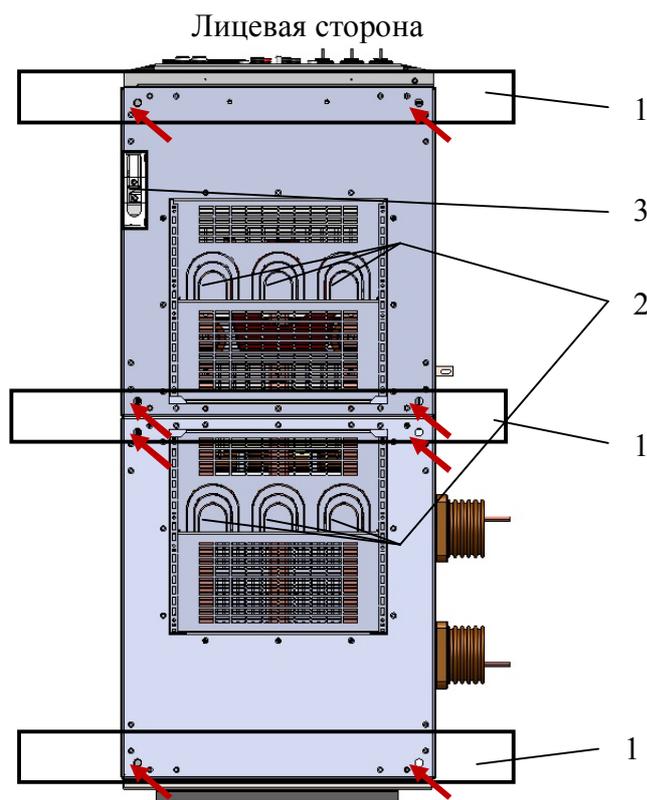
### 2.5.2 Монтаж шкафов КРУ

Монтаж шкафов КРУ производится в соответствии с монтажным чертежом из комплекта прилагаемой документации.

Установку шкафов необходимо выполнять в последовательности, изложенной в п.п. 2.5.2.1 – 2.5.2.12.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	32
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

2.5.2.1 Установить на штатное место крайний правый шкаф КРУ в ряду, согласно схеме расположения на монтажном чертеже и рис. 20. Стрелками обозначены места крепления дна шкафа к основанию.



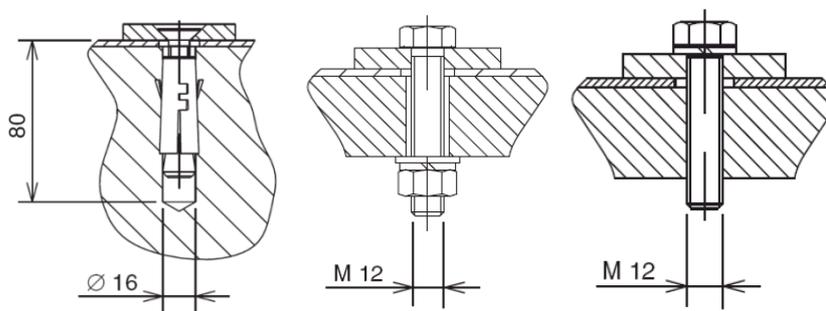
**Рис. 20. Установочные размеры шкафов КРУ, размещение закладных швеллеров и отверстий для прохода силовых и контрольных кабелей. Вид сверху на дно шкафа КРУ**

1 – швеллер №10 – 3 шт.; 2 – вырубные отверстия, возможные диаметры 60-90-120 мм для ввода силового кабеля; 3 – отверстие для ввода жгутов внешних вторичных цепей в кабельный канал снизу шкафа КРУ

2.5.2.2 Прикрепить шкаф КРУ к установочной поверхности одним из способов, показанных на рис. 21, установочные размеры представлены в табл. 7.

Таблица 7

Номинальный ток, А	Ток термической стойкости, кА	Размер В, мм	Размер L, мм	Размер L1, мм
≤1250	20; 25; 31,5	650	580	135
1600; 2000	20; 25; 31,5	800	730	210
2500; 3150; 4000	20; 25; 31,5	1000	930	240



**Рис. 21. Способы крепления шкафов КРУ**

слева – металлическими анкерными болтами M12x80 к бетонному полу; по середине – через проходное отверстие в металлической конструкции болтом M12 DIN933; справа – через отверстие с резьбой в металлической конструкции болтом M12 DIN933.

2.5.2.3 Установить на штатное место следующий в ряду шкаф КРУ. Прикрепить

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	33
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

шкаф КРУ к установочной поверхности. Одновременно выполнять монтаж сборных шин согласно п. 2.5.2.7.

2.5.2.4 Стянуть смежные боковые стенки установленных шкафов КРУ болтами М6х16 DIN6923 из комплекта ЗИП согласно рис. 22.

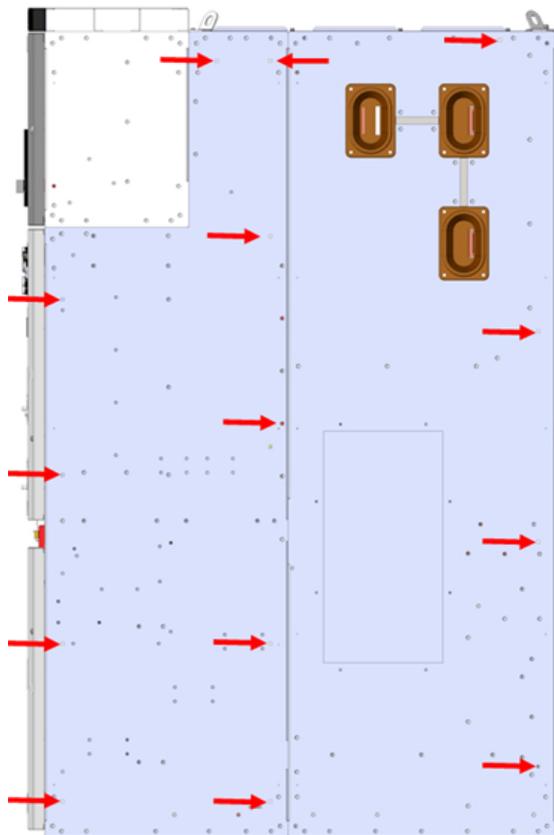


Рис. 22. Места скрепления соседних шкафов КРУ

Доступ к отсеку сборных шин в шкафах КРУ осуществляется через клапаны на крыше и съемные перегородки согласно рис. 23, крепление которых к корпусу шкафа осуществляется болтовыми соединениями М6.

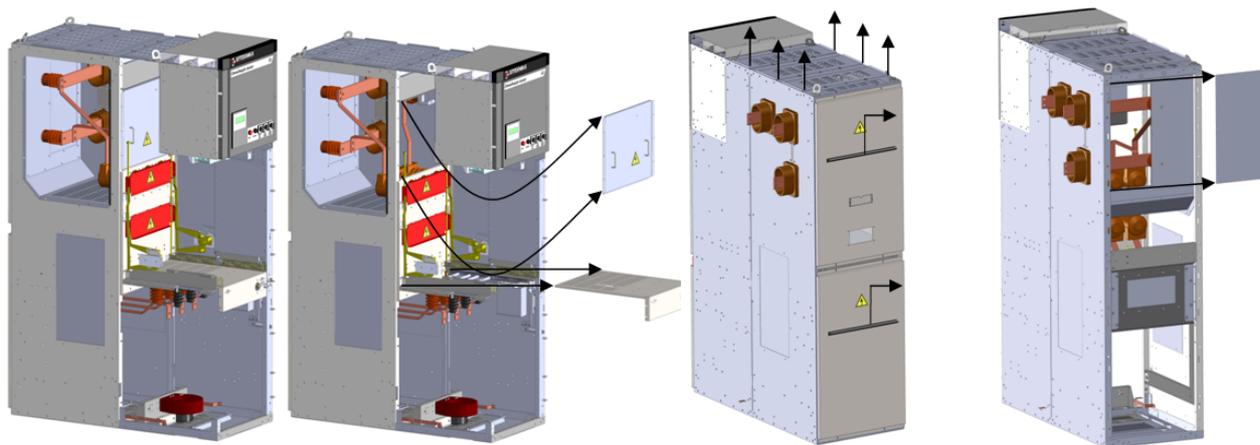
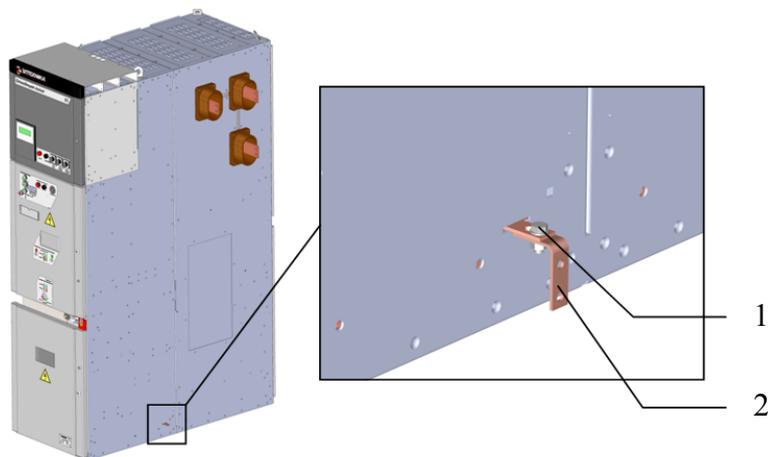


Рис. 23. Порядок демонтажа съемных перегородок для доступа к отсеку сборных шин

2.5.2.5 В нижней боковой части корпусов шкафов КРУ предусмотрены отверстия для системы заземления секции согласно рис. 24. С фасада в нижней части каждого шкафа КРУ предусмотрена шина заземления. Выводы шин системы заземления необходимо присоединить к общему контуру заземления.

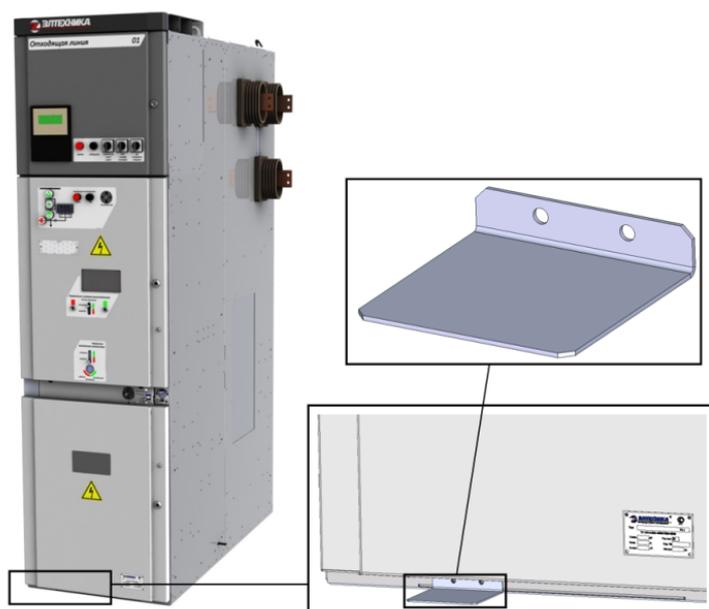
Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	34
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87



**Рис. 24. Сборка системы заземления секции КРУ**

1 – болтовое соединение М8; 2 – шина заземления соседнего шкафа КРУ

2.5.2.6 Соединить шкафы КРУ с контуром заземления при помощи уголка заземления согласно рис. 25. Уголок заземления крепится: к шкафу КРУ – с помощью 2 болтовых соединений М6 (отверстия в уголке сверлятся по месту), к контуру заземления – посредством сварки.



**Рис. 25. Присоединение к внешнему контуру заземления**

2.5.2.7 Монтаж сборных шин производится согласно рис. 26 – 29 одновременно с установкой шкафов на штатные места. Перед соединением сборных шин необходимо протереть контактные поверхности при помощи чистого безворсового материала, смоченного техническим спиртом.

Соединение шин осуществляется при помощи шинных накладок, болтов с механическими свойствами не ниже класса 8.8, гаек с механическими свойствами класса 8 и тарельчатых шайб с моментами затяжки согласно табл. 8. После установки шин необходимо протереть поверхности отсека сборных шин и изоляторы при помощи чистого безворсового материала.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	35
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

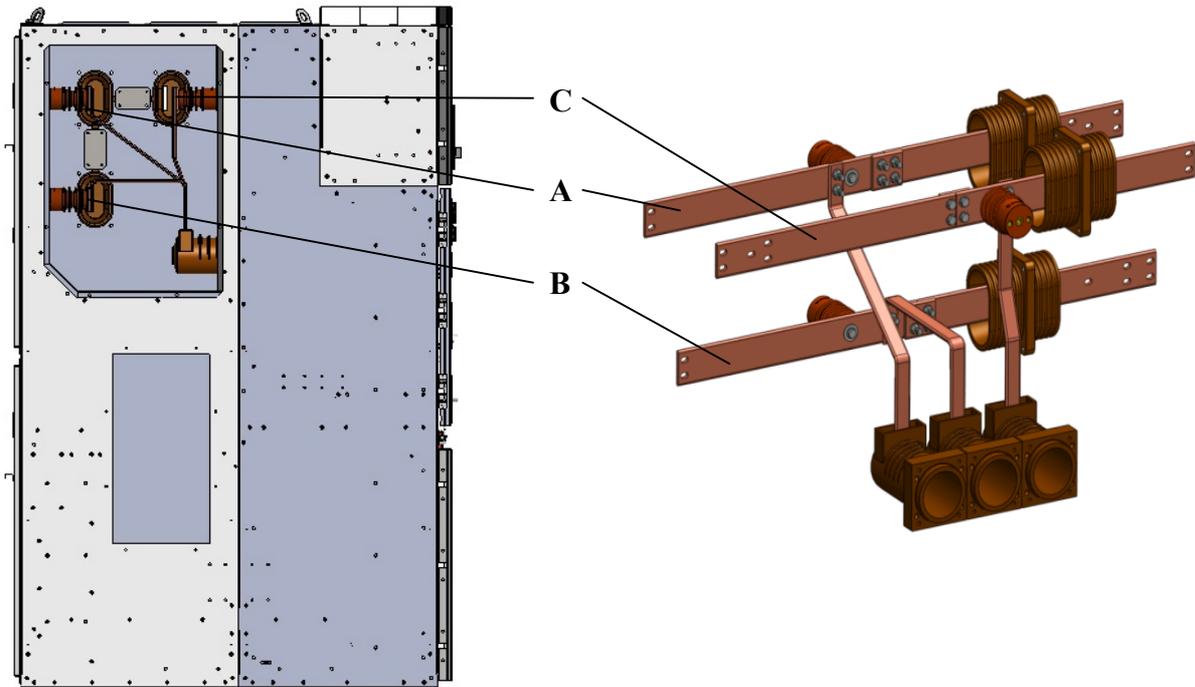


Рис. 26. Монтаж сборных шин

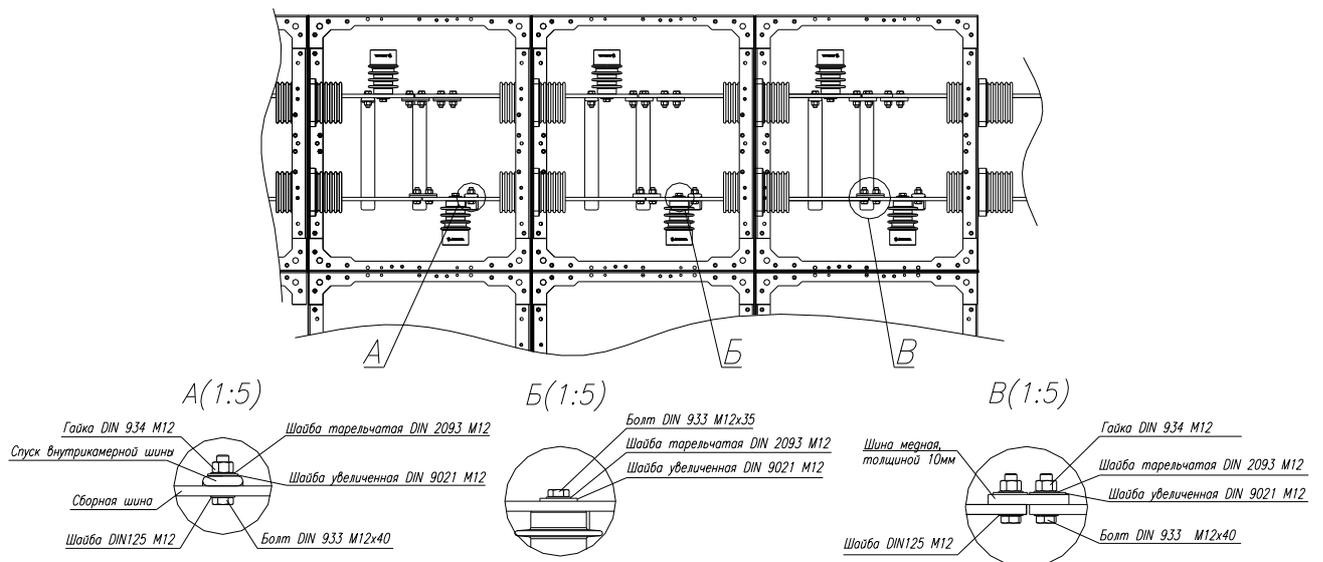
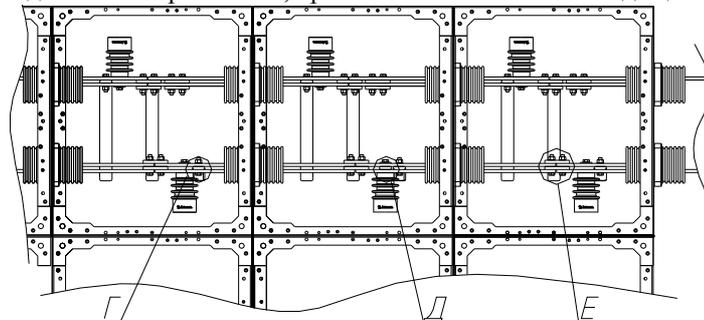
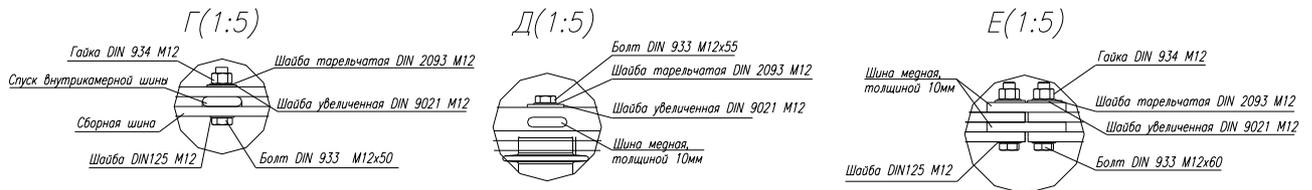


Рис. 27. Монтаж сборных шин 1600 А (вид сверху на шкафы КРУ)

А – крепление шины 10x40 отходящей линии; Б – крепление сборных шин к опорным изоляторам; В – соединение сборных шин, крепление шины 10x80 отходящей линии

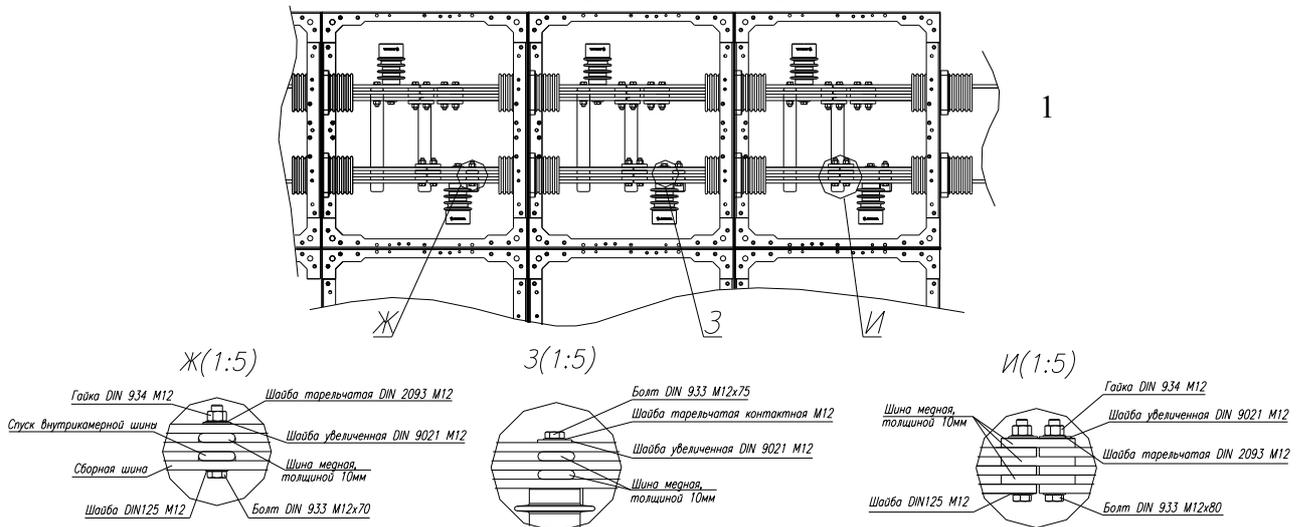


Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	36
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87



**Рис. 28. Монтаж сборных шин 2500 А (вид сверху на шкафы КРУ)**

Г – крепление шины 10x40 отходящей линии; Д – крепление сборных шин к опорным изоляторам; Е – соединение сборных шин, крепление шин 10x80 и 2x(10x80) отходящей линии (шина 10x80 устанавливается между сборными шинами фазы)



**Рис. 29. Монтаж сборных шин 3150; 4000А (вид сверху на шкафы КРУ)**

Ж – крепление шины 10x40 отходящей линии; З – крепление сборных шин к опорным изоляторам; И – соединение сборных шин, крепление шин 10x80, 2x(10x80) и 3x(10x80, 10x100) отходящей линии (шина 10x80 устанавливается между 1-й и 2-й шиной сборных шин фазы от опорного изолятора, шины 2x(10x80) устанавливаются между сборными шинами фазы)

Таблица 8

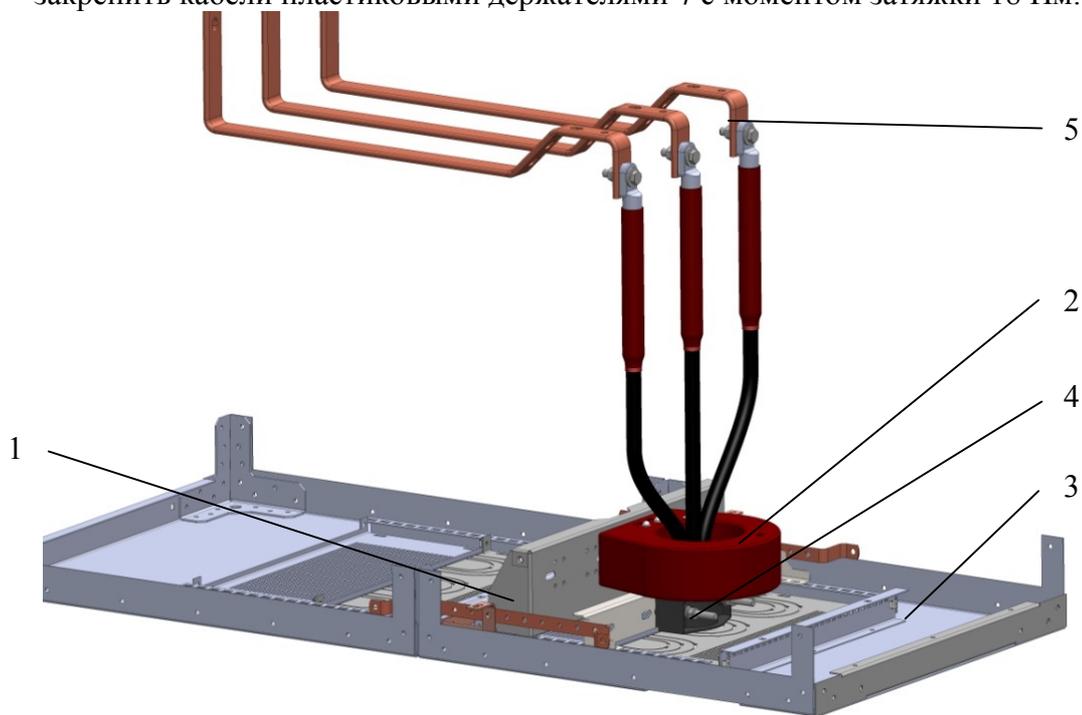
№ п/п	Название элементов и тип соединения	Крутящий момент, Нм					
		Тип резьбы					
		М6	М8	М10	М12	М16	М20
1	Токоведущая медная шина - шина	17	37	51	78	102	153
2	Токоведущая медная шина - опорный изолятор из компаунда	10		30	40	60	
3	Крепление опорного/проходного изолятора из компаунда		22		40	60	
	Токоведущая медная шина - проходной изолятор из компаунда			30		60	90
4	Токоведущая медная шина –трансформатор тока				40		
5	Крепление трансформатора тока				40		
	Токоведущая медная шина - трансформатор типа ЗНОЛ/НОЛ/ОЛС			30			
6	Крепление трансформатора ЗНОЛ/НОЛ/ОЛС			30			
	Крепление датчика тока типа ТДЗЛК			30			

2.5.2.8 Подключение кабеля внутри модуля кабельных присоединений (рис. 30):

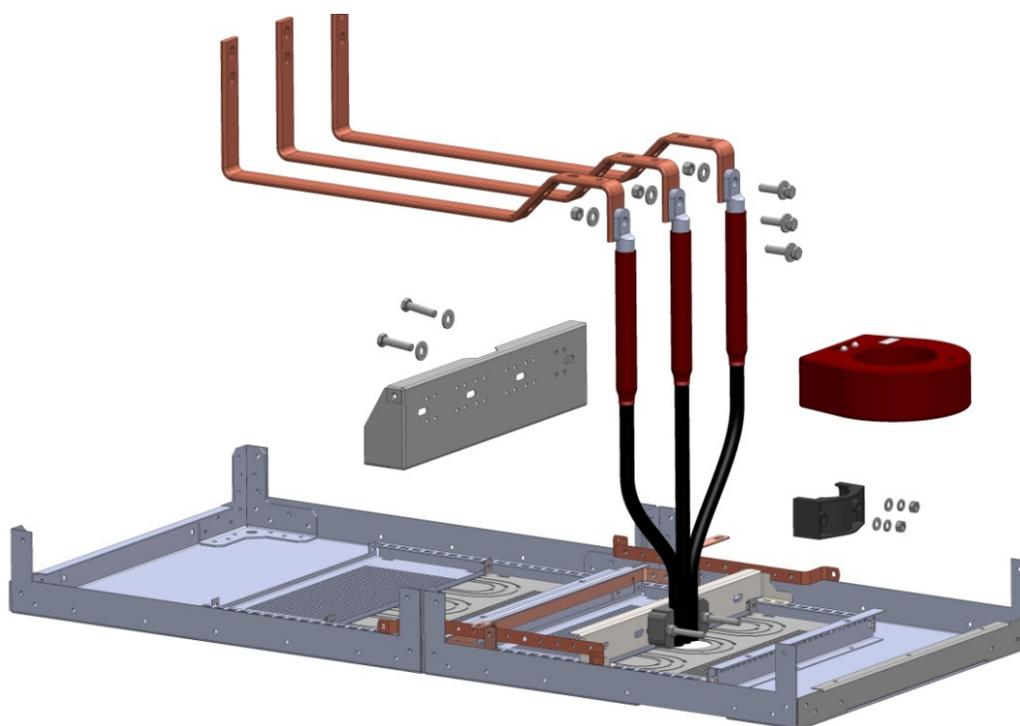
- снять кронштейн 1 с трансформатором тока нулевой последовательности 2;
- снять лист дна 3, при необходимости для удобства выполнения работ также снять пластиковый держатель кабеля 4;

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	37
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

- выбить в листе 3 предварительно просеченные по контуру отверстия в соответствии с количеством кабелей и их диаметром;
- пропустить кабели через отверстия в листе 3 и прикрепить кабельные наконечники к шинам 5 или выводам коммутационных аппаратов;
- установить снятые элементы на штатные места согласно рис. 31;
- закрепить кабели пластиковыми держателями 4 с моментом затяжки 18 Нм.



**Рис. 30. Монтаж кабеля в отсеке кабельных присоединений**  
 1 – кронштейн; 2 – трансформатор тока нулевой последовательности; 3 – лист;  
 4 – пластиковый держатель; 5 – шина



**Рис. 31. Способ крепления элементов в отсеке кабельных присоединений**

2.5.2.9 Возможно два исполнения выкатного элемента с измерительными трансформаторами напряжения:

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	38
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

- с тележкой аппаратной рис.32, выкатной элемент переводится в рабочее положение с помощью рукоятки оперирования;

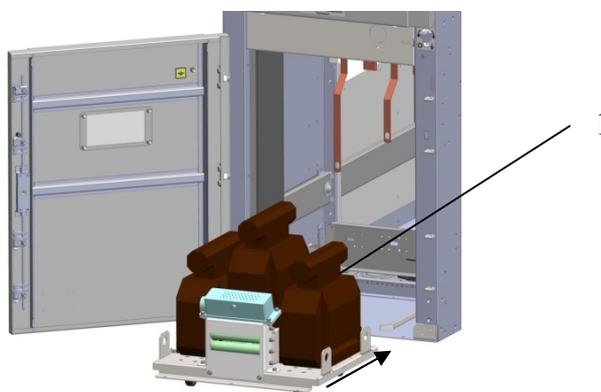
- без тележки аппаратной, переводится в рабочее положение вручную.

На рис. 32а показан монтаж выкатного элемента с измерительными трансформаторами напряжения без тележки аппаратной, в отсек кабельных присоединений.

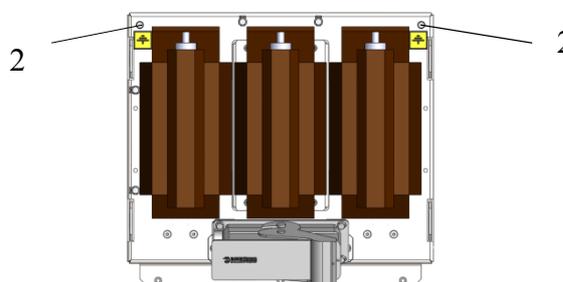


**Рис. 32. Выкатной элемент с измерительными трансформаторами напряжения и тележкой аппаратной**  
1 – тележка аппаратная; 2 – измерительные трансформаторы напряжения; 3 – контактное соединение

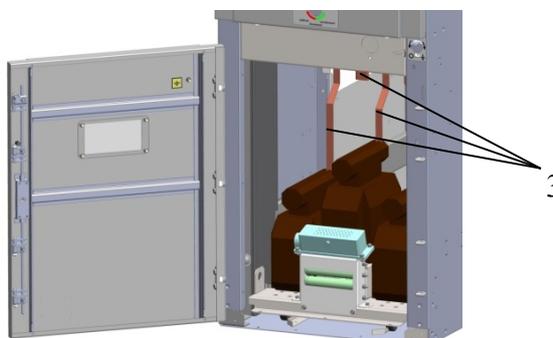
1. Демонтировать фасадный уголок , выполнив действия согласно п. 2.5.2.10



2. Подключить заземляющий проводник к болту М6 2 слева или справа относительно выкатного элемента



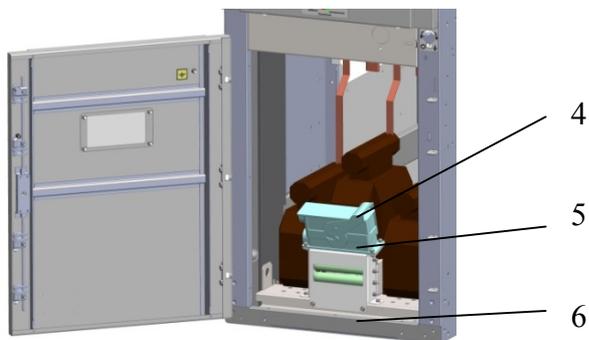
3. Вкатить выкатной элемент 1 вручную внутрь отсека кабельных присоединений



4. Присоединить шины главной цепи 3 к выводам первичной обмотки трансформатора напряжения

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	39
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

5. Установить фасадный уголок 6
6. Присоединить разъем вторичных цепей 4 к ответной части 5 в отсеке кабельных присоединений

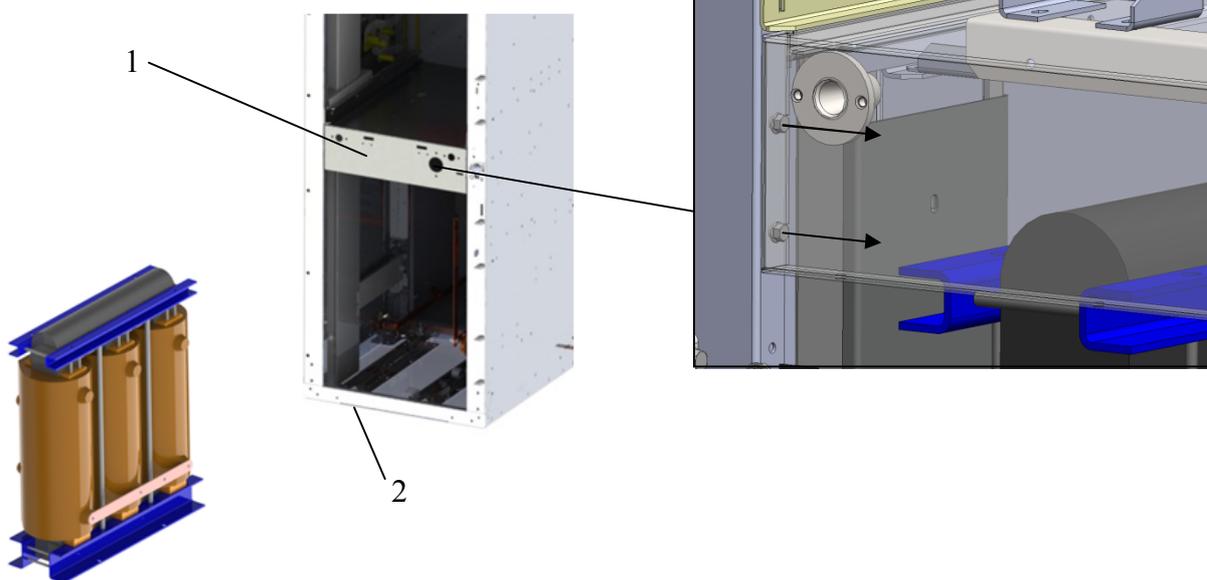


**Рис. 32а. Порядок монтажа выкатного элемента с измерительными трансформаторами напряжения в отсек кабельных присоединений**

### 2.5.2.10 Монтаж выкатного элемента трансформатора собственных нужд в отсек кабельных присоединений согласно рис. 33.

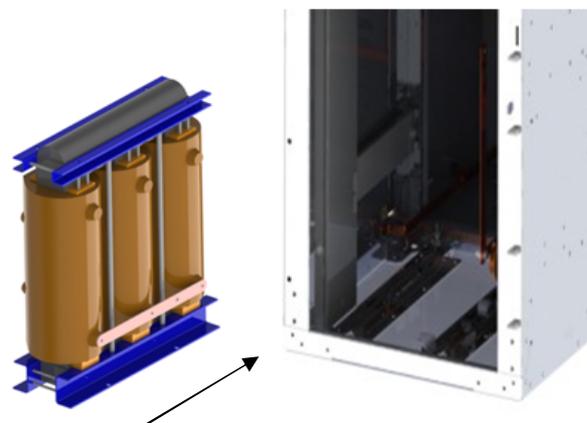
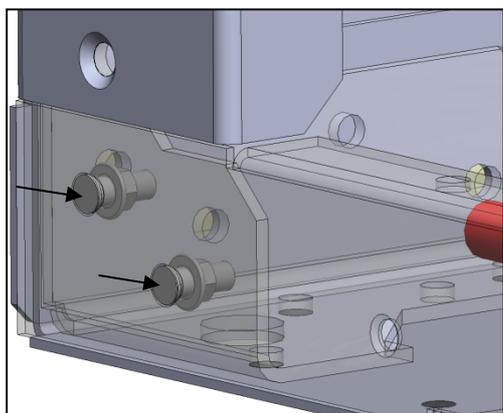
1. Демонтировать съемную перегородку 1 и фасадный уголок 2

Открутить гайки М8 4 шт. с обеих сторон съемной перегородки



Открутить гайки М6 4 шт. с обеих сторон фасадного уголка

2. Вкатить выкатной элемент в отсек

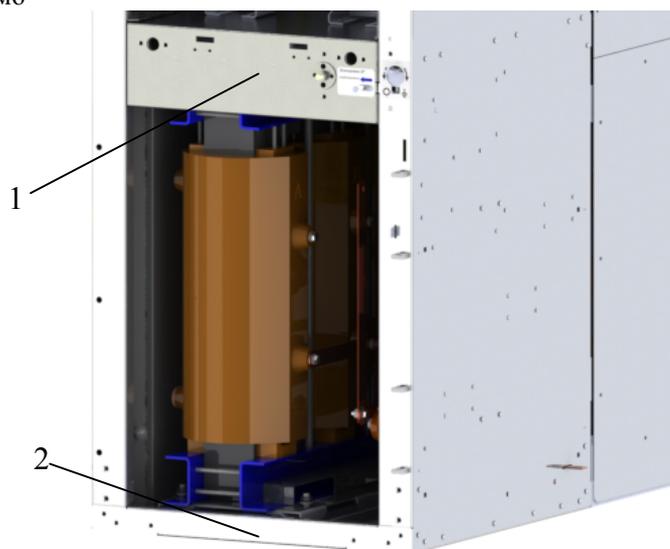


Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	40
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

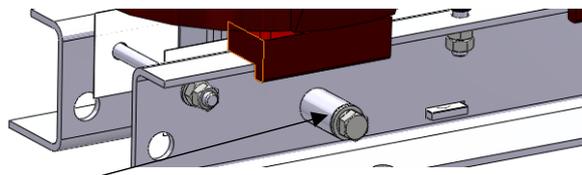
3. Зафиксировать выкатной элемент в отсеке при помощи шпилек.
4. Присоединить шины к выводам первичных обмоток трансформатора собственных нужд



5. Установить съемную перегородку 1 и фасадный уголок 2



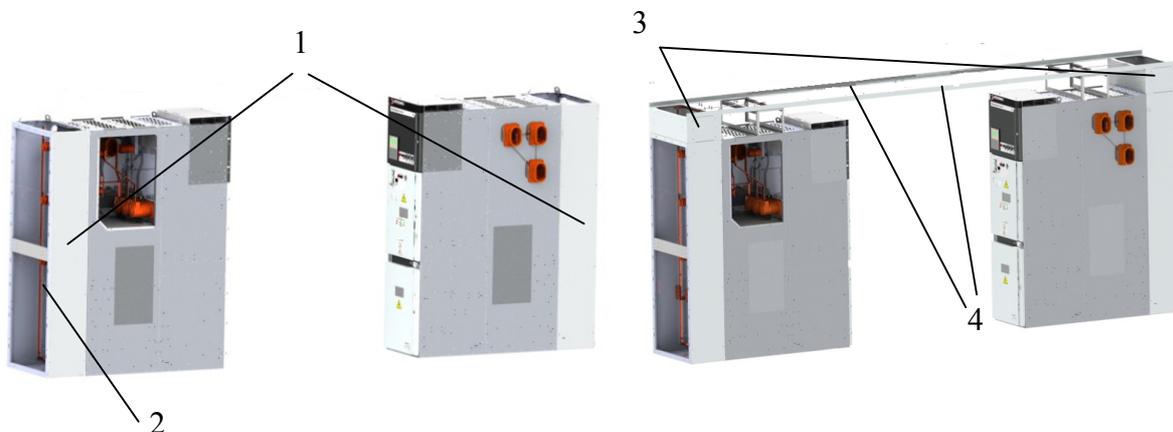
6. Подключить заземляющий проводник к болту M12



**Рис. 33. Порядок монтажа выкатного элемента с трансформатором собственных нужд в отсек кабельных присоединений**

2.5.2.11 Сборка шинного моста осуществляется согласно рис. 34.

1. Установка задних модулей 1 (M8)
2. Монтаж заземления 2 в задних модулях (M8)
3. Установка коробов 3 на задние модули (M8)
4. Установка направляющих 4 на короба (M8)



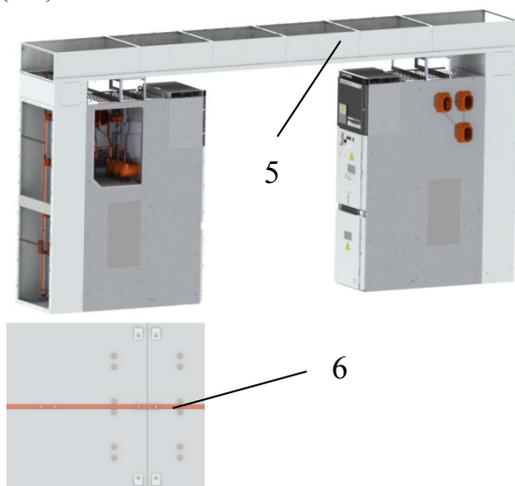
Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	41
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

5. Установка коробов 5 на направляющие (М8)

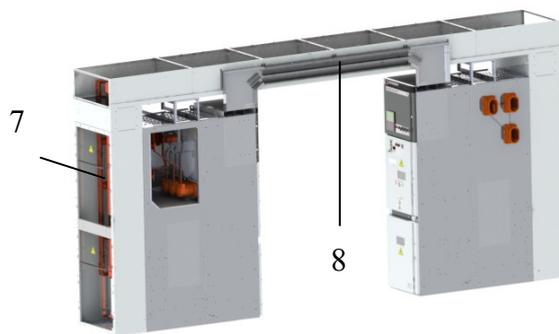
6. Монтаж системы заземления 6 в установленных коробах (М8)

7. Шин 7 между секциями КРУ (М10) (рис. 26 – 28)

8. Установка короба вторичных цепей 8 (М6)



Вид на короб снизу



9. Установка съемных перегородок 9 на задние модули (М6)

10. Установка крышек 10 на корпуса шинного моста (М6)

11. Установка крышек 11 на короб вторичных цепей после их монтажа (М6)

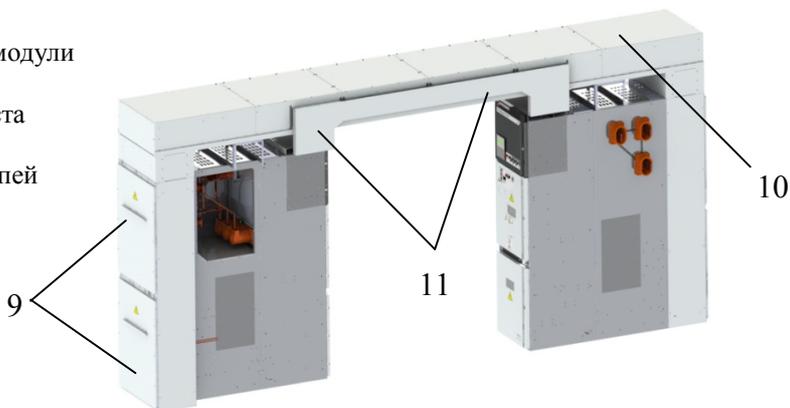
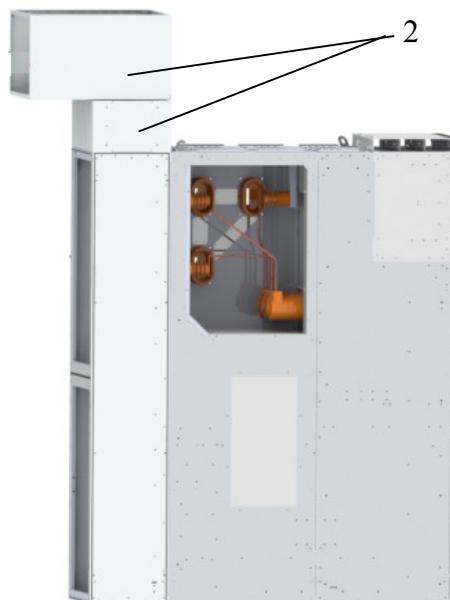


Рис. 34. Сборка шинного моста

2.5.2.12 Сборка шинного ввода сзади шкафа КРУ осуществляется в согласно рис. 35.

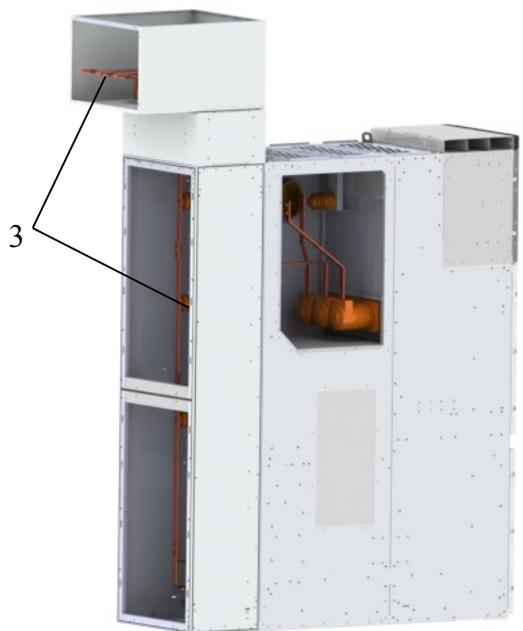
1. Установка заднего модуля 1 (М8)

2. Установка коробов 2 на крышу заднего модуля (М8)



Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	42
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

3. Монтаж шин ввода 3 (рис. 26 – 28)



4. Установка крышек 4 на задний модуль (М6)

5. Установка крышки 5 на короб ввода (М6)

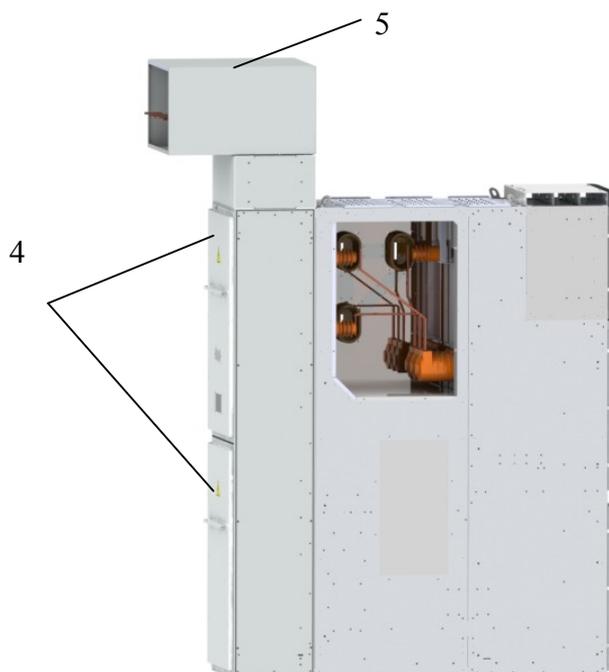


Рис. 35. Сборка шинного ввода сзади шкафа КРУ

2.5.2.13 Сборка шинного ввода сбоку шкафа КРУ осуществляется в согласно рис. 36.

1. Установка бокового модуля 1 (М6)



2. Установка коробов 2 на крышу боковых модулей (М6)



Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	43
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

3. Монтаж шин ввода 3 (крепление согласно рис. 26 – 28)



4. Установка крышек 4 на боковые модули (М6)

5. Установка крышки 5 на короб ввода (М6)



Рис. 36. Сборка шинного ввода сбоку шкафа КРУ

### 2.5.3 Проверка правильности монтажа:

- проверить надежность крепления шкафов КРУ к фундаменту;
- проверить надежность крепления коммутационных аппаратов, шин, изоляторов и заземляющих устройств внутри шкафов КРУ;
- проверить функционирование дверей отсеков, запорных механизмов и механизмов блокировок.

### 2.6 Ввод в эксплуатацию

При вводе в эксплуатацию все элементы шкафов КРУ (выключатели, силовые и измерительные трансформаторы, кабели и т.п.) должны быть подвергнуты приемо-сдаточным испытаниям в соответствии с главой 1.8 ПУЭ и РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования». Объем приемо-сдаточных испытаний:

- внешний осмотр (проверка состояния защитных лакокрасочных покрытий, изоляционных поверхностей, защитных покрытий контактных поверхностей главной цепи и соответствия требованиям сборочного чертежа, комплектности, спецификации, маркировки);
- измерение электрических сопротивлений (главная цепь, заземлитель, заземление выкатного элемента, заземление дверей);
- измерение сопротивления изоляции и испытание электрической прочности изоляции главной цепи и вторичных цепей;
- проверка работоспособности вторичных цепей согласно принципиальной электрической схеме ЭЗ в комплекте и инструкциям по эксплуатации на комплектующие изделия;
- проверка механической работоспособности элементов КРУ.

Ниже приведены указания и рекомендации по проведению отдельных видов проверок применительно к шкафам КРУ.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	44
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

2.6.1 Измерение электрического сопротивления главных токоведущих цепей рекомендуется проводить при токе нагрузки не менее 5 А. Измерение производится по участкам, исключая замер сопротивления первичной обмотки трансформаторов тока. Замер сопротивления цепи заземления производится при включенном заземлителе. Допускается не проводить измерение электрического сопротивления участков цепей между выводами установленных предохранителей. На время проведения измерений необходимо замкнуть накоротко выводы вторичных обмоток измерительных трансформаторов тока.

2.6.2 Проверка функционирования коммутационных аппаратов производится согласно РЭ на аппараты.

2.6.3 Проверка функционирования оборудования релейной защиты и автоматики производится согласно инструкциям производителей оборудования при  $U_{ном}$  и  $0,8 U_{ном}$ .

2.6.4 При наличии в заказе дуговой защиты Овод-Л проверить установку терминирующих резисторов в соответствии общей схемой межкамерных соединений заказа (Э6).

2.6.5 Испытание электрической прочности изоляции кабельных присоединений может быть проведено без их отсоединения от главной цепи шкафа КРУ при помощи выкатного элемента с испытательными выводами. Для проведения испытаний необходимо:

- поместить выкатной элемент с испытательными выводами внутрь отсека выкатного элемента;
- перевести его в рабочее положение;
- открыть дверь согласно п. 1.7.4;
- подключить высоковольтный вывод испытательной установки к выводам выкатного элемента;
- выполнить требуемый объем испытаний;
- после проведения испытаний закрыть дверь, перевести выкатной элемент с испытательными выводами в контрольное положение и извлечь его из отсека выкатного элемента.

На время проведения испытаний главных цепей шкафов КРУ необходимо отсоединить гибкие шины от ограничителей перенапряжений (ОПН) (Рис. 36а) и открутив 4 винта М6 2 (показаны 2 винта с левой стороны) переместить планку с ОПН 1 на 60-80мм к фасадной стороне КРУ.

Также должны быть отсоединены силовые трансформаторы и измерительные трансформаторы напряжения, вторичные выводы трансформаторов тока должны быть замкнуты накоротко (на клеммной рейке модуля вторичных цепей) и заземлены.

При измерении сопротивления изоляции вторичных цепей необходимо отключить элементы схемы, испытательное напряжение которых ниже прикладываемого (в соответствии с документацией заводов изготовителей).

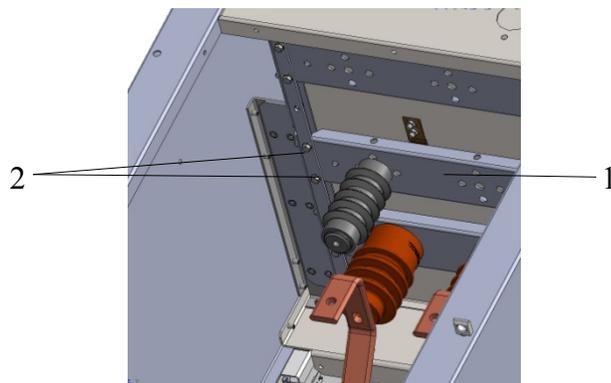


Рис. 36а. Планка с ОПН

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	45
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

### 3 Использование по назначению

3.1 Эксплуатация шкафов КРУ должна производиться в соответствии с требованиями следующих документов:

- «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ» (ПТЭ РФ);
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП);
- «Правила устройства электроустановок» (ПУЭ 7);
- «Межотраслевые правила по охране труда» (МПОТ);
- настоящее РЭ.

3.2 Порядок эксплуатации шкафов КРУ устанавливается соответствующими инструкциями для обслуживающего персонала организации, в ведении которого находится распределительное устройство.

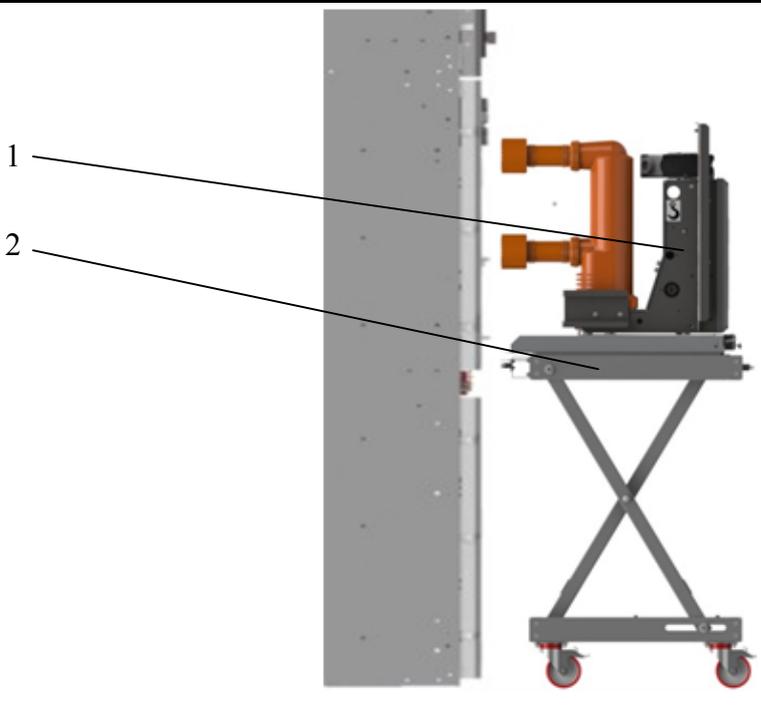
3.3 К эксплуатации и обслуживанию шкафов КРУ допускается персонал, изучивший данное РЭ, технические описания и руководства по эксплуатации на коммутационные аппараты и аппаратуру управления, установленные в шкафах КРУ, и имеющий соответствующую группу допуска по электробезопасности.

3.4 Для исключения конденсации влаги на поверхности оборудования при всех допустимых условиях эксплуатации КРУ температура срабатывания термостата установлена + 15°C.

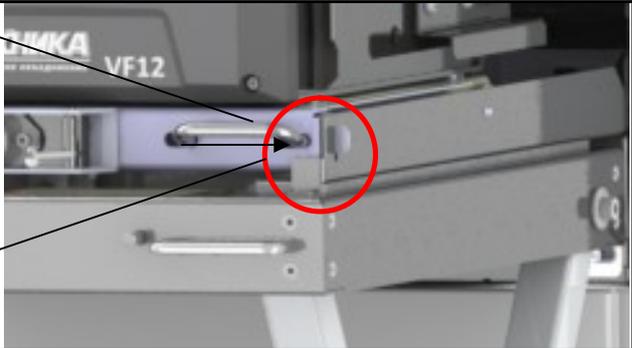
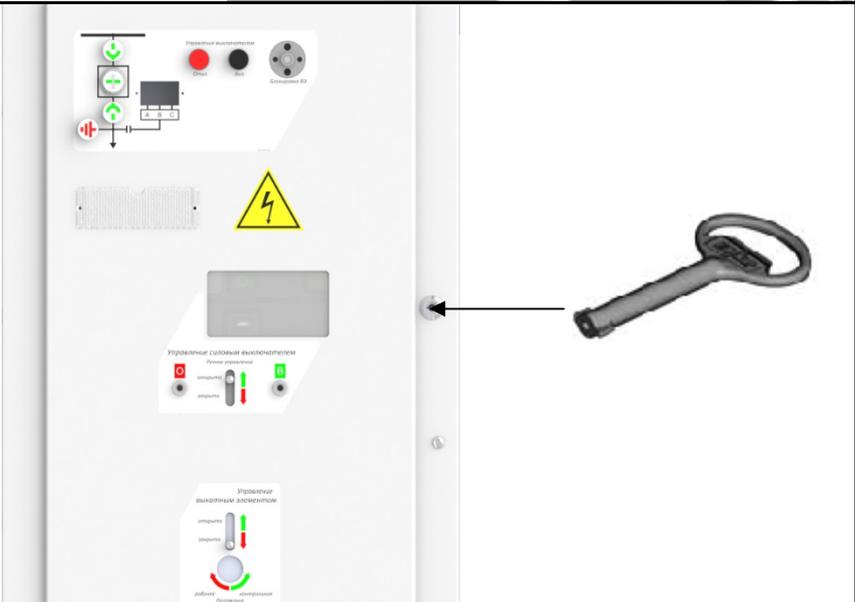
3.5 Алгоритм оперирования выкатным элементом приведен в табл. 9.

**Перед выполнением любой операции с выкатным элементом необходимо убедиться в том, что система блокировок позволяет ее выполнить. Приложение чрезмерных усилий к рукоятке привода тележки выкатного элемента не допускается!**

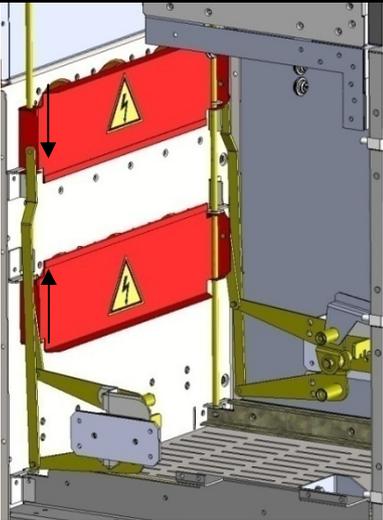
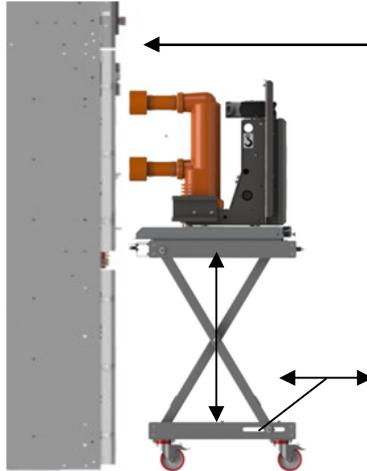
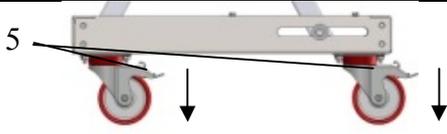
Таблица 9

Операция	Действия оператора
Установка выкатного элемента на сервисную тележку для установки в КРУ либо обслуживания	Установить выкатной элемент 1 на сервисную тележку 2 

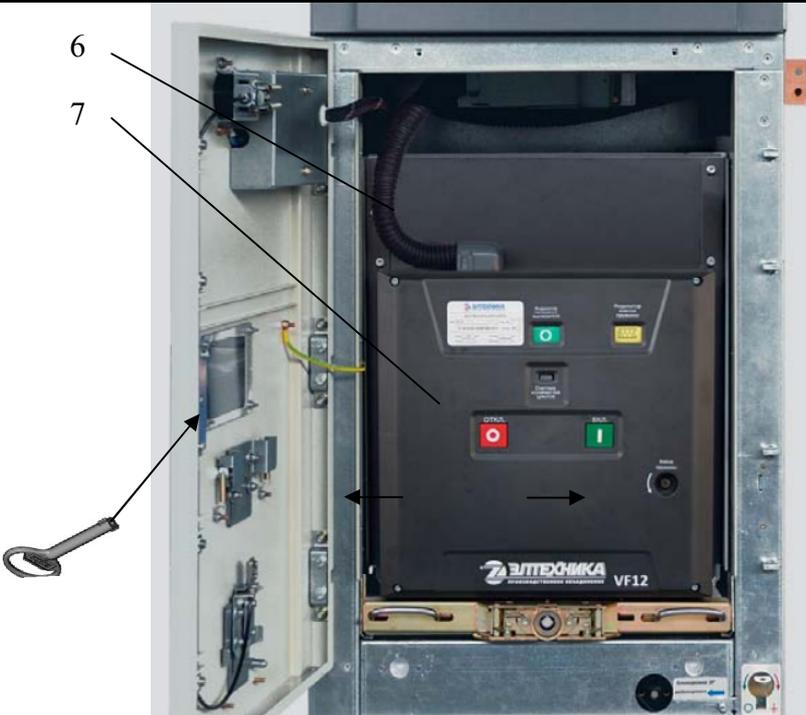
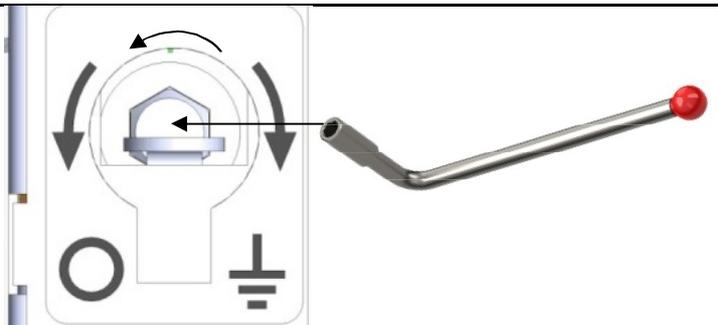
Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	46
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Операция	Действия оператора
<p>Сдвинуть до упора к центру ручки фиксаторов выкатного элемента 3</p>	 <p>Расположить выкатной элемент на сервисной тележке таким образом, чтобы пластины фиксаторов оказались напротив вырезов боковых стенок основания</p>  <p>Закрепить от перемещения выкатной элемент, выдвинув ручки фиксаторов 3 наружу от центра тележки; при этом пластины фиксаторов должны войти в вырезы боковых стенок основания 4</p>
<p>Установка выкатного элемента в контрольное положение</p>	<p>Открыть дверь отсека выкатного элемента штифтовым ключом</p> 

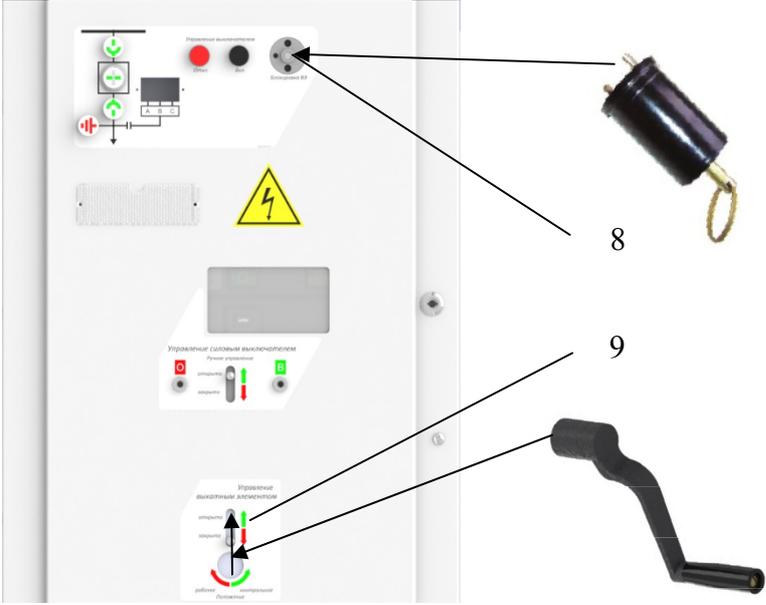
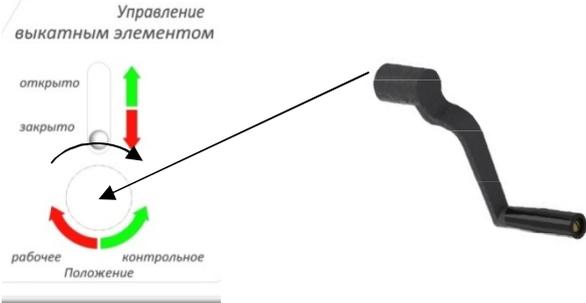
Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	47
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Операция	Действия оператора
	<p>Убедиться, что токоведущие части КРУ закрыты шторочным механизмом. Если шторочный механизм был предварительно заблокирован навесным замком – снять его!</p> 
	<p>Подкатить сервисную тележку вплотную к лицевой части шкафа КРУ. С помощью подъемного механизма сервисной тележки совместить по высоте направляющие рейки и конические ловители сервисной тележки и отсека выкатного элемента</p> 
	<p>Вкатить до упора сервисную тележку к лицевой части шкафа КРУ и зафиксировать поворотные колеса 5 на сервисной тележке</p> 
	<p>Сдвинуть до упора к центру ручки фиксаторов выкатного элемента 3. Вкатить выкатной элемент внутрь отсека выкатного элемента и расположить его таким образом, чтобы выдвижные пластины фиксаторов оказались напротив вырезов в боковых проушинах направляющих отсека</p> 

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	48
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Операция	Действия оператора
	<p data-bbox="375 235 678 784">           1. Зафиксировать неподвижную часть тележки выкатного элемента в отсеке, выдвинув ручки фиксаторов в стороны от центра тележки.            2. Присоединить разъем вторичных цепей 6 выкатного элемента к соответствующему разъему в КРУ.            3. Если на выкатном элементе установлен силовой выключатель, отключить его от кнопки 7.            4. Закрыть дверь отсека выкатного элемента штифтовым ключом         </p>  <p data-bbox="375 869 1500 929">Открыть дверь модуля вторичных цепей четырехгранным штифтовым ключом и включить питание схемы сигнализации и оперативного тока</p> <p data-bbox="375 1187 1220 1288">Убедиться, что светятся сигнальные лампы «Выкатной элемент в контрольном положении» на интерактивной схеме на лицевой стороне двери отсека выкатного элемента</p> 
<p data-bbox="188 1545 359 1724">Перевод выкатного элемента из контрольного положения в рабочее</p>	<p data-bbox="375 1545 1500 1635">Проверить отключенное положение силового выключателя Закрыть двери отсека выкатного элемента и отсека кабельных присоединений штифтовым ключом</p> <p data-bbox="375 1780 654 1825">Отключить заземлитель</p> 

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	49
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Операция	Действия оператора
	<p>При наличии дополнительной электромагнитной блокировки выкатного элемента 8 установить магнитный/электромагнитный ключ в блок-замок.</p> <p>Поднять защитную шторку на двери отсека выкатного элемента и установить рукоятку оперирования в гнездо 9 «Управление выкатным элементом» до появления характерного щелчка. При отсутствии щелчка убедиться в том, что дверь отсека полностью закрыта</p> 
	<p>Выполнить 20 полных оборотов рукоятки по часовой стрелке. На завершающем участке хода (последние 2–3 оборота) допустимо увеличение сопротивления вращению рукоятки вследствие процесса стыковки элементов контактных систем главной цепи</p> 
	<p>Убедиться в загорании сигнальных ламп «Выкатной элемент в рабочем положении» на интерактивной схеме на лицевой стороне двери отсека выкатного элемента</p>  <p>Удерживая в верхнем положении защитную шторку на двери отсека выкатного элемента, извлечь рукоятку из гнезда, опустить защитную шторку</p>
<p>Перевод выкатного элемента из рабочего положения в контрольное</p>	<p>Если на выкатном элементе установлен силовой выключатель – перевести его в отключенное положение</p> <p>При наличии электромагнитной блокировки выкатного элемента установить магнитный/электромагнитный ключ в блок-замок</p> <p>Поднять защитную шторку на двери отсека выкатного элемента и установить рукоятку оперирования в гнездо «Управление выкатным элементом»</p> <p>Установить рукоятку оперирования выкатным элементом в гнездо до появления характерного щелчка. При отсутствии щелчка убедиться в том, что дверь отсека полностью закрыта</p> <p>Выполнить 20 полных оборотов рукоятки против часовой стрелки. На начальном участке хода (2–3 оборота) допустимо увеличенное сопротивление вращению рукоятки вследствие процесса размыкания элементов контактных систем</p>

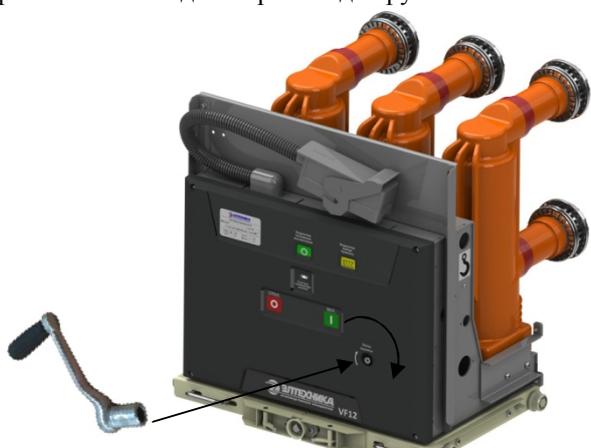
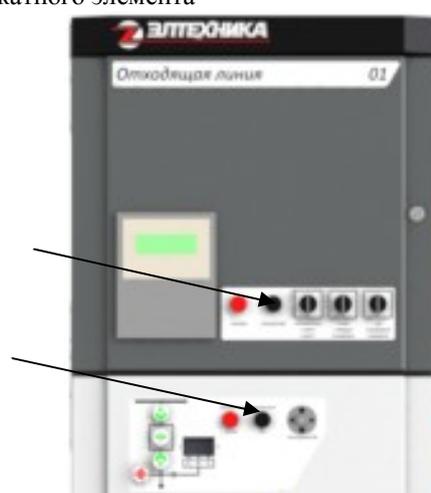
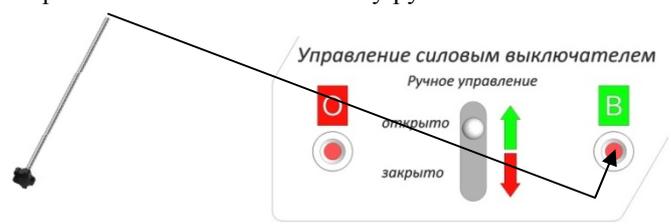
Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	50
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Операция	Действия оператора
	Убедиться в загорании сигнальных ламп «Выкатной элемент в контрольном положении» на интерактивной схеме на лицевой стороне двери отсека выкатного элемента
Извлечение выкатного элемента из отсека выкатного элемента	Убедиться, что выкатной элемент находится в контрольном положении (горят сигнальные лампы «Выкатной элемент в контрольном положении») на интерактивной схеме на лицевой стороне двери отсека выкатного элемента
	Открыть дверь отсека выкатного элемента
	Отключить питание схемы сигнализации и оперативного тока
	Отсоединить внешний разъем цепей управления и сигнализации от соответствующего разъема, расположенного на выкатном элементе
	Подкатить сервисную тележку вплотную к лицевой части шкафа КРУ
	С помощью подъемного механизма сервисной тележки совместить по высоте направляющие рейки и конические ловители сервисной тележки и отсека выкатного элемента
	Вкатить до упора сервисную тележку к лицевой части шкафа КРУ и зафиксировать поворотные колеса сервисной тележки
	Сдвинуть до упора к центру ручки фиксаторов выкатного элемента. При невозможности выполнения действия убедиться, что лицевой торец подвижной части тележки вплотную прилегает к тыльному торцу неподвижной части тележки
	Переместить выкатной элемент из отсека на основание сервисной тележки
	Расположить выкатной элемент так, чтобы пластины фиксаторов оказались напротив вырезов боковых стенок основания
	Зафиксировать выкатной элемент на сервисной тележке, выдвинув фиксаторы в стороны боковых стенок основания (порядок действий см. начало таблицы)
Разблокировать колеса и откатить сервисную тележку от шкафа	

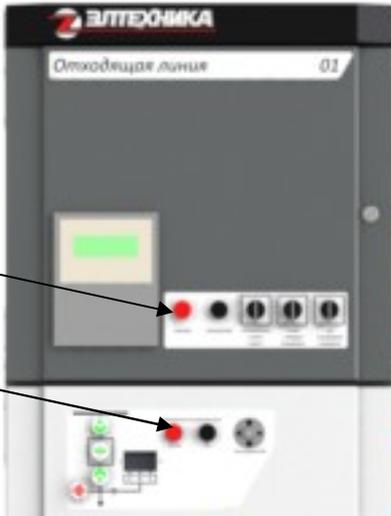
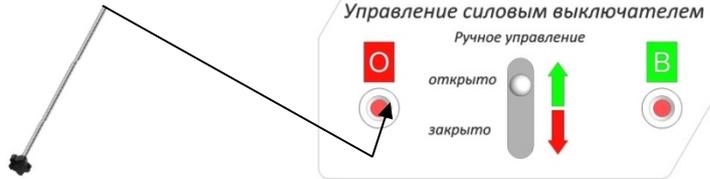
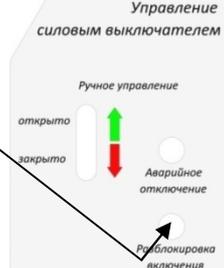
### 3.6 Оперирование коммутационными аппаратами

При выполнении операций с коммутационными аппаратами необходимо убедиться в отсутствии их запрета со стороны какой-либо из блокировок (табл. 3). Алгоритм операций с коммутационными аппаратами приведен в табл. 10. После выполнения каждого действия необходимо проверить соответствие состояния аппарата выполненной операции.

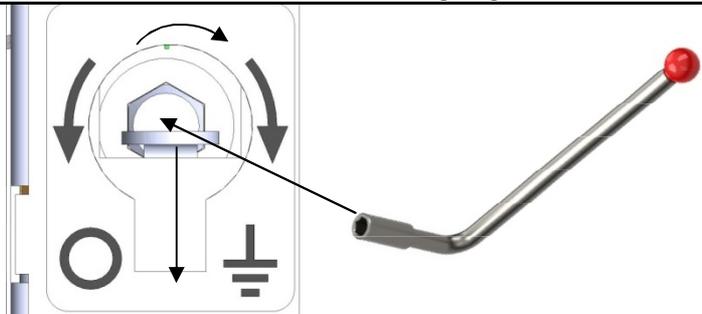
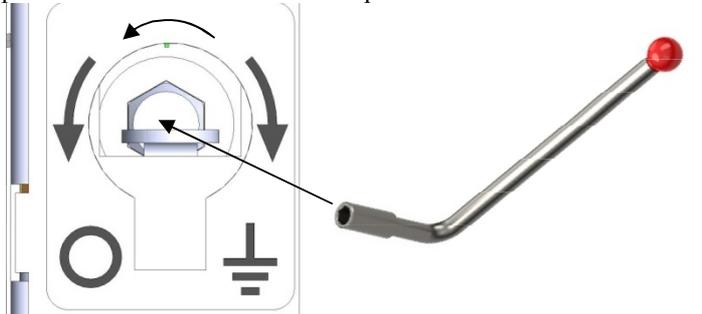
Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	51
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Аппарат	Операция	Режим	Действия оператора		
Силовой выключатель	Взведение пружины (VF12 и Evolis)	Ручной (при открытой двери отсека выкатного элемента)	VF12	<p>Установить в гнездо для рукоятки ручного взвода силовой пружины на лицевой панели выключателя рукоятку и вращать ее в направлении, указанном стрелкой, до срабатывания индикатора взвода пружины</p> 	
			Evolis	<p>При помощи встроенной рукоятки взвести пружину; для этого необходимо несколько раз покачать ее вверх и вниз до упора до перехода индикатора взвода пружины в положение «пружина взведена»</p>	
	Дистанционный	<p>Подача питания в цепи мотор-редуктора согласно электрической схеме вторичных цепей КРУ (ЭЗ)</p>			
	«В»	Местный	<p>Нажать кнопку «Вкл.» на двери модуля вторичных цепей или на двери отсека выкатного элемента</p> 		
			Дистанционный	<p>Подать внешнюю команду «Включение силового выключателя» на схему управления КРУ</p>	
			Ручной (только для VF12, Evolis, Sion)	<p>Поднять до упора вверх защитную шторку «Ручное оперирование» на двери отсека выкатного элемента, установить в открывшееся отверстие, обозначенное символом «В», толкатель из комплекта ЗИП (см. рис. 3) и произвести нажатие на кнопку ручного включения выключателя</p> 	

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	52
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Аппарат	Операция	Режим	Действия оператора
«О»		Местный	<p>Нажать кнопку «Откл.» на двери модуля вторичных цепей или на двери отсека выкатного элемента</p> 
		Дистанционный	Подать внешнюю команду «Отключение силового выключателя» на схему управления КРУ
		Ручной	<p>Поднять до упора вверх защитную шторку «Ручное управление» на двери отсека выкатного элемента, установить в открывшееся отверстие, обозначенное символом «О», толкатель из комплекта ЗИП и произвести нажатие на кнопку ручного отключения выключателя</p> 
		«ВО»	Дистанционный
«О-ВО»	Дистанционный	Подать внешнюю команду «О-ВО силового выключателя» в схему цепей управления КРУ	
Разблокировка (SHELL)		Ручной	<p>Поднять до упора вверх защитную шторку «Ручное управление» на двери отсека выкатного элемента, установить в открывшееся отверстие «Разблокировка включения» толкатель и произвести нажатие с помощью толкателя на механизм разблокировки</p> 
Заземлитель	«В»	Ручной	<p>Включение заземлителя выполняется только при закрытых дверях отсека кабельных присоединений, отсека выкатного элемента и только в контрольном положении выкатного элемента.</p> <p>Нажать вниз на задвижку, закрывающую отверстие для ввода рукоятки оперирования (если заземлитель включен, то задвижка уже находится в нижнем положении). Если операция не выполняется, не пытаться ее выполнить, а проверить правильность последовательности выполнения операции.</p> <p>Установить рукоятку оперирования на шестигранный управляющий вал так, чтобы она была направлена вертикально, вверх или вниз.</p>

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	53
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Аппарат	Операция	Режим	Действия оператора
			 <p>Заземлитель включить поворотом рукоятки оперирования в направлении вращения по часовой стрелке на 180° до упора.          Проверить, чтобы рукоятка оперирования при включении была повернута до упора для того, чтобы однозначно было достигнуто конечное положение заземлителя. Снять рукоятку оперирования. Задвижка при включенном заземлителе остается в открытом положении.          Перемещение рукоятки оперирования должно производиться до упора плавно: без остановок и возвратов.</p>
	«О»	Ручной	<p>Если заземлитель включен, то задвижка уже находится в нижнем положении.          Установить рукоятку оперирования на шестигранный управляющий вал так, чтобы она была направлена вертикально, вверх или вниз.          Заземлитель отключить поворотом рукоятки оперирования в направлении вращения против часовой стрелки на 180° до упора.          Проверить, чтобы рукоятка оперирования при отключении была повернута до упора для того, чтобы однозначно было достигнуто конечное положение заземлителя. Снять рукоятку оперирования.          Перемещение рукоятки оперирования должно производиться до упора плавно: без остановок и возвратов.</p> 

3.7 Работа с оборудованием РЗиА осуществляется в соответствии с инструкциями производителей оборудования.

#### 4 Техническое обслуживание

##### 4.1 Меры безопасности

Работы по техническому обслуживанию шкафов КРУ может выполнять только специально обученный персонал, имеющий соответствующую группу по электробезопасности, изучивший настоящее РЭ и четко представляющий назначение и взаимодействие элементов шкафов КРУ.

С целью защиты персонала от возможного рентгеновского излучения испытание электрической прочности изоляции главных цепей шкафов КРУ с силовыми вакуумными выключателями повышенным напряжением должно проводиться только при закрытой двери отсека выкатного элемента.

Перед началом ремонта шкафов КРУ со снятием напряжения необходимо выполнить организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ, в соответствии с требованиями «Межотраслевых правил по охране труда». Проверка отсутствия

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	54
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

напряжения на отключенном оборудовании должна проводиться во всех фазах со стороны сборных шин и со стороны кабельных присоединений.

Наложение заземления производится посредством включения заземлителей после проверки отсутствия напряжения на заземляемом участке.

Во время проведения ремонта шкафов КРУ запрещается работа людей на участке схемы, отключенной только выключателем.

#### 4.2 Общие указания

Техническое обслуживание шкафов КРУ проводится в сроки, определяемые местными инструкциями, в соответствии с действующими «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ», РД 34.45-51.300-97 и требованиями данного РЭ.

Техническое обслуживание шкафов КРУ включает в себя:

- периодические осмотры;
- чистку, восстановление окраски, антикоррозийного покрытия и смазки (по результатам осмотра);
- ремонт (при необходимости).

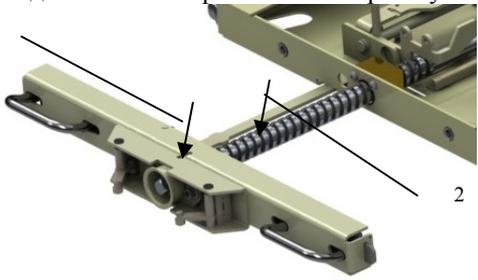
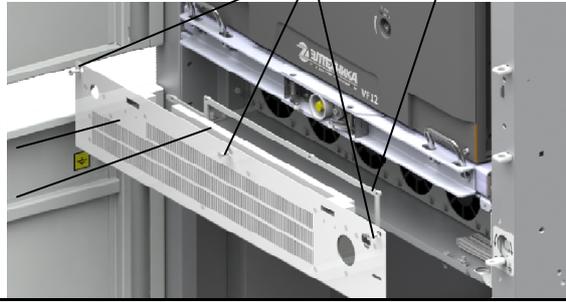
Техническое обслуживание оборудования, установленного в шкафы КРУ (выключателей, силовых и измерительных трансформаторов, ограничителей перенапряжений, устройств защиты и автоматики и др.), должно производиться в соответствии с РЭ на данное оборудование.

Периодичность проведения технического обслуживания устанавливается техническим руководителем эксплуатирующего предприятия с учетом условий и опыта эксплуатации, технического состояния и срока службы шкафов КРУ. Объем и периодичность обслуживания оборудования главных токоведущих цепей перечислены в табл. 11.

Таблица 11

Объект обслуживания	Узел	Выполняемые действия	Периодичность, не реже
Силовой выключатель	Изоляционные поверхности полюсов	Удалить скопившуюся пыль при помощи пылесоса. Очистить от загрязняющих отложений при помощи чистого безворсового материала, смоченного спиртом	По мере необходимости
	Выводы контактных соединений	Протереть контактные площадки выводов чистым безворсовым материалом, смоченным спиртом. Нанести пасту противозадирную на медной основе типа Molyslip Copaslip или ее аналоги	По мере выдавливания смазки
	Дугогасительные камеры	Измерить электрическое сопротивление постоянному току.	5 лет
		Провести испытание изоляции отключенного выключателя на разрыв и включенного выключателя относительно земли и смежных полюсов одноминутным переменным напряжением промышленной частоты	5 лет
Привод	Смазать трущиеся поверхности подвижных частей в соответствии с документацией на выключатель	По мере необходимости	
Заземлитель	Контактные поверхности	Очистить контактные поверхности при помощи чистого безворсового материала, смоченного спиртом. Нанести пасту противозадирную на медной основе типа Molyslip Copaslip или ее аналоги	По мере необходимости
Токосоведущие элементы главной цепи и цепи заземления	Разъемные контактные соединения	Удалить старую токопроводящую смазку при помощи ветоши и нанести новую смазку.	По мере необходимости

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	55
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Объект обслуживания	Узел	Выполняемые действия	Периодичность, не реже
Изоляторы, ОПН, трансформаторы тока, трансформаторы напряжения	Изоляционные поверхности	Очистить от загрязняющих отложений при помощи чистого, сухого безворсового материала.	По мере необходимости
Тележка аппаратная	Винт	Нанести пластичную смазку (Wurth Sabesto 4) в отверстие 1 для смазки опоры винта и на резьбу винта 2 	Через каждые 60 операций вкатывания и выкатывания
Система принудительной вентиляции	Вентиляторы	Снять панель 1 открутив 3 винта М6х16 2. Снять рамку 3, заменить фильтровальную ткань (PRS15A или ее аналоги) 4. 	5 лет

Чистка, восстановление окраски, антикоррозионного покрытия и смазки проводятся, если необходимость этих работ установлена во время проведения осмотра.

Все неисправности шкафов КРУ и установленного в них электрооборудования, обнаруженные при периодических осмотрах, должны регистрироваться в эксплуатационной документации и устраняться по мере их выявления.

Ремонт проводится при необходимости восстановления работоспособности шкафов КРУ после аварий.

Обслуживание аппаратуры РЗиА производится в соответствии с прилагаемой к оборудованию документацией.

#### 4.3 Осмотр

Осмотр шкафов КРУ следует проводить в следующем объеме:

- визуальный контроль наличия загрязнений, повреждения окраски и антикоррозионного покрытия;
- осмотр поверхностей контактных систем. Если на контактных поверхностях обнаружены изменения окраски, связанные с воздействием высокой температуры, их необходимо очистить, крепеж контактной системы затянуть с моментом согласно табл.8.

#### 4.4 Чистка, восстановление окраски, антикоррозионного покрытия и смазки:

- загрязненную поверхность протереть чистой хлопчатобумажной ветошью, смоченной бензином по ГОСТ 3134, и сушить на воздухе. Не допускается попадание воды внутрь КРУ;
- место повреждения окраски зачистить шлифовальной бумагой по ГОСТ 6456 и ГОСТ 5009, протереть смоченной в бензине по ГОСТ 3134 чистой хлопчатобумажной сал-

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	56
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

феткой, просушить на воздухе, загрунтовать и окрасить краской соответствующего цвета. небольшие поверхности окрашивать кистью, большие – валиком;

– восстановить смазку трущихся элементов (например, петли дверей, подшипники и т.д.). Недопустимо попадание смазки на элементы изоляции и токопроводящие поверхности.

## **5 Ремонт**

5.1 Ремонт заключается в замене оборудования при выявлении неустранимых отказов функционирования, а также после повреждений, вызванных воздействием токов короткого замыкания. Целесообразность проведения ремонта или замены неисправного оборудования на новое определяет собственник оборудования.

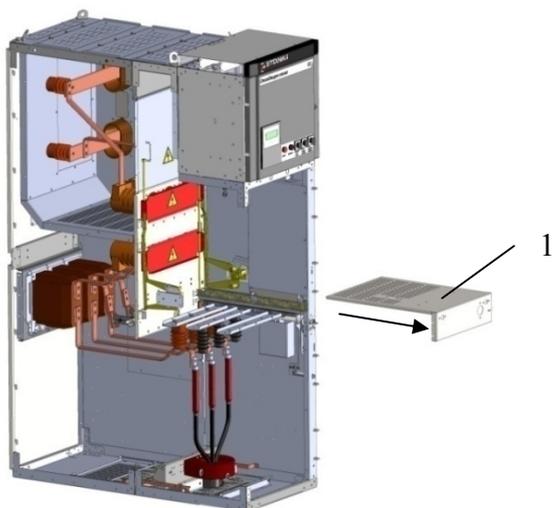
Замена неисправного оборудования при аварии по вине эксплуатации и после истечения гарантийного срока производится силами заказчика.

При выполнении работ по замене оборудования должны быть приняты меры безопасности согласно п. 4.1 настоящего РЭ. Необходимость принятия тех или иных мер безопасности определяется эксплуатирующей организацией, исходя из конкретных условий работ.

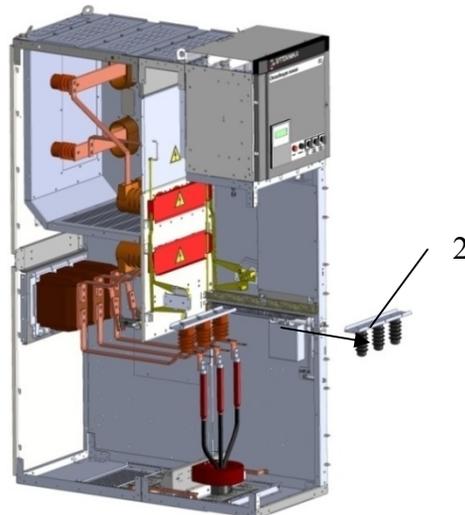
5.2 В случае необходимости замены измерительных трансформаторов тока последовательность действий при демонтаже согласно рис. 37.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	57
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

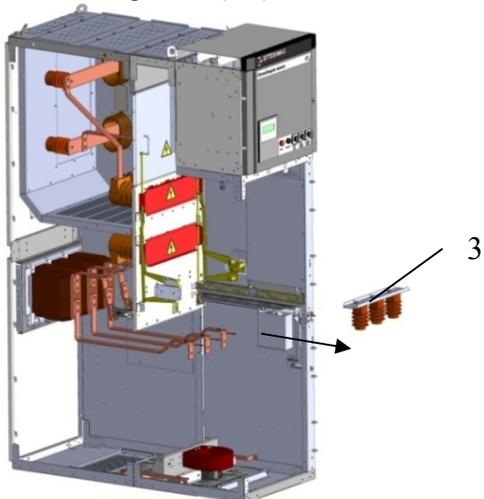
1. Открыть двери отсека выкатного элемента и отсека кабельных присоединений. Демонтировать съемную перегородку 1 (М8)



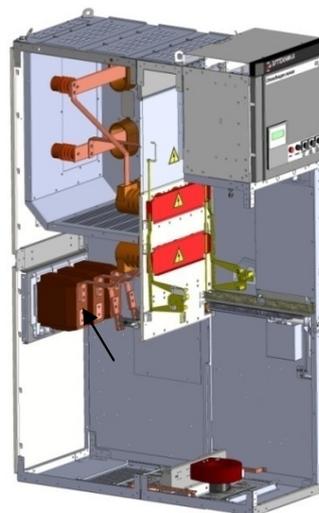
2. Отсоединить шины от высоковольтных выводов ОПН (М10). Демонтировать панель с ОПН 2 (М6)



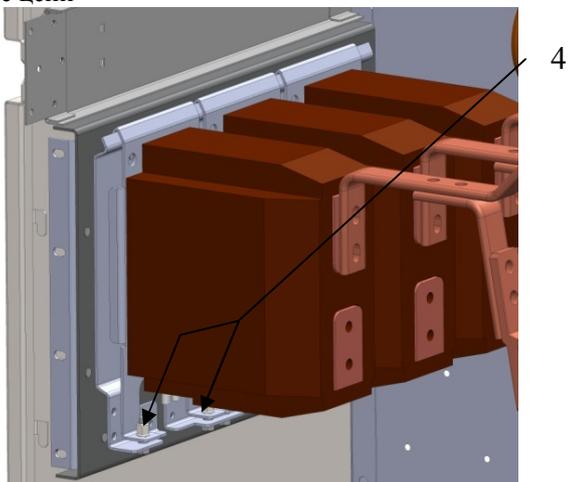
3. Отсоединить шины от высоковольтных выводов опорных изоляторов (М10). Отсоединить провода на указатель напряжения (отвертка ×). Демонтировать панель с изоляторами 3 (М6)



4. Снять шины с первичных обмоток измерительных трансформаторов тока (М12)



5. Открутить болты 4 крепления панели с трансформатором тока, подлежащем замене. Отсоединить вторичные цепи



6. Демонтировать трансформатор тока 5 с панелью

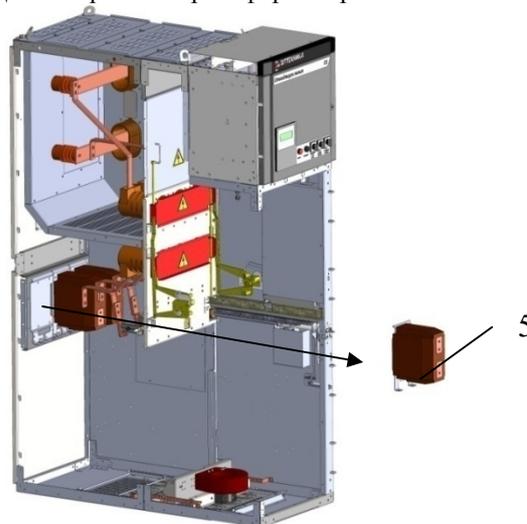


Рис. 37. Порядок демонтажа измерительных трансформаторов тока

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	58
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

## 6 Транспортирование

Условия транспортирования шкафов КРУ в транспортной таре в части воздействия климатических факторов – ОЖ4 по ГОСТ 15150 с учетом требования защиты от прямого воздействия атмосферных осадков.

Условия транспортирования шкафов КРУ в транспортной таре в части воздействия механических факторов – группа С по ГОСТ 23216.

Транспортирование шкафов КРУ допускается при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 40°С и влажности не более 98% при температуре плюс 25°С.

Транспортной единицей является шкаф КРУ. Шкафы КРУ транспортируются в собранном и отрегулированном состоянии в транспортной таре. Транспортировать шкаф КРУ необходимо в вертикальном положении. Штабелирование не допускается.

Погрузка, крепление и перевозка шкафов КРУ в транспортных средствах должны производиться в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта.

На время транспортирования должны быть предприняты меры, указанные в табл. 12.

Таблица 12

Элемент	Состояние
Выкатной элемент	в рабочем положении, закреплён фиксирующими кронштейнами (см. рис. 21)
Вакуумный выключатель	в рабочем положении, силовая пружина не взведена (для VF12, Evolis, Sion); в отключенном положении
Заземлитель	в отключенном положении

## 7 Хранение

Перед хранением шкафов КРУ необходимо ознакомиться с требованиями настоящего РЭ. Несоблюдение требований хранения может стать причиной потери гарантии, предоставляемой заводом-изготовителем.

Рекомендуется хранить шкафы КРУ в упаковке и консервации завода-изготовителя. Штабелирование при хранении не допускается.

Условия хранения шкафов КРУ и запасных частей – группа С по ГОСТ 15150. Хранение КРУ допускается при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 40°С и влажности не более 98% при температуре плюс 25°С.

Расположение шкафов КРУ должно обеспечивать их свободное перемещение и доступ к ним. Расстояние между стенами, полом хранилища и шкафом КРУ должно быть не менее 0,1 м, расстояние между отопительными устройствами и шкафом КРУ – не менее 0,5 м.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	59
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

## 8 Утилизация

8.1 Утилизация узлов и деталей шкафов КРУ после окончания срока службы производится в соответствии с рекомендациями, приведенными в табл. 13.

Таблица 13

Материалы	Рекомендуемый способ утилизации
Металлы(Fe, Cu, Al, Ag, Zn, W и другие)	Отделить и пустить в повторное использование
Термопласты	Повторное использование или утилизация
Эпоксидная смола	Отделить металлы, остальное утилизировать
Резина	Утилизировать
Диэлектрическое масло (трансформаторное)	Слить из оборудования и пустить в повторное использование или утилизировать
Упаковочный материал – дерево	Повторное использование или утилизация
Упаковочный материал – полиэтилен (пленка)	Повторное использование или утилизация
Упаковочный материал – пенопласт	Повторное использование или утилизация

8.2 Утилизация производится на мусороперерабатывающем заводе или вывозом на свалку.

## 9 Гарантийные обязательства

«ПО Элтехника» гарантирует соответствие шкафов КРУ-6(10) требованиям технических условий ТУ 3414-038-45567980-2011 при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, установленных Техническими условиями и РЭ.

Гарантийный срок эксплуатации – 3 года со дня ввода изделия в эксплуатацию, но не более 3,5 лет с момента отгрузки потребителю.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	60
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Сетка схем главных электрических цепей КРУ

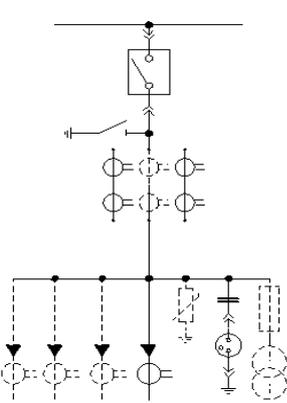
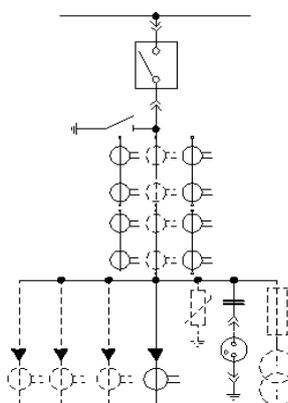
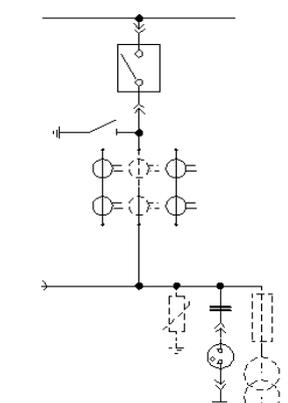
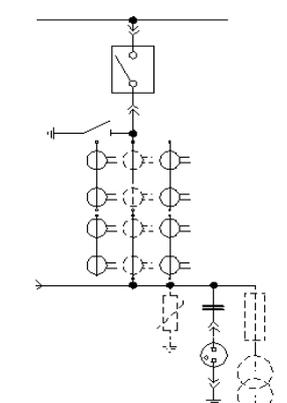
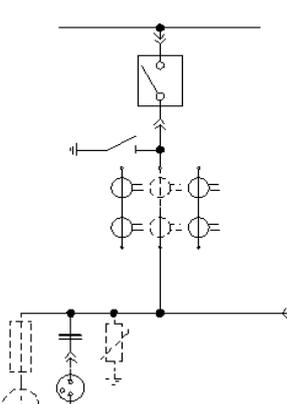
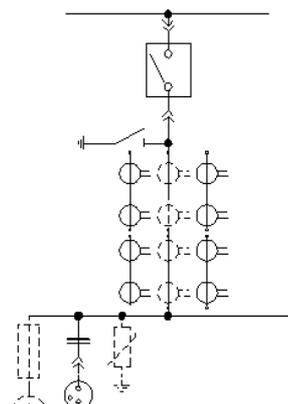
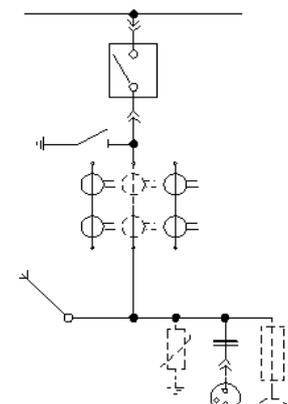
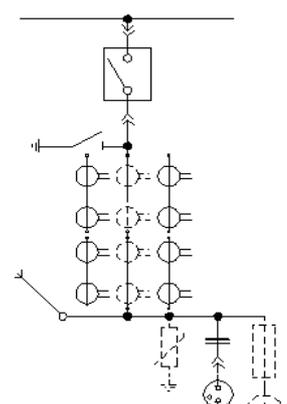
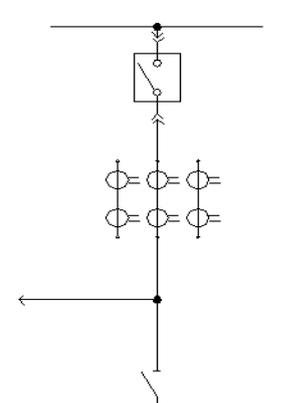
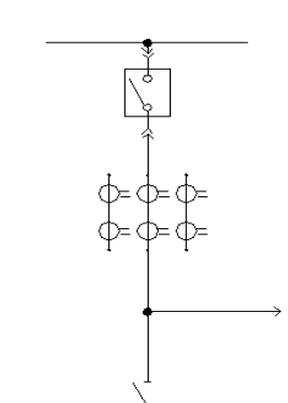
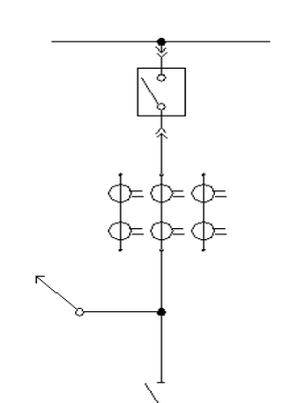
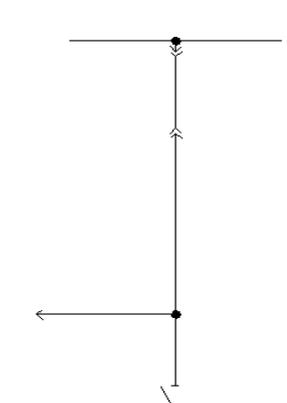
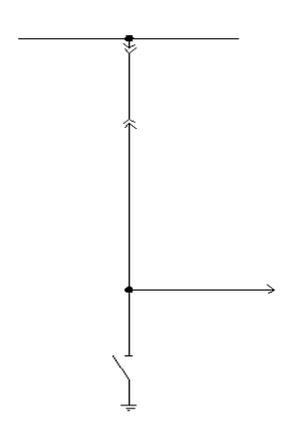
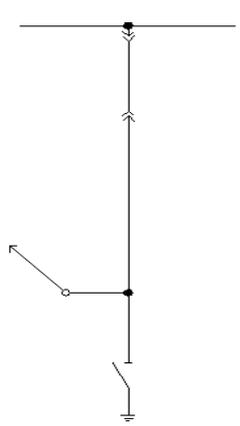
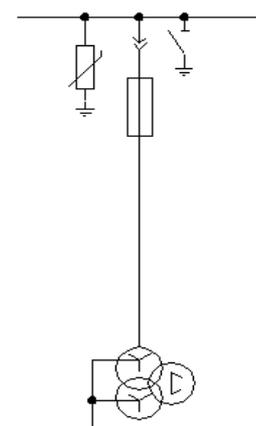
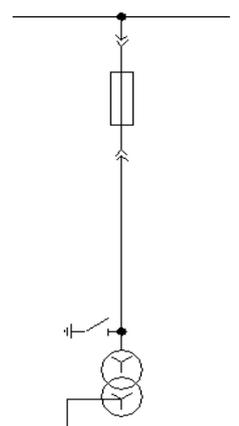
<p>Схема № 1</p> <p>Кабельный ввод/отходящая линия</p> 	<p>Схема № 2</p> <p>Кабельный ввод/отходящая линия. Опция: дополнительные трансформаторы тока</p> 	<p>Схема № 3</p> <p>Шинный ввод. Выход шин слева</p> 	<p>Схема № 4</p> <p>Шинный ввод. Выход шин слева. Опция: дополнительные трансформаторы тока</p> 
<p>Схема № 5</p> <p>Шинный ввод. Выход шин справа</p> 	<p>Схема № 6</p> <p>Шинный ввод. Выход шин справа. Опция: дополнительные трансформаторы тока</p> 	<p>Схема № 7</p> <p>Шинный ввод. Выход шин сзади</p> 	<p>Схема № 8</p> <p>Шинный ввод. Выход шин сзади. Опция: дополнительные трансформаторы тока</p> 
<p>Схема № 13</p> <p>Секционный выключатель. Выход шин слева</p> 	<p>Схема № 14</p> <p>Секционный выключатель. Выход шин справа</p> 	<p>Схема № 15</p> <p>Секционный выключатель. Выход шин сзади</p> 	<p>Схема № 16</p> <p>Секционный разъединитель. Выход шин слева</p> 

Схема № 17	Схема № 18	Схема № 21	Схема № 22
Секционный разъединитель. Выход шин слева	Секционный разъединитель. Выход шин слева	Трансформатор напряжения с предохранителями	Трансформатор собствен- ных нужд
			
Схема № 23			
Шинный мост			
			

Элементы схем, обозначенные пунктиром – опции.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	62
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Габаритные размеры шкафов КРУ

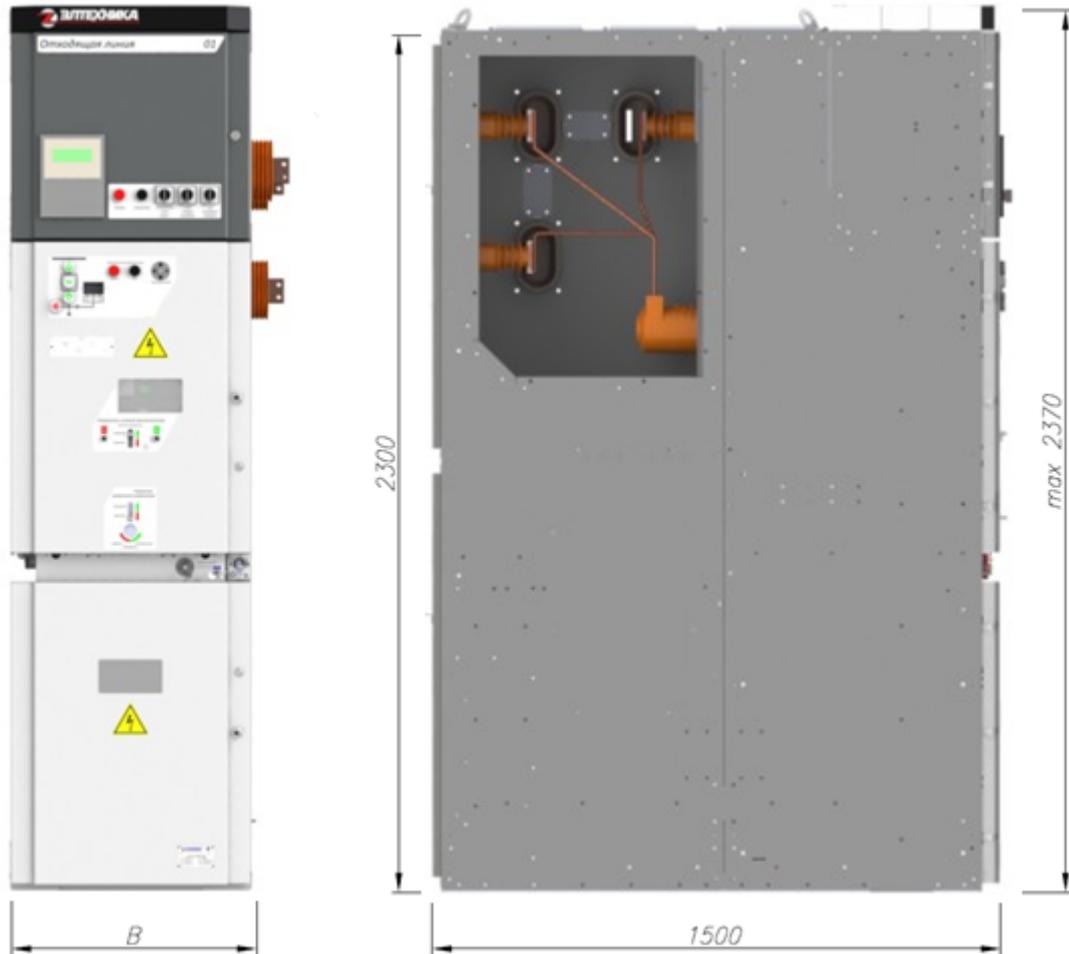


Рис. 2.1. Габаритные размеры шкафов КРУ

Таблица 2.1. Габаритные размеры шкафов КРУ

Номинальный ток, А	Ток термической стойкости, кА	Размер В, мм
≤1250	20; 25; 31,5	650
1600; 2000	20; 25; 31,5	800
2500; 3150; 4000	20; 25; 31,5	1000

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	63
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

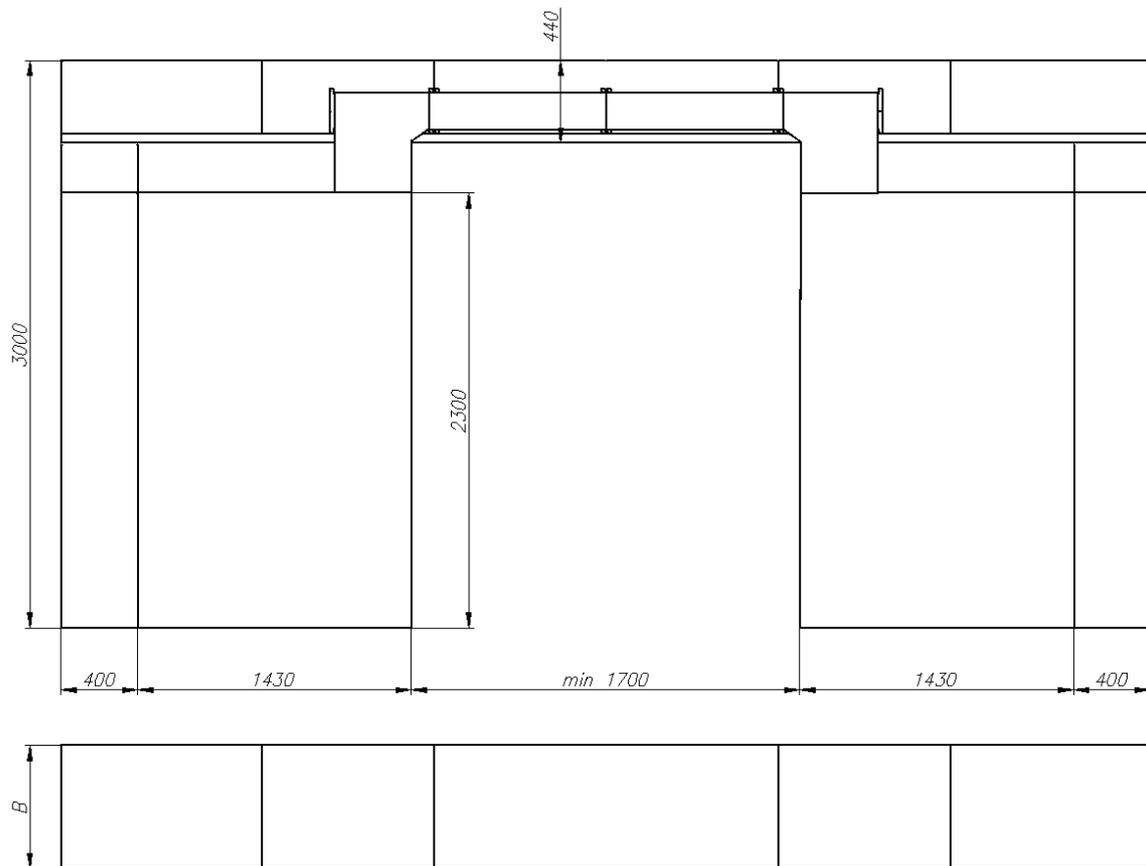


Рис. 2.2. Габаритные размеры секций КРУ с шинным мостом с установкой задних шинных модулей

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	64
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Силовые выключатели шкафов КРУ

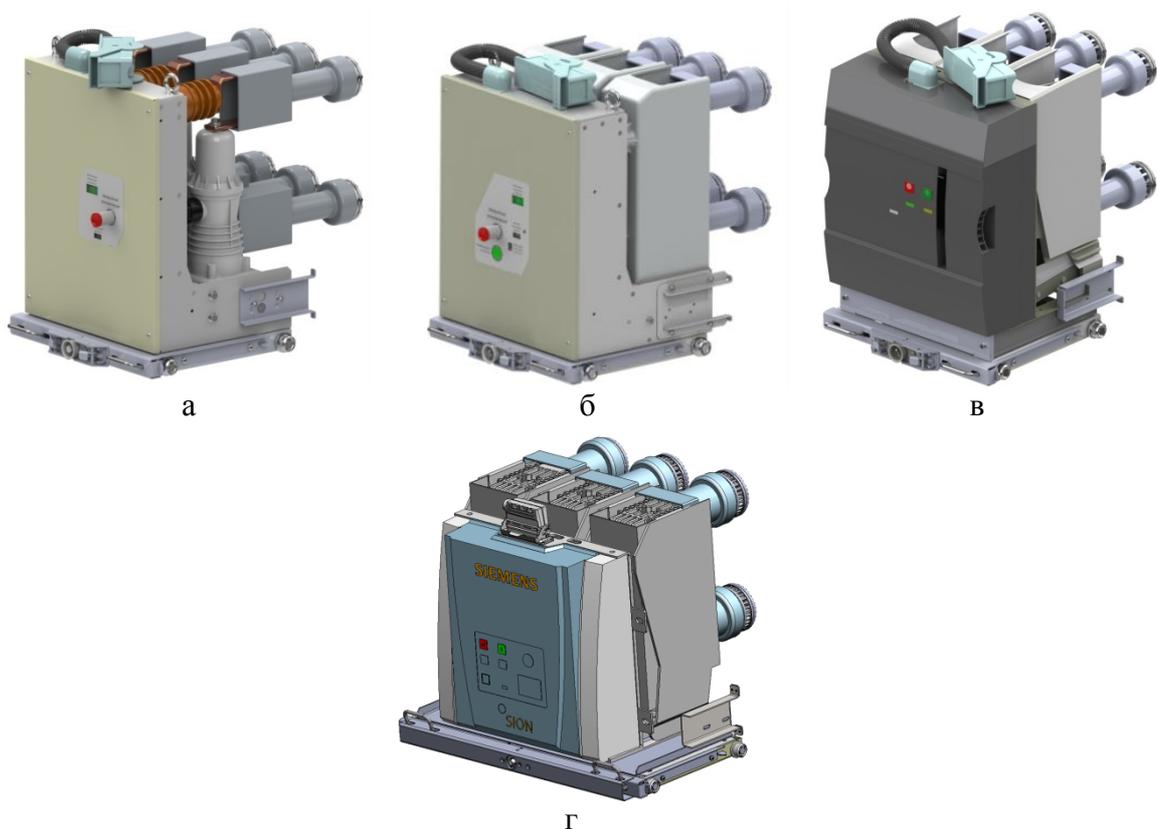


Рис. 3.1. Выкатной элемент с вакуумным выключателем:  
а - BB/TEL; б – SHELL; в – Evolis; г - Sion

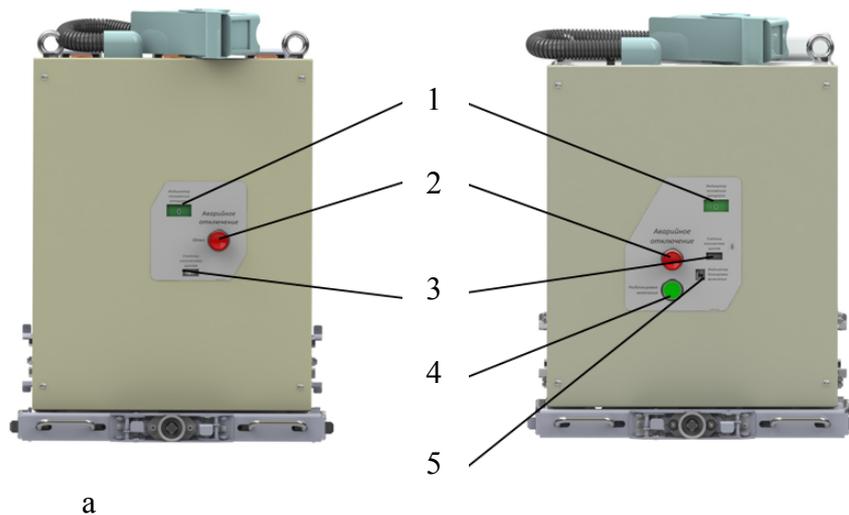


Рис. 3.2. Лицевая панель выкатного элемента с вакуумным выключателем: а - BB/TEL; б – SHELL:  
1 – указатель положения выключателя; 2 – кнопка отключения; 3 – счетчик количества циклов (В-О); 4 – кнопка раз-  
блокировки выключателя; 5 – указатель положения блокировки выключателя

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	65
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

## Руководство по эксплуатации интегрированной системы управления и мониторинга «КРУ Smart View».

### Введение

Настоящее Руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления обслуживающего персонала, прошедшего подготовку по эксплуатации и техническому обслуживанию электротехнических изделий среднего напряжения, с устройством, принципом действия, конструкцией, эксплуатацией и техническим обслуживанием интегрированной системы управления и мониторинга «КРУ Smart View».

«ПО Элтехника» постоянно занимается совершенствованием конструкции системы, не ведущим к функциональным изменениям, поэтому возможны незначительные конструктивные расхождения с описанием настоящего руководства по эксплуатации.

Условные обозначения:

**ВВ** – вакуумный выключатель.

**ВЭ** – выкатной элемент.

**КЛ** – кабельная линия.

**ЗРФ** – тип заземляющего разъединителя (заземляющего ножа или заземлителя).

**ПК** – персональный компьютер.

**ПО** – программное обеспечение.

**ПЛК** – программируемый логический контроллер.

**Программный проект** – управляющая программа, как результат проектирования алгоритма работы сенсорной панели.

**Ethernet** – семейство технологий пакетной передачи данных для компьютерных сетей.

**Wi-Fi** – семейство стандартов беспроводной передачи цифровых потоков данных по радиоканалам.

**LAN (Local Area Network)** – локальная сеть, построенная на базе Ethernet.

**USB (Universal Serial Bus)** – последовательный интерфейс связи.

**RTC (Real Time Clock)** – часы реального времени.

**Watchdog Timer** – сторожевой таймер.

### 1 Назначение

Интегрированная система управления и мониторинга «КРУ Smart View» (далее система) предназначена для визуального контроля и управления основными электрическими и технологическими параметрами шкафа КРУ «Волга», а встроенный «электронный помощник» обеспечивает обслуживающий персонал наглядными инструкциями по своевременному проведению и учету регламентных работ по профилактическому обслуживанию всего коммутационного оборудования установленного внутри шкафа КРУ «Волга» (подробнее в п.3.3). Система устанавливается в каждый шкаф КРУ «Волга» с вакуумным выключателем, являясь неотъемлемой его частью, и представляет собой отечественный ПЛК с сенсорным графическим экраном диагональю 10 дюймов (далее сенсорная панель).

Логика работы сенсорной панели определяется специально разработанным для шкафа КРУ «Волга» программным проектом, позволяющим выполнять следующие основные функции:

- реализация функций управления ВВ, ВЭ и ЗРФ;
- реализация всех необходимых блокировок при оперировании коммутационным оборудованием, в соответствии с требованиями ПУЭ и требованиями конечного потребителя;
- мониторинг следующих электрических параметров:
  - действующие значения фазных токов;

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	66
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

- действующие значения фазных и линейных напряжений;
  - действующие значения фазных мощностей.
- контроль выхода значений любого электрического параметра за заданные пределы;
  - мониторинг значений температуры внутри шкафа КРУ;
  - контроль выхода значений температуры за заданные пределы;
  - контроль следующих технологических параметров:
    - текущее положение ВВ;
    - текущее состояние ВЭ;
    - текущее положение ЗРФ;
    - текущее количество операций «включен/отключен» для ВВ;
    - текущее количество операций «заземлен/отключен» для ЗРФ;
    - текущее количество операций «вквачен/выквачен» для ВЭ;
    - наличие/отсутствие высокого напряжения на кабельных линиях;
    - текущий остаточный ресурс ВВ;
  - хранение от 100 и более событий, зарегистрированных системой;
  - контроль над своевременным проведением регламентных работ по профилактическому обслуживанию ВВ, ЗРФ и техническому обслуживанию шкафа КРУ;
  - контроль над своевременным проведением работ по проверке всего измерительного оборудования, установленного внутри шкафа КРУ;
  - контроль над механическим износом ВВ, ЗРФ и ВЭ;
  - контроль над коммутационным износом ВВ;
  - хранение и редактирование (по паролю) паспортных данных основного оборудования КРУ;
  - хранение эксплуатационной документации на КРУ, ВВ, ЗРФ и ВЭ.

В процессе штатной эксплуатации шкафа КРУ на энергообъекте существующий программный проект может быть легко изменен силами обслуживающего персонала, что позволяет присвоить сенсорной панели дополнительные функции и возможности (подробнее в п.4). При этом достигается необходимая для конечного потребителя степень наблюдаемости, контролируемости и прозрачности технологических процессов, протекающих внутри шкафа КРУ.

## 2 Технические характеристики

Основные технические характеристики сенсорной панели представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики

Наименование	Значение
Операционная система	Linux
Среда исполнения	CodeSys
Частота процессора	600 МГц
Размер экрана	10,2”
Разрешение экрана	800x480 пикселя
Тип дисплея	цветной, TFT
Количество отображаемых цветов	262144
Сторожевой таймер (Watchdog Timer)	есть
Энергонезависимые часы реального времени	есть
Объем энергонезависимой памяти	174 Мб
IP адрес	10.0.1.127
Адресная строка web браузера	http://10.0.1.127:8080/webvisu.htm
Климатическое исполнение	-25 °С ...+50 °С

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	67
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Сенсорная панель по устойчивости к механическим воздействиям соответствуют группе N2 по ГОСТ Р 52931. Сенсорная панель устойчива к воздействию одиночных механических ударов с пиковым ускорением 50 м/с<sup>2</sup> и длительностью ударного импульса в пределах от 0,5 до 30 мс.

По устойчивости к электромагнитным воздействиям сенсорная панель соответствует требованиям п.5.9 ГОСТ 51841. Сенсорная панель отвечает требованиям по устойчивости к воздействию помех в соответствии с ГОСТ Р 51522 для оборудования класса А.

По уровню излучаемых радиопомех сенсорная панель соответствует классу Б по ГОСТ Р 51318.22.

Сенсорная панель полностью удовлетворяет требованиям влагозащищенности, пылезащищенности и устойчивости к вибрации.

### 3 Устройство и работа

Сенсорная панель устанавливается на дверь выкатного элемента шкафа КРУ «Волга», как показано на рис.1. Работа оператора с сенсорной панелью происходит как по месту установки сенсорной панели, так и удаленно через Wi-Fi соединение (опционально) посредством стандартного web браузера с любого мобильного устройства (телефон, планшет) или ПК.

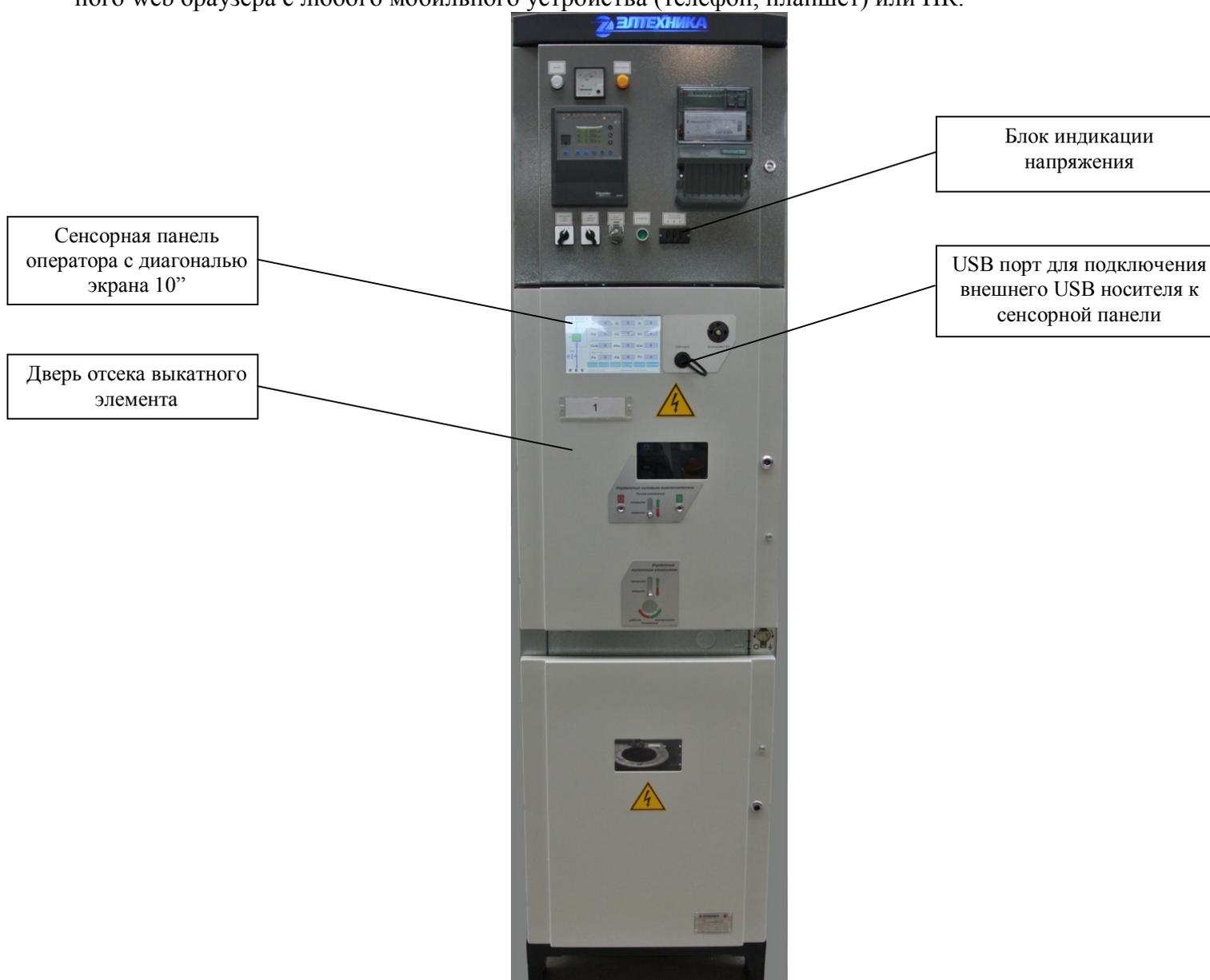


Рис.1 Внешний вид шкафа КРУ «Волга» с сенсорной панелью оператора.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	68
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Время установления рабочего режима сенсорной панели после включения напряжения питания составляет не более 3 минут. После установления рабочего режима система автоматически начинает работать с правами пользователя «operator» (подробнее в п.3.6) и на графическом экране сенсорной панели воспроизводится интерактивная мнемосхема, отображающая текущие положения и состояния главных цепей КРУ «Волга», как показано на рис.2.

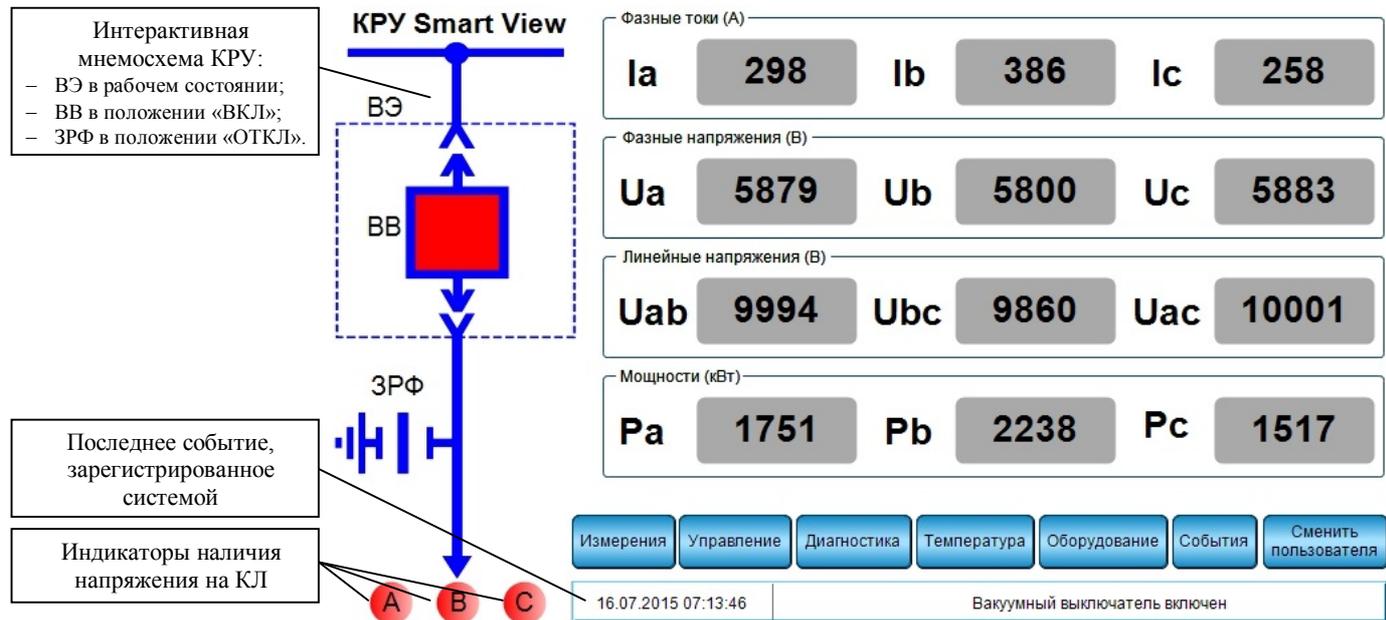


Рис.2 Основной экран сенсорной панели.

Внизу экрана расположены сенсорные кнопки с названиями разделов. В центральной части экрана расположены цифровые индикаторы, в которых отображаются текущие измерения электрических параметров.

### 3.1 Раздел «Измерения»

Для каждого электрического параметра в системе можно активировать функцию контроля выхода значений электрического параметра за заданные пределы. Для этого необходимо нажать соответствующий цифровой индикатор. В результате появится всплывающее окно, как показано на рис.3.

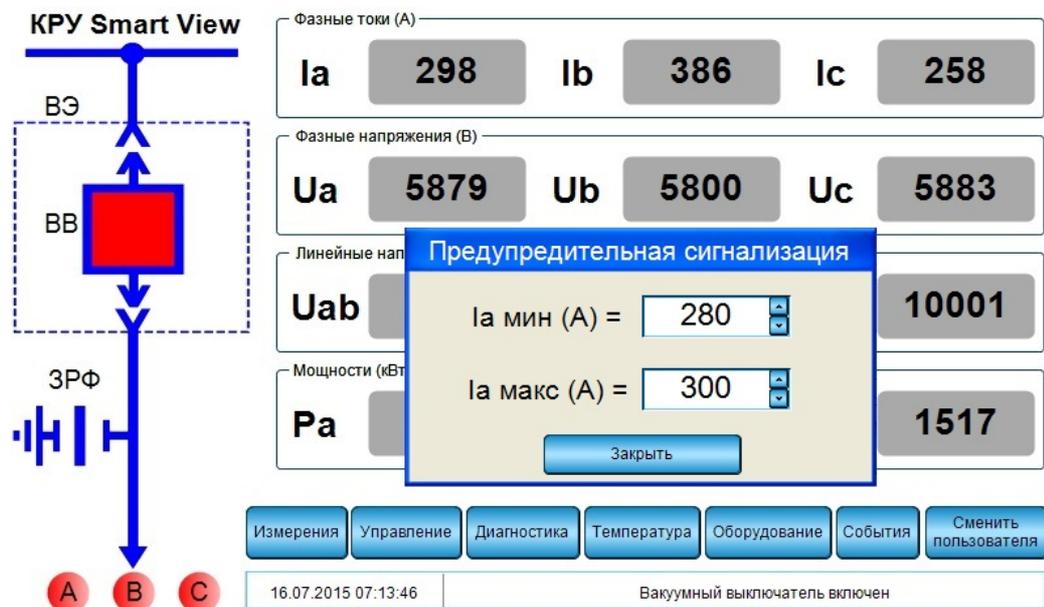


Рис.3 Всплывающее окно задания уставок электрического параметра «Ток фазы А».

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	69
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

После задания уставок больше «0» система автоматически начинает контролировать выход значения параметра за заданные пределы «мин» и «макс». При выходе параметра за заданные пределы система автоматически создаёт соответствующее событие и сохраняет его в своей энергонезависимой памяти. Аналогично, при возврате параметра в заданный интервал значений система автоматически создаёт соответствующее событие и сохраняет его в своей энергонезависимой памяти.

### 3.2 Раздел «Управление»

Для перехода в раздел управления необходимо нажать кнопку «Управление». Экран «Управление» сенсорной панели показан на рис.4.

Алгоритмы, реализованные в разделе «Управление», предусматривают все необходимые блокировки при оперировании ВВ, ВЭ и ЗРФ в соответствии с требованиями ПУЭ. В алгоритмах управления так же могут быть учтены и особые требования конечных потребителей.

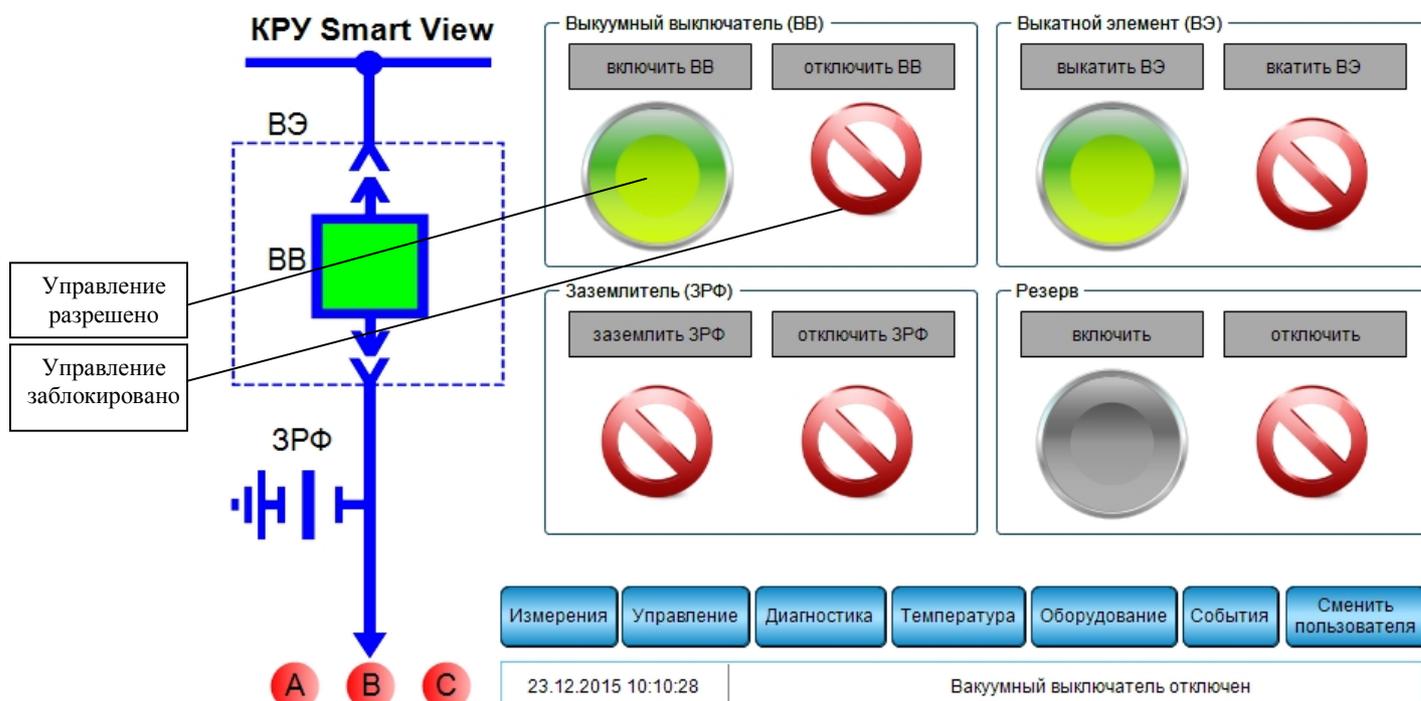


Рис.4 Экран «Управление».

После нажатия соответствующей кнопки управления система выдаст предупреждающее сообщение о необходимости подтвердить выбранную команду управления. После подтверждения команда управления будет исполнена, иначе команда управления будет отменена.

### 3.3 Раздел «Диагностика»

Для перехода в раздел диагностических данных необходимо нажать кнопку «Диагностика». В разделе «Диагностика» отображаются: текущее количество операций «включен/отключен» для ВВ, текущее количество операций «заземлен/отключен» для ЗРФ и текущее количество операций «вкатын/выкатын» для ВЭ. Пользуясь указанными диагностическими данными, паспортными данными на коммутационные аппараты и значениями фазных токов на момент отключения ВВ сенсорная панель автоматически в режиме реального времени вычисляет и отображает на графическом экране текущий остаточный механический износ ВВ, ВЭ, ЗРФ и текущий остаточный ресурс ВВ. У современных вакуумных выключателей функции включения и отключения осуществляются одной и той же контактной системой, износ вакуумных дугогасительных камер

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	70
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

выключателя при включении нагрузки существенно меньше, чем при её отключении, и им можно пренебречь, поэтому под текущим остаточным ресурсом ВВ понимается остаток ресурса вакуумного выключателя в %, который рассчитывается в реальном времени после каждой операции отключения нагрузочных токов, токов короткого замыкания и без токовых нагрузок.

Под остаточным ресурсом, определяющим вывод выключателя в ремонт, понимается такой уровень технического состояния выключателя, при котором при отключении им номинального тока отключения его располагаемый ресурс составит не менее 5% (то есть способность выключателя произвести ещё одну операцию отключения нагрузки с номинальным током отключения). Экран «Диагностика» сенсорной панели показан на рис.5.

В процессе эксплуатации очень важно знать величину текущего остаточного ресурса вакуумного выключателя в %, так как данный параметр отражает реальное состояние вакуумного выключателя с учетом обеспечения безотказности его работы.

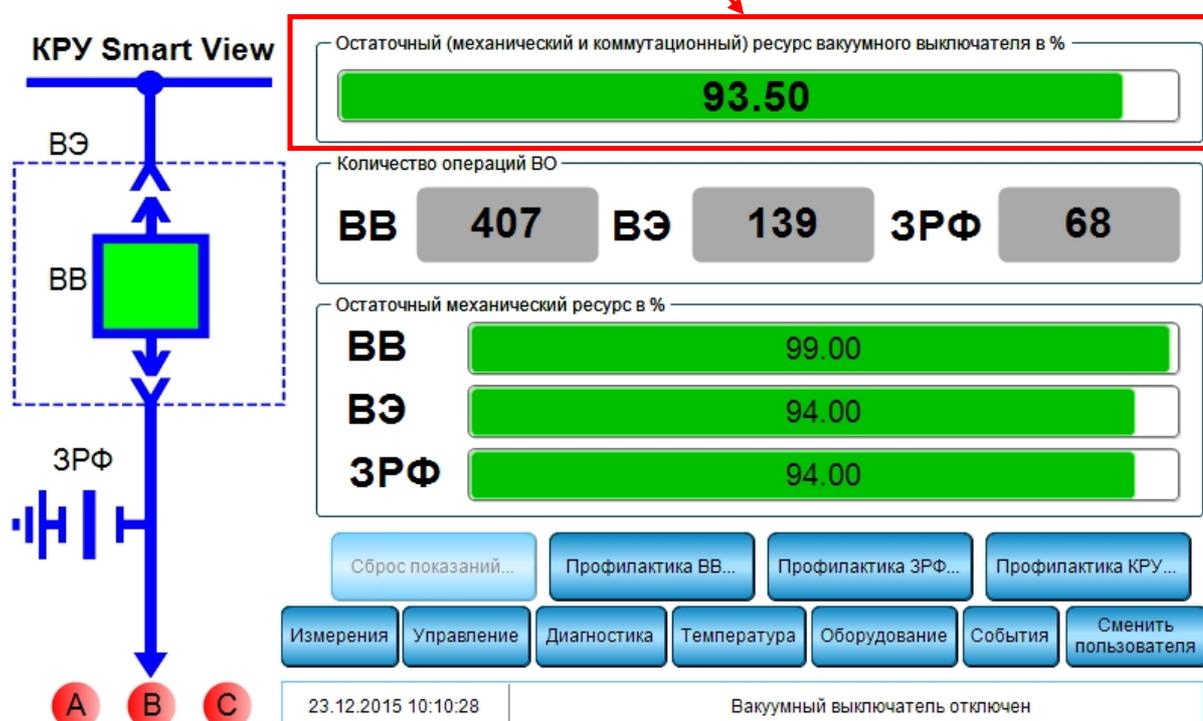


Рис.5 Экран «Диагностика».

Сброс и изменение диагностических данных возможен по паролю после нажатия кнопки «Сброс показаний». По-умолчанию, указанная кнопка не доступна. Для того чтобы кнопка стала активной необходимо войти в систему с правами доступа «service». Права доступа к системе подробно описаны в п.3.6. Экран «Сброс диагностических данных» сенсорной панели показан на рис.5а.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	71
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

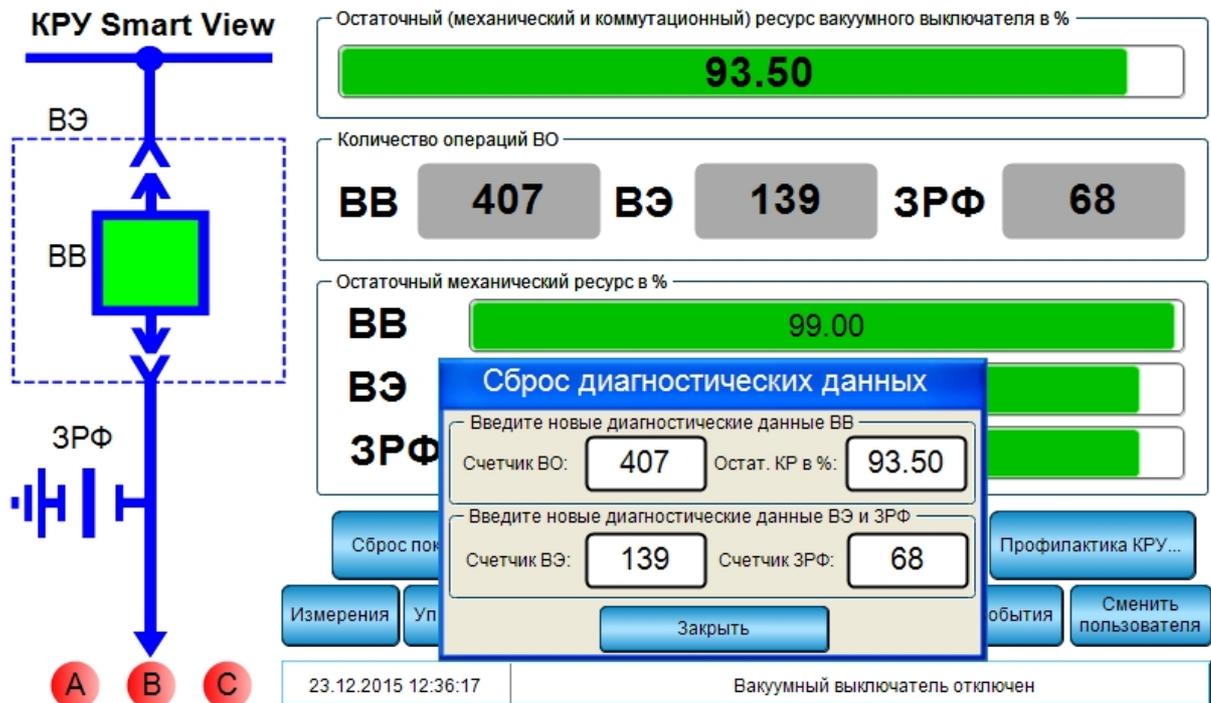


Рис.5а Экран «Сброс диагностических данных».

Когда остаточный ресурс ВВ приблизится к контрольным значениям, то на экране сенсорной панели автоматически появится событие о необходимости проведения регламентных работ по профилактическому обслуживанию ВВ. Перед началом проведения регламентных работ необходимо нажать кнопку «Профилактика ВВ». После чего сенсорная панель начинает работать, как «электронный помощник», снабжая обслуживающий персонал своевременными и наглядными подсказками, направляя его на реализацию определенного алгоритма действий по проведению регламентных работ по профилактическому обслуживанию ВВ, что позволяет минимизировать число ошибок обслуживающего персонала. Экран профилактики ВВ показан на рис.6.

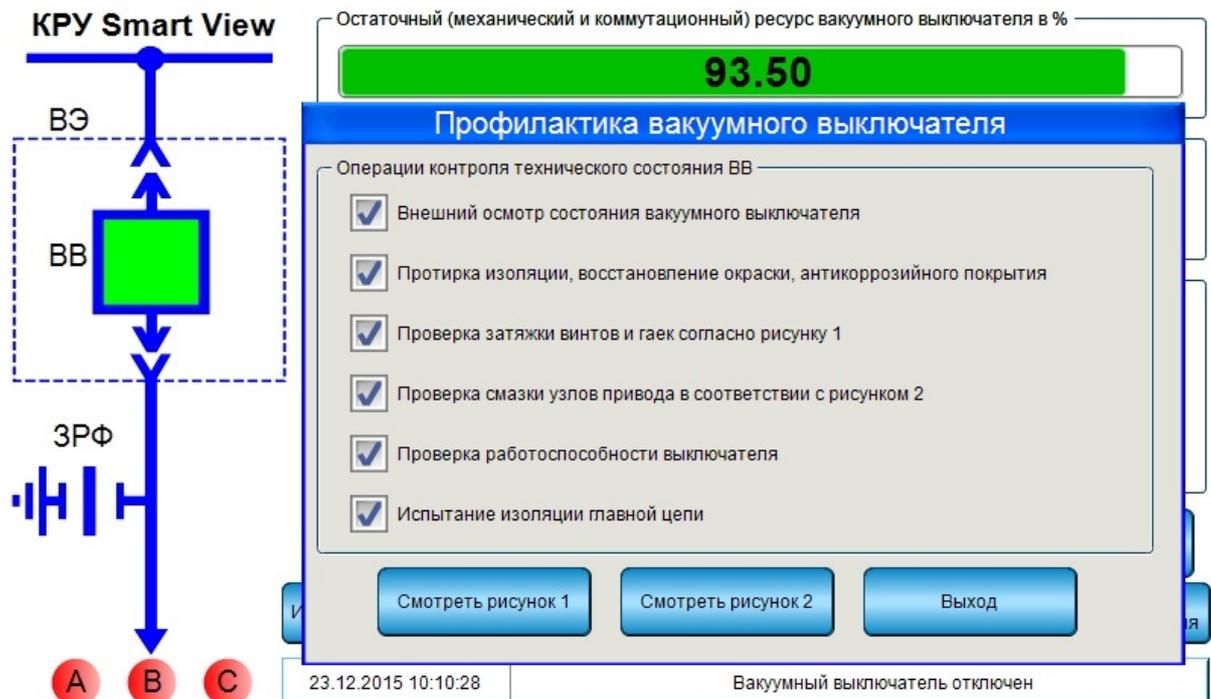


Рис.6 Всплывающее окно «Профилактика ВВ».

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	72
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

В ходе выполнения операции «Проверка затяжки винтов и гаек» необходимо воспользоваться всплывающей подсказкой, нажав кнопку «Смотреть рисунок 1». Экран всплывающей подсказки показан на рис.7.

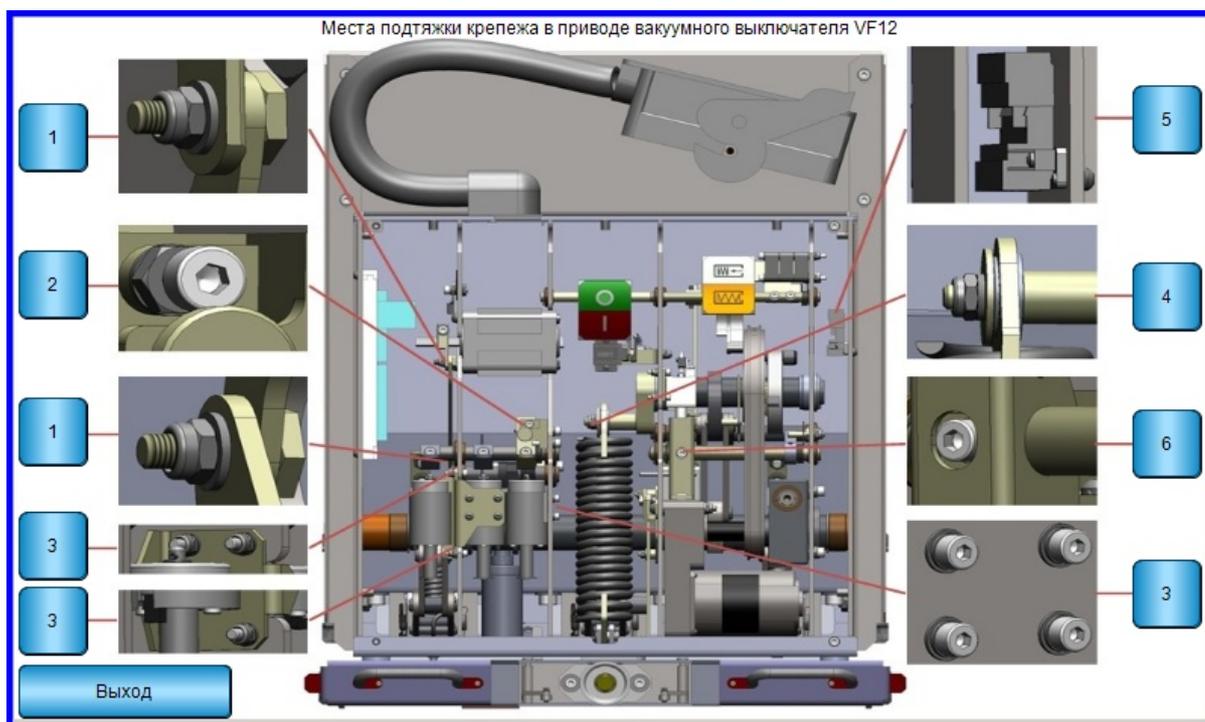


Рис.7 Экран «Места подтяжки крепежа в приводе ВВ».

На рис.7 подробно показаны все места подтяжки крепежа в приводе ВВ. Каждое место оснащено сенсорной кнопкой, нажав на которую появляется всплывающее окно с подробным названием соответствующего узла привода и описанием применяемого инструмента. Экран всплывающего окна показан на рис.8.

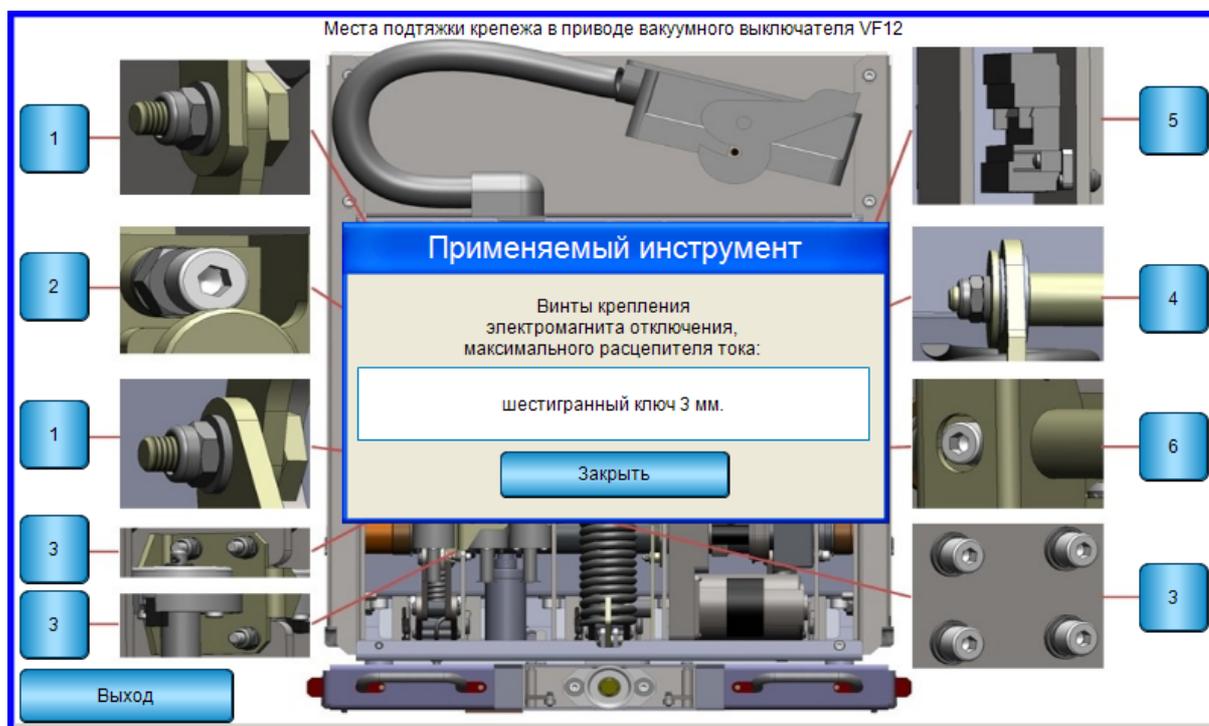


Рис.8 Всплывающее окно «Применяемый инструмент».

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	73
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

В ходе выполнения операции «Проверка смазки узлов привода» необходимо воспользоваться всплывающей подсказкой, нажав кнопку «Смотреть рисунок 2». Экран всплывающей подсказки показан на рис.9.

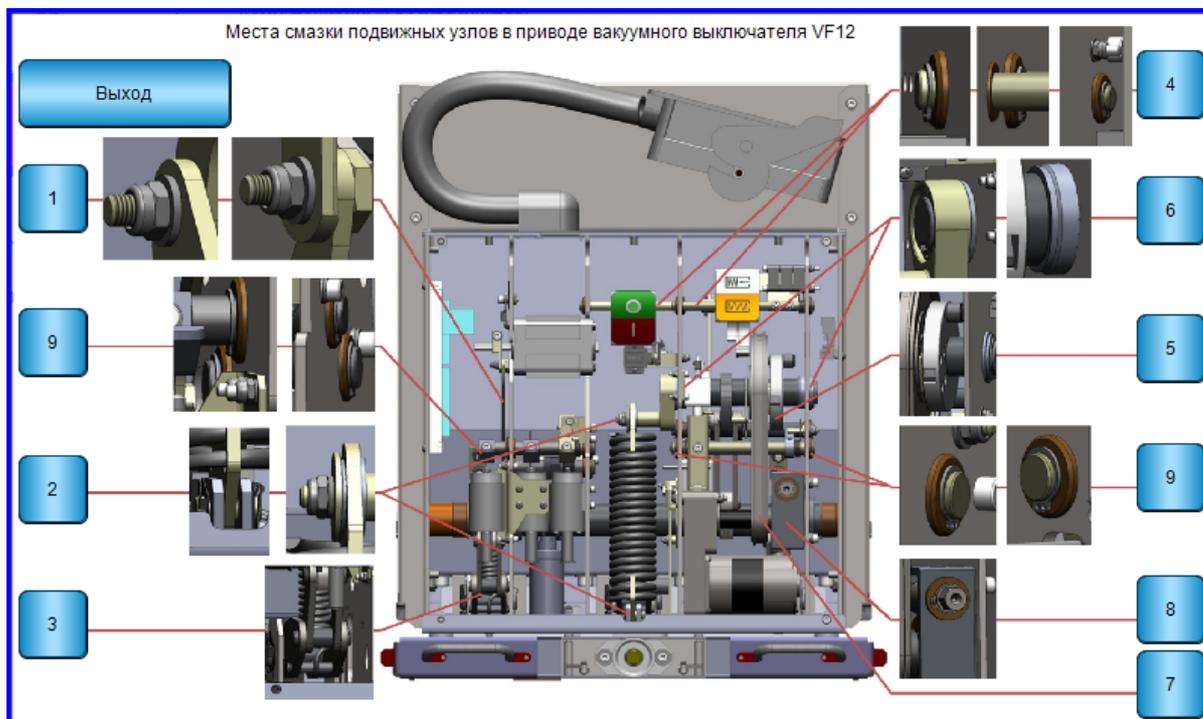


Рис.9 Экран «Проверка смазки подвижных узлов в приводе ВВ».

На рис.9 наглядно показаны все места смазки подвижных узлов в приводе ВВ. Каждое место оснащено сенсорной кнопкой, нажав на которую появляется всплывающее окно с подробным названием соответствующего узла привода и описанием применяемой смазки. Экран всплывающего окна показан на рис.10.

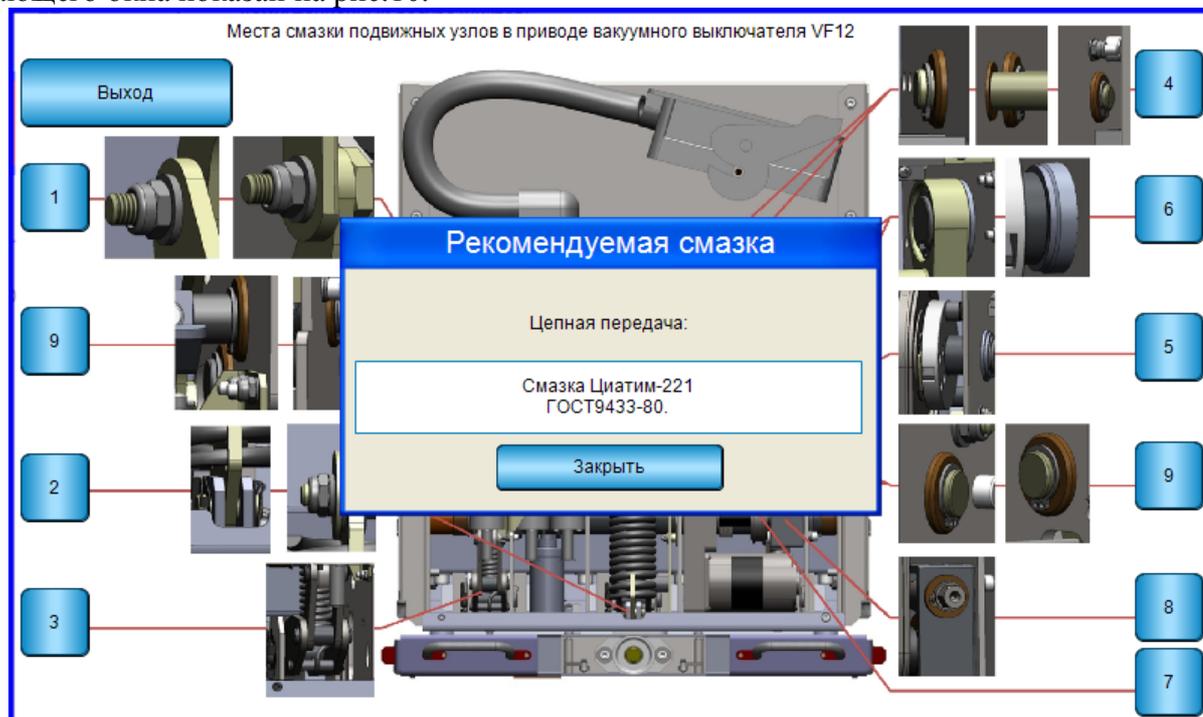


Рис.10 Всплывающее окно «Рекомендуемая смазка».

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	74
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

После проведения операций контроля профилактического состояния ВВ, необходимо на сенсорной панели выбрать соответствующие операции, нажав на них. После того, как все операции будут выбраны, как показано на рис.6, следует нажать кнопку «Выход», для того чтобы система зарегистрировала новое событие: «Профилактика ВВ выполнена». Система выполнит сброс внутреннего счетчика контрольных значений остаточного ресурса ВВ.

Когда остаточный ресурс ЗРФ приблизится к контрольным значениям, то на экране сенсорной панели автоматически появится событие о необходимости проведения регламентных работ по профилактическому обслуживанию ЗРФ. Перед началом проведения регламентных работ необходимо нажать кнопку «Профилактика ЗРФ». После чего сенсорная панель начинает работать, как «электронный помощник», снабжая обслуживающий персонал своевременными и наглядными подсказками, направляя его на реализацию определенного алгоритма действий по проведению регламентных работ по профилактическому обслуживанию ЗРФ, что позволяет минимизировать число ошибок обслуживающего персонала. Экран профилактики ЗРФ показан на рис.11.

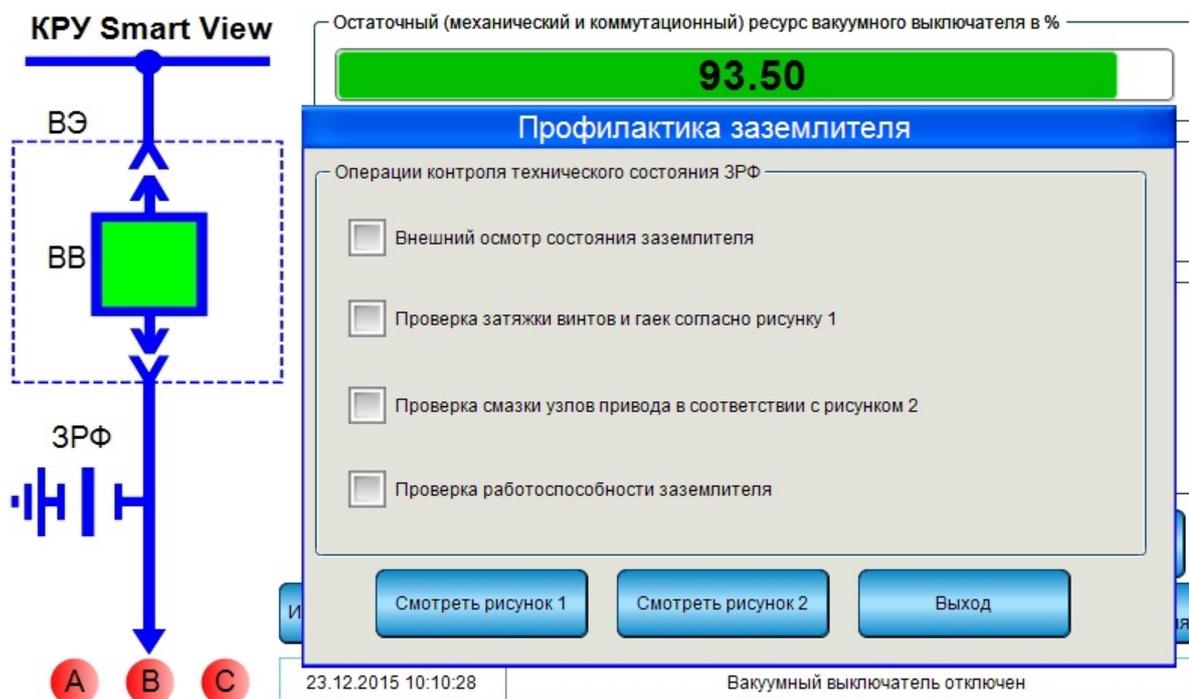


Рис.11 Всплывающее окно «Профилактика ЗРФ».

В ходе выполнения операции «Проверка затяжки винтов и гаек» необходимо воспользоваться всплывающей подсказкой, нажав кнопку «Смотреть рисунок 1». Экран всплывающей подсказки показан на рис.12.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	75
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

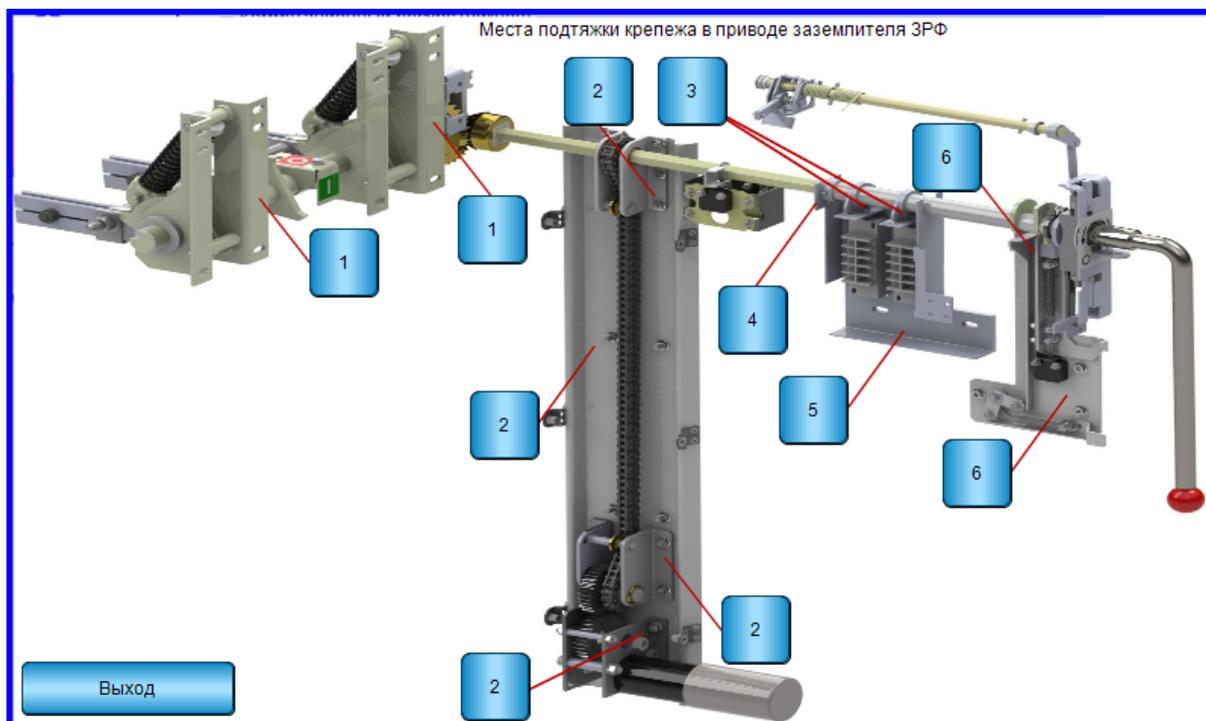


Рис.12 Экран «Места подтяжки крепежа в приводе ЗРФ».

На рис.12 подробно показаны все места подтяжки крепежа в приводе ЗРФ. Каждое место оснащено сенсорной кнопкой, нажав на которую появляется всплывающее окно с подробным названием соответствующего узла привода и описанием применяемого инструмента.

В ходе выполнения операции «Проверка смазки узлов привода» необходимо воспользоваться всплывающей подсказкой, нажав кнопку «Смотреть рисунок 2». Экран всплывающей подсказки показан на рис.13.

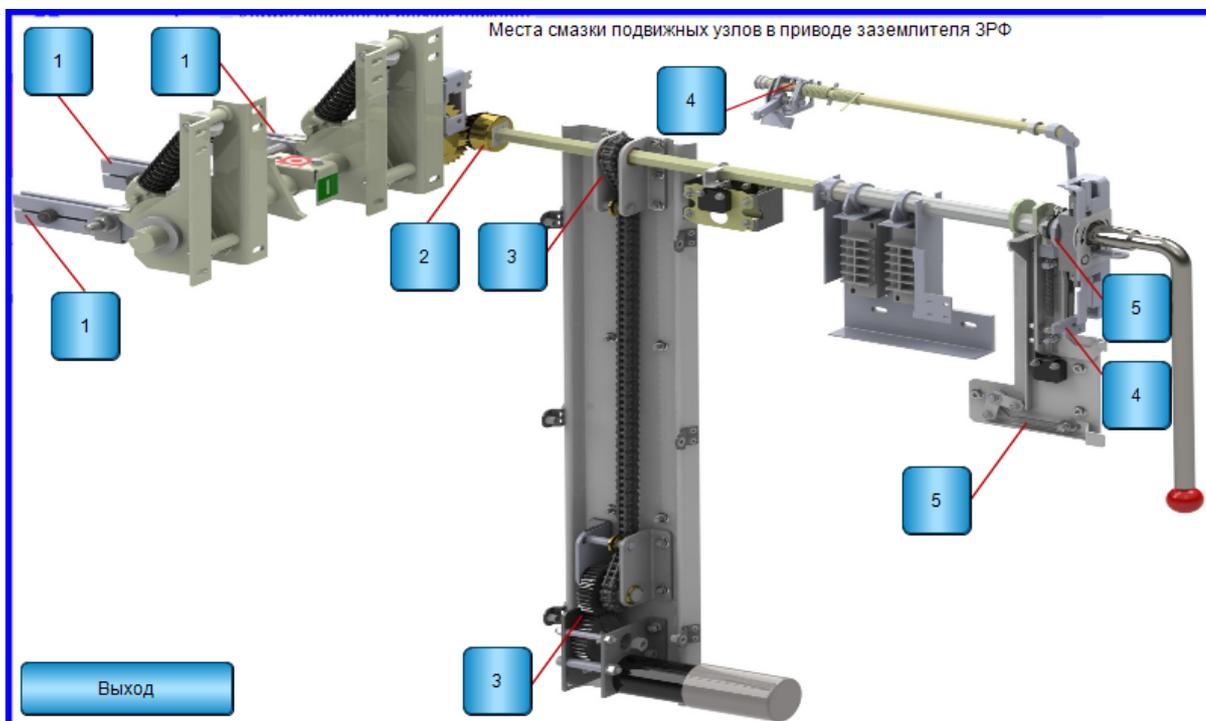


Рис.13 Экран «Проверка смазки подвижных узлов в приводе ЗРФ».

На рис.13 наглядно показаны все места смазки подвижных узлов в приводе ЗРФ. Каждое место оснащено сенсорной кнопкой, нажав на которую появляется всплывающее окно с подроб-

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	76
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

ным названием соответствующего узла привода и описанием применяемой смазки.

После проведения операций контроля технического состояния ЗРФ, указанных на рис.11, необходимо выбрать соответствующие операции на сенсорной панели, нажав на них. После того, как все операции будут выбраны, следует нажать кнопку «Выход», для того чтобы система зарегистрировала новое событие: «Профилактика ЗРФ выполнена». Система выполнит сброс внутреннего счетчика контрольных значений остаточного ресурса ЗРФ.

Техническое обслуживание шкафов КРУ проводится в сроки, определяемые местными инструкциями, в соответствии с требованиями ПУЭ. Периодичность проведения технического обслуживания устанавливается техническим руководителем эксплуатирующего предприятия с учетом условий и опыта эксплуатации, технического состояния и срока службы шкафов КРУ.

Алгоритмы, реализованные в разделе «Профилактика КРУ», предусматривают периодичность проведения технического обслуживания КРУ один раз в год.

Периодичность проведения технического обслуживания КРУ и периодичность проверок измерительного оборудования подробно описаны в п.3.5. Объем операций технического обслуживания КРУ показан на рис.14.

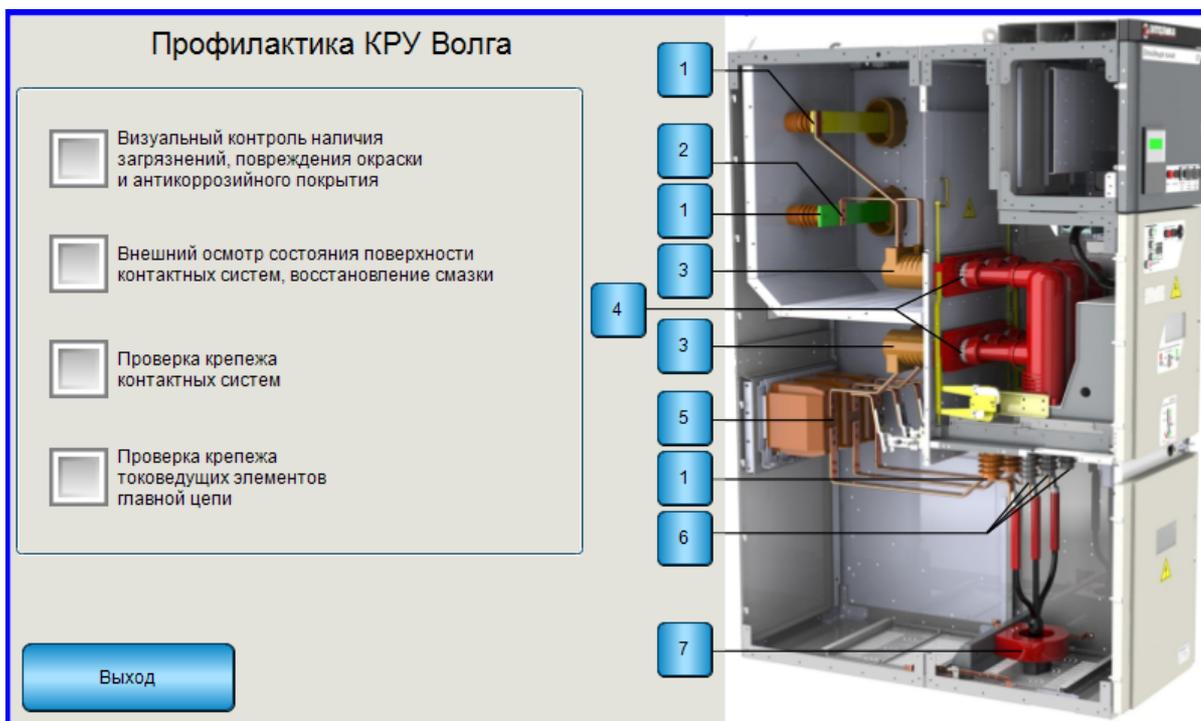


Рис.14 Экран «Профилактика КРУ».

На рис.14 подробно показаны все места подтяжки крепежа контактных систем КРУ и места, подлежащие внешнему осмотру. Каждое место оснащено сенсорной кнопкой, нажав на которую появляется всплывающее окно с подробным названием соответствующего узла и описанием применяемого инструмента. Экран всплывающего окна показан на рис.15.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	77
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

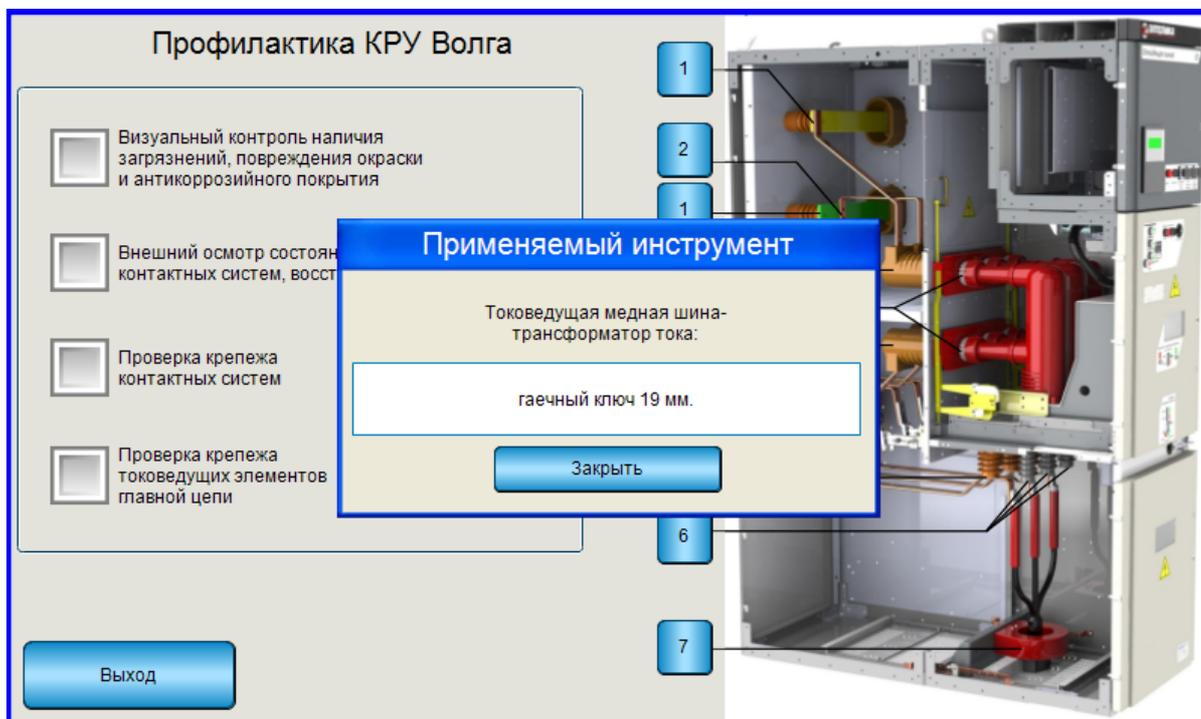


Рис.15 Всплывающее окно «Применяемый инструмент».

### 3.4 Раздел «Температура»

Для перехода в раздел непрерывного многоканального дистанционного контроля температуры внутри шкафа КРУ необходимо нажать кнопку «Температура». Экран «Температура» сенсорной панели показан на рис.16.

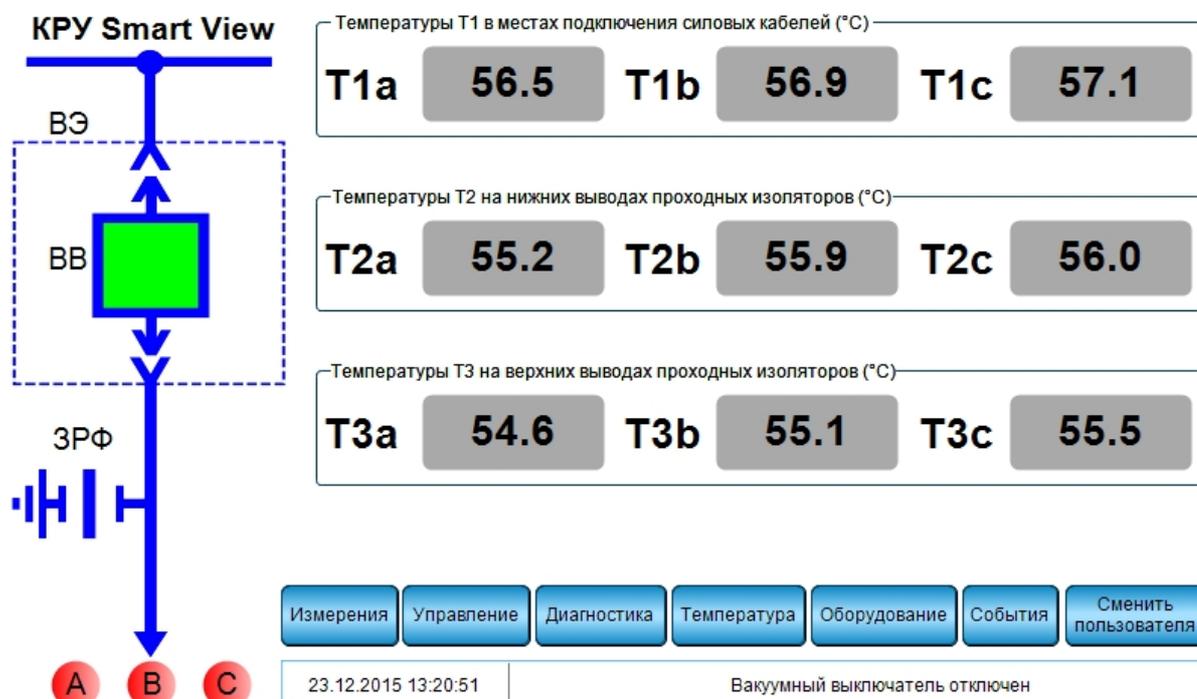


Рис.16 Экран «Температура».

Для каждого температурного параметра в системе можно активировать функцию контроля выхода значений температуры за заданные пределы. Для этого необходимо нажать соответствующий цифровой индикатор температуры и в всплывающем окне задать минимальное и максимальное значение температуры. После чего система автоматически начинает контролировать

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	78
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

выход значения температуры за заданные пределы «мин» и «макс». При выходе температуры за заданные пределы система автоматически создаёт соответствующее событие и сохраняет его в своей энергонезависимой памяти. Аналогично, при возврате температуры в заданный интервал значений система автоматически создаёт соответствующее событие и сохраняет его в своей энергонезависимой памяти.

### 3.5 Раздел «Оборудование»

Для перехода в раздел оборудования необходимо нажать кнопку «Оборудование».

Экран «Оборудование» сенсорной панели показан на рис.17.

НАИМЕНОВАНИЕ	ХАРАКТЕРИСТИКИ	ЗАВ.№	ПОВЕРКА
КРУ-10-1 УЗ.1	10кВ, 1250А, 31,5кА	19731	20.11.2016
VF12-E-10-31,5-A-1250-16.00 УЗ	10кВ, 1250А, 31,5кА	2968	
Заземлитель ЗРФ	10кВ, 31,5кА	13325	
ТТ типа ТОЛ-СЭЩ-10-41	300/5А	28842-08	10.03.2016
ТТ типа ТОЛ-СЭЩ-10-41	300/5А	28843-08	10.03.2016
ТТ типа ТОЛ-СЭЩ-10-41	300/5А	28844-08	10.03.2016
ТТ НП типа ТЗЛЭ-125 УХЛ2		2060	15.05.2016
Seram S42	220AC/DC	59682	
Меркурий-230 ART-00 PQCSIDN	3x57.7/100В, 5А	04414402-09	01.04.2019
ОПН КР/ТЕЛ	10/12кВ	550738	

Рис.17 Экран «Оборудование».

В разделе «Оборудование» содержится перечень основного оборудования, установленного внутри шкафа КРУ, который представлен в виде таблицы.

В таблице для каждой единицы оборудования необходимо заполнить следующие поля:

- наименование оборудования;
- технические характеристики;
- заводской номер;
- дата следующей поверки (только для ИО);
- дата следующей профилактики (только для КРУ).

Таблица заполняется на заводе-изготовителе КРУ, но при необходимости эти данные можно редактировать в процессе эксплуатации КРУ на энергообъекте. Редактирование происходит при помощи сенсорной клавиатуры. Для редактирования необходимо установить курсор (рис.17) в нужную ячейку таблицы и нажать кнопку «Редактировать текущую запись». После ввода новых значений все данные будут сохранены в энергонезависимой памяти сенсорной панели. По-умолчанию, кнопка «Редактировать текущую запись» не доступна. Для того чтобы кнопка стала активной необходимо войти в систему с правами доступа «service». Права доступа к системе подробно описаны в п.3.6.

За 30 дней до даты, указанной на рис.17, система автоматически создаёт и отображает на экране сенсорной панели событие, напоминающее о необходимости выполнить поверку измерительного оборудования или профилактику КРУ.

Обслуживающий персонал может копировать эксплуатационную документацию по шкафу КРУ на подключенный к USB порту сенсорной панели (рис.1) внешний USB носитель. После

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	79
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

нажатия кнопки «Копировать документацию на USB носитель» появится всплывающее окно «Копирование на USB носитель», как показано на рис. 18.

The screenshot shows the KPY Smart View interface. On the left is a schematic diagram of a power system with components labeled ВЭ, ВВ, ЗРФ, and points A, B, C. On the right is a table of equipment data. A dialog box titled 'Копирование на USB носитель' is overlaid on the table, listing documents to be copied. Below the table are buttons for 'Измерения', 'Управление', 'Диагностика', 'Температура', 'Оборудование', 'События', and 'Сменить пользователя'. A status bar at the bottom shows the time '23.12.2015 10:19:43' and the message 'Профилактика ВВ выполнена'.

НАИМЕНОВАНИЕ	ХАРАКТЕРИСТИКИ	ЗАВ.№	ПОВЕРКА
КРУ-10-1 УЗ.1	10кВ, 1250А, 31,5кА	19731	20.11.2016
VF12-E-10-31,5-A-1250-16.00 УЗ	10кВ, 1250А, 31,5кА	2968	
Заземлитель ЗРФ	10кВ, 31.5кА	13325	
ТТ типа			10.03.2016
ТТ типа			10.03.2016
ТТ типа			10.03.2016
ТТ НП ти			15.05.2016
Меркурий-3		09	01.04.2019

**Копирование на USB носитель**

Будет скопирована следующая документация:

- руководства по эксплуатации на ВВ, ЗРФ и КРУ;
- паспорт, схемы ЭЗ и Э4, перечень элементов КРУ;
- функциональные схемы РУ.

Buttons: Продолжить..., Отмена

Buttons: Измерения, Управление, Диагностика, Температура, Оборудование, События, Сменить пользователя

Status: 23.12.2015 10:19:43 Профилактика ВВ выполнена

Рис.18 Экран «Копирование документации на USB носитель».

Необходимо следовать дальнейшим инструкциям «электронного помощника», нажимая кнопки «Продолжить» или «Отмена». Время выполнения процесса копирования зависит от объема документации и составляет 2-3 мин. Запрещается извлекать USB носитель во время процесса копирования документации. Запрещается использовать USB носитель емкостью более 32 Гб.

### 3.6 Раздел «События»

Для перехода в раздел событий необходимо нажать кнопку «События». Экран «События» сенсорной панели показан на рис.19.

The screenshot shows the KPY Smart View interface with the 'События' (Events) screen active. On the left is the same schematic diagram as in Figure 18. The main area displays a table of events. Below the table are buttons for 'Измерения', 'Управление', 'Диагностика', 'Температура', 'Оборудование', 'События', and 'Сменить пользователя'. A status bar at the bottom shows the time '23.12.2015 10:19:43' and the message 'Профилактика ВВ выполнена'.

	Дата и время	Событие
0	23.12.2015 10:19:43	Профилактика ВВ выполнена
1	23.12.2015 10:10:28	ЗРФ отключен
2	23.12.2015 10:10:28	Вакуумный выключатель отключен
3	23.12.2015 10:10:28	ВЭ в рабочем положении

Buttons: Измерения, Управление, Диагностика, Температура, Оборудование, События, Сменить пользователя

Status: 23.12.2015 10:19:43 Профилактика ВВ выполнена

Рис.19 Экран «События».

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	80
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

В данном разделе отображаются следующие события:

1.  $I_a (I_b, I_c, U_a, \dots P_c) = xxx$  выше уставки (где: xxx – текущие значения электр. параметров);
2.  $I_a (I_b, I_c, U_a, \dots P_c) = xxx$  ниже уставки;
3.  $I_a (I_b, I_c, U_a, \dots P_c) = xxx$  в норме;
4.  $T_{1a} (T_{1b}, T_{1c}, T_{2a}, \dots T_{3c}) = xxx$  выше уставки (где: xxx – текущие значения температур);
5.  $T_{1a} (T_{1b}, T_{1c}, T_{2a}, \dots T_{3c}) = xxx$  ниже уставки;
6.  $T_{1a} (T_{1b}, T_{1c}, T_{2a}, \dots T_{3c}) = xxx$  в норме;
7. Вакуумный выключатель включен;
8. Вакуумный выключатель отключен;
9. ЗРФ заземлен;
10. ЗРФ отключен;
11. ВЭ в контрольном положении;
12. ВЭ в рабочем положении;
13. Требуется профилактика ВВ;
14. Профилактика ВВ выполнена;
15. Требуется профилактика ЗРФ;
16. Профилактика ЗРФ выполнена;
17. Требуется профилактика КРУ;
18. Профилактика КРУ выполнена;
19. Сброс показаний ВВ;
20. Сброс показаний ВЭ;
21. Сброс показаний ЗРФ;
22. Превышен ресурс ВВ;
23. Превышен ресурс ВЭ;
24. Превышен ресурс ЗРФ;
25. Напряжение на КЛ-1 (КЛ-2, КЛ-3) есть;
26. Напряжения на КЛ-1 (КЛ-2, КЛ-3) нет;
27. Требуется поверка измерительного оборудования.
28. Поверка измерительного оборудования выполнена.

Все события хранятся в энергонезависимой памяти сенсорной панели и защищены от редактирования. Подделка и изменение задним числом каких-либо записей в архиве событий исключена. Объем электронного архива для хранения событий ограничивается только размером энергонезависимой памяти сенсорной панели, указанным в таблице 1. По-умолчанию, архив событий рассчитан на хранение 100 последних событий. По требованию Покупателя объем архива для хранения событий может быть увеличен.

### 3.7 Раздел «Защита паролем»

Для перехода в раздел необходимо нажать кнопку «Защита паролем». Экран «Защита паролем» сенсорной панели показан на рис.20.

Для возврата в основной экран сенсорной панели, необходимо будет нажать кнопку «Вход в систему», после чего появится всплывающее окно, в котором нужно будет правильно ввести имя пользователя (в поле «User name:») и пароль (в поле «Password:»).

Имя пользователей и пароли устанавливаются на заводе-изготовителе КРУ, но при необходимости могут быть изменены в процессе эксплуатации КРУ на энергообъекте.

Раздел «Защита паролем» рекомендуется использовать для следующих целей:

- для быстрой блокировки экрана сенсорной панели на энергообъекте;
- для изменения прав доступа к системе;
- для включения/отключения хранителя экрана сенсорной панели;
- для администрирования системы.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	81
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

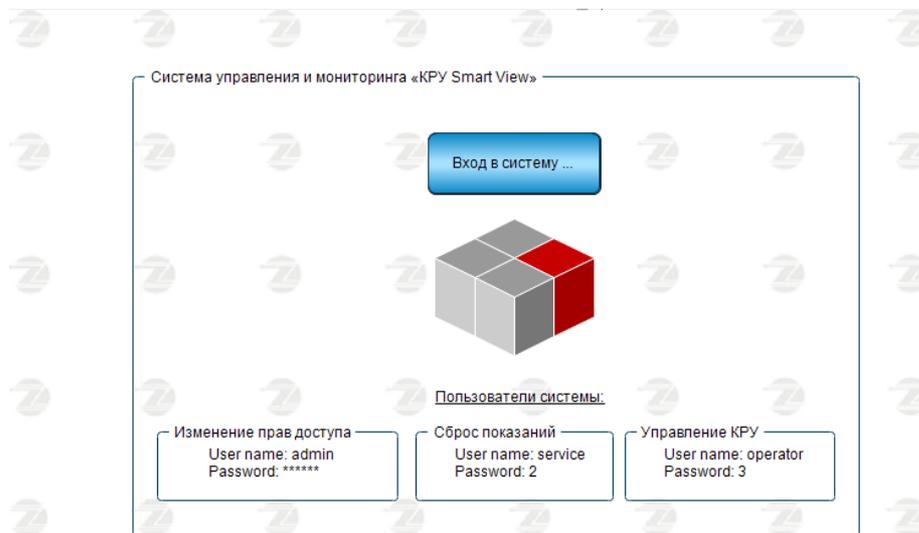


Рис.20 Экран «Защита паролем».

После блокировки экрана, как показано на рис.20, сенсорная панель продолжает свою работу в штатном режиме.

В системе предусмотрены следующие пользователи:

- пользователь «admin» имеет следующие права доступа:
  1. управление всеми пользователями (не рекомендуется изменять заводские имена пользователей);
  2. изменение заводских паролей пользователей;
  3. включение и отключение экранной заставки, как показано на рис.20 (через 1 мин. после прекращения работы оператора с сенсорной панелью экран выключится автоматически, по-умолчанию экранная заставка отключена).
- пользователь «service» имеет следующие права доступа:
  1. сброс счетчиков текущего количества операций;
  2. редактирование перечня основного оборудования.
- пользователь «operator» имеет следующие права доступа:
  1. оперирование ВВ, ВЭ и ЗРФ;
  2. проведение регламентных работ.

Указанные права доступа не перекрываются между собой. То есть у пользователя «admin» нет прав доступа, которые есть у пользователей «service» и «operator». Аналогично, у пользователя «service» нет прав доступа, которые есть у пользователей «admin» и «operator» и у пользователя «operator» нет прав доступа, которые есть у пользователей «admin» и «service».

В настоящем руководстве были использованы экраны сенсорной панели для пользователя «operator». Экран для пользователя «admin» показан на рис.21.

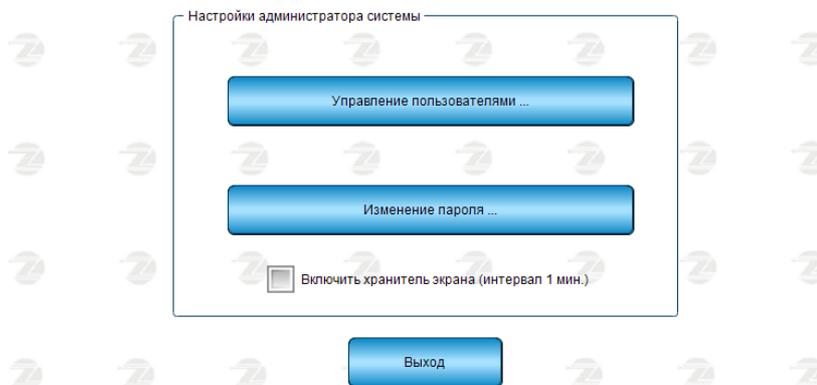


Рис.21 Экран «Настройки администратора системы».

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	82
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

#### **4 Использование по назначению**

Перед использованием сенсорную панель необходимо запрограммировать. Программирование сенсорной панели заключается в копировании готового программного проекта с внешнего USB накопителя в память сенсорной панели. После завершения копирования сенсорную панель необходимо перезагрузить путем кратковременного отключения/включения питания. Программирование сенсорной панели производится на заводе-изготовителе, но при необходимости перепрограммирование сенсорной панели можно произвести в процессе эксплуатации КРУ на энергообъекте.

#### **5 Меры безопасности**

По способу защиты от поражения электрическим током сенсорная панель соответствует классу II в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75. При эксплуатации и техническом обслуживании необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80, «Правил эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей».

Подключение, программирование и техническое обслуживание сенсорной панели должны производиться только квалифицированными специалистами, изучившими настоящее руководство по эксплуатации. Любые подключения к сенсорной панели и работы по его техническому обслуживанию производить только при отключенном напряжении питания сенсорной панели и подключенных к ней устройств.

#### **6 Техническое обслуживание**

Техническое обслуживание сенсорной панели проводится обслуживающим персоналом не реже одного раза в шесть месяцев и включает в себя выполнение следующих операций:

- очистку поверхности сенсорного экрана и соединителей панели от пыли, грязи и посторонних предметов;
- проверку качества крепления панели на двери ВЭ шкафа КРУ;
- проверку качества подключения внешних устройств.

Обнаруженные при осмотре недостатки следует немедленно устранить.

#### **7 Гарантийные обязательства**

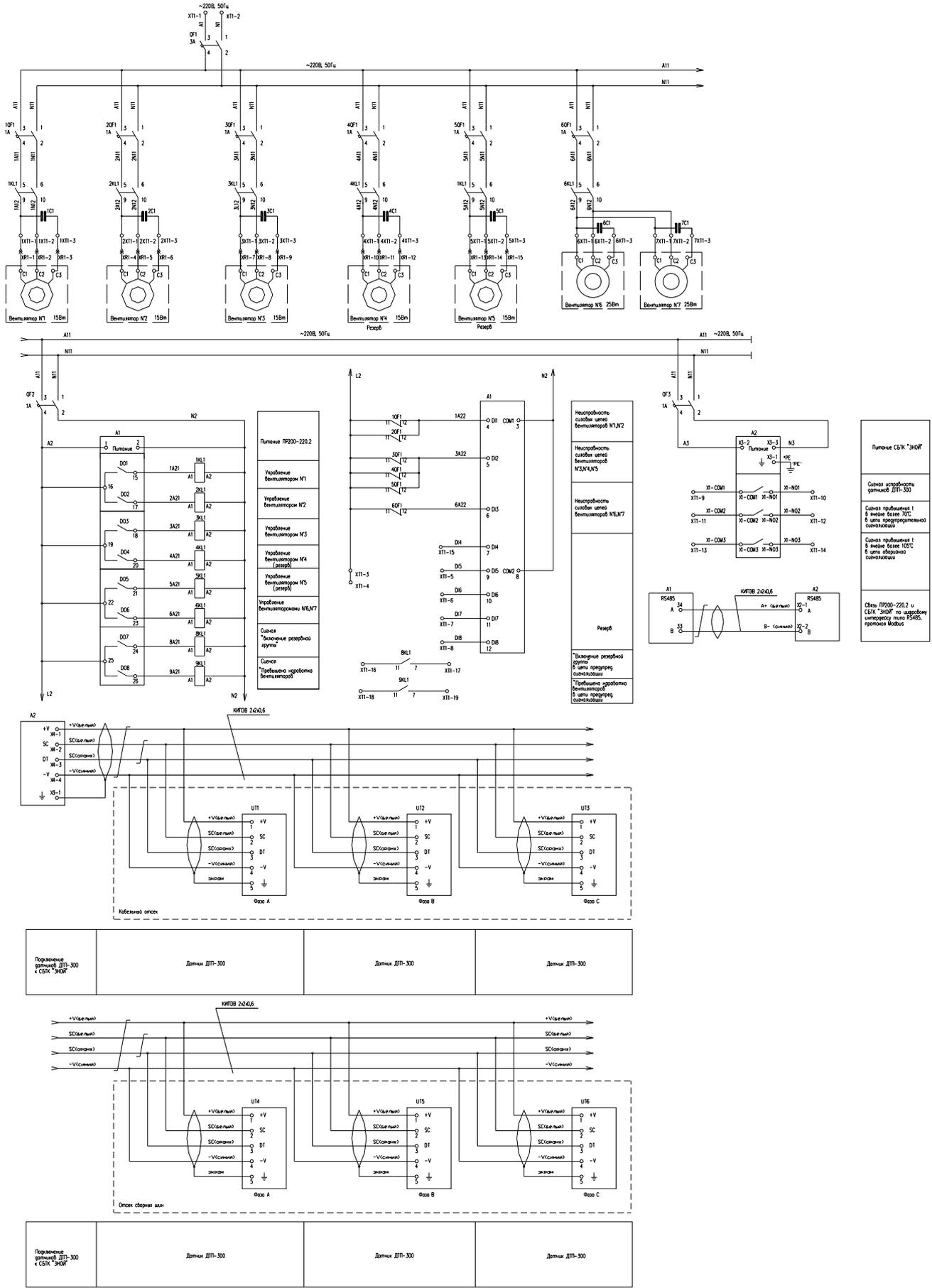
Завод-изготовитель гарантирует соответствие сенсорной панели требованиям настоящего руководства по эксплуатации при соблюдении условий эксплуатации, транспортирования и хранения, указанным в ТУ на КРУ «Волга».

Гарантийный срок эксплуатации сенсорной панели – 3 года со дня ввода КРУ «Волга» в эксплуатацию, но не более 3,5 лет с момента отгрузки потребителю.

В случае выхода сенсорной панели из строя в течение гарантийного срока при соблюдении пользователем условий эксплуатации, транспортирования и хранения завод-изготовитель обязуется осуществить бесплатный ремонт или замену сенсорной панели.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	83
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Схема принудительной вентиляции



Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	84
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

**Человеко-машинный интерфейс управляющего контроллера  
системы принудительной вентиляции**



Рис.1 Лицевая панель управляющего контроллера.

Управляющий контроллер системы принудительной вентиляции имеет встроенный жидкокристаллический дисплей (рис.1), который позволяет:

- отображать и редактировать настройки системы принудительной вентиляции;
- визуально отслеживать изменения температуры и текущее состояние системы принудительной вентиляции;
- в ручном режиме управлять вентиляторами основной и резервной группы.

Управляющий контроллер оснащен следующими индикаторами:

- индикатор «F1» (зеленый) включения основной группы вентиляторов;
- индикатор «F2» (красный) аварийной и предупредительной сигнализации.

Управляющий контроллер оснащен следующими кнопками:

- при помощи кнопок «Вверх» и «Вниз» можно листать текущий экран вверх и вниз;
- для перемещения между экранами используется комбинация кнопок: «ALT» + «Вверх» (перемещение на следующий экран), «ALT» + «Вниз» (перемещение на предыдущий экран);
- вход в режим редактирования на текущем экране осуществляется по нажатию кнопки «SEL», при этом первый доступный для редактирования параметр на экране начинает мигать, при помощи кнопок «Вверх» и «Вниз» можно изменять текущее значение редактируемого параметра;
- по нажатию кнопки «OK» отредактированное значение параметра сохраняется в системе и осуществляется выход из режима редактирования;
- по нажатию кнопки «ESC» отредактированное значение параметра сбрасывается в первоначальное состояние и осуществляется выход из режима редактирования;
- для вызова системного меню контроллера необходимо нажать и удерживать кнопку «ALT» в течение трех секунд, для выхода из системного меню необходимо нажать и удерживать кнопку «ESC» в течение трех секунд.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	85
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

Текущие значения температур в градусах Цельсия, измеряемые шестью пирометрическими датчиками температуры (ДТП) представлены на рис.2. Датчики: ДТП-1, ДТП-2 и ДТП-3 измеряют температуру шин выходящих из проходных изоляторов в кабельном отсеке. Датчики: ДТП-4, ДТП-5 и ДТП-6 измеряют температуру шин выходящих из проходных изоляторов в шинном отсеке.

ДТП-1:	53.2 С
ДТП-2:	53.4 С
ДТП-3:	53.1 С
ДТП-4:	50.1 С
ДТП-5:	49.9 С
ДТП-6:	50.2 С

Рис.2 Экран контроллера «Текущие значения температур».

Экран текущего состояния параметров системы принудительной вентиляции представлен на рис.3.

Основная группа:	ОТКЛ
Резервная группа:	ОТКЛ
Обмен данными с системой «Зной»:	ДА
Ресурс вентиляторов основной группы:	НЕТ
Ресурс вентиляторов резервной группы:	НЕТ
Авария вентиляторов № 1-3:	НЕТ
Авария вентиляторов № 4-5:	НЕТ
Авария вентиляторов № 6-7:	НЕТ

Рис.3 Экран контроллера «Текущее состояние системы».

Экран, показывающий текущее время наработки вентиляторов основной и резервной групп представлен на рис.4. При достижении 29 500 часов наработки вентиляторов автоматически включится индикатор «F2» (красный), сигнализирующий о необходимости произвести замену группы вентиляторов.

Наработка основной группы:	45 час
Наработка резервной группы:	12 час

Рис.4 Экран контроллера «Текущая наработка системы».

После замены группы вентиляторов необходимо произвести сброс текущей наработки. Экран сброса текущего времени наработки вентиляторов основной и резервной групп представлен на рис.5.

Сбросить наработку основной группы вентиляторов?	НЕТ
Сбросить наработку резервной группы вентиляторов?	НЕТ

Рис.5 Экран контроллера «Сброс наработки системы».

В системе предусмотрено ручное управление вентиляторами основной и резервной группы. Экраны ручного управления вентиляторами представлены на рис.6.

Вентилятор №1 включить? НЕТ

Вентилятор №2 включить? НЕТ

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	86
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

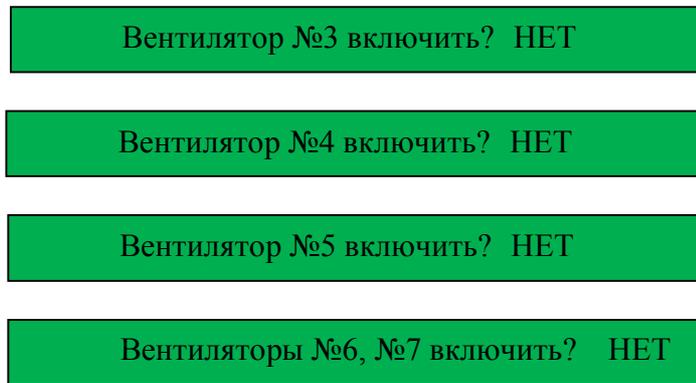


Рис.6 Группа экранов контроллера «Ручное управление вентиляторами».

Текущие заводские настройки системы принудительной вентиляции, которые можно редактировать в процессе штатной эксплуатации КРУ, представлены на экранах рис.7.

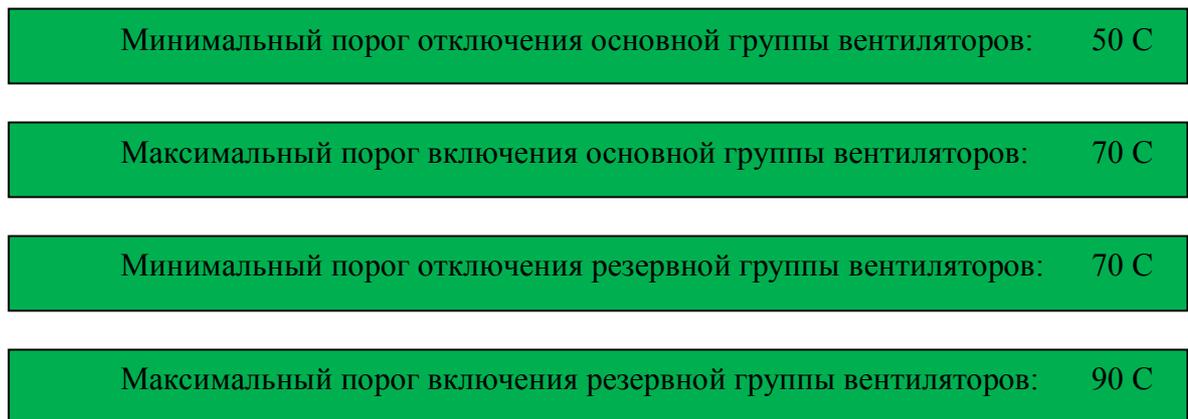


Рис.7 Группа экранов контроллера «Настройки системы».

Время установления рабочего режима управляющего контроллера после включения напряжения питания составляет не более 3 секунд. После установления рабочего режима система автоматически начинает работать и на встроенном жидкокристаллическом дисплее управляющего контроллера отображается экран «Текущие значения температур» (рис.2).

Индикатор аварийной и предупредительной сигнализации «F2» (красный) контроллера включается при наступлении следующих событий в системе:

1. неисправность силовых цепей вентиляторов основной группы с номерами 1, 2 и 3;
2. неисправность силовых цепей вентиляторов резервной группы с номерами 4 и 5;
3. неисправность силовых цепей вентиляторов основной группы с номерами 6 и 7;
4. превышен ресурс вентиляторов основной группы с номерами 1, 2, 3, 6 и 7;
5. превышен ресурс вентиляторов резервной группы с номерами 4 и 5;
6. отсутствует обмен данными по интерфейсу RS-485 с системой бесконтактного температурного контроля "Зной"

Изменения	Номер/дата	Версия 1.13 от 22.03.2016	Лист	87
РЭ ЭТ 2.10-2012			Листов	87

**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:**

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана +7(7172)727-132  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Казань (843)206-01-48

Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41

Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78

Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

сайт: <http://eltehnika.nt-rt.ru> || эл. почта: [enh@nt-rt.ru](mailto:enh@nt-rt.ru)