



КРУ «ВОЛГА»

КОМПЛЕКТНОЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО 6, 10 кВ
С НИЖНИМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ СБОРНЫХ ШИН

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Содержание

Введение	3
1 Описание и работа.....	4
2 Монтаж, наладка и ввод в эксплуатацию	28
3 Использование по назначению	43
4 Техническое обслуживание	49
5 Ремонт.....	51
6 Транспортирование	52
7 Хранение.....	53
8 Утилизация.....	53
9 Гарантийные обязательства	53
Приложение 1. Сетка схем главных электрических цепей КРУ	54
Приложение 2. Габаритные размеры шкафов КРУ	56
Приложение 3. Установочные размеры шкафов КРУ.....	59

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	2
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) предназначено для ознакомления с конструкцией, порядком установки, монтажа и организации эксплуатации комплектных распределительных устройств КРУ-Н-10 УЗ 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.

АО «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 нелинейный

РЗиА – релейная защита и автоматика

РЭ – руководство по эксплуатации

ИСМУ – интеллектуальные системы мониторинга и управления

БУ – блок управления

Контроль-Т – цифровые бесконтактные датчики измерения температуры «Контроль-Т»

ТОиР – техническое обслуживание и ремонт оборудования

КРУ Smart View – система диагностики, мониторинга и управления «КРУ Smart View»

САУВ – система автоматического управления вентиляцией «КРУ 4000А»

СМТК – система многоканального температурного контроля «Контроль-Т»

СТВН – система технологического видеонаблюдения

ТТНП – трансформатор тока нулевой последовательности

ТУ – технические условия

ПУЭ – правила эксплуатации электроустановок

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	3
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

1 Описание и работа

1.1 Назначение

Шкафы КРУ предназначены для работы в составе распределительных устройств в сеть трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, номинальным напряжением 6, 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°C;
- относительная влажность воздуха не более 75% при температуре плюс 15°C;
- 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-Н-10-2500/31,5-1-У3 – комплектное распределительное устройство с нижним расположением сборных шин, на номинальное напряжение 10 кВ, номинальный ток 2500 А, на номинальный ток отключения 31,5 кА, со схемой главных электрических цепей № 1 климатического исполнения и категории размещения У3.

1.1.3 Шкафы КРУ комплектуются силовыми выключателями типа VF12. Опционально, возможна установка силовых выключателей других производителей.

1.1.4 Шкафы КРУ могут быть дополнительно укомплектованы интеллектуальными системами диагностики, мониторинга и управления (п. 1.7.8).

1.1.5 Шкафы КРУ соответствуют требованиям ГОСТ 14693-90, ТУ 3414-038-45567980-2012.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	4
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

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	12
Номинальный ток, А - главных цепей шкафов КРУ	630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150
- сборных шин	1600; 2500; 3150
Номинальный ток трансформаторов тока, А	200; 300; 400; 600; 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	3
- цепей заземления	1
Ток электродинамической стойкости, кА	51; 64; 81
Номинальные напряжения вспомогательных цепей, В: - при постоянном токе	110; 220
- при переменном токе	100; 220
- цепей освещения	24
Нормы испытаний изоляции главных токоведущих цепей одноминутным напряжением между фазами, относительно земли и между контактами силового выключателя частоты 50 Гц, кВ: - на заводе изготовителе	42
- перед вводом в эксплуатацию и в эксплуатации	37,8
Нормы испытаний изоляции главных токоведущих цепей напряжением грозового импульса 1,2/50 мкс, кВ: - между фазами и относительно земли	75
- между контактами силового выключателя	75
Норма испытания изоляции цепей управления и вспомогательных цепей одноминутным напряжением частоты 50 Гц, кВ	2
Электрическое сопротивление изоляции, МОм, не менее: - главных цепей	1000
- вторичных цепей	1
Ресурс по механической прочности и стойкости, не менее: - количество операций В и О заземлителей	1000
- перемещение выкатного элемента (далее ВЭ) из контрольного положения в рабочее и обратно	2000
- открывание и закрывание дверей шкафов КРУ	2000
- открывание и закрывание шторочного механизма	2000
- включения и отключения разъемных контактных систем главных цепей	2000
Срок службы до списания, лет, не менее	30
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP31

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	5
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

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

Таблица 2

Наименование признаков классификации	Значения признаков
Вид КРУ в зависимости от установленной в них аппаратуры	Шкафы с силовым выключателем в комбинации с заземлителем класса Е0
	Шкафы с заземлителем и измерительным трансформатором напряжения
	Шкафы с трансформатором собственных нужд и выключателем нагрузки
Уровень изоляции по ГОСТ Р 55195	Нормальная изоляция, уровень изоляции б
Вид изоляции	Комбинированная (воздушная и твердая)
Наличие изоляции токоведущих шин	Неизолированные шины
Система сборных шин	Одна система сборных шин
Способ разделения фаз	Неразделенные фазы
Классификация исполнения	С выкатными элементами
Вид линейных высоковольтных подсоединений	С кабельными, шинными присоединениями
Условия обслуживания	С односторонним и двухсторонним обслуживанием
Наличие дверей в отсеке выдвижного элемента	С дверьми
Наличие теплоизоляции в шкафах КРУ (по ГОСТ 15150)	Без теплоизоляции
Наличие закрытого коридора (по ГОСТ 15150)	С коридором управления
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.

1.3.2 Сетка схем главных цепей шкафов 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);
- таблицы соединений шкафов КРУ (ТС4);
- перечни элементов шкафов КРУ (ПЭЗ);
- паспорт с отметкой о приемке изделия – 1 экземпляр на каждый шкаф КРУ;
- руководство по эксплуатации – 1 экземпляр в адрес поставки;
- комплект эксплуатационной документации на комплектующие изделия – 1 шт.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	6
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

1.4 Устройство и работа

Общий вид внутреннего устройства шкафа КРУ с силовым вакуумным выключателем VF12, лицевая сторона КРУ и принадлежности показаны на рис. 1, 2, 3.

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.

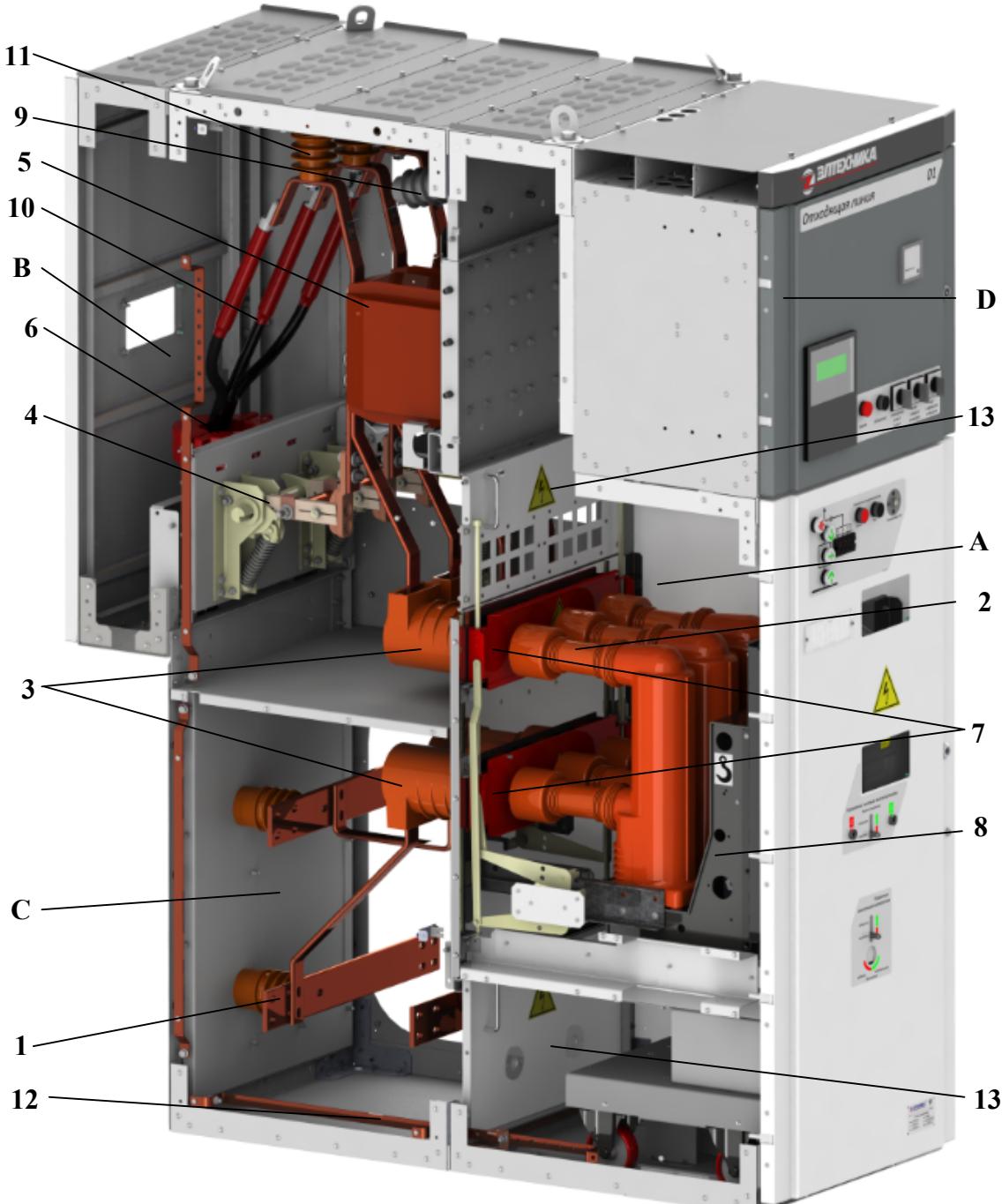
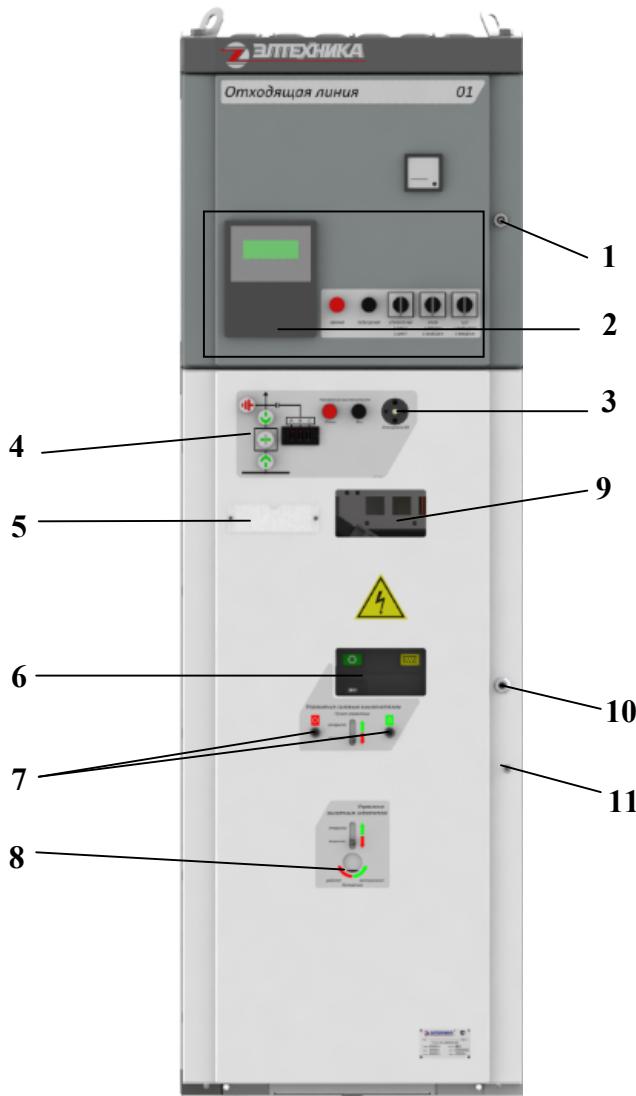


Рис. 1 Основные функциональные элементы шкафа КРУ

1 – сборные шины; 2 – контактная система (показан токоведущий стержень); 3 – проходные изоляторы (в отсеке кабельных присоединений и сборных шин); 4 – заземлитель ЗРФ; 5 – измерительные трансформаторы тока; 6 – ТТНП; 7 – шторочный механизм; 8 – выкатной элемент; 9 – ОПН; 10 – кабельное присоединение; 11 – опорные изоляторы с емкостным делителем; 12 – шина заземления; 13 – съемные перегородки;

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	7
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59



- 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;
 9 – смотровое окно положения заземлителя;
 10 – замок отсека выкатного элемента;
 11 – устройство аварийного открывания двери;

Рис. 2 Лицевая сторона шкафа КРУ

1.4.1 Отсек выкатного элемента *A*

Отсек выкатного элемента (рис. 1) предназначен для размещения в нем выкатного элемента шкафа КРУ. На задней стенке установлены шесть проходных изоляторов 3 с внутренними неподвижными контактами, которые образуют контактные системы вместе с токоедущими стержнями 2, являющимися частью главной цепи выкатного элемента. На листе для установки проходных изоляторов 3 имеются разрезы, служащие для исключения индукционных токов, возникающих при протекании тока главной цепи. При номинальных токах 1250А и выше применяется лист из нержавеющей стали.

На дне отсека установлены два направляющих швеллеров, по которым происходит перемещение выкатного элемента 8. Оперирование выкатным элементом осуществляется вручную съемной рукояткой оперирования выкатным элементом.

Для исключения возможности прикосновения к токоедущим частям, находящимся под высоким напряжением, во время проведения регламентных работ отсек выкатного элемента оборудован шторочным механизмом 7, закрывающим проходные изоляторы 3. 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. 10).

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	8
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

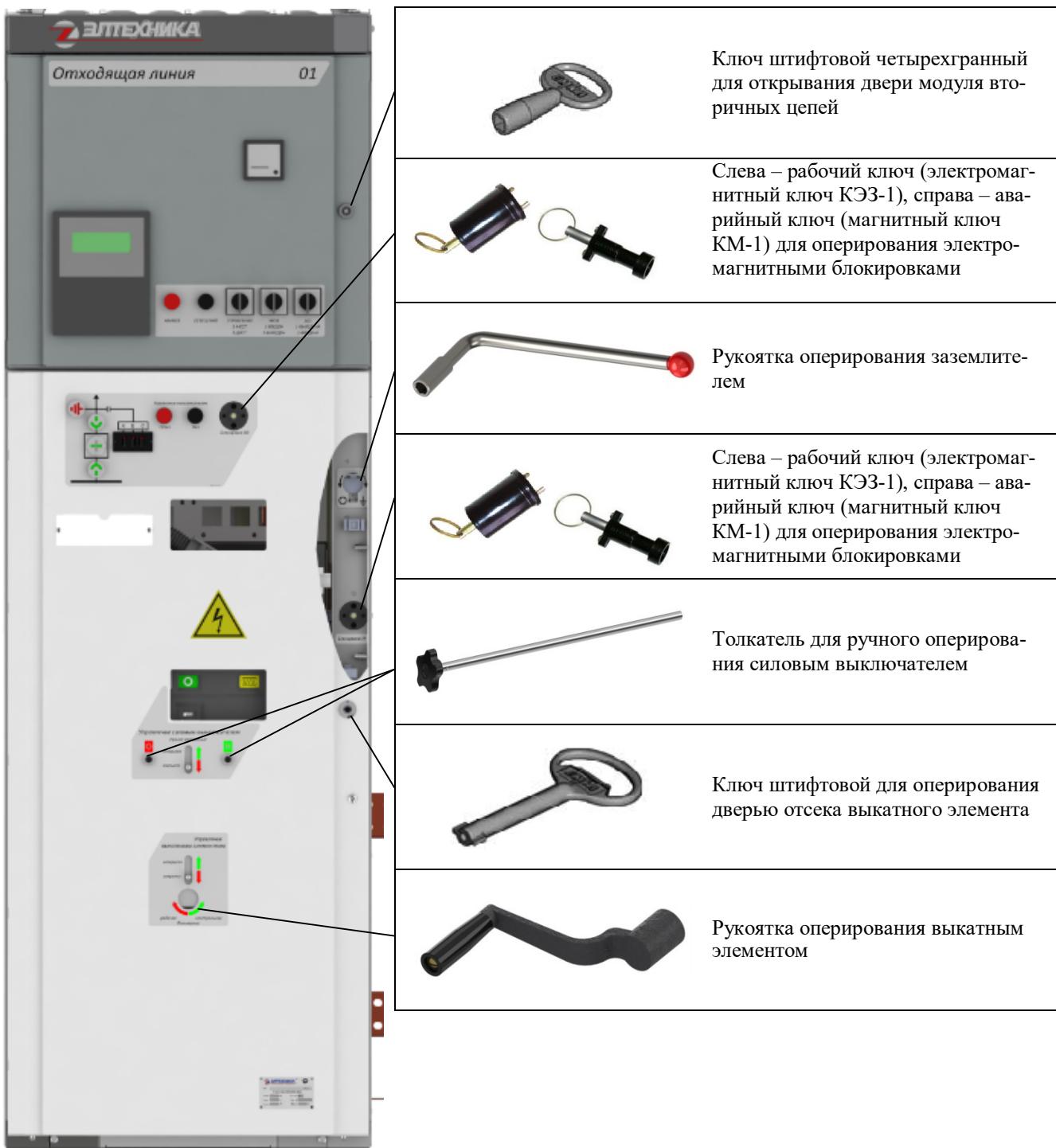


Рис. 3 Принадлежности шкафа КРУ

Для ручного оперирования силовым выключателем при закрытой двери применяется толкатель (рис.3).

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 комплектовании шкафа КРУ системой мониторинга и управления «KRU 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 (п. 1.7.8).

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	9
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

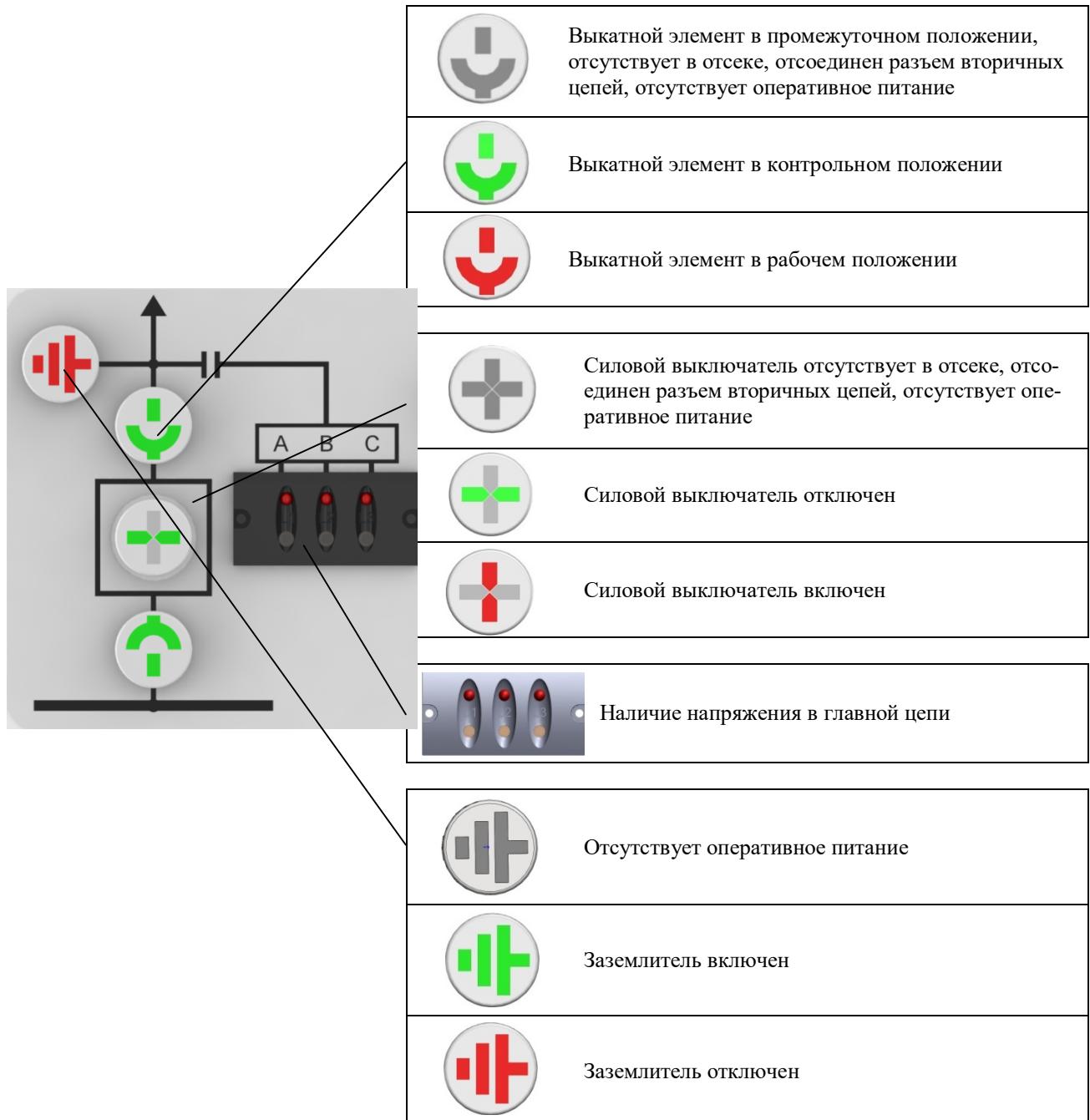


Рис. 4 Индикация на двери отсека выкатного элемента

1.4.2 Отсек кабельных присоединений *B* (рис. 1)

Отсек кабельных присоединений предназначен для размещения следующих элементов:

- трансформаторов напряжения;
- заземлителя с приводом 4;
- трансформаторов тока 5;
- ТТНП 6;
- ОПН 9;
- кабельных присоединений 10;
- опорных изоляторов с емкостными делителями 11.

В отсеке на опорных изоляторах установлены шины для кабельных присоединений. Ввод отсека оборудован пластиковыми хомутами для крепления силовых кабелей и крон-

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	10
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

штейнами для установки ТТНП.

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

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 вариантов сборных шин. В зависимости от величины номинального тока (табл. 1) варианты сборных шин могут 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;

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-ми контактного разъема вторичных цепей и проводов, проложенных в гибком шланге.

Электрическая связь между модулями разных шкафов КРУ осуществляется через шинки оперативных цепей. Прокладка шинок выполняется по кабельным каналам, расположенным на крыше шкафов КРУ. Для подключения внешних контрольных кабелей предусмотрены специальные кабельные вводы в крыше модуля.

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 1.8 от 17.11.2025	Лист	11
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

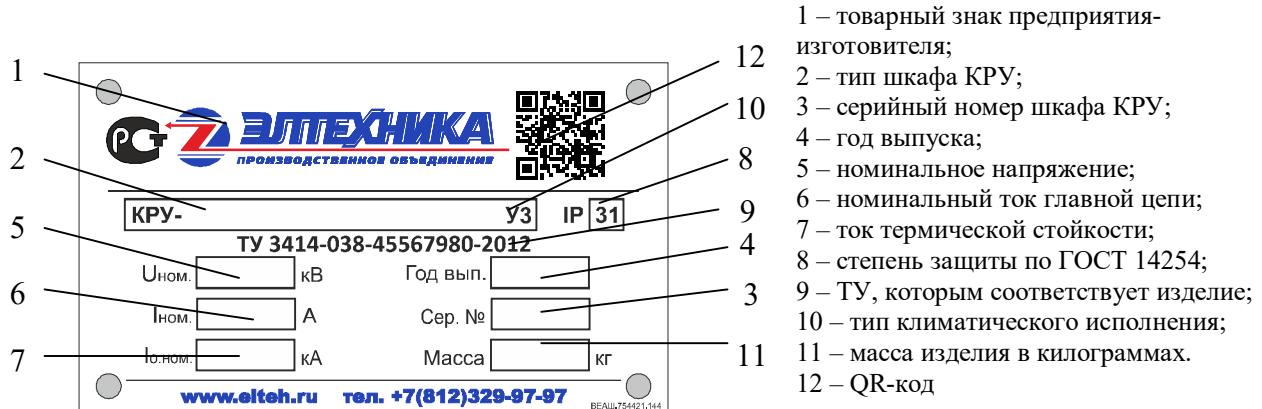


Рис. 5 Маркировочная табличка

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 обрачиванием шкафов в полиэтиленовую пленку. Фасады дополнительно защищаются от механических повреждений пенопластом;
- транспортная тара ТЭ-1, состоящая из деревянного поддона, решетчатых стенок, обитых рубероидом, и однослоевой крышки из досок с непрофицированными кромками. Наружная поверхность крышки обивается водонепроницаемым материалом.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	12
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

Крепление шкафов КРУ к поддону осуществляется шурупами 8x50 с шестигранной головкой 13 мм.

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, интегрированную в сервисную тележку, на которой в зависимости от функционального назначения шкафа КРУ (Приложение 1) может быть установлено различное оборудование (рис. 6).



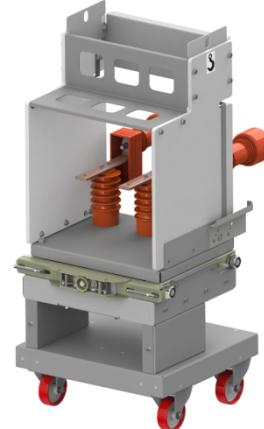
силовой вакуумный выключатель VF 12



секционный разъединитель



трансформаторы напряжения



выводы для испытания кабелей повышенным напряжением

Рис. 6 Варианты выкатных элементов

Выкатной элемент может занимать три положения в отсеке:

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

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	13
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

– контрольное (рис. 7, справа, шторочный механизм закрыт, контакты главной цепи КРУ и выкатного элемента разъединены).

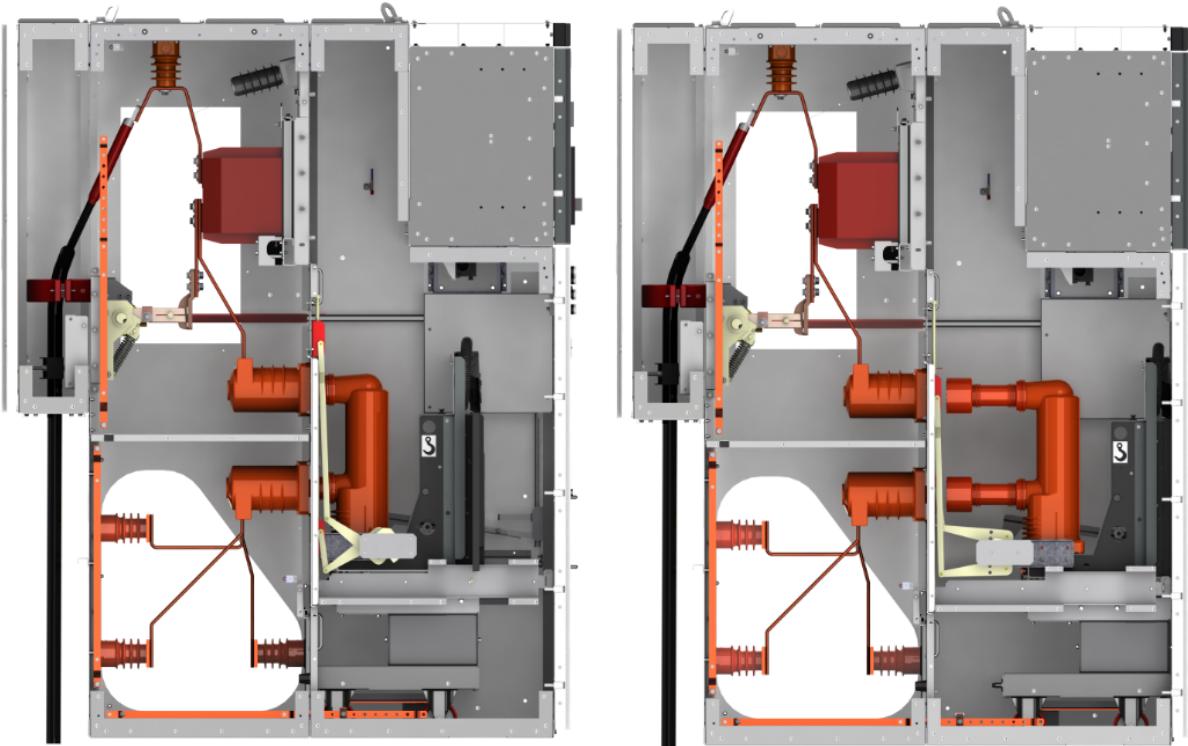


Рис. 7 Положения выкатных элементов на примере силового выключателя VF12 (слева – рабочее, справа – контрольное)

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*.

Основание *1* тележки аппаратной устанавливается на сервисную тележку *B* и крепится 4 болтами M8x20

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 выдвижении ручек в стороны от центра тележки аппаратной; при этом пластины торцевых фиксаторов вводятся в вырезы на корпусе шкафа КРУ, чем обеспечивается двусторонний упор для винтового механизма. Фиксаторы оборудованы пружинами, удерживающими их в выдвинутом положении. Механизм привода устроен таким образом, что перемещение подвижной части *A* возможно, только если неподвижная часть *B* находится в зафиксированном положении (ручики 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.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	14
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

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

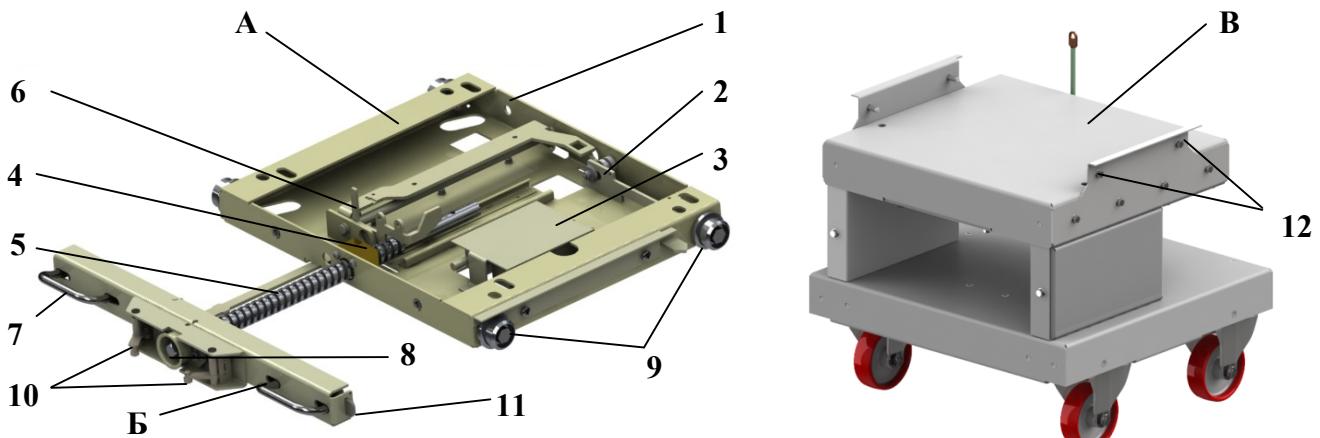


Рис. 8 Тележка аппаратная:

А – подвижная часть; Б – неподвижная часть с винтовым механизмом; В – сервисная тележка; 1 – основание подвижной части; 2 – планка блокировки винта привода тележки аппаратной; 3 – блок-контакты; 4 – упорная гайка 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*); 12 – болты крепления тележки аппаратной (M8x20, по 2 шт с каждой стороны)

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.

1.7.2 Заземлитель ЗРФ

Заземлитель (рис. 9) 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 2500 А и 3150 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.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	15
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

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.

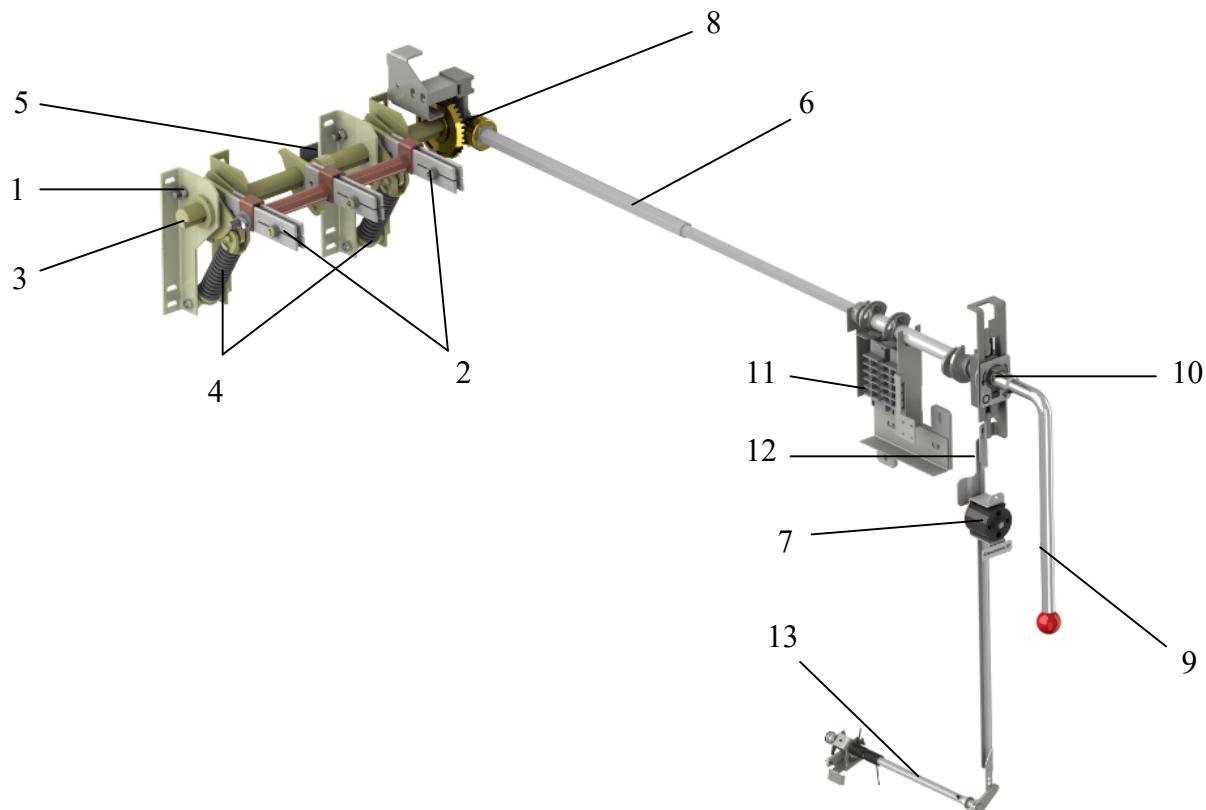


Рис. 9 Заземлитель ЗРФ:

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.

1.7.3 Механизмы блокировок

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

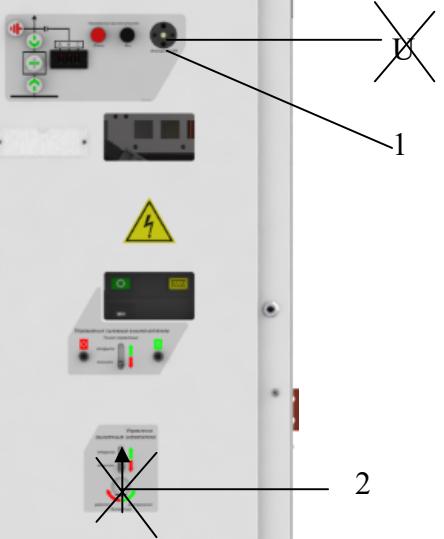
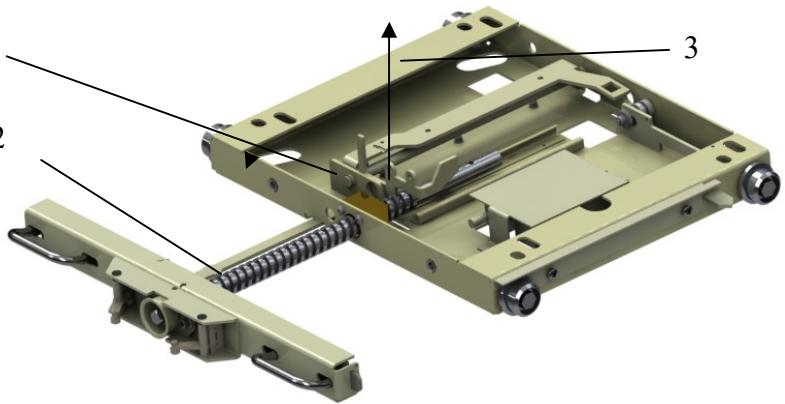
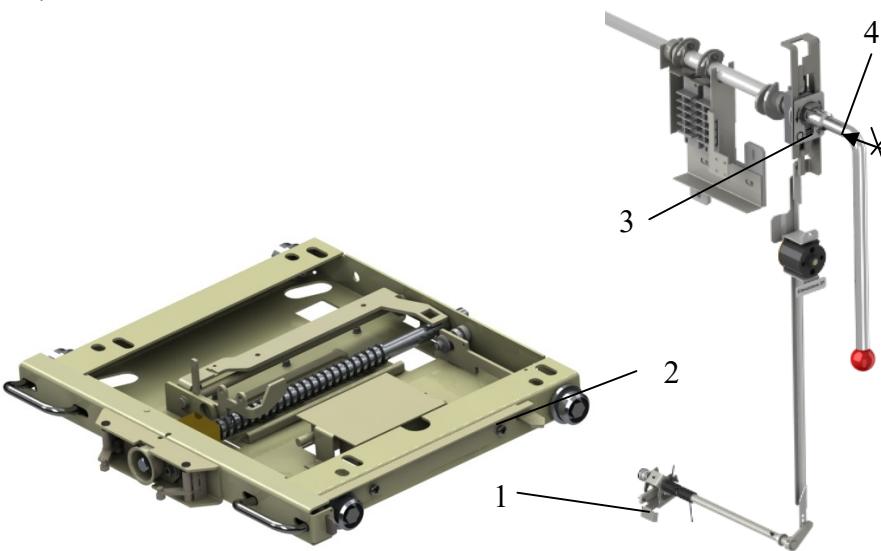
В шкафах КРУ применяются блокировки четырех типов: механические, электромагнитные (с использованием электромагнитных блок-замков), электрические и замковые. Перечень блокировок и их характеристики указаны в таблице 3.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	16
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

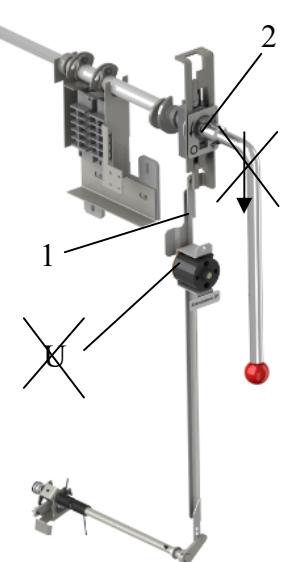
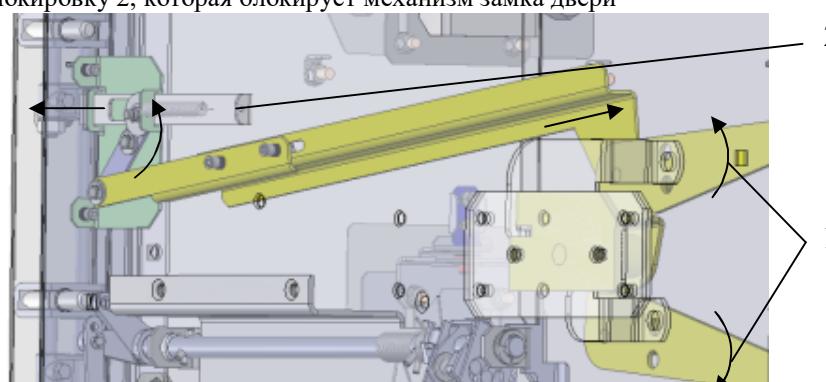
Таблица 3

№	Наименование и описание блокировки	Тип	Объект блокировки
1	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	Механическая	
2	Блокировка перемещения тележки аппаратной из контрольного положения в рабочее при открытой двери отсека выкатного элемента. При отсутствии воздействия 1 блокируется установка рукоятки оперирования выкатным элементом в гнездо и, соответственно, вращение винта 2	Механическая	Выкатной элемент
3	Блокировка перемещения тележки аппаратной из контрольного положения в рабочее при включенном заземлителе. При включении заземлителя 1 происходит поворот механизма 2, который воздействует на планку 3. Планка при перемещении блокирует вращение винта 4	Механическая	

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	17
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

4	<p>Блокировка перемещения тележки аппаратной при отсутствии управляющего напряжения на выводах электромагнитного блок-замка. При отсутствии управляющего напряжения U на электромагнитной блокировке 1 открывание шторки гнезда 2 для рукоятки оперирования выкатным элементом блокируется</p> 	Электро-магнитная	
5	<p>Блокировка оперирования выключателем при нахождении выкатного элемента вне контрольного или рабочего положений. 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
6	<p>Блокировка включения заземлителя при нахождении выкатного элемента вне контрольного положения. Планка 1 упирается в направляющую 2 и блокирует опускание шторки 3 для установки рукоятки оперирования заземлителем 4</p> 	Механическая	Заземлитель

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	18
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

7	<p>Блокировка оперирования заземлителем при отсутствии управляющего напряжения на выводах электромагнитного блок-замка. При отсутствии напряжения питания блок-замок блокирует перемещение планки 1, которая блокирует открытие шторки гнезда привода заземлителя 2</p> 	Электро-магнитная	
8	<p>Блокировка оперирования заземлителем при наличии напряжения на кабеле/шине для вводных ячеек. Принцип действия аналогичен предыдущей блокировке. 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>	Электро-магнитная	
9	<p>Блокировка открывания двери отсека выкатного элемента при нахождении выкатного элемента вне контрольного положения. 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

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	19
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

	Блокировка шторочного механизма навесным замком. Места установки замков 1. Диаметр дужки навесного замка должен быть не более 6 мм.			
10			Замковая	Шторочный механизм
11	Электромагнитная блокировка перемещения выкатного элемента. При отсутствии напряжения шток 1 электромагнита препятствует перемещению планки 2 и блокирует вращение рукоятки оперирования тележки аппаратурной		Электромагнитная	Выкатной элемент

1.7.4 Устройство аварийного открывания дверей

Для открывания двери отсека выкатного элемента, если она заблокирована блокировками, конструкцией шкафа КРУ предусмотрено аварийное открывание двери независимо от состояния блокировок и оборудования.

Аварийное открывание производится через отверстие на лицевой стороне двери, которое закрыто винтом-заглушкой (под крестовую отвертку PH3). Место расположения отверстия на дверях шкафа КРУ показано на рис. 2, поз. 11.

Для аварийного открывания двери необходимо выполнить следующие действия:

- отвернуть винт-заглушку отверстия аварийного открывания двери;
- установить ключ в личинку замка двери;
- установить в отверстие шлицевую отвертку со шлицом 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 9 (по таблице 3).

1.7.5 Шторочный механизм

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

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	20
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

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 открывании шторок показаны стрелками.

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. 10 табл. 3), через которые пропускается дужка навесного замка.

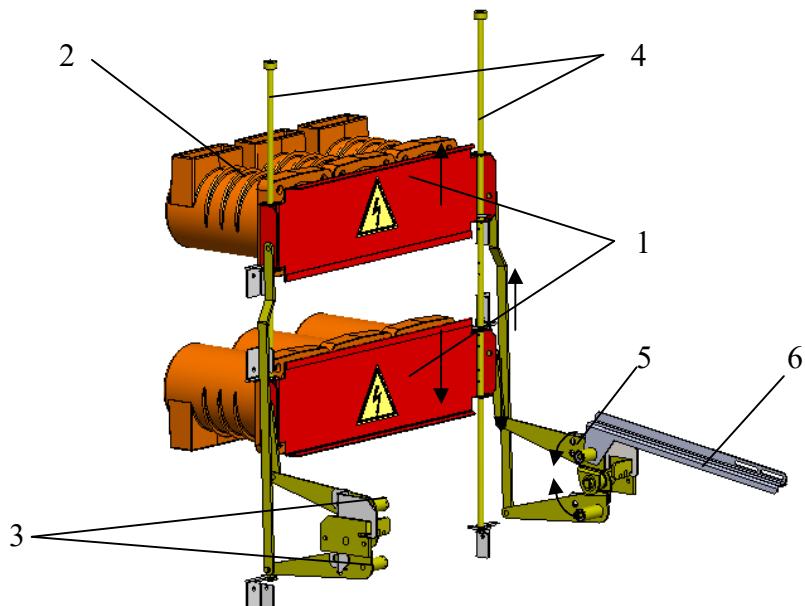


Рис. 10 Шторочный механизм

1 – шторки; 2 – проходные изоляторы; 3 – привод шторочного механизма; 4 – направляющие; 5 – блокировка 10 (по таблице 3); 6 – 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

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. 11). 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 1.8 от 17.11.2025	Лист	21
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

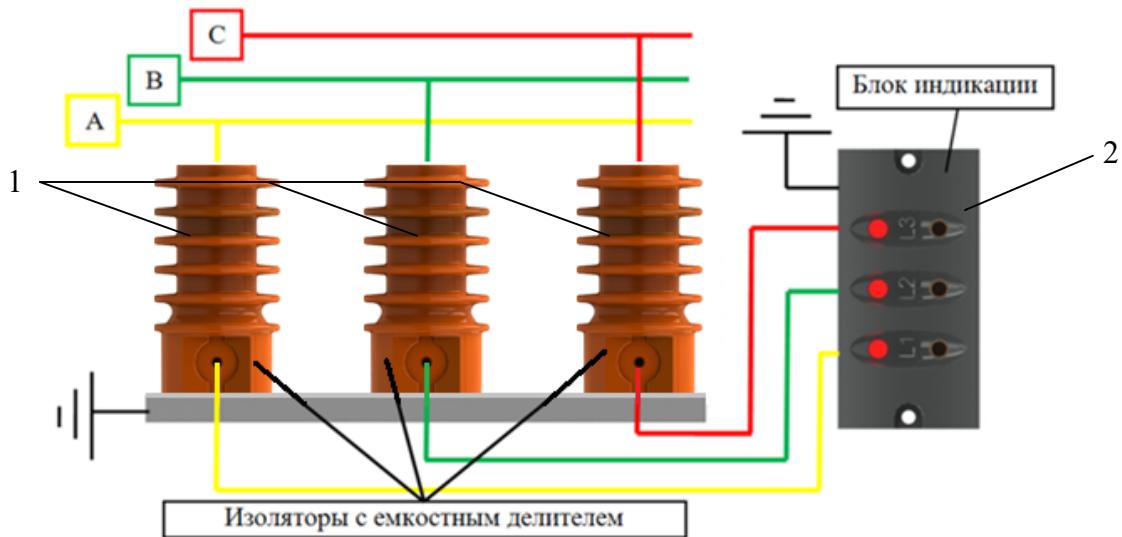


Рис. 11 Схема соединения блока индикации напряжения
1 – опорные изоляторы с емкостным делителем; 2 – блок индикации напряжения

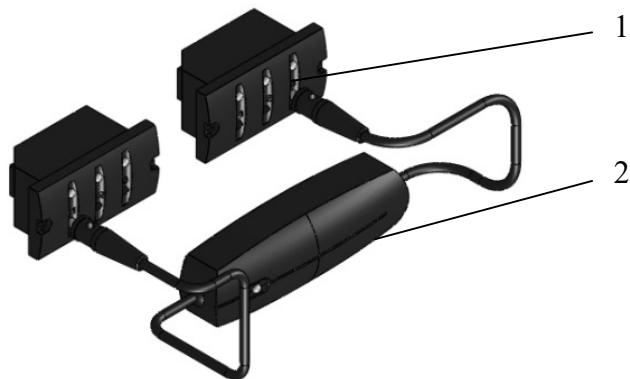


Рис. 12 Устройство для фазировки
1 – блок индикации напряжения; 2 – устройство для фазировки

1.7.7 Защита от дуговых замыканий (ЗДЗ)

1.7.7.1 ЗДЗ клапанного типа

ЗДЗ реагирует на повышение давления воздуха в отсеке. В качестве датчика, реагирующего на повышение давления воздуха, используются специальные разгрузочные клапаны (рис. 13) с концевыми выключателями, установленные на крыше шкафа КРУ. Для каждого из отсеков шкафа КРУ, кабельных присоединений и выкатного элемента, предусмотрены отдельные клапаны 1 и 2. Для защиты отсека сборных шин от дуговых замыканий применяются дугоулавливатели 6, которые устанавливаются по торцам секций КРУ. При возникновении дугового замыкания в отсеке сборных шин, дуга перемещается по сборным шинам в сторону от источника питания и попадает в дугоулавливатель, на крыше которого установлены разгрузочные клапаны 3 с концевыми выключателями.

Чувствительность датчика сброса давления обеспечивает срабатывание дуговой защиты при токе КЗ 1,1кА.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	22
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

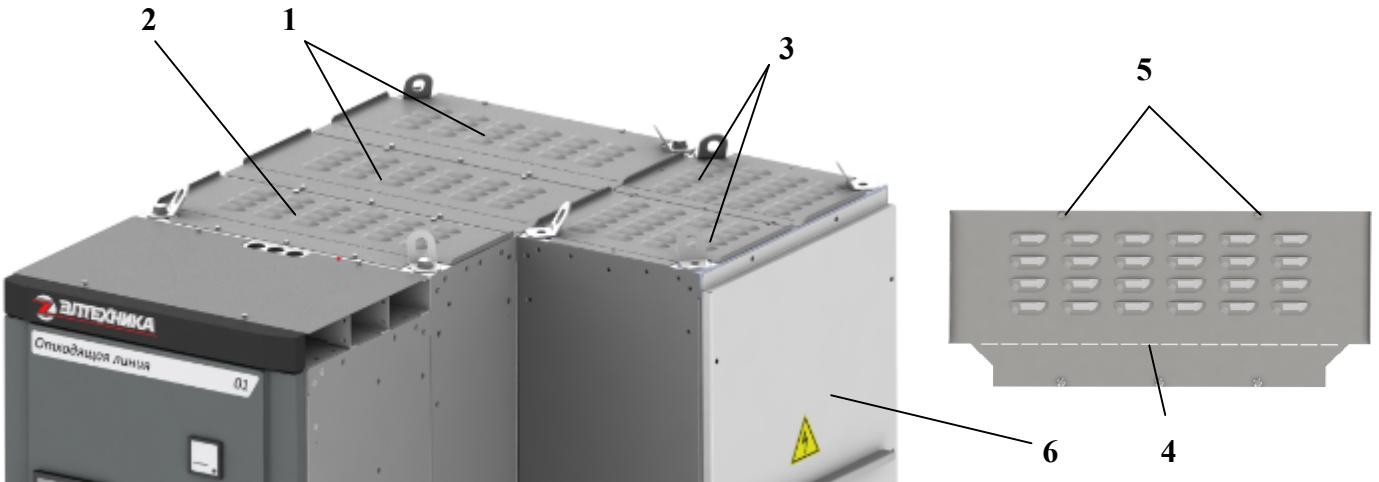


Рис. 13 Дугоулавливатель и клапаны сброса давления

1 – клапаны сброса давления в отсеке кабельных присоединений; 2 – клапан сброса давления в отсеке выкатного элемента; 3 – клапаны сброса давления в дугоулавливателе; 4 – просечки (для открывания клапана при превышении давления); 5 – срывающие пластиковые болты M6 (по 2 шт. на каждом клапане); 6 – дугоулавливатель

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

1.7.7.2 ЗДЗ оптоволоконного типа

Опционально шкафы КРУ могут комплектоваться 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.

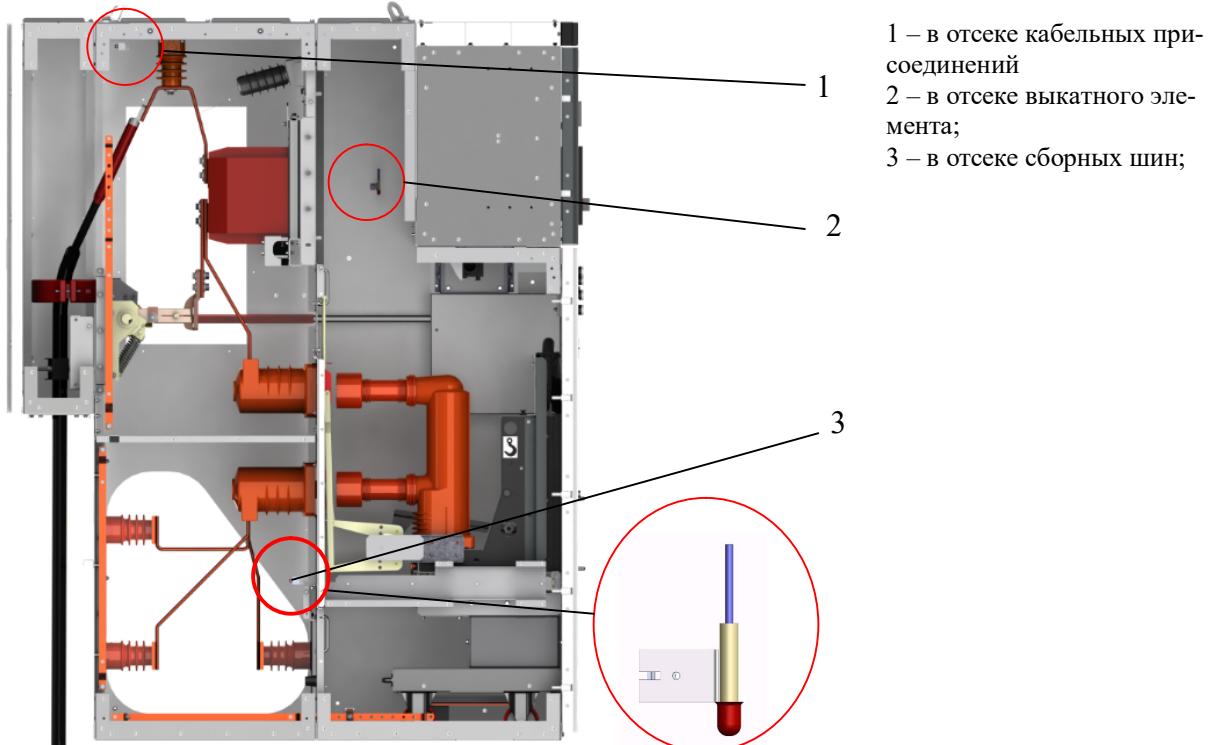


Рис. 14 Места установки датчиков дуговой защиты в отсеках шкафа КРУ

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	23
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

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 Интеллектуальные системы диагностики, мониторинга и управления

По выбору заказчика все шкафы КРУ могут быть дополнительно укомплектованы одной или несколькими из следующего ряда систем диагностики мониторинга и управления:

- Система многоканального бесконтактного температурного контроля (СМТК);
- Система автоматического управления вентиляцией (САУВ);
- Система телемеханики «Элтехника-КП»;
- Система диагностики, мониторинга и управления «КРУ Smart View»;
- Система технологического видеонаблюдения СТВН.

1.7.8.1 Система многоканального температурного контроля

Шкафы КРУ могут быть дополнительно укомплектованы системой многоканального бесконтактного температурного контроля (СМТК «Контроль-Т»), которая позволяет контролировать в реальном времени температуру нагрева контактных соединений в зонах главных цепей КРУ, отображать всю необходимую информацию на встроенным ЖК-дисплее блока управления, а также формировать аварийно-предупредительную сигнализацию как в виде выходных дискретных сигналов типа «сухой контакт», так и путем передачи информации по цифровому интерфейсу в системы верхнего уровня.

В состав СМТК «Контроль-Т» входят следующие устройства:

- Цифровые пирометрические датчики температуры «Контроль-Т»;
- Блок управления.

Цифровые пирометрические датчики температуры «Контроль-Т» в реальном времени осуществляют измерение температуры контактных соединений высоковольтного выключателя, разъединителя, сборных шин и кабельных присоединений. Датчики имеют встроенный цифровой интерфейс RS-485 с поддержкой стандартного протокола Modbus RTU для передачи измеренных значений температуры в различные системы верхнего уровня.

Блок управления имеет встроенный ЖК-дисплей, который с помощью запрограммированных экранов человека-машинного интерфейса показывает:

- аварии и неисправности в системе;
- текущие значения температур в заданных точках;
- краткое описание системы;
- текущее состояние системы;
- настройки системы.

В процессе штатной эксплуатации КРУ все заводские настройки минимальных и максимальных температурных порогов (установок) срабатывания СМТК могут быть изменены с помощью кнопок управления, расположенных на лицевой панели блока управления.

Подробное описание содержится в руководстве по эксплуатации на Систему многоканального бесконтактного температурного контроля СМТК «Контроль-Т»

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	24
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

1.7.8.2 Система автоматического управления вентиляцией

В шкафах КРУ на номинальный ток 4000А устанавливается система автоматического управления принудительной вентиляцией (САУВ «КРУ 4000А»).

САУВ состоит из следующих подсистем:

- СМТК «Контроль-Т» (п.1.7.8.1);
- Электровентиляторов основной и резервной группы.

Электровентиляторы обеспечивают эффективное охлаждение ячейки КРУ во время эксплуатации.

В процессе работы САУВ осуществляет постоянный подсчет суммарного времени наработки вентиляторов основной и резервной групп в целях своевременной их замены по достижении установленного ресурса наработки (29500 часов).

В процессе штатной эксплуатации КРУ все заводские настройки минимальных и максимальных температурных порогов (установок) срабатывания САУВ могут быть изменены с помощью кнопок управления, расположенных на лицевой панели блока управления СМТК «Контроль-Т» (п.1.7.8.1).

Подробное описание содержится в руководстве по эксплуатации на [Систему автоматического управления вентиляцией КРУ-4000А](#).

1.7.8.3 Система телемеханики «Элтехника-КП»

Шкафы КРУ могут быть дополнительно укомплектованы устройствами, необходимыми для подключения элементов распределительного устройства к [системе телемеханики «Элтехника-КП»](#), которая предназначена для сбора, обработки и хранения следующего объема данных:

- телесигнализация – для подключения блок-контактов положения и состояния коммутационных аппаратов, контактов реле неисправности, реле контроля напряжения и т.д.;
- телеизмерения – для мониторинга электрических и технологических параметров шкафа КРУ, предусмотрена возможность интеграции терминалов РЗиА, счетчиков электрической энергии, измерительных преобразователей, [цифровых пиromетрических датчиков температуры «Контроль-Т»](#) т.д.;
- телеуправление – для обеспечения дистанционного оперирования силовым выключателем, заземлителем, выкатным элементом, предусмотрены промежуточные реле, контакты которых включены в цепи управления силового выключателя.

1.7.8.4 Система мониторинга и управления «КРУ Smart View»

В каждый шкаф КРУ серии «Волга» может быть установлена система диагностики, мониторинга и управления «КРУ Smart View». Система «КРУ Smart View» является неотъемлемой частью шкафа КРУ и представляет собой сенсорную панель оператора с цветным графическим экраном диагональю 10 дюймов. Система «КРУ Smart View» значительно повышает эксплуатационную надежность шкафа КРУ, а встроенная сенсорная панель оператора делает шкаф КРУ интеллектуальным, так как позволяет в реальном времени отслеживать и прогнозировать остаточный ресурс всего коммутационного оборудования, предупреждать и контролировать проведение требуемых регламентных работ согласно стратегии – ТОиР «по техническому состоянию», управлять коммутационными аппаратами главных цепей шкафа КРУ и т.д.

Подробное описание содержится в руководстве по эксплуатации [КРУ «Smart View» Система диагностики, мониторинга и управления КРУ «Волга»](#)

1.7.8.5 Система технологического видеонаблюдения

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	25
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

По заказу шкафы КРУ комплектуются [системой технологического видеонаблюдения](#). Система технологического видеонаблюдения предназначена для визуального контроля в реальном времени за процессами перемещения выкатного элемента и за работой заземляющего разъединителя внутри высоковольтных изолированных отсеков шкафа КРУ серии «Волга». Система видеонаблюдения значительно повышает эксплуатационные преимущества интеллектуального шкафа КРУ и дает возможность оперативному персоналу осуществлять удаленный визуальный контроль при выполнении команд дистанционного управления ВЭ и ЗР.

Система видеонаблюдения устанавливается в каждый шкаф КРУ серии «Волга» и представляет собой компактные IP-видеокамеры, оснащенные широкоугольными объективами, которые устанавливаются внутри изолированных отсеков шкафа КРУ и в автоматическом режиме осуществляют контроль:

- за состоянием и перемещением выкатного элемента и работой шторочного механизма внутри изолированного отсека выкатного элемента (ВЭ);
- за положением и работой заземляющего ножа в изолированном отсеке кабельных/шинных присоединений.

1.7.9 Прочее оборудование

1.7.9.1 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;
- ОПН;
- ТТНП.

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)AD, 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/ $\sqrt{3}$, 6300/ $\sqrt{3}$ (10000/ $\sqrt{3}$, 10500/ $\sqrt{3}$); 100/ $\sqrt{3}$; 100/3 ЗНОЛП-6(10)У2 6000/ $\sqrt{3}$, 6300/ $\sqrt{3}$ (10000/ $\sqrt{3}$, 10500/ $\sqrt{3}$); 100/ $\sqrt{3}$; 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 У/Ун-0;	Технологически выкатное
Ограничители перенапряжений (ОПН)	ОПН-ПТ/TEL-6/6,9 – УХЛ2; ОПН-ПТ/TEL-6/7,2 – УХЛ2; ОПН-ПТ/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

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	26
PЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

1.7.9.2 Аппаратура модуля вторичных цепей

1.7.9.2.1 РЗиА

Устройства РЗиА в КРУ осуществляют:

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

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

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

1.7.9.2.2 Учет электроэнергии

В шкафах КРУ используются счетчики активной и реактивной электроэнергии. Счетчики имеют следующие возможности:

- измерение и учет 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.

1.7.9.2.3 Система телемеханики.

Список основного оборудования для системы телемеханики представлен в Таблице 5.

Таблица 5

Оборудование	Наименование
Микропроцессорные блоки релейной защиты и автоматики	Серия 1000+ 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 БМРЗ-150 БМЦС SPAC 810-Л, Д, С, В, Н, Р, Т; MiCOM P121;P122; P123; P124; P126; P127; P632 Корпус 40TE; P921; P922; P40 Agile БЭ2502А, ЭКРА-217 TOP-200, TOP-300
Дуговая защита	«ОВОД-МД», «ОВОД-Л»
Оборудование Телемеханики и связи	Контроллер EK52DE GSM-роутер IRZ RU01, 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 Медиа-конвертор IMC-21-S-SC, IMC-101-M-SC Плата силовых реле RM-116

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	27
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

	Конвертор i-7520 Модуль дискретного ввода М-7051D Модуль дискретного ввода/вывода М-7055D Модуль дискретного вывода М-7045D, М-7045D-NPN Контроллер i-7188XAD Шлюз AB7000, AB7029, MGATE MB3480, EGX300 Модем Zelax M-160Д1
Измерительные преобразователи	ЭНКС-Зм, ЭНИП-2, ЭНМВ, ЭНМИ, ЭНКМ-3, ESM AET серия 100, 200, 300, 400
Счетчики электрической энергии	Меркурий-234 СЭТ-4ТМ, ПСЧ-4

1.7.9.2.4 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.

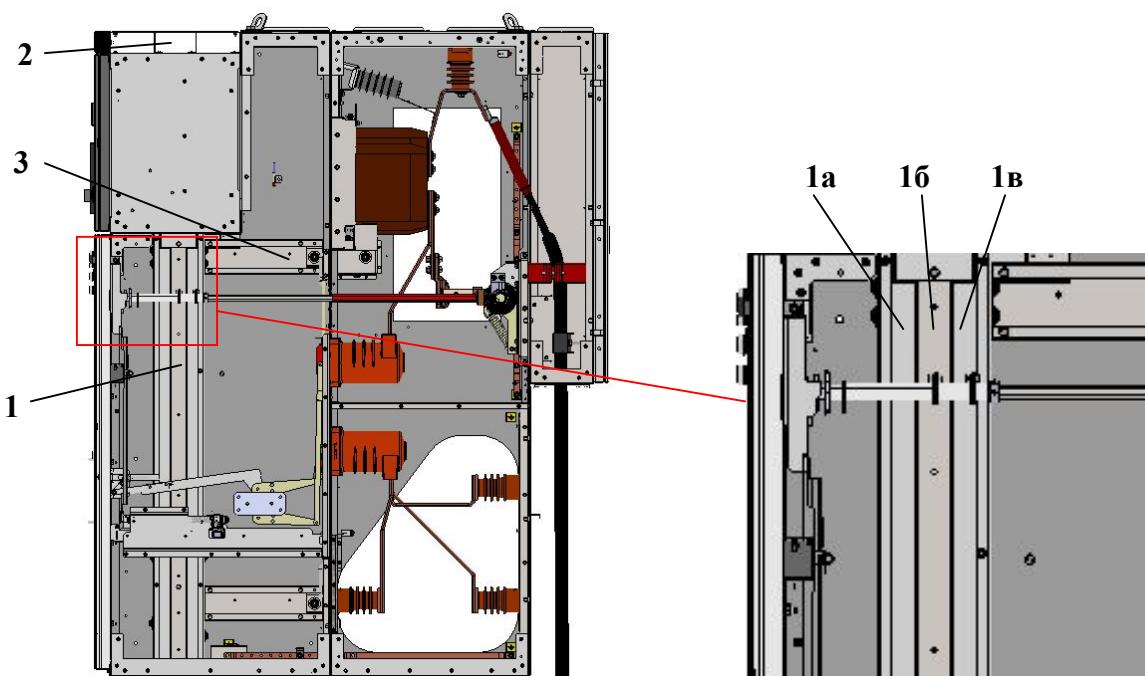


Рис. 15 Кабельные каналы для прокладки жгутов проводников вторичных цепей

1 – кабельный канал для проводников вторичных цепей от оборудования модулей главных цепей и внешних вторичных цепей при прокладке в кабельном этаже; 1а, 1в – кабельный канал для жгутов вторичных цепей; 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

2 Монтаж, наладка и ввод в эксплуатацию

2.1 Общие требования

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	28
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

При организации и производстве работ по монтажу, наладке и испытаниям шкафов КРУ следует соблюдать требования ПУЭ, РД 34.45-51.300-97 и СП 76.13330-2016.

К началу монтажных работ должны быть выполнены:

- строительная часть ЗРУ, с обеспечением необходимых проемов для нормальной подачи шкафов КРУ;
- отделочные работы, чистовая отделка стен и потолков ЗРУ;
- помещение ЗРУ очищено от пыли и строительного мусора, высушено и созданы условия, предотвращающие его увлажнение;
- кабельные каналы и проемы в полу для кабелей;
- силовая сеть 380/220В;
- заземляющее устройство и электроосвещение;

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 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 "Правилами по охране труда 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/м²;
- 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 мм². Способы крепления указаны на рис. 25;
- расположение закладных элементов крепежа шкафов КРУ и кабелей должно соответствовать установочным размерам, указанным в Приложении 3;
- 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

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	29
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

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.

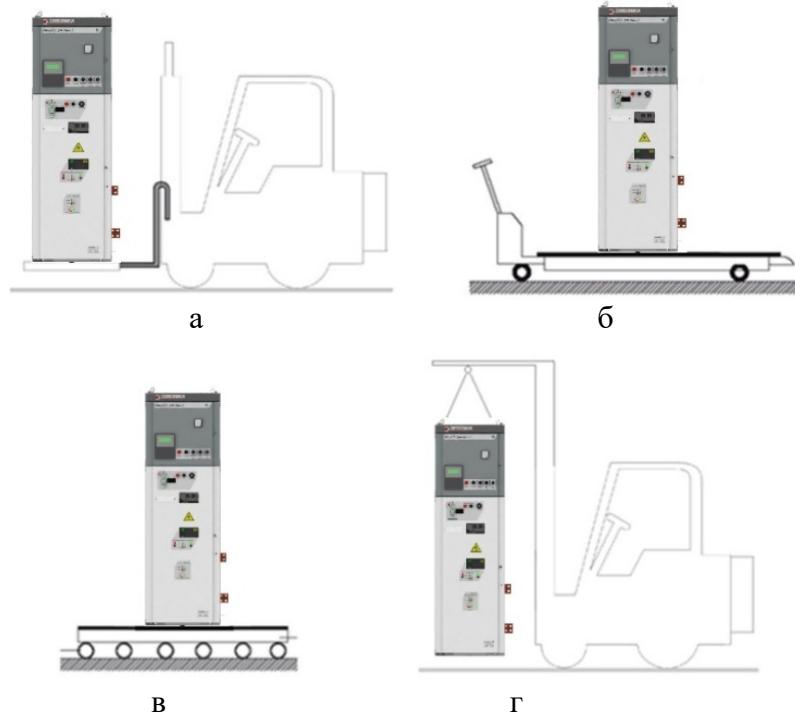


Рис. 16 Способы перемещения шкафов КРУ на транспортном поддоне

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.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	30
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

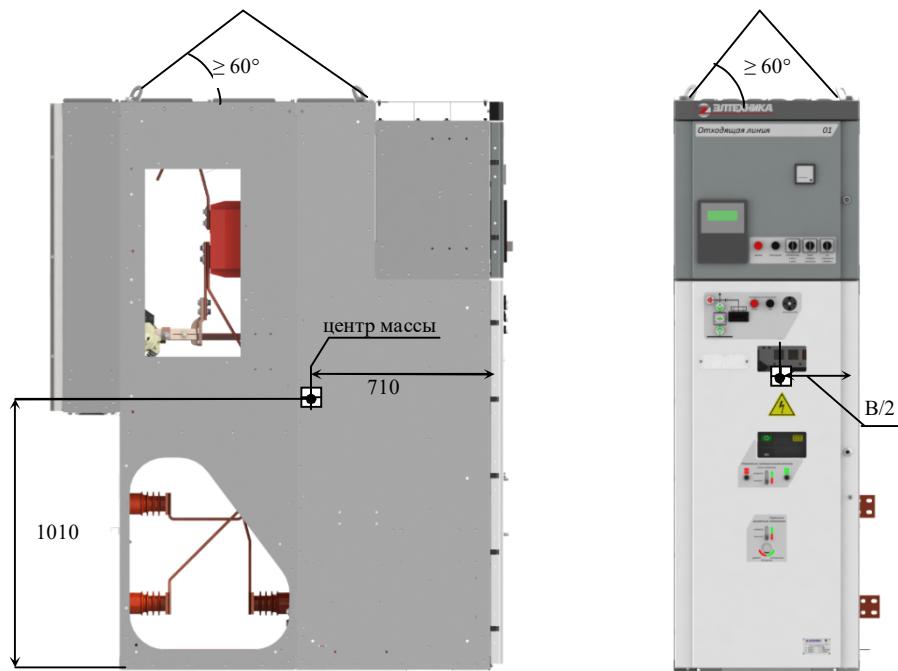


Рис. 17 Схема строповки шкафов КРУ

Таблица 6

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	20; 25; 31,5	1000

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

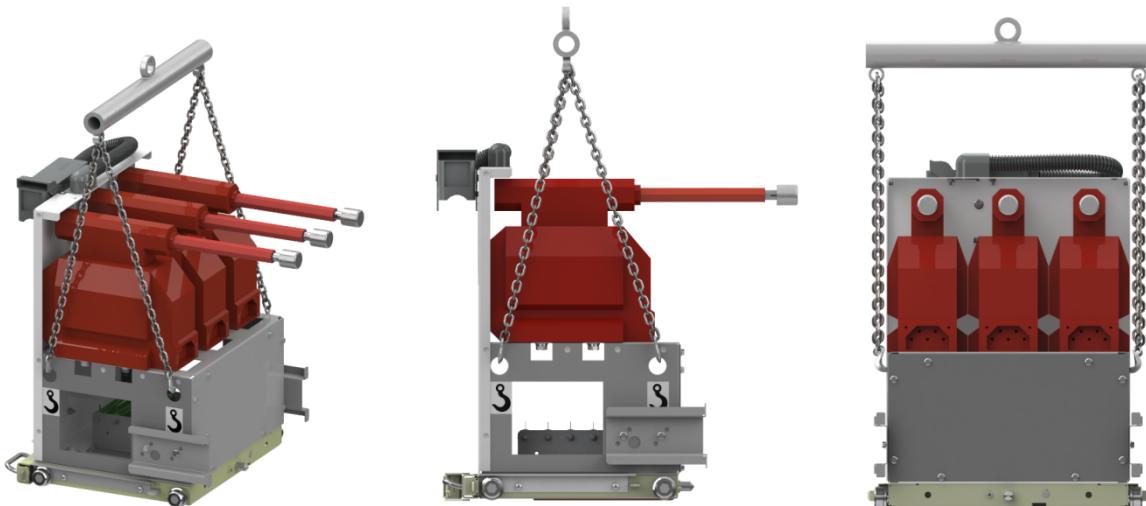


Рис. 18 Схема строповки выкатных элементов с трансформаторами напряжения

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.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	31
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

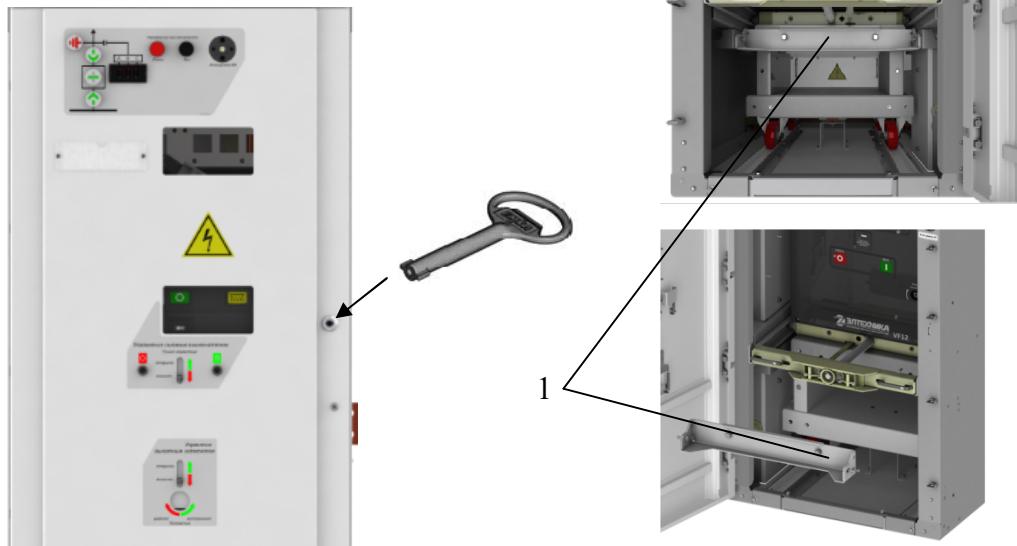
Распаковку следует производить при помощи исправного инструмента, не допуская повреждений защитного покрытия шкафов КРУ, приборов, вынесенных на лицевые панели шкафов, и другого оборудования.

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 выкатного элемента, выполнив действия по п. 1.7.4;
- выкатить выкатной элемент согласно рис. 18;
- отвернуть четыре шурупа с шестигранной головкой крепления шкафа к транспортному поддону;
- приподнять шкаф КРУ при помощи подъемного механизма и удалить транспортный поддон.

Порядок демонтажа выкатного элемента представлен на рис. 19.

1. Открыть дверь отсека выкатного элемента штифтовым ключом, выполнив действия по п. 1.7.4
2. Демонтировать фиксирующий кронштейн 1 при помощи гаечного ключа 13 мм.



3. При помощи гаечного ключа 10 мм открутить два болта 2 и ослабить два болта 3 фиксирующие поворотные заглушки. Открыть две поворотные заглушки 4 и выкатить выкатной элемент.

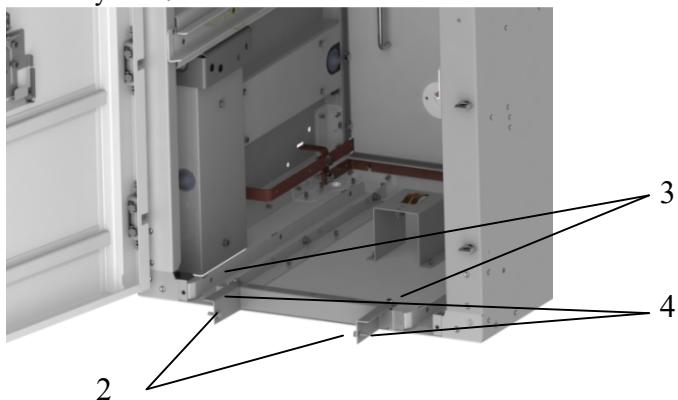


Рис. 19 Порядок демонтажа выкатного элемента

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	32
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

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.

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.

Лицевая сторона

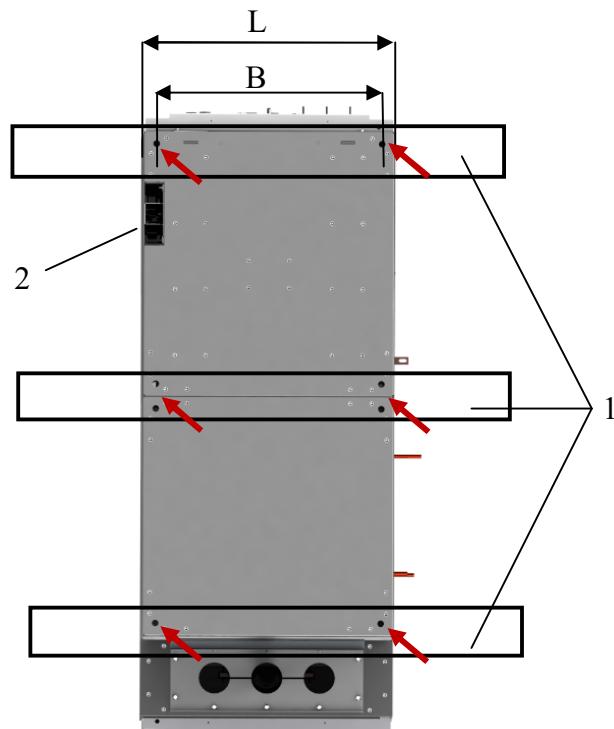


Рис. 20 Установочные размеры шкафов КРУ, размещение закладных швейлеров и отверстий для прохода силовых и контрольных кабелей. Вид сверху на дно шкафа КРУ

1 – швейлер №10 – 3 шт.; 2 – отверстие для ввода жгутов внешних вторичных цепей в кабельный канал снизу шкафа КРУ;

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	33
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

Таблица 7

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

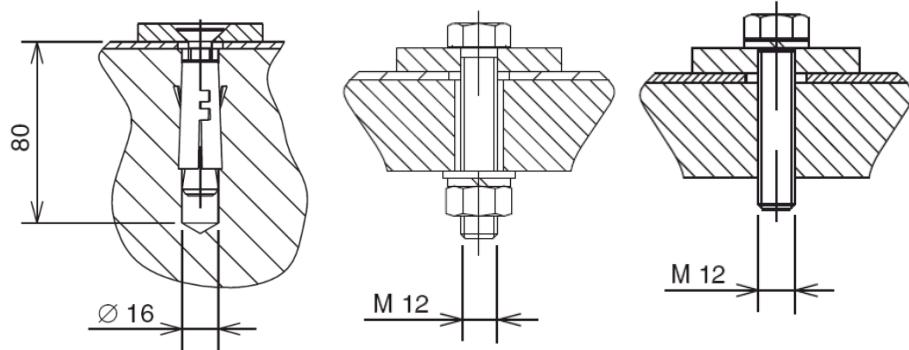


Рис. 21 Способы крепления шкафов КРУ

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.

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

2.5.2.3 Установить на штатное место следующий в ряду шкаф КРУ. Прикрепить шкаф КРУ к установочной поверхности. Одновременно выполнять монтаж сборных шин согласно п. 2.5.2.7.

2.5.2.4 При монтаже шкафов КРУ со степенью защиты IP41 нанести силиконовый уплотнитель по периметру стыков шкафов. Стыки между шкафами закрыть нащельниками согласно монтажному чертежу.

2.5.2.5 Стянуть смежные боковые стенки установленных шкафов КРУ болтами M6x16 DIN6923 из комплекта ЗИП согласно рис. 22.

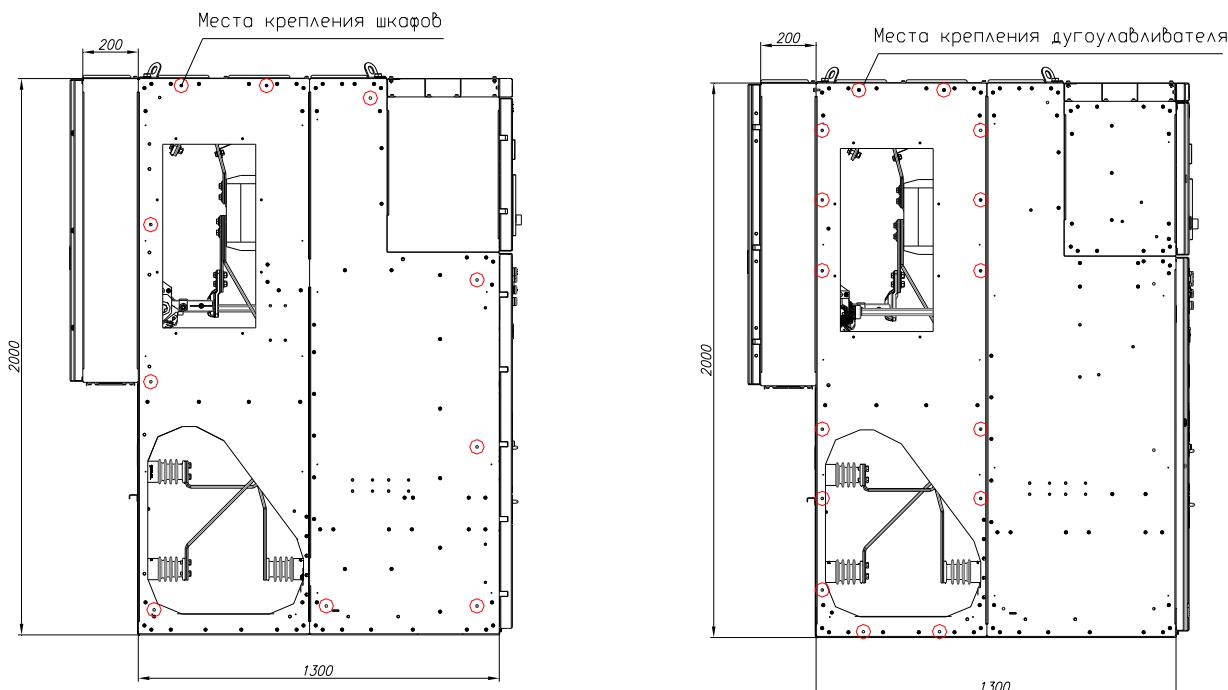


Рис. 22 Места скрепления соседних шкафов КРУ

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	34
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

Доступ к отсеку сборных шин в шкафах КРУ осуществляется спереди через нижнюю съемную перегородку и сзади через нижнюю съемную панель согласно рис. 23.

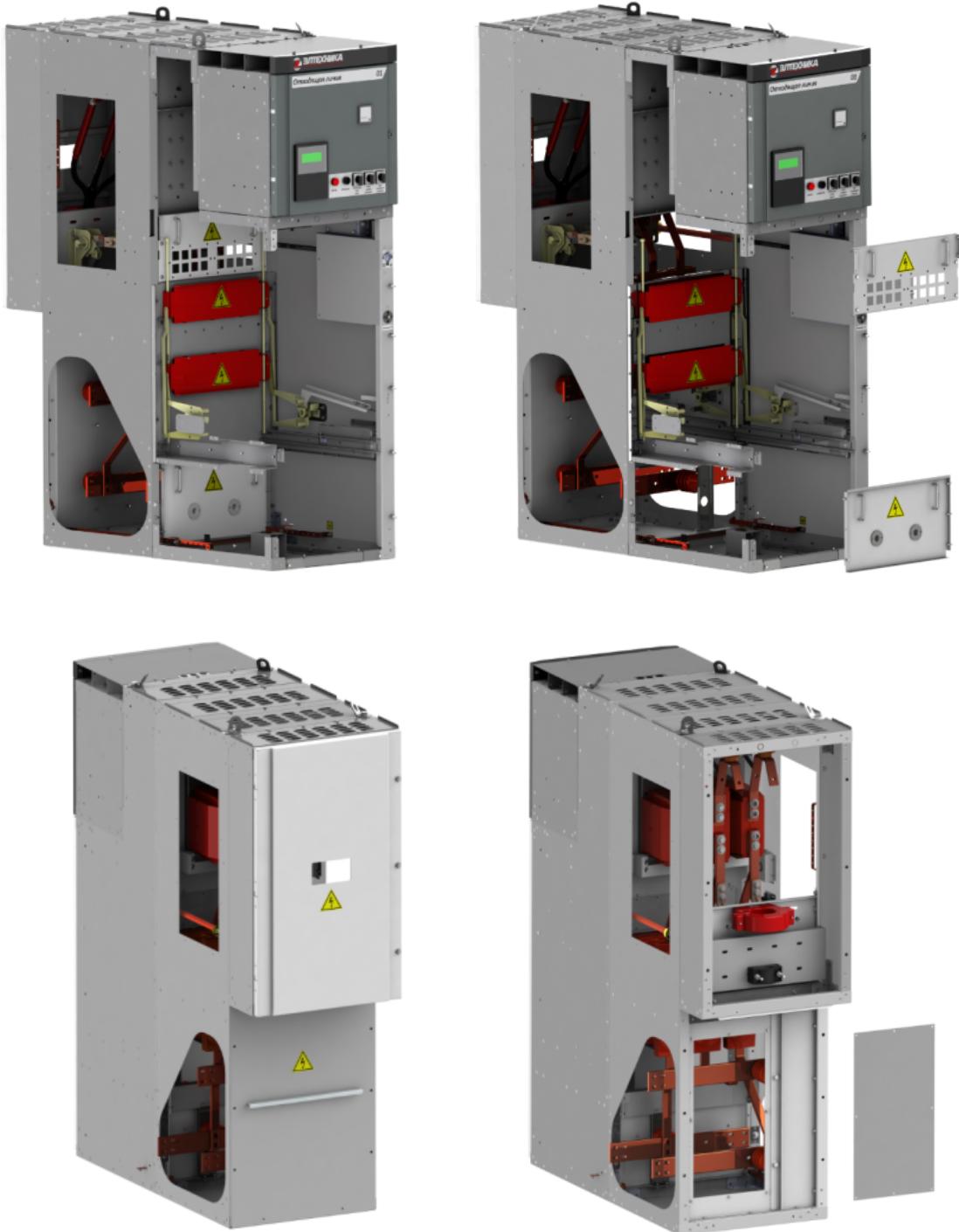


Рис. 23 Порядок демонтажа съемных перегородок и панелей для доступа к отсеку сборных шин

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	35
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

2.5.2.6 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.

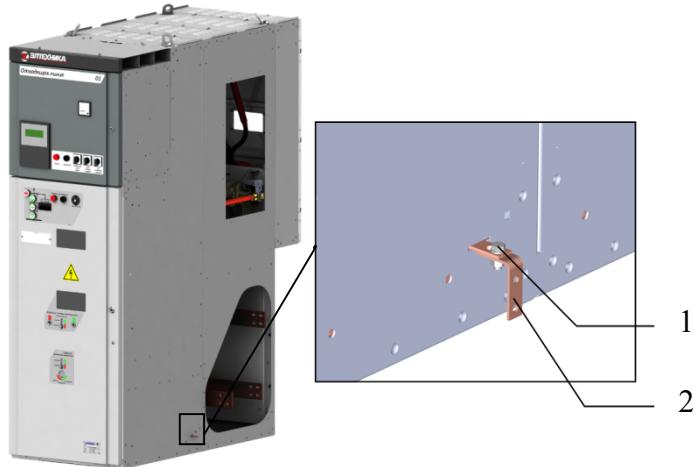


Рис. 24 Сборка системы заземления секции шкафа КРУ
1 – болтовое соединение M8; 2 – шина заземления соседнего шкафа КРУ

2.5.2.7 Соединить шкафы КРУ с контуром заземления при помощи уголка заземления согласно рис. 25. Уголок заземления крепится: к шкафу КРУ – с помощью 2 болтовых единиц M6 (отверстия в уголке сверлятся по месту), к контуру заземления – посредством сварки.

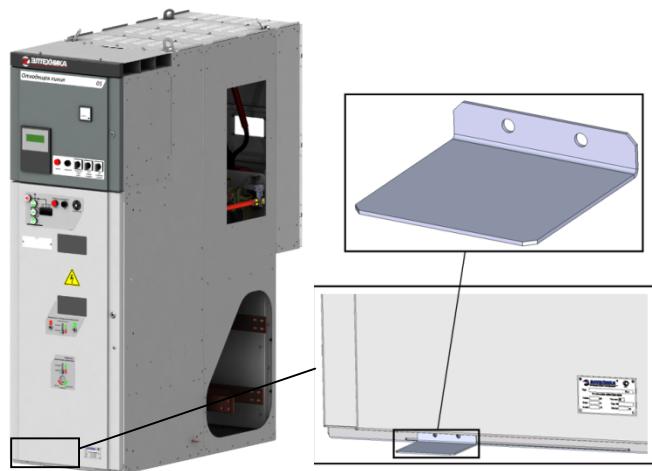


Рис. 25 Присоединение к внешнему контуру заземления

2.5.2.8 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

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	36
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

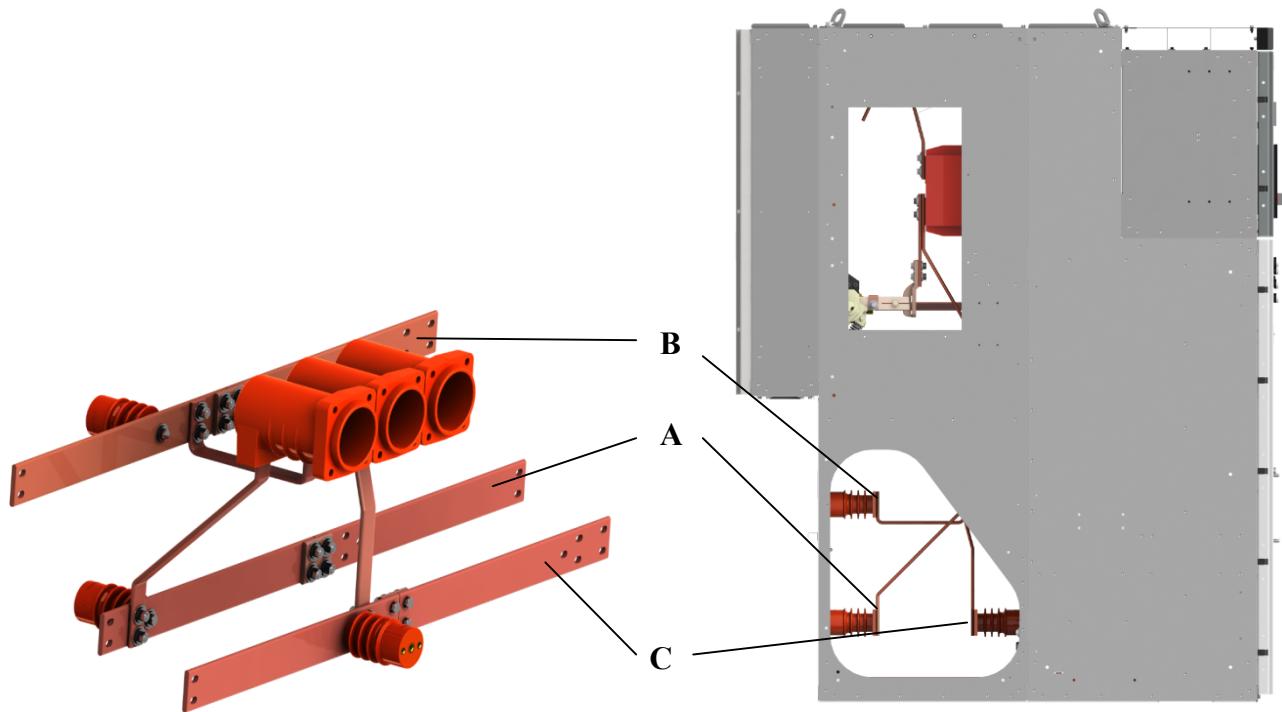
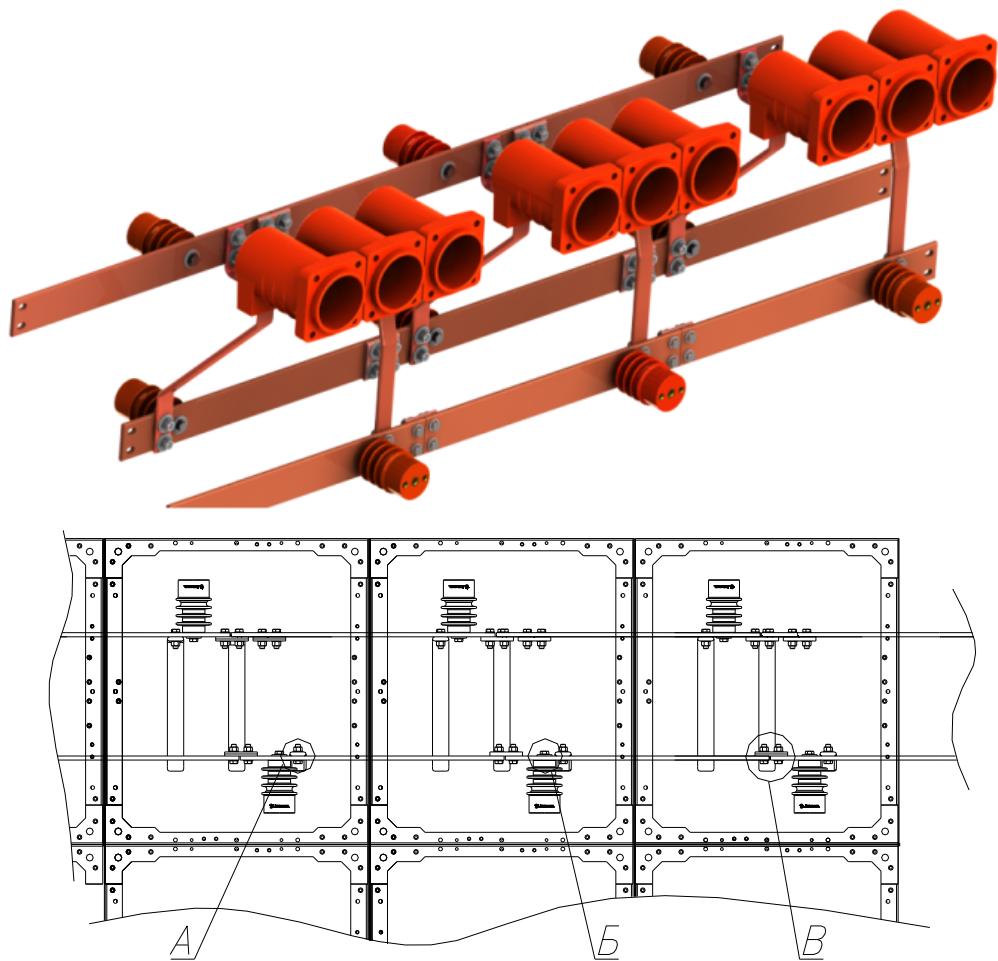


Рис. 26 Монтаж сборных шин



Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	37
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59



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

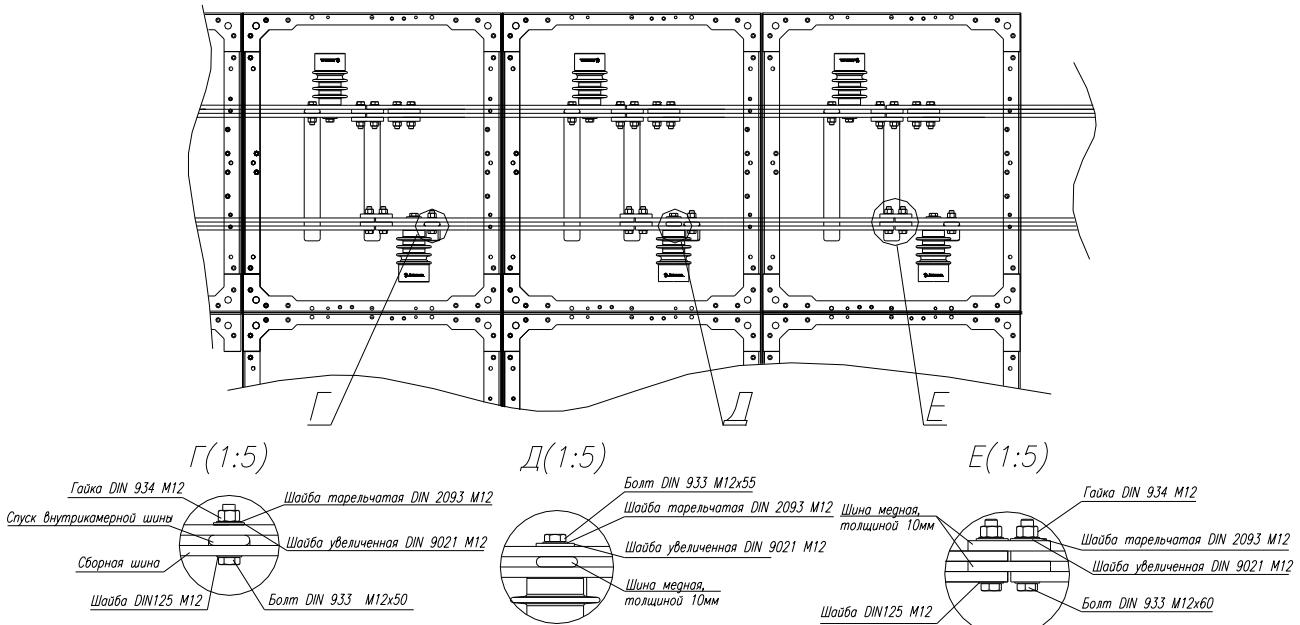


Рис. 28 Монтаж сборных шин 2500 А (вид сверху на шкафы КРУ)

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)

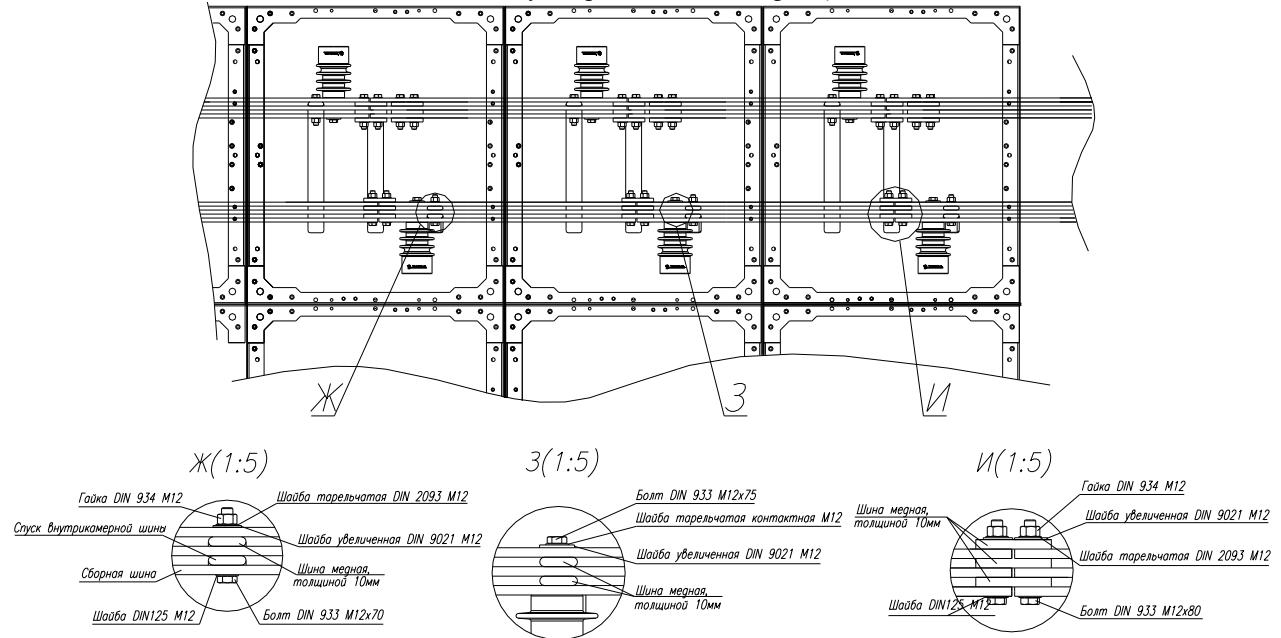


Рис. 29 Монтаж сборных шин 3150 А (вид сверху на шкафы КРУ)

Ж – крепление шины 10x40 отходящей линии; З – крепление сборных шин к опорным изоляторам;

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	38
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

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					
		M6	M8	M10	M12	M16	M20
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			

2.5.2.9 Подключение кабеля внутри отсека кабельных присоединений (рис. 30):

- снять съемное дно 1 с сальниками 2;
- вырезать в сальнике отверстие соответствующее диаметру кабеля;
- пропустить кабель через отверстие в сальнике 2, пластиковый держатель кабеля 3, ТТНП 4, и прикрепить кабельные наконечники к шинам 5;
- закрепить кабель пластиковыми держателями 3 с моментом затяжки 18 Нм.

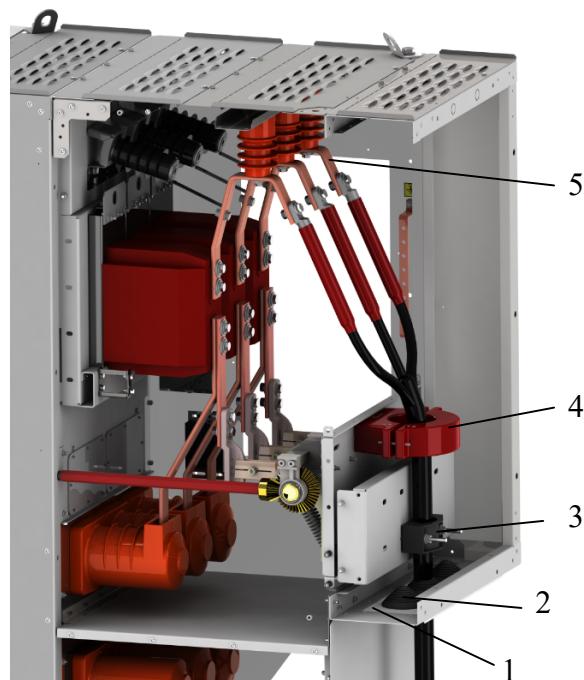


Рис. 30 Монтаж кабеля в отсеке кабельных присоединений

1 – съемное дно; 2 – сальник; 3 – пластиковый держатель кабеля; 4 – ТТНП; 5 – шина

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	39
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

2.5.2.10 Монтаж выкатных элементов с силовыми выключателями, секционными разъединителями и измерительными трансформаторами напряжения производить согласно рис. 31.

При помощи гаечного ключа 10 мм открутить два болта 2 и ослабить два болта 3 фиксирующие поворотные заглушки. Открыть две поворотные заглушки 4 и вкатить выкатной элемент.

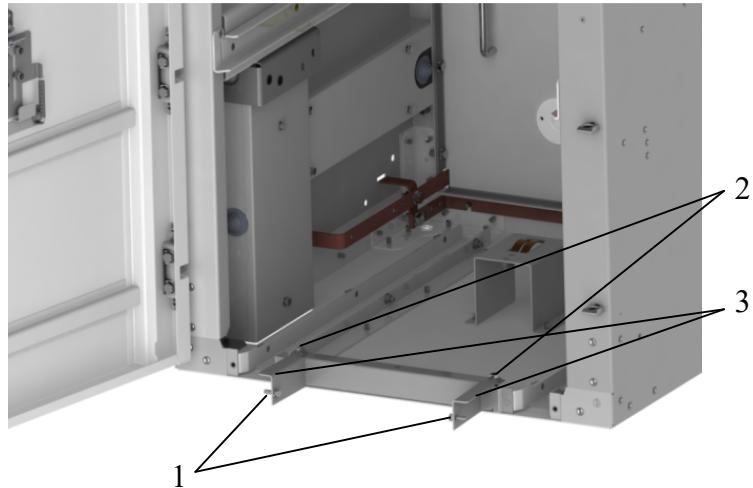
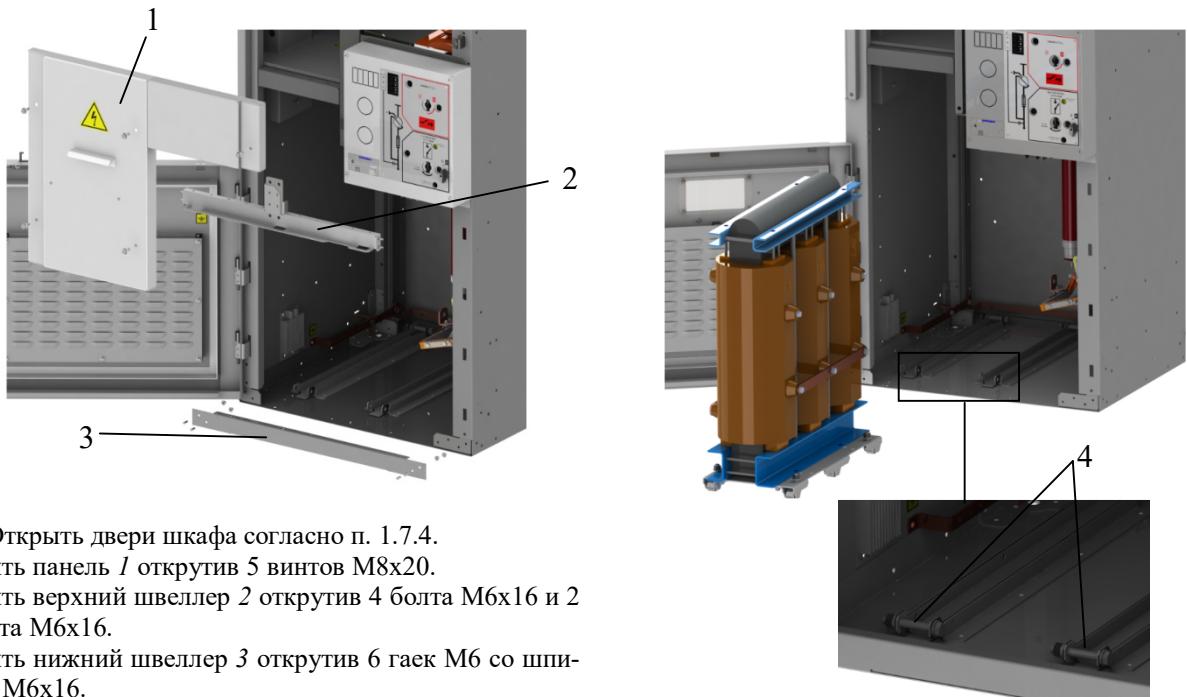


Рис. 31 Монтаж выкатных элементов

2.5.2.11 Монтаж выкатного элемента трансформатора собственных нужд в шкаф производить согласно рис. 32.



1. Открыть двери шкафа согласно п. 1.7.4.
Снять панель 1 открутив 5 винтов M8x20.
Снять верхний швейлер 2 открутив 4 болта M6x16 и 2 винта M6x16.
Снять нижний швейлер 3 открутив 6 гаек M6 со шпилек M6x16.

2. Снять два болта 4 M12x80.
Установить ТСН соосно с направляющими.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	40
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59



3. Закатить ТСН, установить два болта M12x80 в качестве ограничителей.

4. Установить панель 1 и швеллеры 2 и 3.

Рис. 32 Порядок монтажа выкатного элемента с трансформатором собственных нужд

2.5.2.12 После монтажа шкафов, при необходимости, отрегулировать положение дверей и работу замков высоковольтных отсеков.

Для регулировки необходимо:

- ослабить крепление петель и проушин замка;
- выставить ровно положение двери, выставить положение проушин замка, проверить работу замка;
- затянуть крепеж.

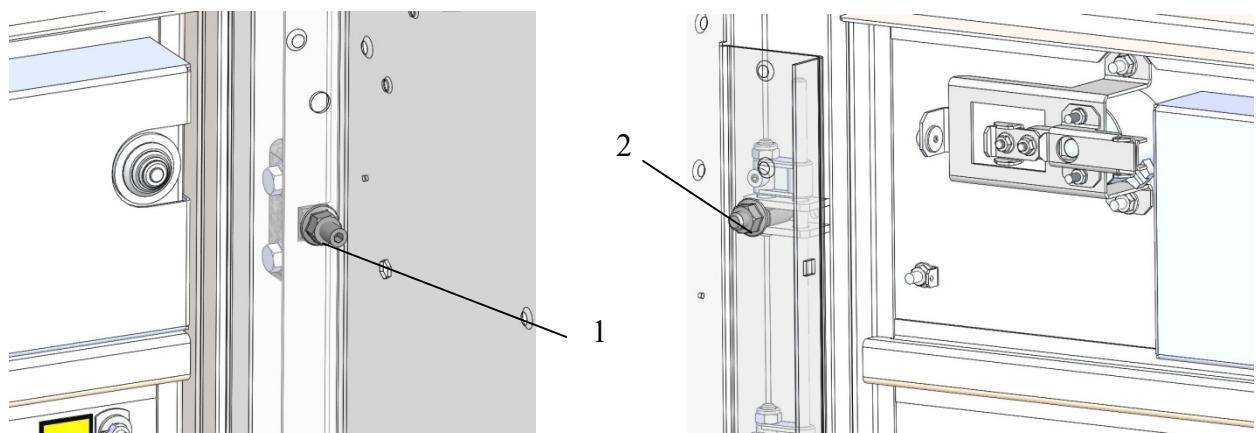


Рис. 33 Крепление петель дверей и проушин замка (вид изнутри)

1 – гайка M10 крепления петли двери; 2 – гайка M10 крепления проушины замка

2.6 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.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	41
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

2.7 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.

2.7.1 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.

2.7.2 Проверка функционирования коммутационных аппаратов производится согласно РЭ на аппараты.

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

2.7.4 При наличии в заказе дуговой защиты ОВОД-Л проверить установку термиинирующих резисторов в соответствии общей схемой межкамерных соединений заказа (Э6).

2.7.5 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 ОПН и отвести от заземленных частей корпуса КРУ на расстояние не менее 120 мм. Также должны быть отсоединенны 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

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	42
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

элементы схемы, испытательное напряжение которых ниже прикладываемого (в соответствии с документацией заводов изготовителей).

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);
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТ ЭЭ);
- 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!

Если выкатной элемент установлен на моторизованной тележке аппаратной (ТА), то для перехода из дистанционного режима управления в ручной необходимо разблокировать муфту, предназначенную для механической развязки электродвигателя при ручном управлении тележкой.

Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- если ТА находится в выключенном положении, то необходимо повернуть рукоятку оперирования по часовой стрелке на 1/4 оборота, затем повернуть рукоятку оперирования против часовой стрелки на 1/4 оборота, при этом муфта разблокируется и можно произвести выкатывание подвижной части ТА, вращая рукоятку оперирования по часовой стрелке до упора. Если муфта не разблокируется, то необходимо повторить операцию разблокирования.

- если ТА находится во включенном положении, то необходимо повернуть рукоятку оперирования против часовой стрелки на 1/4 оборота, затем повернуть рукоятку оперирования по часовой стрелке на 1/4 оборота, при этом муфта разблокируется и можно произвести выкатывание подвижной части ТА, вращая рукоятку оперирования против часовой стрелки до упора. Если муфта не разблокируется, то необходимо повторить операцию разблокирования.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	43
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

Таблица 9

Операция	Действия оператора	
Установка выкатного элемента в контрольное положение	<p>Открыть дверь отсека выкатного элемента штифтовым ключом</p> 	
	<p>Убедиться, что токоведущие части КРУ закрыты шторочным механизмом. Если шторочный механизм был предварительно заблокирован навесным замком – снять его!</p>	
	<p>Открыть поворотные заглушки согласно п.2.5.2.9</p>	
Установка выкатного элемента в контрольное положение Перевод выкатного элемента из контрольного положения в рабочее	<p>Установить выкатной элемент так чтобы его колеса располагались соосно с направляющими Сдвинуть до упора к центру ручки фиксаторов выкатного элемента 1. 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> 	<p>Зафиксировать неподвижную часть тележки выкатного элемента в отсеке, выдвинув ручки фиксаторов в стороны от центра тележки. Присоединить разъем вторичных цепей выкатного элемента к соответствующему разъему в КРУ. Если на выкатном элементе установлен силовой выключатель, отключить его от кнопки. Закрыть дверь отсека выкатного элемента штифтовым ключом</p>

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	44
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

Операция	Действия оператора
	Открыть дверь модуля вторичных цепей четырехгранным штифтовым ключом и включить питание схемы сигнализации и оперативного тока
	Убедиться, что светятся сигнальные лампы «Выкатной элемент в контрольном положении» на интерактивной схеме на лицевой стороне двери отсека выкатного элемента
	Проверить отключенное положение силового выключателя
	Закрыть двери отсека выкатного элемента и отсека кабельных присоединений штифтовым ключом
	Отключить заземлитель
	При наличии дополнительной электромагнитной блокировки выкатного элемента установить магнитный/электромагнитный ключ в блок-замок. Поднять защитную шторку на двери отсека выкатного элемента и установить рукоятку оперирования в гнездо «Управление выкатным элементом» до появления характерного щелчка. При отсутствии щелчка убедиться в том, что дверь отсека полностью закрыта

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	45
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

Операция	Действия оператора	
	Выполнить 20 полных оборотов рукоятки по часовой стрелке. На завершающем участке хода (последние 2–3 оборота) допустимо увеличение сопротивления вращению рукоятки вследствие процессастыковки элементов контактных систем главной цепи	
	Убедиться в загорании сигнальных ламп «Выкатной элемент в рабочем положении» на интерактивной схеме на лицевой стороне двери отсека выкатного элемента. Удерживая в верхнем положении защитную шторку на двери отсека выкатного элемента, извлечь рукоятку из гнезда, отпустить защитную шторку	 
Перевод выкатного элемента из рабочего положения в контрольное	Если на выкатном элементе установлен силовой выключатель – перевести его в отключенное положение При наличии дополнительной электромагнитной блокировки выкатного элемента установить магнитный/электромагнитный ключ в блок-замок.	
	Поднять защитную шторку на двери отсека выкатного элемента и установить рукоятку оперирования в гнездо «Управление выкатным элементом»	
	Установить рукоятку оперирования выкатным элементом в гнездо до появления характерного щелчка. При отсутствии щелчка убедиться в том, что дверь отсека полностью закрыта	
	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	
	Убедиться в загорании сигнальных ламп «Выкатной элемент в контролльном положении» на интерактивной схеме на лицевой стороне двери отсека выкатного элемента	
Извлечение выкатного элемента из отсека выкатного элемента	Убедиться, что выкатной элемент находится в контролльном положении (горят сигнальные лампы «Выкатной элемент в контролльном 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 Открыть поворотные заглушки согласно п.2.5.2.9 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 в коридор обслуживания.	

3.6 Оперирование коммутационными аппаратами

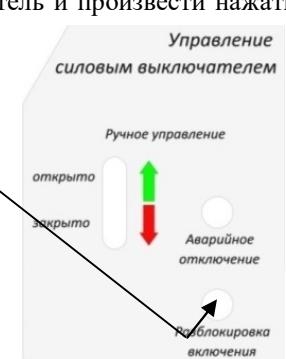
При выполнении операций с коммутационными аппаратами необходимо убедиться в отсутствии их запрета со стороны какой-либо из блокировок (табл. 3). Алгоритм операций с коммутационными аппаратами приведен в табл. 10. После выполнения каждого действия необходимо проверить соответствие состояния аппарата выполненной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

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	46
PЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

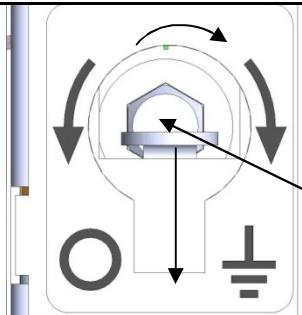
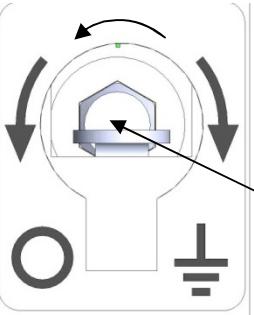
Таблица 10

Аппарат	Операция	Режим	Действия оператора	
Силовой выключатель	Взвешение пружины	Ручной (при открытой двери отсека выкатного элемента)	VF12	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
			Evolis	При помощи встроенной рукоятки взвеси пружину; для этого необходимо несколько раз покачать ее вверх и вниз до упора до перехода индикатора взвода пружины в положение «пружина взведена»
		Дистанционный		Подача питания в цепи мотор-редуктора согласно электрической схеме вторичных цепей КРУ (Э3)
	«В»	Местный		Нажать кнопку «Вкл.» на двери отсека выкатного элемента
		Дистанционный		Подать внешнюю команду «Включение силового выключателя» на схему управления КРУ
		Ручной (только для VF12, Evolis, Sion)		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

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	47
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

Аппарат	Операция	Режим	Действия оператора
«O»	Местный		Нажать кнопку «Откл.» на двери на двери отсека выкатного элемента
			
	Дистанционный		Подать внешнюю команду «Отключение силового выключателя» на схему управления КРУ
	Ручной		Поднять до упора вверх защитную шторку «Ручное управление» на двери отсека выкатного элемента, установить в открывшееся отверстие, обозначенное символом «O», толкатель из комплекта ЗИП и произвести нажатие на кнопку ручного отключения выключателя
			
	«BO»	Дистанционный	Подать внешнюю команду «ВО силового выключателя» в схему цепей управления КРУ
	«O-BO»	Дистанционный	Подать внешнюю команду «O-BO силового выключателя» в схему цепей управления КРУ
Силовой выключатель	Разблокировка (SHELL)	Ручной	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
			
Заземлитель	«B»	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 1.8 от 17.11.2025	Лист	48
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

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>
«O»		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.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	49
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

Перед началом ремонта шкафов КРУ со снятием напряжения необходимо выполнить организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ, в соответствии с требованиями «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок». Проверка отсутствия 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 по охране труда при эксплуатации электроустановок», «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, ОПН, 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 безвоздушного материала, смоченного спиртом	По мере необходимости
	Выводы контактных соединений	Протереть контактные площадки выводов чистым безвоздушным 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
	Привод	Провести испытание изоляции отключенного выключателя на разрыв и включенного выключателя относительно земли и смежных полюсов одноминутным переменным напряжением промышленной частоты	5 лет
Заземлитель	Контактные поверхности	Смазать трущиеся поверхности подвижных частей в соответствии с документацией на выключатель	По мере необходимости
		Очистить контактные поверхности при помощи чистого безвоздушного материала, смоченного спиртом. Нанести пасту противозадирную на медной основе типа Molyslip Copaslip или ее аналоги	По мере необходимости

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	50
PЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

Объект обслуживания	Узел	Выполняемые действия	Периодичность, не реже
Токоведущие элементы главной цепи и цепи заземления	Разъемные контактные соединения	Удалить старую токопроводящую смазку при помощи ветоши и нанести новую смазку.	По мере необходимости
Изоляторы, ОПН, трансформаторы тока, трансформаторы напряжения	Изоляционные поверхности	Очистить от загрязняющих отложений при помощи чистого, сухого безворсового материала.	По мере необходимости
Тележка аппаратная	Винт	<p>Нанести пластичную смазку (ЦИАТИМ) в отверстие 1 для смазки опоры винта и на резьбу винта 2</p> <p>Через каждые 60 операций вкатывания и выкатывания</p>	

Чистка, восстановление окраски, антикоррозийного 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 антикоррозийного 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, антикоррозийного 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 салфеткой, 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.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	51
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

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. 34.

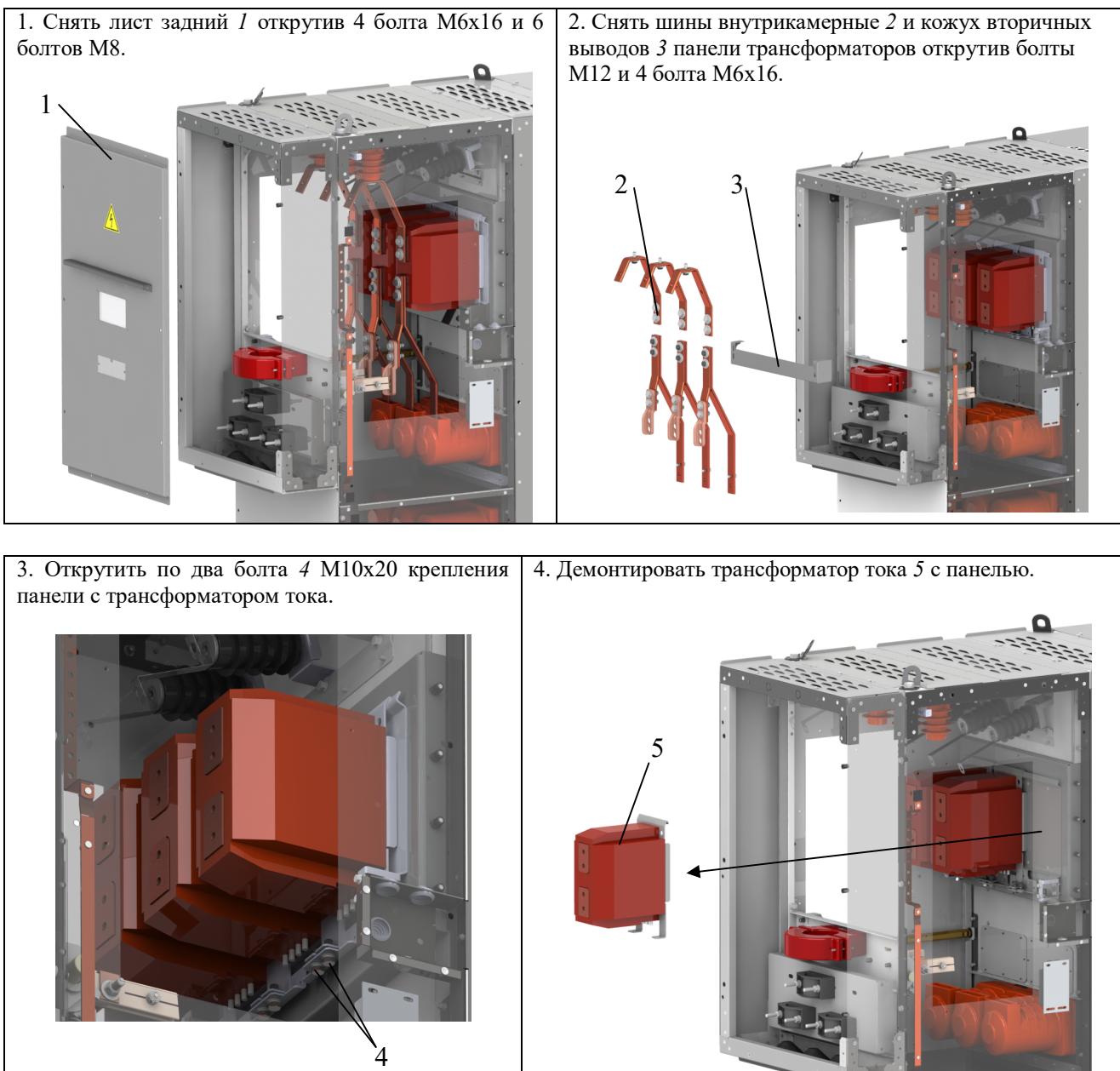


Рис. 34 Порядок демонтажа измерительных трансформаторов тока

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

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	52
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

от минус 50° до плюс 40°C и влажности не более 98% при температуре плюс 25°C.

Транспортной единицей является шкаф КРУ. Шкаф 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, закреплен фиксирующими кронштейнами (см. рис. 19)
Вакуумный выключатель	в рабочем положении, силовая пружина не взведена 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, в неотапливаемом хранилище, допускается хранение КРУ и запасных частей под навесами. Хранение КРУ допускается при температуре окружающего воздуха от минус 50° до плюс 40°C и влажности не более 98% при температуре плюс 25°C.

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.

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
Термопласти	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

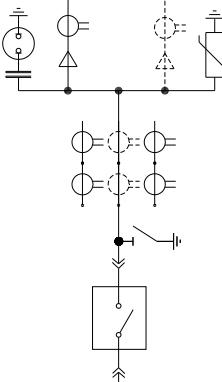
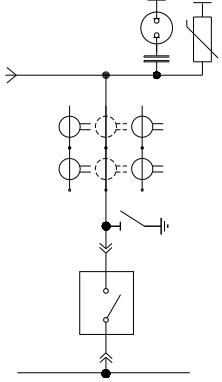
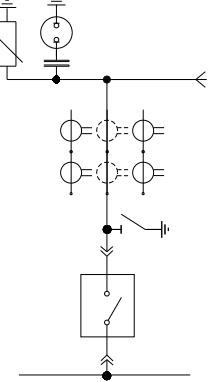
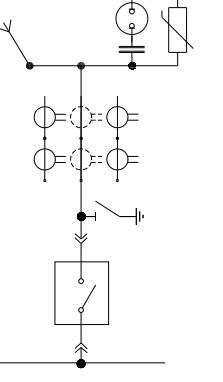
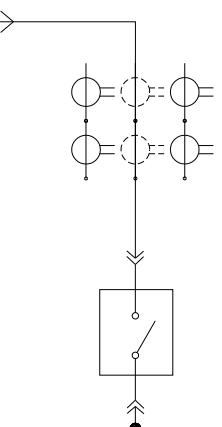
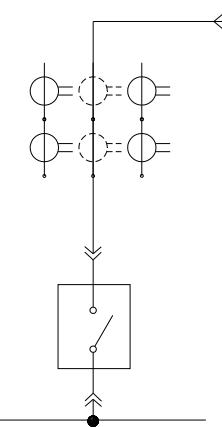
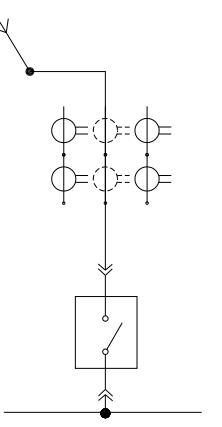
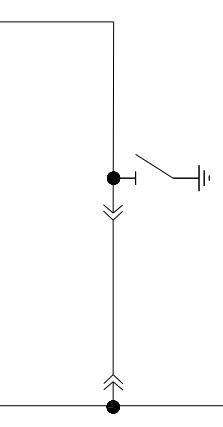
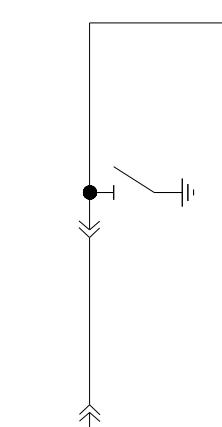
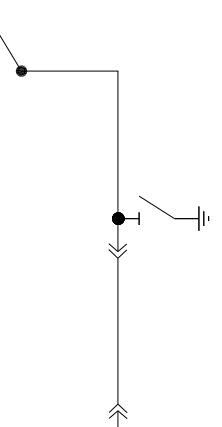
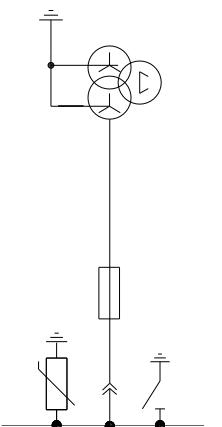
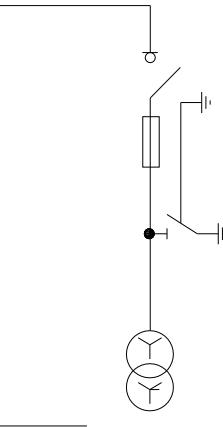
АО «ПО Элтехника» гарантирует соответствие шкафов КРУ требованиям технических условий ТУ 3414-038-45567980-2012 при соблюдении потребителем условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации, установленных Техническими условиями и РЭ.

Гарантийный срок эксплуатации указан в Паспорте на шкаф КРУ.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	53
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	59

Приложение 1

Сетка схем главных электрических цепей КРУ

Схема № 1	Схема № 3	Схема № 5	Схема № 7
Кабельный ввод/отходящая линия	Шинный ввод. Выход шин слева	Шинный ввод. Выход шин справа	Шинный ввод. Выход шин сзади
			
Схема № 13	Схема № 14	Схема № 15	Схема № 16
Секционный выключатель. Выход шин слева	Секционный выключатель. Выход шин справа	Секционный выключатель. Выход шин сзади	Секционный разъединитель. Выход шин слева
			
Схема № 17	Схема № 18	Схема № 21	Схема № 22
Секционный разъединитель. Выход шин справа	Секционный разъединитель. Выход шин сзади	Трансформатор напряжения с предохранителями	Трансформатор собственных нужд
			

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	54
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	60

Шинный мост			

Элементы схем, обозначенные пунктиром – опции.

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	55
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	60

Приложение 2

Внешний вид и габаритные размеры шкафов КРУ

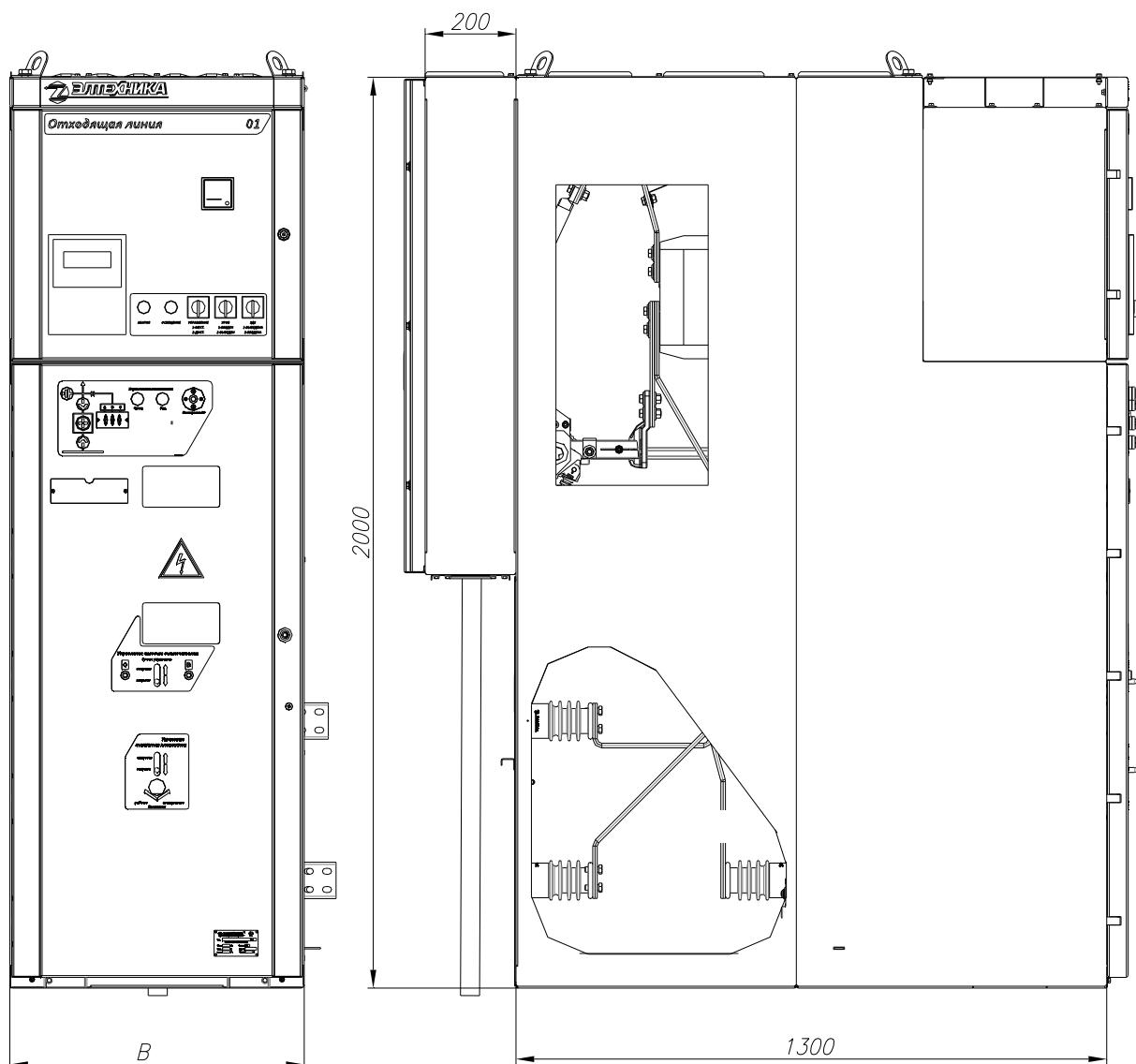


Рис. 2.1 Габаритные размеры шкафов КРУ.

Кабельный ввод снизу

Таблица 2.1 Габаритные размеры шкафов КРУ

Номинальный ток, А	Размер В, мм
≤ 1250	650
1600; 2000	800
2500; 3150	1000

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	56
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	60

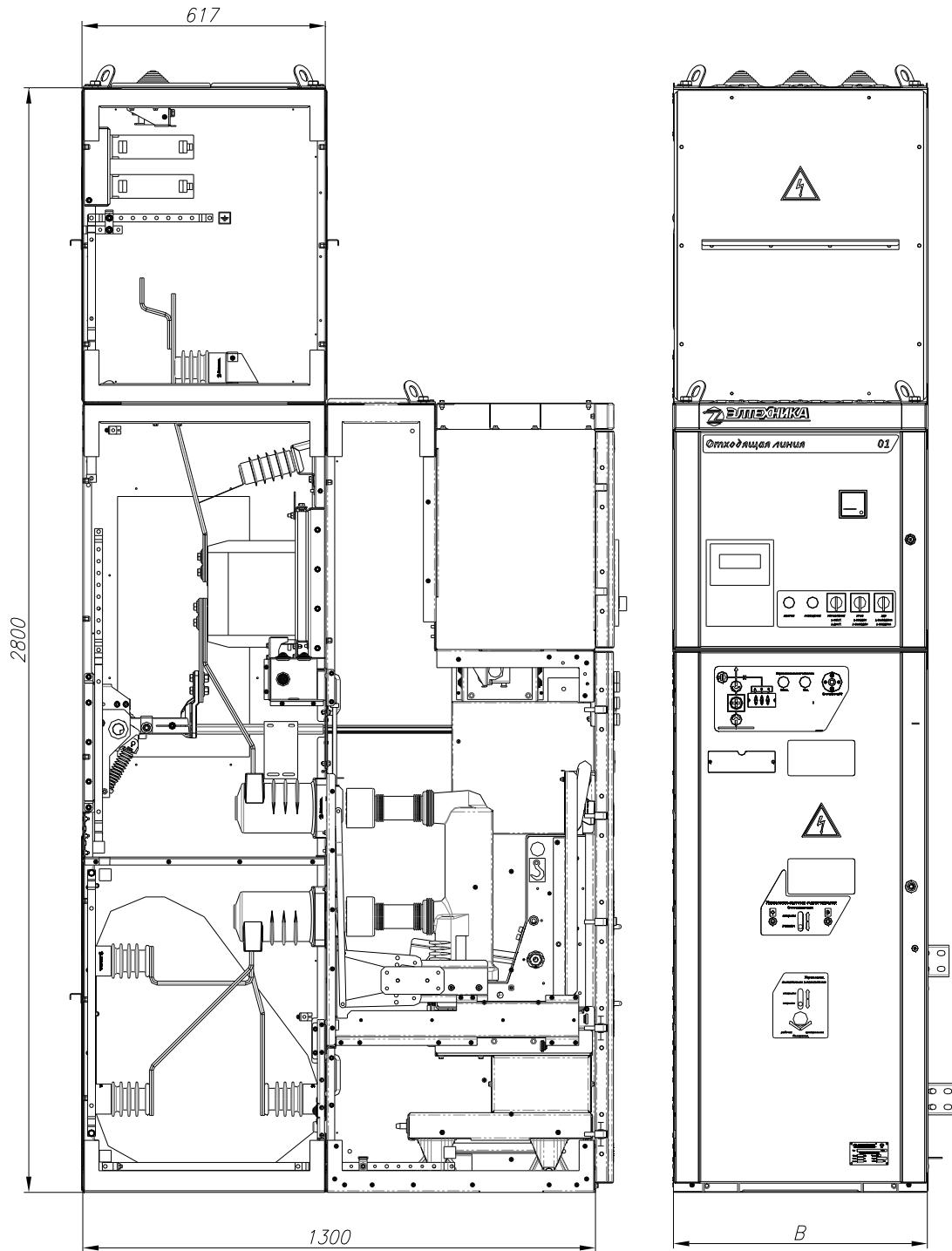


Рис. 2.2 Габаритные размеры шкафов КРУ.

Кабельный ввод сверху

Таблица 2.2 Габаритные размеры шкафов КРУ

Номинальный ток, А	Размер В, мм
≤ 1250	650
1600; 2000	800
2500; 3150	1000

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	57
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	60

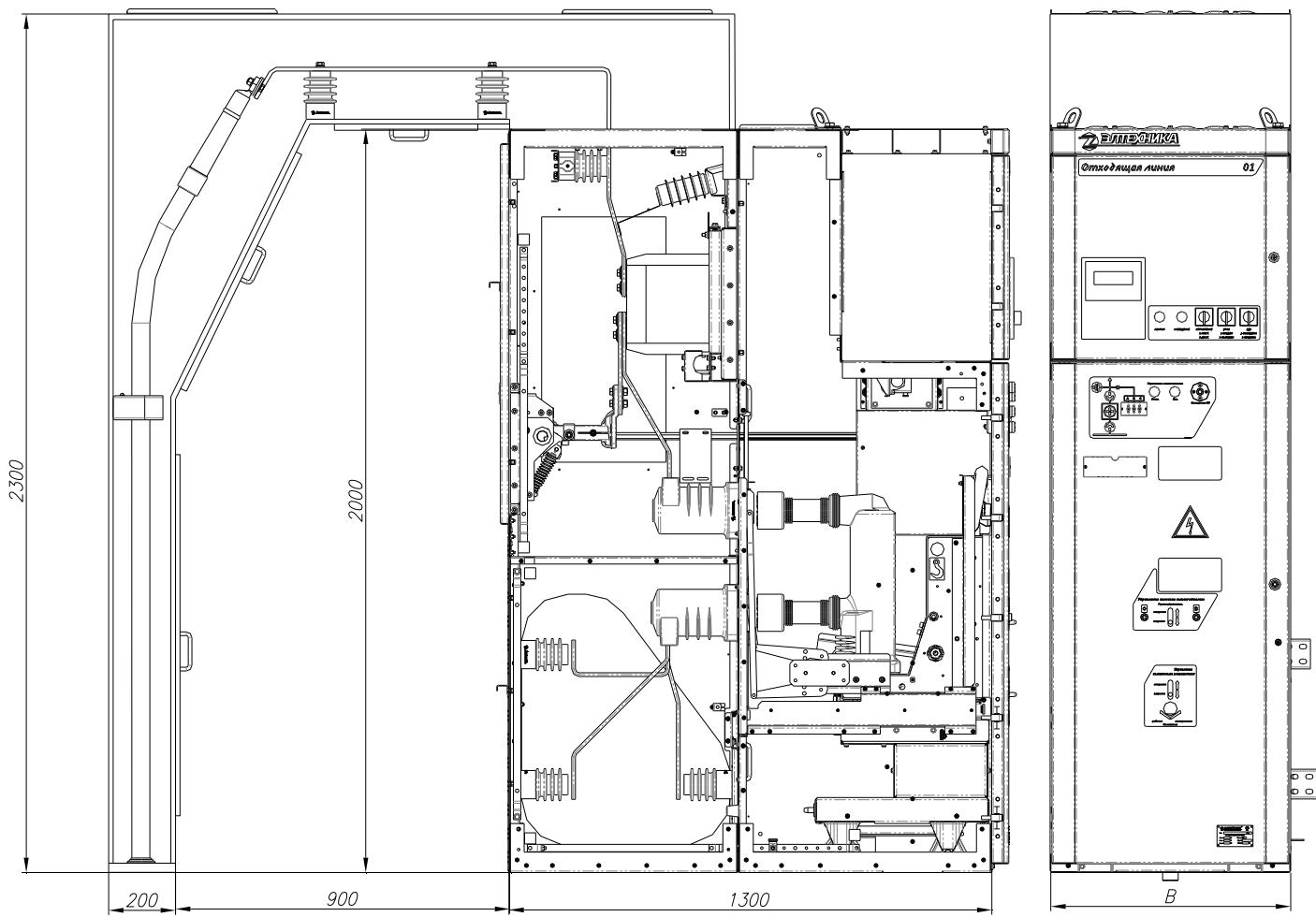


Рис. 2.3 Габаритные размеры шкафов КРУ.

Кабельный ввод через дополнительный переход

Таблица 2.3 Габаритные размеры шкафов КРУ

Номинальный ток, А	Размер В, мм
≤ 1250	650
1600; 2000	800
2500; 3150	1000

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	58
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	60

Установочные размеры шкафов КРУ

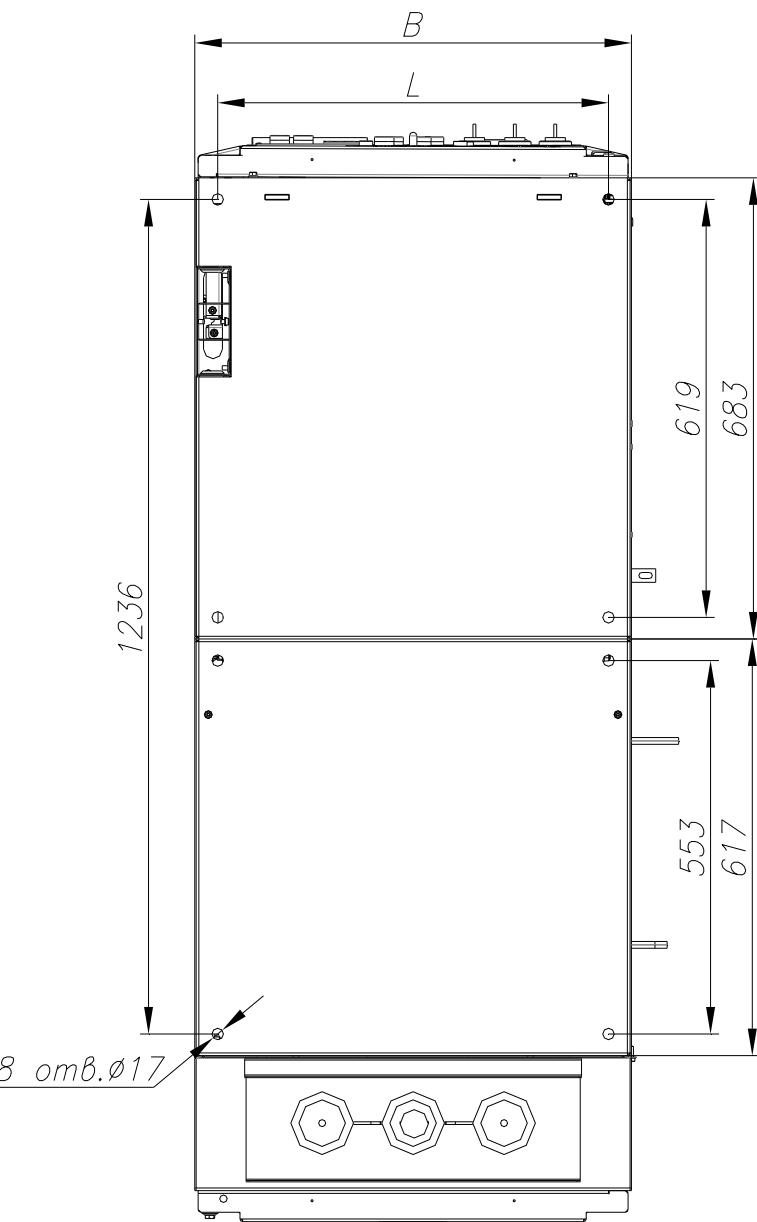


Рис. 3.1 Вид снизу на дно шкафа КРУ

Таблица 3.1. Установочные размеры шкафов КРУ

Номинальный ток, А	Размер В, мм	Размер L, мм
≤ 1250	650	580
1600; 2000	800	730
2500; 3150	1000	930

Изменения	Номер/дата	Версия 1.8 от 17.11.2025	Лист	59
РЭ ЭТ 2.25-2017			Листов	60



АО «ПО Элтехника»
192288, Санкт-Петербург,
Грузовой проезд, 19
Тел.: (812) 329-97-97
Факс: (812) 329-97-92
E-mail: info@elteh.ru
www.elteh.ru

Коммерческий отдел:
Тел.: (812) 329-33-97
E-mail: sales@elteh.ru

Группа сервиса и качества продукции:
Тел.: (812) 329-25-51
E-mail: service@elteh.ru