



ОАО "Свердловский завод трансформаторов тока"

Утвержден
1ГГ.674 512.003 РЭ - ЛУ

КОМПЛЕКТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

ЕДИНОЙ СЕРИИ РУ ЕС-01-10

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

1ГГ.674 512.003 РЭ

Настоящее руководство по эксплуатации (далее РЭ) содержит сведения о технических характеристиках, устройстве и правилах эксплуатации комплектных распределительных устройств серии РУ ЕС-01-10 (далее КРУ), негерметизированных в металлической оболочке с вакуумными выключателями.

РЭ рассчитано на обслуживающий персонал, прошедший соответствующую подготовку и проверку знаний по «Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Предприятие-изготовитель постоянно проводит работы по совершенствованию конструкции и технологии изготовления КРУ, поэтому в конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем РЭ и не влияющие на эксплуатационные характеристики и требования безопасности.

Содержание

1	Нормативные ссылки	4
2	Требования безопасности	6
3	Описание и работа	7
4	Транспортирование и хранение	22
5	Монтаж	24
6	Подготовка к эксплуатации	38
7	Принадлежности (комплектующие)	40
8	Техническое обслуживание	42
9	Утилизация	51

1 Нормативные ссылки

1.1 В настоящем РЭ использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 9.014-78 ЕСЗКС. Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования.

ГОСТ 12.2.007.4-75 ССБТ. Шкафы комплектных распределительных устройств и комплектных трансформаторных подстанций, камеры сборные одностороннего обслуживания, ячейки герметизированных элегазовых распределительных устройств.

ГОСТ 1516.3-96 Электрооборудование переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции.

ГОСТ 10877-76 Масло консервационное К-17. Технические условия.

ГОСТ 12971-67 Таблички прямоугольные для машин и приборов. Размеры.

ГОСТ 14254-2015 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP).

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

ГОСТ 15543.1-89 Изделия электротехнические и другие технические изделия. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам.

ГОСТ 21130-75 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры.

ГОСТ 23216-78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 50648-94 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. Технические требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51318.11-2006 Совместимость технических средств электромагнитная. Промышленные, научные, медицинские и бытовые (ПНМБ) высокочастотные устройства. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерения.

ГОСТ 32137-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Требования и методы испытаний.

ГОСТ 30546.1-98 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости

Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. (от 24 июля 2013 г. №328н)

«Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации».

«Правила устройства электроустановок» Седьмое издание.

«Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей».

«Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

НП-001-15 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии "Общие положения обеспечения безопасности атомных станций"

НП-016-05 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии "Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла (ОПБ ОЯТЦ)"

НП-031-01 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций

НП-033-11 Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии "Общие положения обеспечения безопасности исследовательских ядерных установок"

2 Требования безопасности

2.1 Меры безопасности при монтаже

При проведении всех работ должны выполняться правила техники безопасности, действующие на предприятии, эксплуатирующем КРУ.

Погрузочно-разгрузочные и монтажные работы со шкафами КРУ должны производиться с соблюдением общих правил техники безопасности. Закладные основания должны быть надежно заземлены. Шкафы КРУ и шины на время сварочных работ должны заземляться на общий контур заземления.

2.2. Меры безопасности при эксплуатации

2.2.1 При эксплуатации и проведении технического обслуживания должны выполняться «Правила устройства электроустановок», «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» и «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации».

2.2.2 Производитель работ должен иметь IV группу по электробезопасности, пройти обучение по устройству и работе шкафов КРУ и комплектующей аппаратуры, ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации.

2.2.3 Корпус шкафа КРУ должен быть надежно заземлен. Запрещается без снятия напряжения с шин и их заземления проникать в высоковольтные отсеки шкафа для проведения каких-либо работ. Работы в кабельном отсеке разрешается производить при отсутствии напряжения на разъёмных контактах, переносные заземления должны быть наложены.

2.2.4 Работы в отсеке выкатного элемента производить только при закрытых шторками проемах проходных изоляторов. Запрещается поднимать автоматические защитные шторки от руки. Работы на оборудовании выкатного элемента производить только в ремонтном положении.

2.2.5 Во всех случаях осмотра каждого шкафа после снятия крышек и перегородок должна производиться проверка отсутствия напряжения на всех частях, где возможно напряжение.

2.2.6 Все коммутационные операции в главных цепях (подача напряжения на присоединение, перемещение выкатных элементов из контрольного в рабочее положение) следует производить только при закрытых и зафиксированных штатными болтами дверях распределительного шкафа.

3 Описание и работа

3.1 Описание и работа изделия

3.1.1 Назначение

КРУ предназначены для приема и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока промышленной частотой 50 Гц напряжением 6 и 10 кВ для систем с изолированной или заземленной через дугогасительный реактор нейтралью.

КРУ также применяются в закрытых распределительных устройствах и электроустановках с частыми коммутационными операциями. Коммутация токов холостого хода трансформаторов собственных нужд производится силовыми выключателями.

Климатическое исполнение У, категория размещения 3 по ГОСТ 15150. Нижнее значение рабочей температуры минус 25 °С.

3.1.2 Технические характеристики

Основные технические характеристики КРУ представлены в таблице 1. Габаритные размеры шкафов КРУ приведены в приложении А.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальное напряжение (линейное), кВ	6; 10
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	7,2; 12
Номинальный ток главных цепей шкафов КРУ, А	630; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 3150
Номинальный ток сборных шин, А	1250; 2500; 3150; 4000
Номинальный ток отключения выключателя, кА	20; 25; 31,5
Ток термической стойкости, кА	20; 25; 31,5
Номинальный ток электродинамической стойкости главных цепей шкафов КРУ (амплитуда), кА	51; 64; 81
Примечание - Время протекания тока термической стойкости главных цепей – 3 с, для заземляющих ножей – 1 с.	

Классификация исполнений шкафов КРУ приведена в таблице 2.

Таблица 2

Признак классификации	Исполнение шкафов КРУ
1 Уровень изоляции по ГОСТ 1516.3	Нормальная изоляция, уровень «б»
2 Вид изоляции	Воздушная, комбинированная
3 Наличие изоляции токоведущих шин главных цепей	С неизолированными шинами
4 Условия обслуживания КРУ	С двусторонним обслуживанием
5 Вид управления	Местное, дистанционное
6 Исполнение вводов	Кабельные, шинные
7 Степень защиты по ГОСТ 14254	IP40
8 Типы шкафов КРУ в зависимости от встраиваемой аппаратуры и назначения	шкаф ввода шкаф отходящей линии шкаф секционного выключателя шкаф секционного разъединителя шкаф измерительных трансформаторов напряжения шкаф трансформатора собственных нужд шкаф шинного заземлителя шкаф шинного перехода

Значения параметров, проверяемых при изготовлении и поставке, приведены в паспорте на КРУ.

Номинальные значения климатических факторов по ГОСТ 15543.1 и ГОСТ 15150, при этом:

- высота установки над уровнем моря – до 1000 м. При установке КРУ на высоте более 1000 м испытательные напряжения внешней изоляции и токовая нагрузка должны быть снижены на 1,25 % на каждые 100 м в соответствии с ГОСТ 15150;

- окружающая среда – невзрывоопасная, не содержащая пыли, агрессивных газов и паров, химических соединений, не насыщенная токопроводящей пылью

и водяными парами в концентрациях, разрушающих покрытия, металлы и изоляцию. Атмосфера типа II по ГОСТ 15150.

3.1.3 Состав изделия

В состав изделия входят шкафы КРУ в соответствии с заказом, укомплектованные в зависимости от назначения коммутационными аппаратами, сборными и соединительными шинами, а также устройствами защиты, автоматики и измерительными приборами. Также в состав изделия входят демонтированные на период транспортирования узлы и детали, монтажные материалы, принадлежности и запасные части.

Шкафы изготавливаются по электрическим схемам соединений в соответствии с заказом по техническим условиям ТУ16 – 2011 ОГГ.674 512.003 ТУ.

Типы оборудования, применяемого в КРУ серии РУ ЕС-01-10, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование оборудования	Тип, марка	Предприятие-изготовитель
Вакуумные выключатели	VD4	ABB
	VF12	Элтехника
	ВВ/TEL	Таврида Электрик
Трансформаторы напряжения	ЗНОЛ.01ПМИ	СЗТТ
Трансформаторы тока	ТОЛ -10-М	СЗТТ
	ТОЛ -10-ИМ	
Трансформаторы тока нулевой последовательности	ТЗЛМ	СЗТТ
Трансформатор собственных нужд	ТЛС	СЗТТ
Разъединители	РВЗ-10	Различные
Ограничители перенапряжения	Различные	Различные
Микропроцессорные устройства защиты и автоматики	SEPAМ	Schneider Electric
	ТОР-200	ИЦ Бреслер
	БМРЗ	Механотроника
Система дуговой защиты	Оптическая	Различные

По требованию заказчика в шкафах КРУ серии РУ ЕС-01-10 возможно применение оборудования других предприятий-изготовителей.

Для объектов ПАО «Россети» применяется оборудование, аттестованное в установленном порядке.

3.1.4 Маркировка

3.1.4.1 Шкаф КРУ имеет табличку технических данных по ГОСТ 12971 со стойкой маркировкой, содержащую:

- наименование предприятия-изготовителя или товарный знак;
- условное обозначение изделия;
- дату (месяц и год) изготовления;
- заводской номер;
- номинальное напряжение, кВ;
- номинальный ток главных цепей, А;

- обозначение технических условий;
- массу, кг;
- степень защиты по ГОСТ 14254;

3.1.4.2 Проводники защитного заземления имеют буквенное обозначение РЕ и цветовое обозначение чередующимися продольными или поперечными полосами одинаковой ширины (для шин от 15 до 100 мм) желтого и зеленого цветов.

3.1.4.3 Все виды приборов, аппаратов, а также наборные контактные зажимы, шины и соединительная проводка имеют маркировку по системе обозначений, принятой в схемах и маркируются в соответствии с этой схемой.

3.1.4.4 Возле узла заземления нанесен нестираемый при эксплуатации знак заземления по ГОСТ 21130.

3.1.4.5 Положение рукояток автоматических выключателей обозначено четкими нестирающимися цифрами «I» – включенное положение и «0» – отключенное положение.

3.1.5 Упаковка

3.1.5.1 Виды упаковки и способы консервации шкафов КРУ – по ГОСТ 23216.

3.1.5.2 Все подвижные части шкафов перед упаковкой надежно закреплены для исключения их смещений и механических повреждений во время транспортирования.

3.1.5.3 Все контактные поверхности шинопроводов, разъемных контактов главной цепи и заземлителей на время транспортирования покрываются защитными консервационными смазками.

3.1.6 КРУ в части воздействия сейсмических воздействий должны выдерживать землетрясение 9 баллов по шкале MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой (0-10) м по ГОСТ 30546.1.

3.1.7 КРУ предназначенные для поставок на АС, соответствуют классу безопасности 2 (по согласованию с заказчиком), 3, 4 по НП-001-15, НП-016-05, НП-033-11 и II категории сейсмостойкости по НП-031-01.

3.1.8 КРУ должны соответствовать требованиям устойчивости к электромагнитным помехам при воздействии магнитного поля промышленной частоты по ГОСТ Р 50648, установленным для группы исполнения IV по ГОСТ 32137.

3.1.9 КРУ должны удовлетворять нормам промышленных радиопомех, установленным в ГОСТ Р 51318.11, класс А, группа 1.

3.2 Описание и работа составных частей изделия

3.2.1 Общие сведения

3.2.1.1 Шкафы КРУ серии РУ ЕС-01-10 однотипны по устройству и отличаются в зависимости от исполнения и встраиваемой аппаратуры.

Шкаф КРУ состоит из следующих основных сборочных единиц:

- шкаф распределительный;
- выкатной элемент;
- шкаф релейный.

3.2.1.2 Шкаф распределительный представляет собой сборный металлический корпус, состоящий из деталей с гальваническим, либо порошковым полимерным покрытием. Дно шкафа – сборное с отверстиями для ввода силовых и контрольных кабелей. Внутренняя часть шкафа разделена глухими металлическими и изоляционными перегородками на отсеки. Условное разделение шкафа КРУ на отсеки показано на рисунке 1.

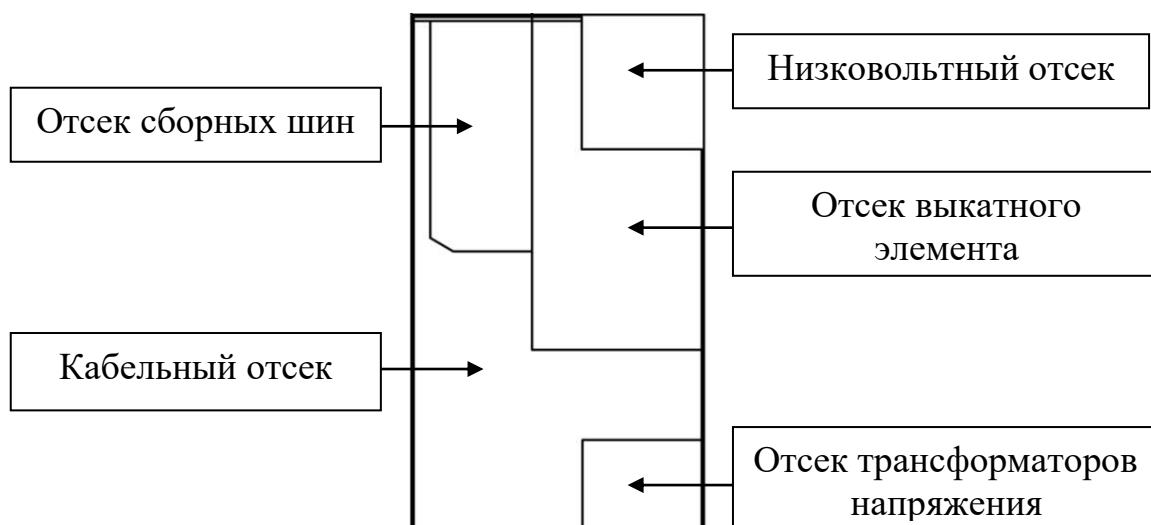


Рисунок 1 – Разделение шкафа на отсеки

3.2.1.3 Отсек выкатного элемента конструктивно образован боковыми стенками, нижней стенкой, верхней панелью с клапанами сброса давления, стенкой с проходными изоляторами и фасадной дверью.

В отсеке размещаются приспособления и механизмы, обеспечивающие нормальную работу выкатного элемента, а также защитные шторки, предохраняющие обслуживающий персонал от соприкосновения с токоведущими частями, находящимися под напряжением при извлеченном из шкафа выкатном элементе, механизм перемещения шторок. Механизм перемещения не позволяет открывать защитные шторки вручную, предусмотрена возможность запираания механизма навесным замком.

На боковых стенках отсека расположены каналы для прокладки проводов управления и контрольных кабелей.

На дне отсека установлены:

- рельсы, служащие для ориентированного перемещения выкатного элемента при замыкании/размыкании главных цепей шкафа;

- штырь, блокирующий перемещение выкатного элемента при включенном заземлителе.

Доступ в отсек осуществляется через дверь, которая закрывается при помощи ключа. Также на двери расположен механизм, блокирующий открывание двери, когда выкатной элемент находится в рабочем положении и механизм, не позволяющий оперировать заземлителем одновременно с перемещением выкатного элемента.

Сверху отсек закрыт крышкой с клапаном для выхода перегретого воздуха и сброса избыточного давления, образующегося в случае возникновения в отсеке дугового короткого замыкания.

3.2.1.4 Отсек кабельных присоединений расположен в нижней части шкафа и отделен от отсека выкатного элемента перегородкой. Отсек кабельных присоединений имеет клапан сброса избыточного давления, расположенный в верхней задней части шкафа. С боковых сторон отсек закрывается стенками, снизу – дном. Сверху отсек переходит в отсек сборных шин. В отсеке, в зависимости от назначения шкафа, могут быть размещены:

- места закрепления вводных кабелей;
- шины главных цепей;
- трансформаторы тока;
- трансформаторы тока нулевой последовательности (ТЗЛМ);
- трансформаторы напряжения;
- ограничители перенапряжения;
- стационарный заземлитель линейных шин с приводом;
- нагревательный элемент.

Предусмотрена возможность запираания привода заземлителя навесным замком.

Шины главной цепи через трансформаторы тока проходят в отсек выкатного элемента через проходные изоляторы.

Отдельные панели, на которых установлены проходные изоляторы, также являются перегородками между отсеками выкатного элемента и кабельных присоединений.

В зависимости от схемы главных цепей, в отсеке кабельных присоединений устанавливаются трансформаторы тока с числом вторичных обмоток до 4-х и номинальным током до 4000 А.

Трансформаторы тока расположены на откидной панели.

Отсек рассчитан на подключение до трёх трёхжильных кабелей с сечением жилы до 630 кв. мм или девяти одножильных кабелей того же сечения.

3.2.1.5 В задней верхней части шкафа расположен отсек сборных шин, переходящий в отсек кабельных присоединений и отделенный от отсека выкатного элемента перегородками. Сверху отсек закрыт крышкой с клапанами для выхода перегретого воздуха и сброса избыточного давления, образующегося в случае возникновения в отсеке дугового короткого замыкания.

В отсеке сборных шин размещены:

- сборные шины;
- шины главной цепи.

Шины главной цепи проходят в отсек выкатного элемента через проходные изоляторы.

3.2.1.6 Выкатные элементы шкафа КРУ представляют собой жесткие каркасные конструкции на катках, на которых устанавливаются аппараты в

зависимости от типа шкафа (трансформаторы напряжения, высоковольтные выключатели, разъединители).

На каркасе выкатного элемента на проходных шинах главной цепи установлены втычные контакты, а ответные части к ним – контакты-пальцы, установленные через проходные изоляторы, связаны со сборными шинами и шинами главной цепи. Разъемные контакты заземлителя выполняются из медной шины. В верхней передней части каркаса выкатного элемента установлен разъем, предназначенный для связи вспомогательных цепей выкатного элемента и релейного шкафа.

Для наблюдения за установленной на выкатном элементе аппаратурой на двери отсека выкатного элемента шкафа имеется смотровое окно.

Выкатной элемент в корпусе шкафа КРУ имеет два фиксированных положения: рабочее и контрольное.

В рабочем положении выкатного элемента главные и вспомогательные цепи, обеспечивающие нормальную работу шкафа, замкнуты. В контрольном положении выкатного элемента главные цепи разомкнуты, а вспомогательные цепи остаются замкнутыми (разъем связи вспомогательных цепей выкатного элемента с релейным шкафом соединен).

3.2.1.7 Релейный шкаф представляет собой сборный каркас с дверью, внутри которого, в зависимости от назначения, могут размещаться: микропроцессорный блок защиты и управления, приборы учета электроэнергии и другая вспомогательная аппаратура. На двери релейного шкафа размещены аппараты управления, интерфейс микропроцессорного блока управления и

защиты. Перечень и типы приборов, устанавливаемых в релейном шкафу, определяются схемами соединений вспомогательных цепей шкафа.

На задней стенке шкафа устанавливается клеммный ряд, через который проходят магистральные шинки вспомогательных цепей, выполненные изолированными проводами, и два нагревательных элемента.

3.2.1.8 Шкаф КРУ оборудован стационарными индикаторами напряжения, что обеспечивает дополнительную безопасность обслуживания. Делители напряжения (резистивные) расположены в кабельном отсеке, индикатор напряжения - на фасаде двери релейного шкафа.

На задней стенке релейного шкафа расположены выходные клеммы, количество которых определяется схемой данного шкафа. Выходные клеммы предназначены для подключения контрольных кабелей, вводимых в шкаф через втулки, установленные на дне релейного шкафа с левой и правой сторон. В нижней части шкафа имеются розетки, служащие для связи с аппаратурой, установленной на выкатном элементе.

3.2.1.9 Клапаны сброса избыточного давления всех отсеков КРУ могут быть оборудованы концевыми выключателями обеспечивающими нормальную работу защит в случае короткого замыкания в любом из отсеков. Независимо от наличия концевых выключателей предусмотрена возможность установки оптической дуговой защиты.

3.2.1.10 Нагревательные элементы, необходимые для предупреждения образования конденсата и обеспечения нормальной работы электронных компонентов шкафа КРУ, конвекционного типа и допускают включение - отключе-

ние, как в ручном, так и в автоматическом режиме. Потребляемая мощность нагревателя в кабельном отсеке -150 Вт, в релейном шкафу - 45 Вт.

3.2.2 Шинные мосты и приставки

Присоединения шкафов КРУ (вводы и выходы) могут быть как кабельными, так и шинными.

Стандартно ввод кабеля в шкаф осуществляется снизу в кабельный отсек. Возможно осуществить ввод кабелей (шин) в кабельный отсек сзади сверху шкафа с помощью задней приставки. Глубина задней приставки составляет 400 мм. Шинная приставка может быть дополнена коробом необходимой высоты (в зависимости от высоты ввода и особенностей строительной части) и коробом с горизонтальным выходом шин назад (для осуществления ввода шин через стену) необходимой длины (высота короба 400 мм).

Электрическое соединение секций КРУ по сборным шинам при многорядном расположении производится с помощью шинных мостов и переходных коробов, расположенных над отсеками сборных шин шкафов КРУ. Шинный мост систем сборных шин секций изображен на рисунке 2, шинный мост для секционирования - на рисунке 3. Расстояние 200 мм от крыши ячейки до шинного моста обеспечивает нормальную работу клапанов сброса избыточного давления при возникновении в шкафах КРУ электрической дуги.

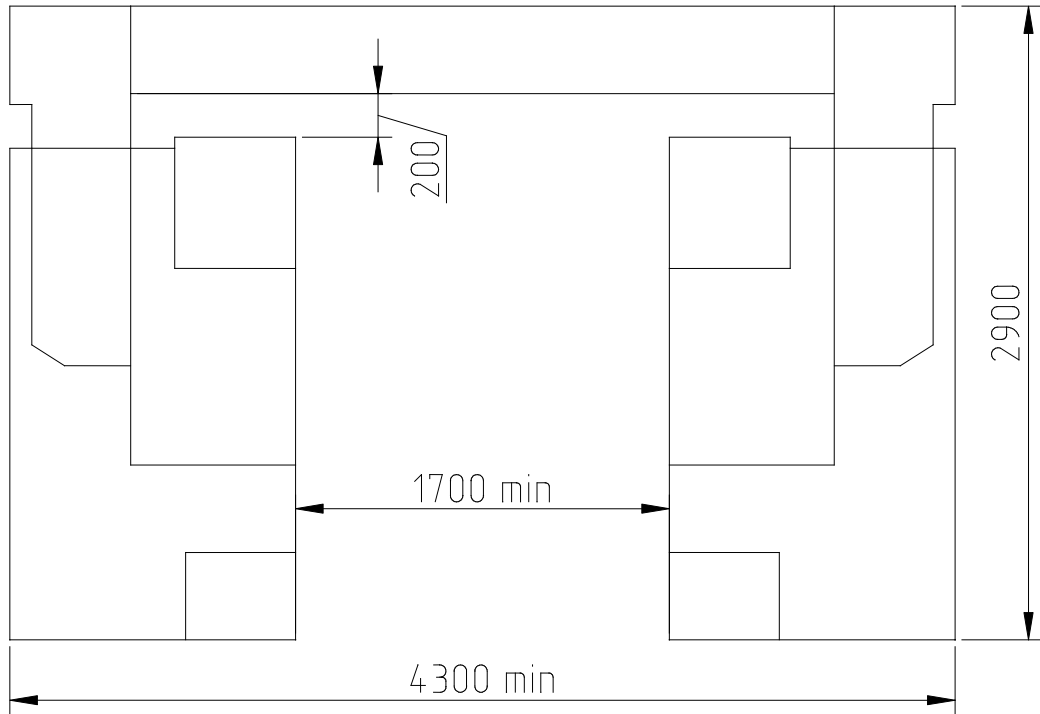


Рисунок 2 – Шинный мост систем сборных шин секций

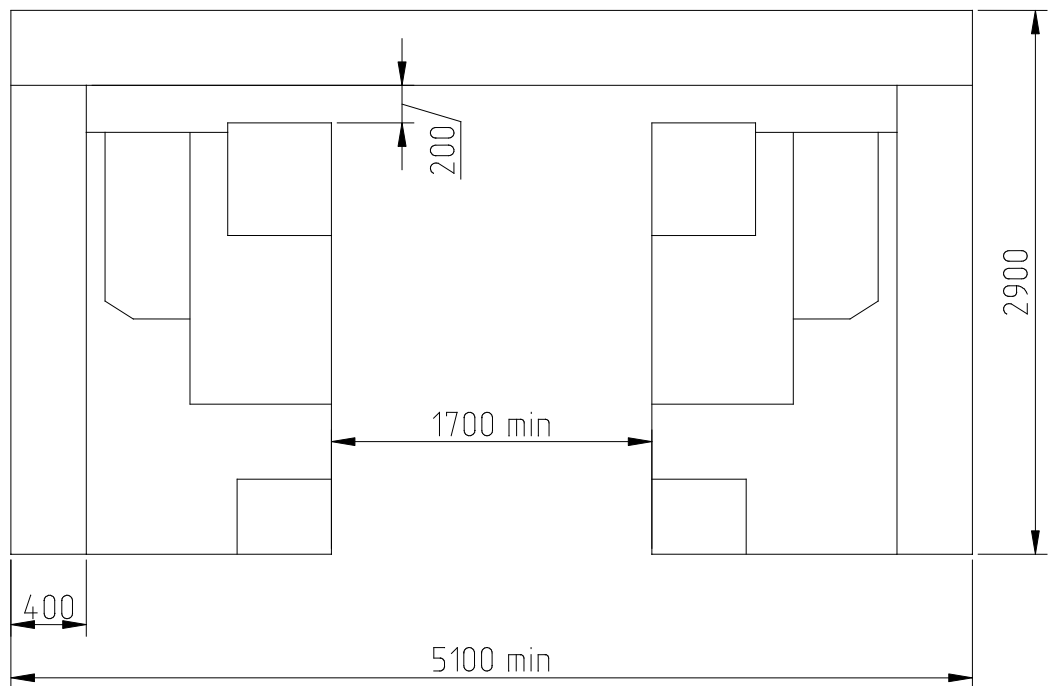


Рисунок 3 – Шинный мост секционирования с задними приставками

3.2.3 Работа

3.2.3.1 Установка выкатного элемента в ячейку описана в приложении Б.

3.2.3.2 Перемещение выкатного элемента осуществляется вручную, с помощью червячного механизма тележки выкатного элемента, как описано в приложении Б.

3.2.3.3 Выкатной элемент имеет два фиксированных крайних положения – рабочее и контрольное. Включение и выключение выключателя возможно только в этих положениях.

3.2.3.4 Защитные шторки автоматически открываются при движении выкатного элемента в рабочее положение и автоматически закрываются при движении в контрольное положение.

3.2.3.5 Оперирование стационарным заземлителем линейных шин осуществляется вручную с помощью привода заземлителя, как описано в приложении В.

3.2.3.6 В соответствии с ГОСТ 12.2.007.4 предусмотрены типы блокировок, указанные в таблице 4.

Таблица 4

Описание блокировки	Тип	Ввод, линия, СВ	ТН	СР
При находящемся в рабочем положении выключателя, невозможно включить стационарный заземлитель	Мех	+	+	+
Невозможно выкатить включенный выключатель	Мех	+	-	+
Невозможно включить выключатель, пока он не находится в одном из крайних положений	Эл	+	-	-
Невозможно включить заземлитель при вкваченном выключателе	Мех	+	-	+
Невозможно вкатить выключатель при включенном заземлителе	Мех	+	-	+
Невозможно вкатить выключатель при открытой двери	Мех	+	+	+
Невозможно вкатить выключатель, пока не включен низковольтный разъём	Э/м	+	-	-
Невозможно открыть дверь при вкваченном выключателе	Мех	+	-	+
Невозможно установить выключатель с другими параметрами	Мех	+	-	-

Примечание – Некоторые блокировки устанавливаются по специальному заказу.

3.2.4 Сетка схем главных цепей шкафов приведена в приложении Г.

Контур заземления приведен в приложении Д.

Общие виды шкафов, общий вид двери низковольтного отсека и общий вид основания приведены в приложении Е.

3.2.5 Блокировки

В ячейках для обеспечения безопасности персонала выполнены следующие блокировки:

- блокировка, препятствующая перемещению выкатного элемента при открытой двери отсека выключателя;
- блокировка открытия двери отсека выключателя при нахождении выкатного элемента в рабочем или промежуточном положении;
- блокировка, препятствующая ручному открытию шторок;
- блокировка, препятствующая перемещению выкатного элемента при включенном заземлителе;
- блокировка, препятствующая включению выключателя при нахождении выкатного элемента в промежуточном положении;
- блокировка, препятствующая перемещению выкатного элемента при включенном выключателе;
- блокировка, препятствующая операциям с заземлителем при нахождении выкатного элемента в рабочем или промежуточном положениях;
- блокировка, препятствующая операциям с заземлителем при открытой двери кабельного отсека;
- блокировка доступа в кабельный отсек при отключенном заземлителе.

4 Транспортирование и хранение

4.1 Шкафы КРУ допускается транспортировать любым видом транспорта в вертикальном положении:

- железнодорожным транспортом – в соответствии с «Правилами перевозок грузов, действующих на железнодорожном транспорте»;
- автомобильным транспортом – в соответствии с «Правилами перевозок грузов автомобильным транспортом»;
- речным транспортом – в соответствии с «Правилами перевозок грузов №114 речным транспортом»;
- авиационным транспортом – в соответствии с «Руководством по грузовым перевозкам на внутренних воздушных линиях».

Условия транспортирования в части воздействия климатических факторов – по условиям хранения С ГОСТ 15150; в части воздействия механических факторов – Ж по ГОСТ 23216.

4.2 При выполнении погрузочно-разгрузочных работ должны соблюдаться указания, имеющиеся на упаковке. Шкафы КРУ транспортируют только в вертикальном положении в соответствии со схемой строповки, приведенной в приложении И, с соблюдением правил для крупногабаритных грузов.

4.3 Крепление шкафов КРУ в транспортных средствах и транспортирование должно осуществляться в соответствии с правилами, действующими на транспорте данного вида.

4.4 Допускается транспортирование нескольких шкафов КРУ в одном автомобиле (прицепе), закрепляя их в один ряд, друг за другом. При этом должны быть приняты меры, исключающие повреждение лакокрасочного покрытия.

4.5 На время транспортировки сборные шины, шинки вспомогательных цепей, трансформаторы тока и ошиновка, выходящая за пределы размеров шкафов КРУ, узлы наружной ошиновки КРУ, кронштейны, а также некоторые типы реле и приборов, входящие в комплект поставки, демонтируют и

упаковывают в отдельную тару. Запасные части, инструменты и принадлежности, а также эксплуатационная и сопроводительная документация помещаются вместе со шкафом в общую упаковку.

4.6 На время транспортировки закрепляют все подвижные части КРУ и встроенной аппаратуры. Двери всех отсеков должны быть закрыты на замки.

4.7 Шкафы КРУ необходимо хранить в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха существенно меньше, чем на открытом воздухе (например, каменные, бетонные, металлические с теплоизоляцией и другие хранилища). Температура воздуха от плюс 40 °С до минус 50 °С. Относительная влажность воздуха - 98% при температуре 25 °С (верхнее значение).

Срок защиты КРУ консервационной смазкой, нанесенной на предприятии-изготовителе – один год.

По истечении указанного срока необходимо провести переконсервацию по ГОСТ 9.014 маслом К-17 ГОСТ 10877 или другим консервантом, из предусмотренных ГОСТ 23216.

5 Монтаж

5.1 Установка шкафов КРУ

Монтаж может осуществляться с использованием кабельного полуэтажа или кабельных каналов, как показано на рисунке 4.

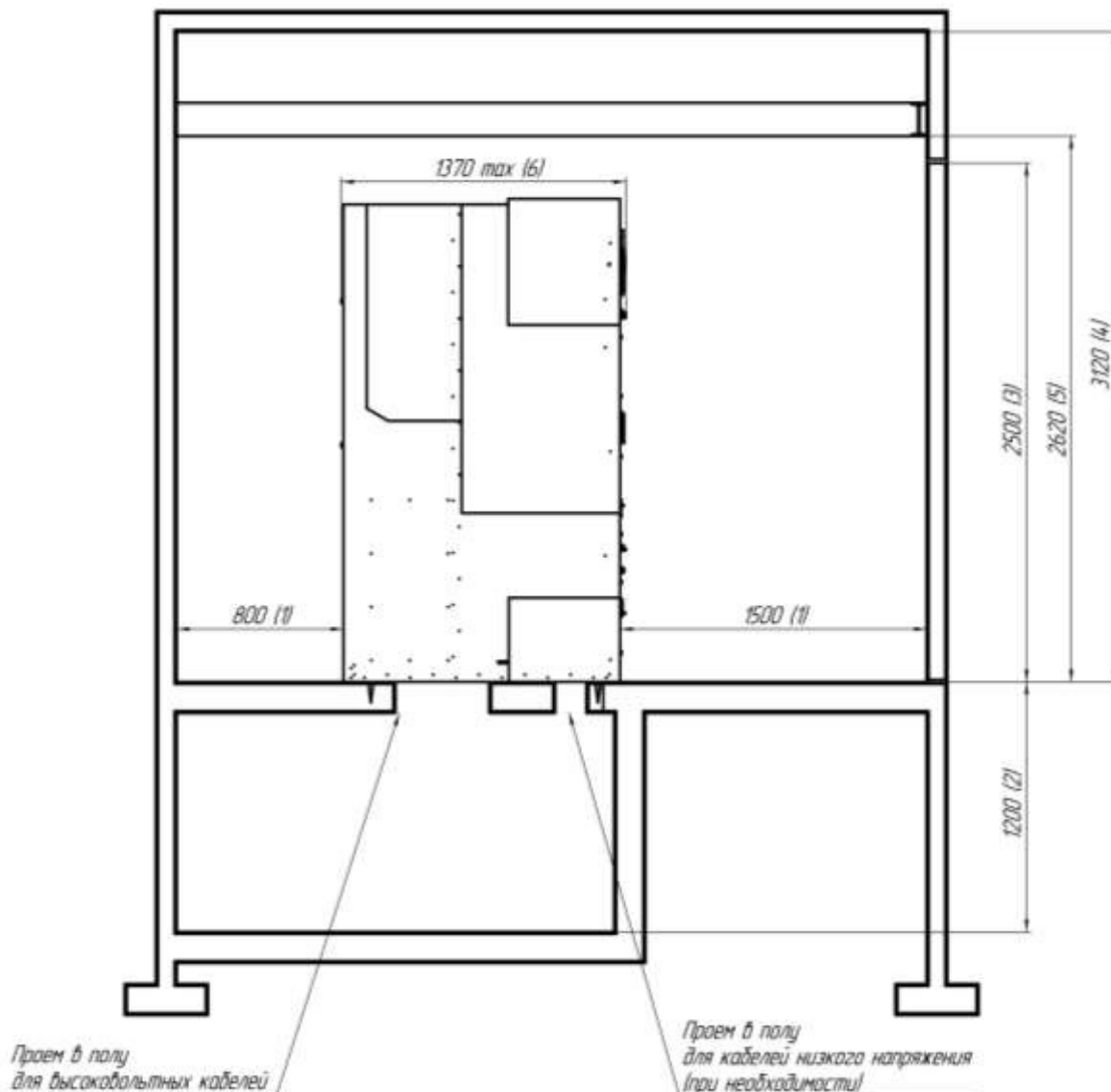


Рисунок 4 – Монтаж с использованием кабельных каналов

1. Минимально допустимые размеры
 2. Высота кабельного полуэтажа, или кабельных каналов
 3. Рекомендуемая высота дверного проема
 4. Высота помещения (потолков) для ячеек без шинного моста*
 5. Высота до балок для ячеек без шинного моста*
 6. Глубина ячейки КРУ РУ ЕС-01-10 со всеми выступающими частями
- * При установке шинных мостов размер необходимо увеличить на 600 мм.

- 5.1.1 Установка производится в помещении с законченными отделочными работами. Помещение должно быть защищено от проникновения влаги, пыли и вредных промышленных газов.
- 5.1.2 Шкафы распаковываются непосредственно на монтажной площадке. Удалить поддон и подъемные проушины.
- 5.1.3 Установка и монтаж шкафов производится согласно их расположению в электрической схеме подстанции. Выкатные элементы при проведении установочных и монтажных извлечь из отсеков.
- 5.1.4 Зона обслуживания вокруг распределительного щита:
- при однорядном расположении РУ-ЕС-01 и длине помещения до 7 метров приведена на рисунке 5.
 - при однорядном расположении РУ-ЕС-01 и длине помещения от 7 до 60 метров приведена на рисунке 6.
 - при двухрядном расположении РУ-ЕС-01 и длине помещения до 7 метров приведена на рисунке 7.
 - при двухрядном расположении РУ-ЕС-01 и длине помещения от 7 до 60 метров приведена на рисунке 8.

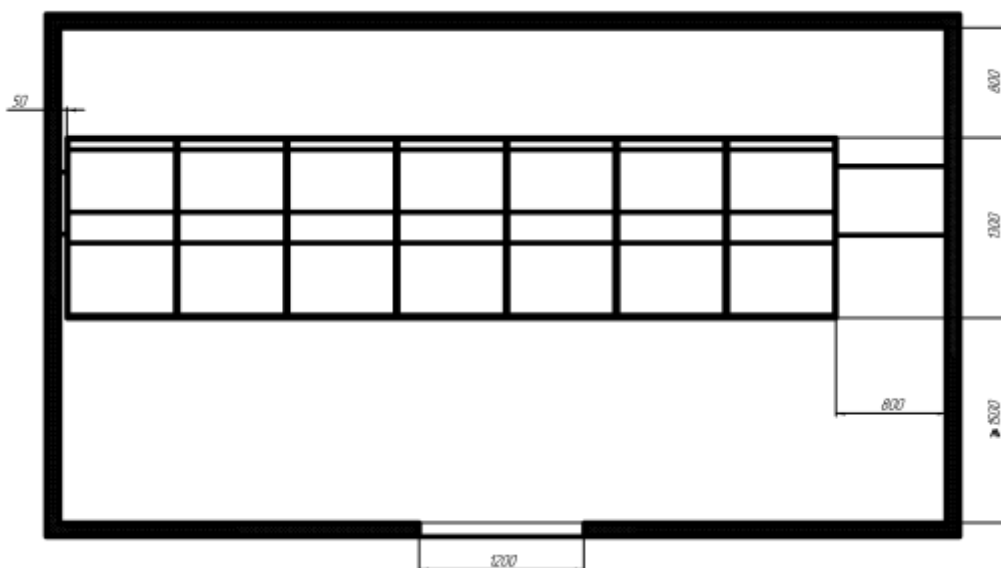


Рисунок 5 – Зона обслуживания при однорядном расположении РУ-ЕС-01 и длине помещения до 7 метров

Минимальная высота помещения:

- до потолка 3,12 м (без шинного моста);
- до балок 2,62 м (без шинного моста)

Минимальная высота проема двери 2500 мм

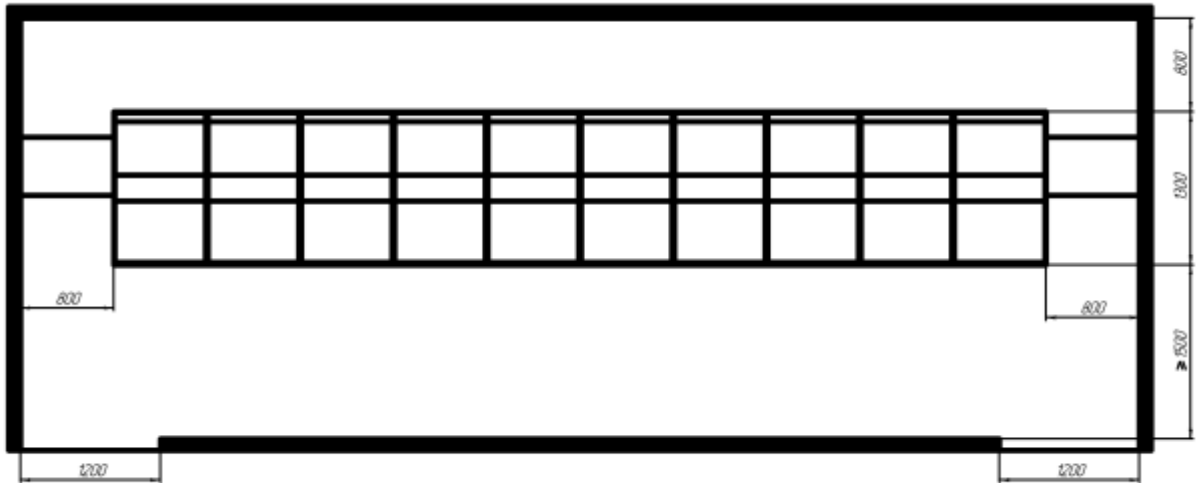


Рисунок 6 – Зона обслуживания при однорядном расположении РУ-ЕС-01
и длине помещения от 7 до 60 метров

Минимальная высота помещения:

- до потолка 3,12 м (без шинного моста);
- до балок 2,62 м (без шинного моста)

Минимальная высота проема двери 2500 мм

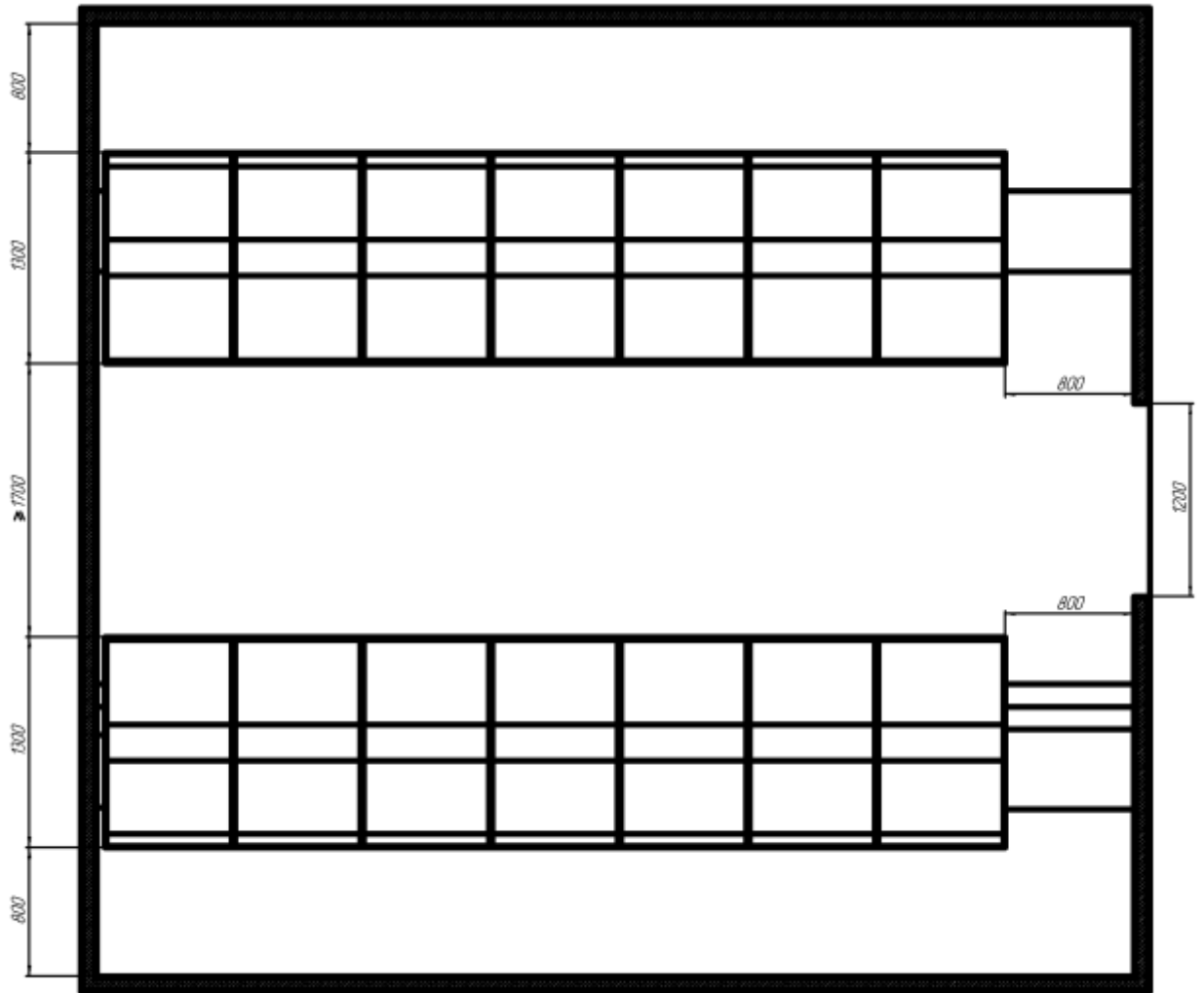


Рисунок 7 – Зона обслуживания при двухрядном расположении РУ-ЕС-01
и длине помещения до 7 метров

Минимальная высота помещения:

- до потолка 3,12 м (без шинного моста);
- до балок 2,62 м (без шинного моста)

Минимальная высота проема двери 2500 мм

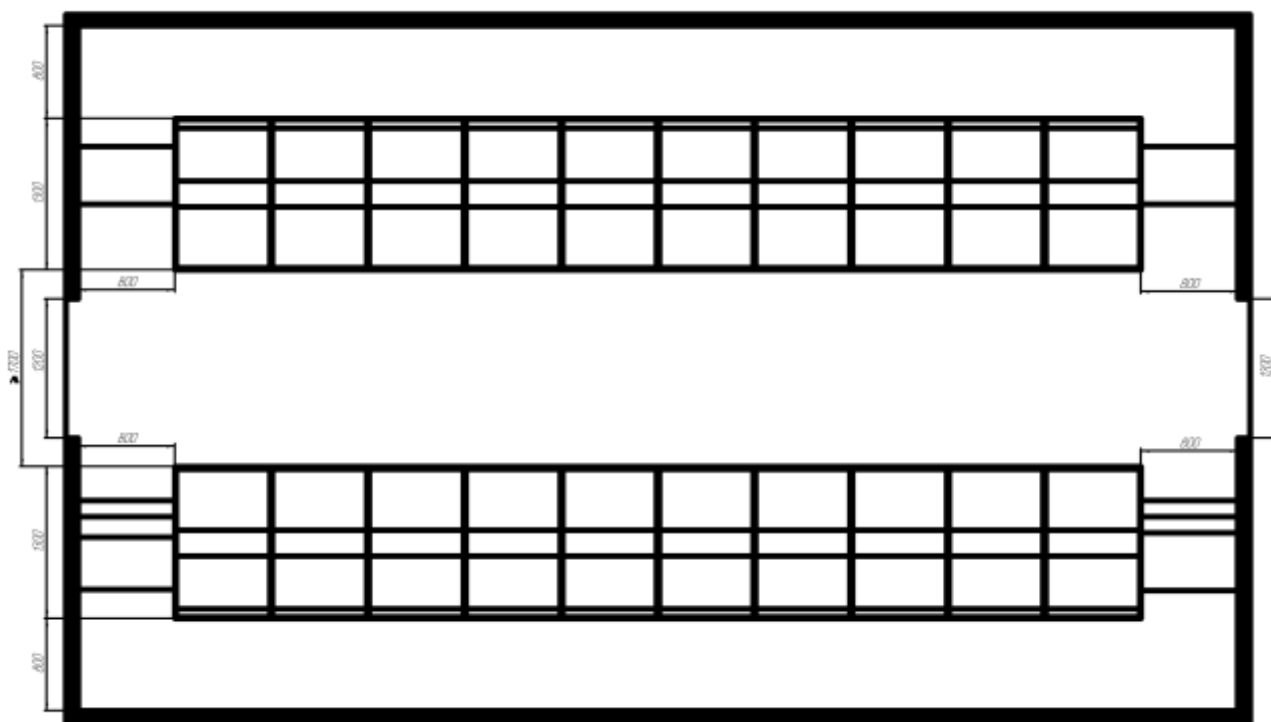


Рисунок 8 – Зона обслуживания при двухрядном расположении РУ-ЕС-01 и длине помещения от 7 до 60 метров

Минимальная высота помещения:

- до потолка 3,12 м (без шинного моста);
- до балок 2,62 м (без шинного моста)

Минимальная высота проема двери 2500 мм

5.1.5 До начала монтажа необходимо проверить правильность установки закладных оснований в полу:

- закладные основания должны быть выполнены из металлических балок, смонтированных в бетонный пол;

- закладные основания должны быть выровнены по горизонтали с точностью ± 1 мм на 1 метр длины, но не более ± 2 мм на длину секции КРУ;

- для свободного передвижения выкатного оборудования без повреждения поверхности пола прочность поверхности на сжатие должна составлять не менее 33 МПа.

5.1.6 До начала монтажа также необходимо проверить правильность выполнения проемов для прокладки силовых и контрольных кабелей. Допускается проемы для контрольных кабелей выполнять по месту после установки шкафа.

- 5.1.7 Первым монтировать крайний шкаф подстанции. Установить шкаф и проверить его на отсутствие перекосов, наклонов и качания с помощью отвеса и уровня, затем закрепить его к закладным основаниям.
- 5.1.8 Установить следующий шкаф и выполнить проверочные операции, аналогичные выполненным при монтаже предыдущего шкафа, затем скрепить их между собой в одиннадцати местах, указанных на рисунке 9, при этом необходимо следить за тем, чтобы не появились перекосы шкафов.

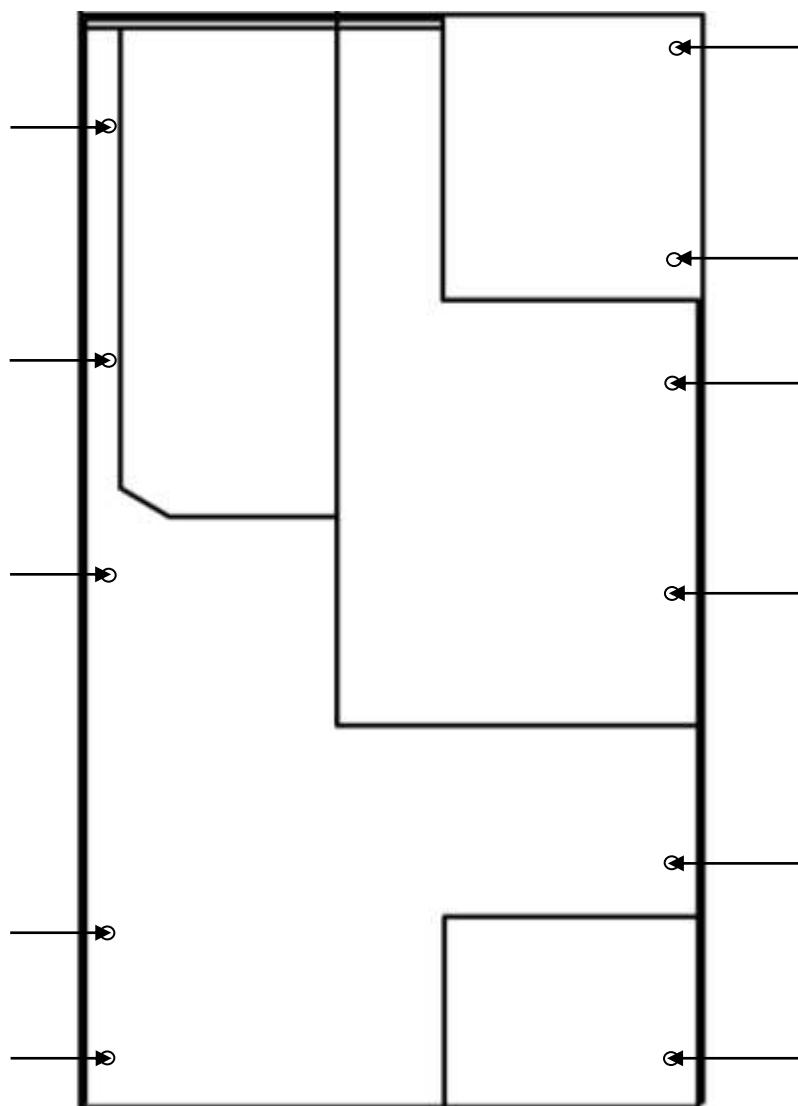


Рисунок 9 – Места скрепления соседних шкафов между собой

5.1.9 Подключить шину заземления между шкафом, как показано на рисунке 10.

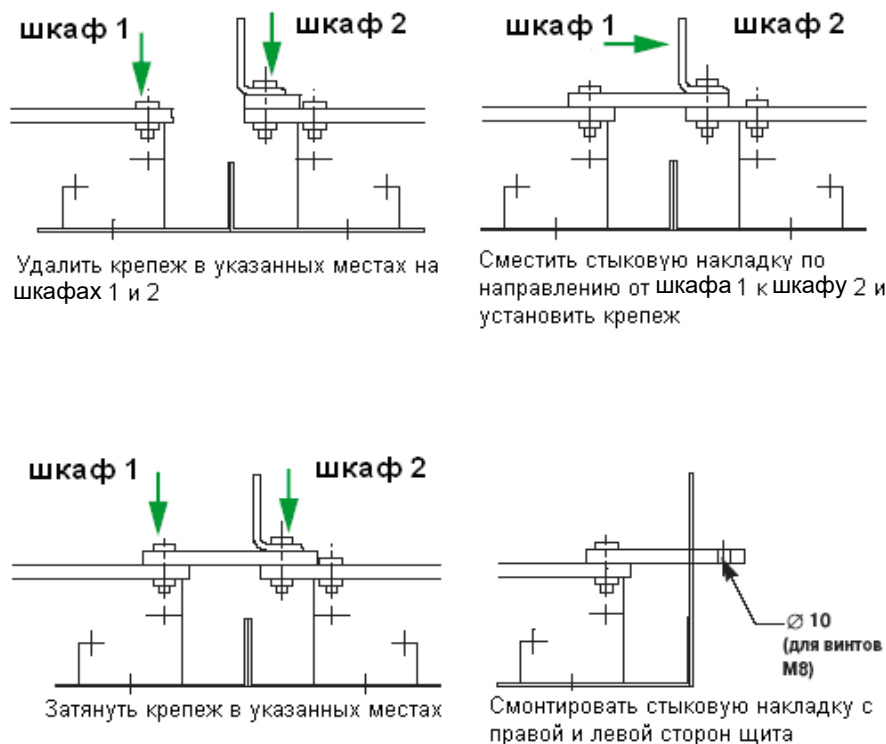


Рисунок 10 – Подключение шины заземления

5.2 Способы крепления шкафов.

5.2.1 Пример конструкции рамы, выполненной из С-образных профилей, показан на рисунке 11.

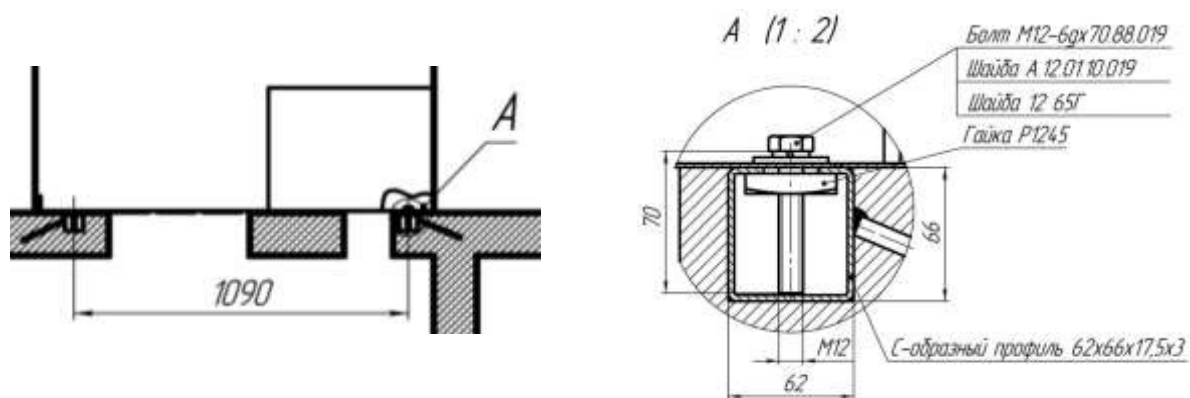


Рисунок 11 – Способ крепления шкафа к закладным основания

5.2.2 Пример конструкции рамы, выполненной на уголке 100x10, показан на рисунке 12.

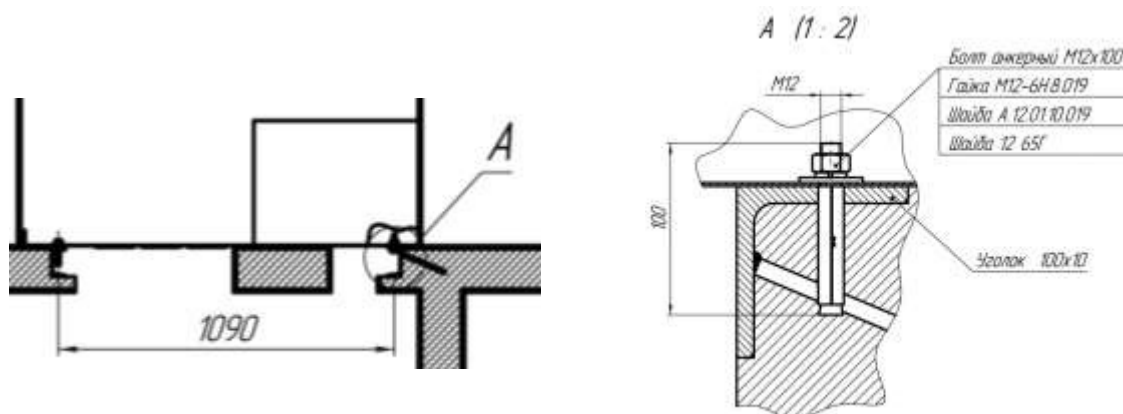


Рисунок 12 – Способ крепления шкафа к закладным основания

5.2.3 Пример конструкции рамы, выполненной на швеллере 10, показан на рисунке 13.

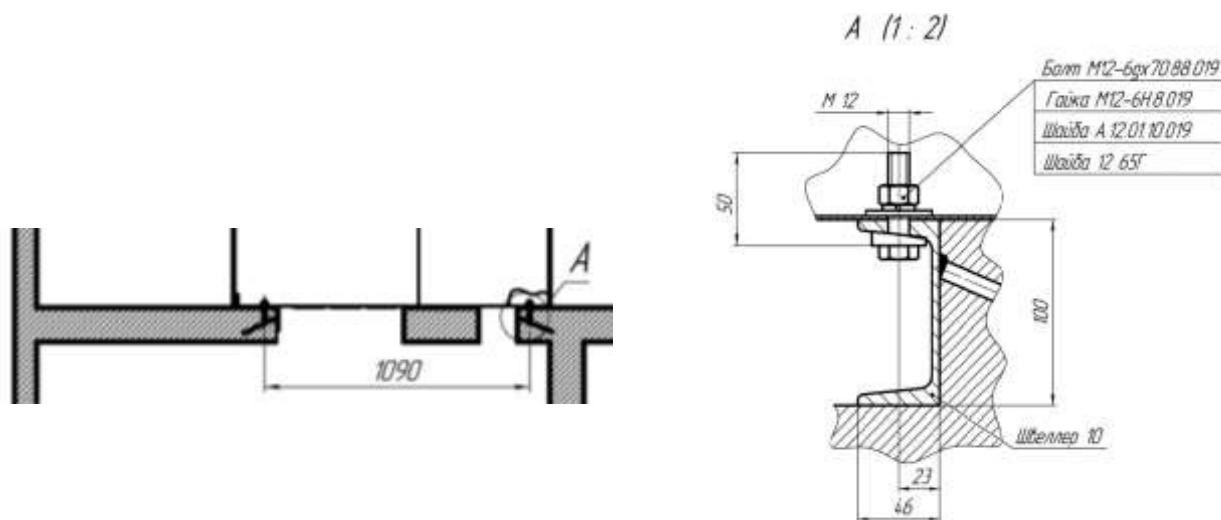


Рисунок 13 – Способ крепления шкафа к закладным основания

5.2.4 Проемы для ввода высоковольтных кабелей должны быть выполнены в соответствии с рисунком 14.

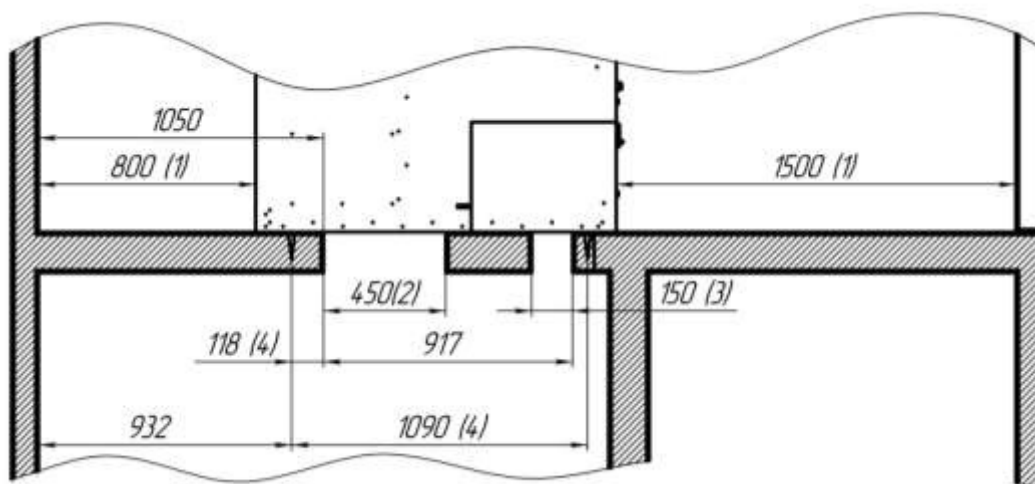


Рисунок 14 – Расположение проемов для кабелей

1. Коридор для обслуживания РУ-ЕС-01
2. Проем в полу для высоковольтных кабелей
3. Проем в полу для кабелей низкого напряжения
4. Для крепления шкафов

5.3 Монтаж сборных шин

Монтаж следует проводить в соответствии с монтажным чертежом.

Монтаж шин следует проводить после закрепления каждого последующего шкафа. Болты М16 необходимо затягивать с усилием 50 Н·м.

При монтаже необходимо следить за тем, чтобы не было перекосов шин и шинодержателей на изоляторах, а также не повредить глазурированную поверхность изоляторов.

Особое внимание обратить на направление крепежа, как показано на рисунках 15.1 – 15.4.

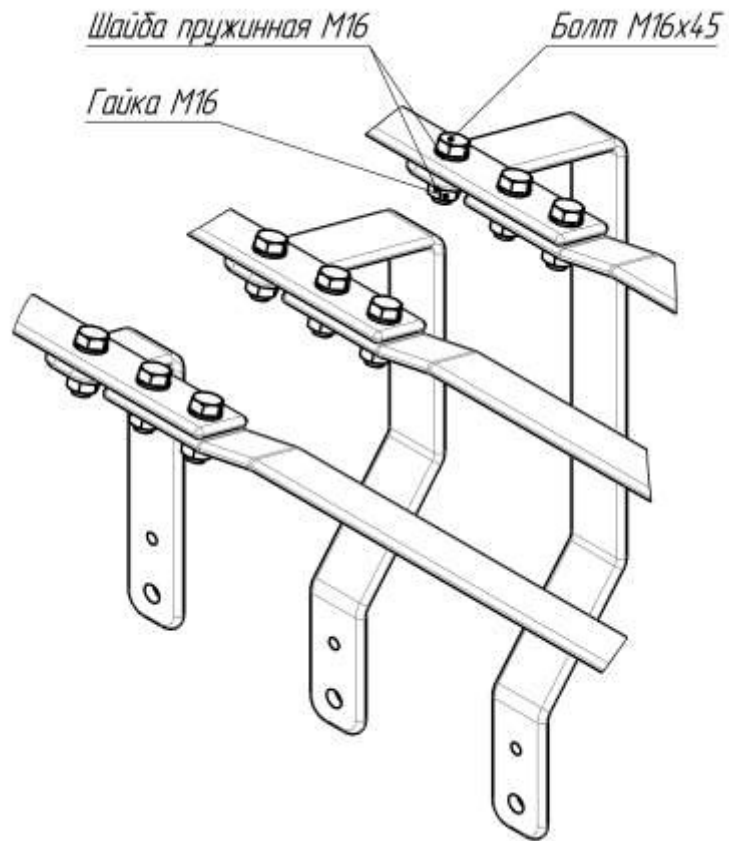


Рисунок 15.1 – Сборные шины на (630-1250) А.

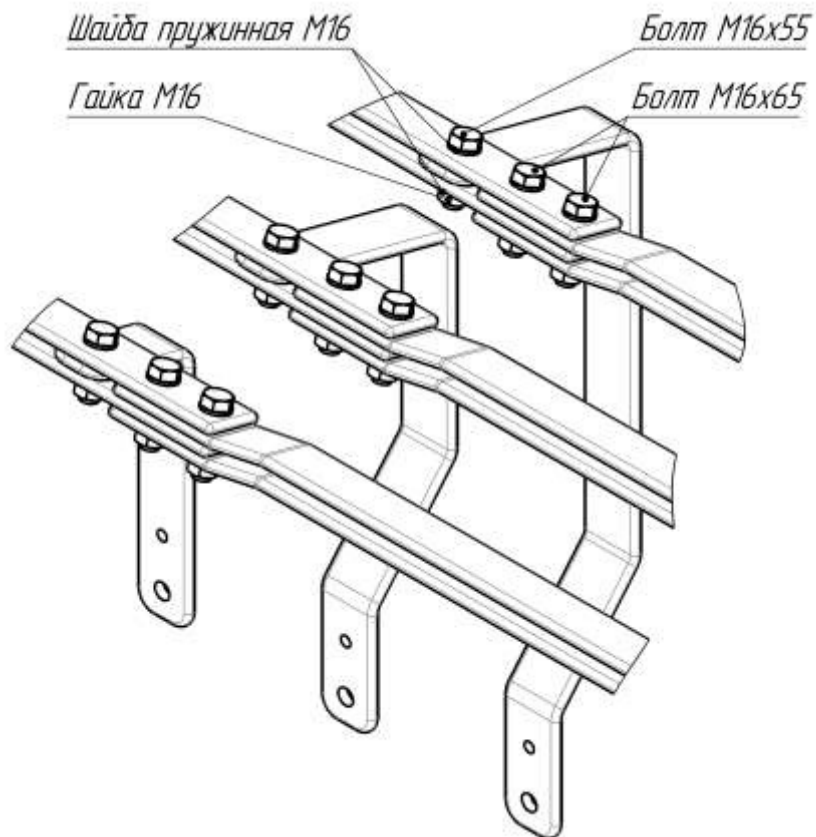


Рисунок 15.2 Сборные шины на (1600-2000) А

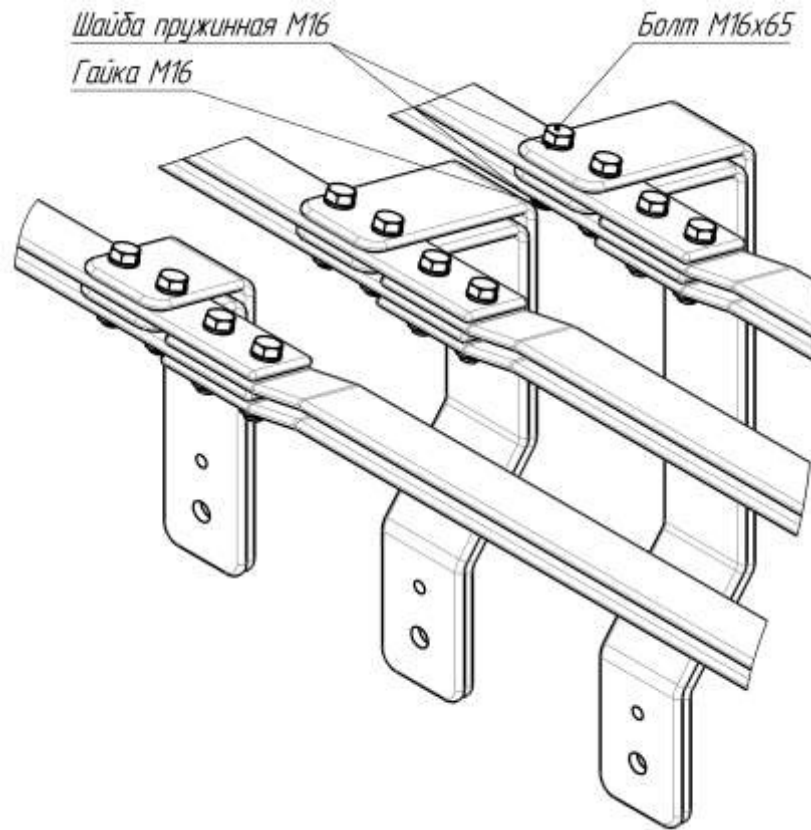


Рисунок 15.3 Сборные шины на 2500 А.

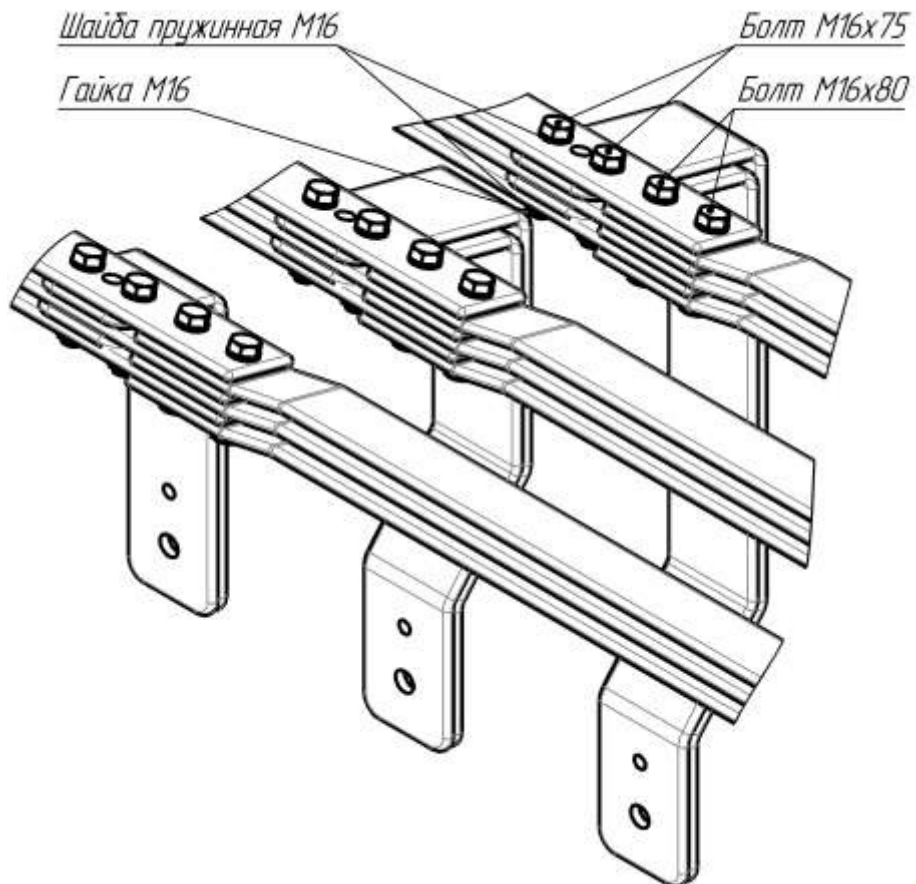


Рисунок 15.4 Сборные шины на 3150 А.

5.4 Монтаж кабелей высокого напряжения

Кабели не должны быть сильно натянуты, чтобы их можно было свободно перемещать при монтаже. Длина свободного кабеля от точки ввода в распределительное устройство, как и схема подключения кабелей, не должны создавать проблем при обслуживании кабелей. Кабели необходимо прокладывать до монтажа распределительного устройства.

Монтаж кабелей проводить в следующей последовательности:

- извлечь из шкафа кабельные зажимы, сальники;
- обрезать сальники в соответствии с диаметром подключаемых кабелей;
- надеть сальники на кабели, заделать кабельные концы в соответствии с рекомендациями, изложенными в руководстве производителей кабелей;
- в зависимости от типа кабеля и присоединительной шинки закрепить подходящим способом кабельный наконечник на шинке. При необходимости снять присоединительную шинку и рассверлить под диаметр закрепляющего болта;
- при наличии ограничителя перенапряжения, закрепить его в соответствии со сборочным чертежом;
- после присоединения кабелей монтировать кронштейн кабельных зажимов, кабельные зажимы и затем уплотнительные пластины;
- заземлить экранирующие оплетки кабелей.

5.5 Монтаж кабелей низкого напряжения

Кабели низкого напряжения могут подключаться несколькими способами.

5.5.1 Ввод с торцевой части щита.

Для этого сначала необходимо:

- снять верхние панели с каждого шкафа, как показано на рисунке 16;

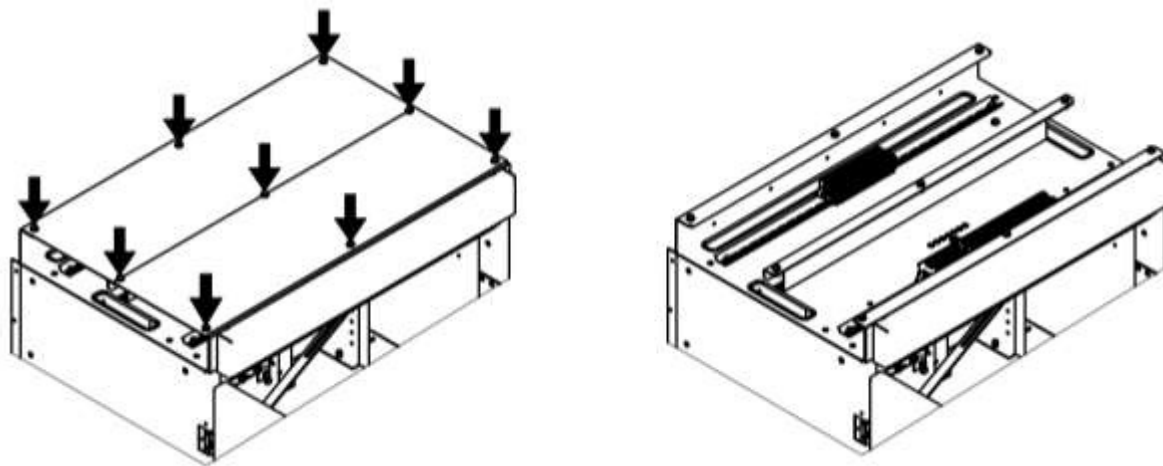


Рисунок 16

- затем проложить провода и поставить панели на место, как показано на рисунке 17;

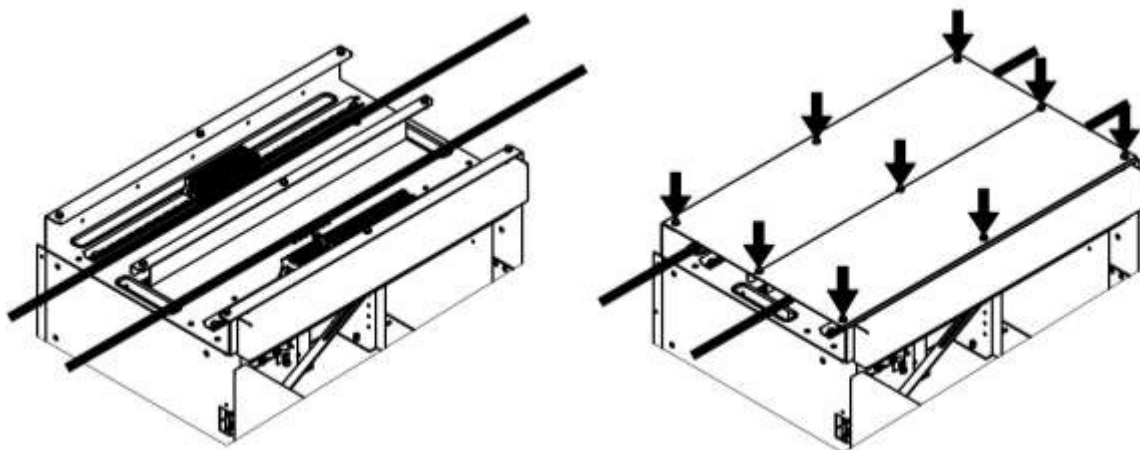


Рисунок 17

- пропустить ответвляющиеся в шкаф провода через отверстия в кабельном лотке, подключить их к клеммникам и закрыть верхнюю панель.

5.5.2 Подключение кабелей низкого напряжения снизу:

- ввести кабель через отверстие в основании шкафа. При необходимости снять верхние панели и платы, как показано на рисунке 18.

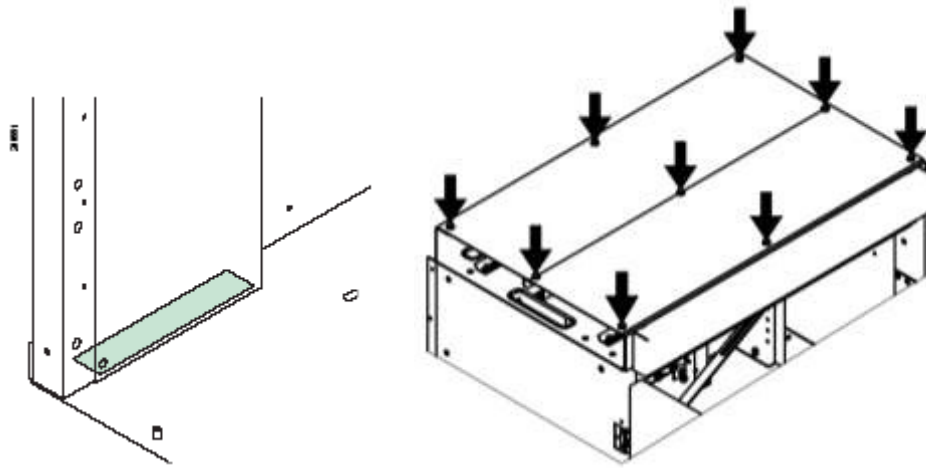


Рисунок 18

- проложить провода снизу вверх к верхней панели шкафа, как показано на рисунке 19. Провода крепить на хомуты к боковым стенкам шкафа.



Рисунок 19

- подсоединить провода к клеммникам и закрепить их. Поставить на место верхние панели ячеек.

6 Подготовка к эксплуатации

6.1 Эксплуатационные ограничения

6.1.1 Эксплуатация КРУ должна производиться в соответствии с «Правилами устройства электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» при соблюдении условий эксплуатации и использовании при номинальных параметрах.

6.2 Подготовка изделия к использованию

6.2.1 При подготовке КРУ к использованию необходимо:

- проверить цепи вспомогательных соединений каждого шкафа КРУ
- Произвести наладку работы реле и приборов;
- установить выкатные элементы в шкафы КРУ согласно приложению Б;
 - установить выкатные элементы с измерительными трансформаторами напряжения, как описано в приложении Ж;
 - проверить согласованность фаз с помощью устройства фазировки, поочередно подключая его концы в одноименные гнезда на передней панели привода заземлителя: если фазы согласованы, то лампочка не горит.

6.2.2 Болтовые соединения подвижных частей, а также других составных частей и деталей КРУ, подвергающихся переменным механическим воздействиям, должны быть устойчивы к этим воздействиям и снабжены устройствами против самоотвинчивания.

Затяжка всех болтовых соединений встроенного оборудования и шин должна быть выполнена с моментами, указанные в эксплуатационной документации на устанавливаемое оборудование, а если иное не указано смотреть в таблицах 5 и 6.

Таблица 5

Номинальный диаметр болта, мм	Момент затяжки, Н·м			
	Стальные болты (класс прочности 8.8) с шайбами			
	Стальная гайка		Гайка с нейлоновым стопором	
	Плоская шайба	Контактная шайба	Плоская шайба	Контактная шайба
3	1,0	1,5	1,2	1,7
4	2,5	3,5	2,8	3,8
5	5	7	5,5	7,5
6	8,5	13	10	14,5
8	19	28	22	41
10	37,5	50	41,5	54
12	62	75	70	83
14	98	120	110	132
16	155	185	170	200
18	210	260	230	280
20	290	370	330	410

Таблица 6

Крепеж	Момент затяжки, Н·м
М6 шестигранная резьбовая вставка	12
М6 шестигранная резьбовая вставка с большим фланцем	12
М8 шестигранная резьбовая вставка	16
М8 шестигранная резьбовая вставка с большим фланцем	32

7 Принадлежности (комплектующие)

В комплект поставки входят:



1. Сервисный стол (минимум 1 шт. на секцию на номинальный ток выключателя до 2000А и 1 шт на номинальный ток 2500-3150А)



2. Рукоятка выкатного элемента



3. Рукоятка привода заземляющих ножей (красная маркировка)



4. Съемная тяга управления силовым выключателем (ручные операции отключения)

По дополнительному заказу могут быть поставлены следующие комплектующие:



Индикатор фаз. Предназначен для определения последовательности фаз.



Ключ для дверей под электродрель. Предназначен для упрощения операции при большом количестве ячеек.



Ключ для винтов дверей.

8 Техническое обслуживание

Во время технического обслуживания необходимо соблюдать «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций», «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Рекомендации распространяются на оборудование, установленное в нормальных климатических условиях.

При более тяжелых условиях эксплуатации (запыленность, влажность, загрязнение) частота обслуживания должна быть увеличена.

Обслуживание выключателя в соответствии с РЭ на выключатель установленный в Вашей поставке.

Рекомендуемые операции при техническом обслуживании указаны в Таблице 7.

Таблица 7

Рекомендуемые операции	Регулярность (годы)		
	1	5	10
Проверка наличия и состояния принадлежностей (п. 7)	■	-	-
Визуальная проверка внешнего вида (чистота, отсутствие окисления и т.д.)	■	-	-
Чистка внешних элементов чистой, сухой тканью	■	-	-
Проверка момента затяжки (кабельные зажимы, подключение)	-	■	-
Проверка механических элементов управления с помощью выполнения 10 циклов (выкатить ВЭ; включить заземляющие ножи; открыть двери ОВ, ОКП)	-	■	-
Проверка индикаторов состояния (включение и выключение)	-	■	-
Контроль состояния и работы механической блокировки (запирание) см. п. 3.2.5	-	■	-
Удаление пыли (без использования растворителей) с внутренних механических элементов	-	■	-
Контроль работы запирающих механизмов шторок и наличия внутренних элементов запоров	-	-	■
Чистка внутренних механических элементов для удаления старой смазки (растворителем)	-	-	■
Смазка механических элементов (ЦИАТИМ-221 ГОСТ 9433)	-	-	■
Проверка общего внешнего вида деталей и механических соединений	-	-	■

Рекомендуемые операции	Регулярность (годы)		
	1	5	10
Операции для отсека выкатного элемента с силовым выключателем			
Проверка правильности работы шторок при вкатывании / выкатывании ВЭ	-	-	■
Чистка изолирующих деталей чистой сухой тканью	-	-	■
Чистка и смазка механических деталей	-	-	■
Визуальный осмотр на отсутствие следов перегрева или разрядов на втычных контактах	-	-	■
Операции для низковольтного шкафа			
Визуальный осмотр внутренних деталей	-	■	-
Проверка затяжки клемм и электрических соединений в целом п. 8.3.	-	-	■
Проверка обжата наконечников п. 8.3	-	-	■
Проверка общего состояния проводки и реле	-	-	■
Операции для кабельного отсека			
Визуальный осмотр на отсутствие следов перегрева или разрядов на контактах заземлителя	-	■	-
Визуальная проверка сальниковых уплотнителей	-	■	-
Проверка состояния кабельных разделок, кабельных муфт	-	■	-
Проверка внутренних деталей и элементов (изоляторы, соединения, и т.д.)	-	■	-
Чистка и смазка механических деталей	-	-	■
Операции для шинного отсека			
Визуальный осмотр опорных и проходных изоляторов	■	■	■
Проверка момента затяжки сборных шин и изоляторов	-	-	■

8.1 Замена предохранителей трансформаторов напряжения.

Конструкция модуля трансформаторов напряжения позволяет производить замену предохранителей без отключения главных цепей ячейки в контрольном положении выкатного элемента с трансформаторами.

В случае необходимости демонтажа модуля из шкафа необходимо:

- отключить главные цепи шкафа;
- проверить отсутствие напряжения с помощью стационарного индикатора напряжения и включить заземлитель;
- переместить выкатной элемент с трансформаторами напряжения в контрольное положение;

- открыть дверь отсека трансформаторов напряжения;
- отсоединить разъем вторичных цепей модуля;
- демонтировать порог кабельного отсека в сборе с декоративной панелью;
- вынуть модуль из кабельного отсека.

8.2 Замена предохранителей трансформатора собственных нужд:

Производится в следующем порядке:

- отключить нагрузку вторичной обмотки;
- отключить ТСН по высокой стороне, разомкнув главные ножи разъединителя;
- включить заземляющие ножи разъединителя;
- установить инвентарную перегородку и открыть дверь отсека ТСН;
- демонтировать перегоревшие высоковольтные предохранители;
- установить новые высоковольтные предохранители;
- закрыть дверь отсека ТСН и убрать инвентарную перегородку;
- отключить заземляющие ножи разъединителя;
- включить ТСН по высокой стороне, замкнув главные ножи разъединителя.
- включить нагрузку вторичной обмотки.

8.3 Релейный отсек.

Аппараты, размещенные в релейном шкафу, можно заменить, открыв дверь отсека, включив освещение отсека (переключатель расположенный в правом нижнем углу двери релейного отсека) и отключив питание. Проверку состояния клеммников осуществлять контрольной протяжкой (для винтовых клемм) и отсутствием возможности удаления провода из клеммы (для самозажимных клемм и наконечников).

8.4 Демонтаж и монтаж трансформаторов тока.

Выполнять в следующем порядке:

- отключить главные цепи шкафа;
- проверить отсутствие напряжения с помощью стационарного индикатора напряжения и включить заземлитель;
- демонтировать заднюю стенку распределительного шкафа;
- снять защитную крышку (крышки для трансформаторов тока с 4-я вторичными обмотками) клеммников вторичных обмоток трансформаторов и отсоединить провода вторичных цепей;
- отсоединить трансформаторы от шин;
- открутить болты крепления площадки с трансформаторами к стенкам шкафа (4 болта с внутренних сторон площадки);
- повернуть площадку назад-вниз относительно нижних шарнирных опор;
- поочередно отсоединить трансформаторы от площадки.

Монтаж новых трансформаторов тока производить в обратном порядке

8.5 Замена трансформатора собственных нужд.

Производится в следующем порядке:

- отключить нагрузку вторичной обмотки;
- отключить ТСН по высокой стороне, разомкнув главные ножи разъединителя;
- включить заземляющие ножи разъединителя;
- установить инвентарную перегородку и открыть дверь отсека ТСН;
- демонтировать нижнюю часть задней стенки;
- демонтировать высоковольтные предохранители;
- отсоединить шины от разъединителя и от ТСН;
- отсоединить низковольтный кабель от ТСН;

- демонтировать швеллеры с держателями предохранителей в сборе с шинами;
- отсоединить шину заземления от ТСН;
- освободить платформу ТСН вывернув 4 болта по бокам платформы;
- демонтировать порог отсека в сборе с декоративной панелью;
- ослабив гайку, крепящую направляющий швеллер платформы ТСН со стороны фасада, достать из ячейки пандус;
- в случае необходимости извлечения ТСН со стороны задней стенки, демонтировать порог с задней стороны шкафа (в этом случае держатели предохранителей и шины демонтировать не требуется);
- снять пандус закрепленный на основании ячейки с фасада;
- установить пандус с фасада (либо с задней стороны шкафа), зацепив двумя выступами (длиной 180 мм каждый) за торцевую пластину рамы основания;
- выкатить ТСН на платформе из шкафа;
- демонтировать ТСН с платформы.

8.6 Замена элементов дуговой защиты.

8.6.1 Замена оптических датчиков дуговой защиты.

Оптические датчики следует заменять вместе с их проводами.

Оптический датчик в отсеке выкатного элемента можно заменить, переместив выкатной элемент в ремонтное положение и демонтировав клапан сброса избыточного давления.

Оптический датчик в кабельном отсеке можно заменить после открывания двери отсека и демонтажа крышки кабельного канала на левой стенке отсека.

Оптический датчик в отсеке сборных шин можно заменить после снятия напряжения со сборных шин, демонтировав заднюю стенку и крышку между отсеком сборных шин и каналом вывода избыточного давления из кабельного отсека.

8.6.2 Замена концевых выключателей.

Перед заменой концевых выключателей необходимо:

- отсоединить провода концевого выключателя от клеммника в релейном шкафу или отключить питание;
- демонтировать клапан сброса избыточного давления.

Клапаны сброса избыточного давления над отсеком сборных шин разрешается демонтировать только при заземленных сборных шинах.

8.7 Поверка трансформаторов тока

ВНИМАНИЕ! Поверка трансформаторов тока производства ОАО "СЗТТ" производится с интервалом в 16 лет.

При проведении поверки необходимо:

1. Подготовительные работы (20 мин.)

- выключить и выкатить в контрольное положение вакуумный выключатель 10 кВ.
- перевести заземлитель в положение "ВКЛ"
- снять нижнюю заднюю стенку и снять защитный кожух вторичных выводов трансформаторов тока

2. Поверка согласно ГОСТ 8.217 "Трансформаторы тока. Методика поверки"

При проведении всех видов поверки выполняют следующие операции:

- 2.1. внешний осмотр - по 9.1 ГОСТ 8.217; (производится не снимая ошиновку)
- 2.2. проверка сопротивления изоляции - по 9.2 ГОСТ 8.217;
- 2.3. размагничивание - по 9.3 ГОСТ 8.217;
- 2.4. проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов - по 9.4 ГОСТ 8.217;
- 2.5. определение погрешностей - по 9.5 ГОСТ 8.217.

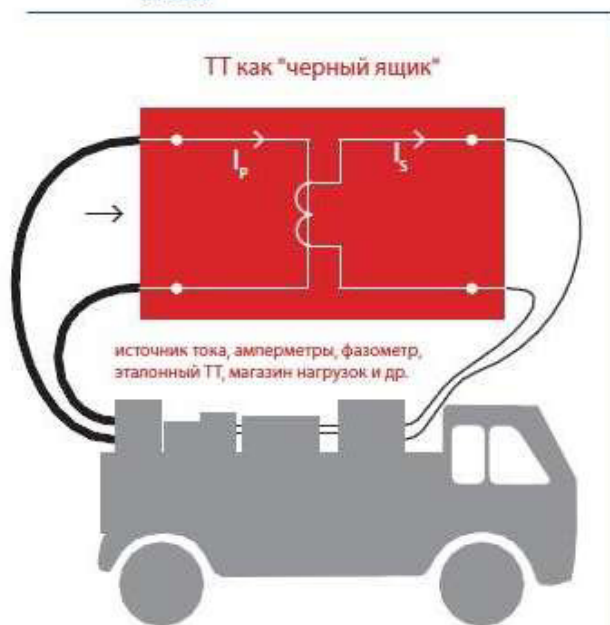
Проведение операций по п.2.2-2.5 производится одним из 4 методов (см.приложение).

Для сокращения времени выполнения работ мы рекомендуем метод №4 с использованием анализатора трансформаторов тока типа OMICRON, не требующий снятия и расшиновки трансформаторов тока в РУ-ЕС.

3. Подготовка к работе (20 мин.)

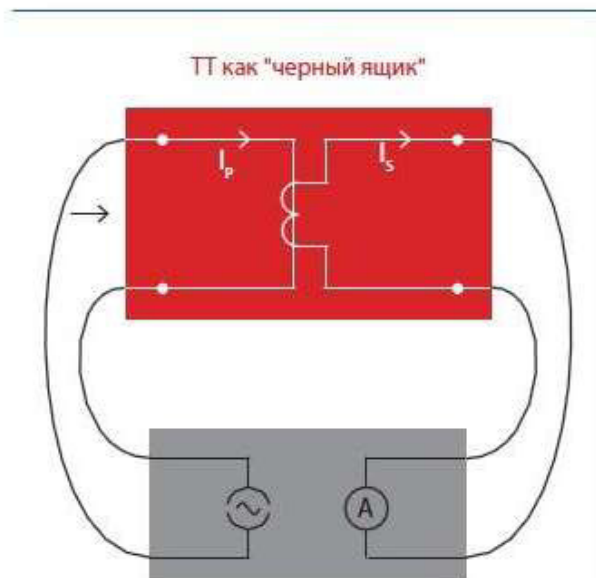
- установить защитный кожух вторичных выводов трансформаторов тока
- установить нижнюю заднюю стенку.

МЕТОД 1: ИСПЫТАНИЕ ПЕРВИЧНЫМ НОМИНАЛЬНЫМ ТОКОМ



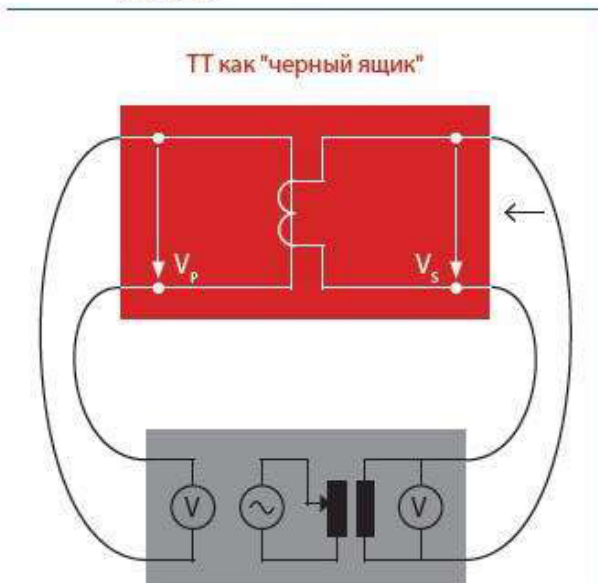
- >21** ПРЕИМУЩЕСТВА НАД МЕТОДАМИ 2 И 3:
 - + точность результатов благодаря учету потерь на намагничивание;
 - + возможность применения для калибровки по месту монтажа.
- Учитывает нагрузку** НЕДОСТАТКИ:
 - занимает много времени;
 - требуется большое количество аппаратуры;
 - используется тяжеловесное оборудование, например массивные кабели, генератор тока и т. п.;
 - для каждого требуемого значения нагрузки должно проводиться отдельное испытание;
- Подходит для калибровки по месту монтажа** *) Определение напряжения в точке перегиба возможно только в пределах достижимого выходного напряжения.
- Измерение напряжения в зоне перегиба ограничено!**

МЕТОД 2: ПОДАЧА ТОКА В ПЕРВИЧНУЮ ОБМОТКУ



- 30 кг** ПРЕИМУЩЕСТВА НАД МЕТОДОМ 1:
 - + компактное испытательное устройство;
 - + простота в использовании.
- Не учитывает вторичную нагрузку** НЕДОСТАТКИ:
 - если не используется магазин нагрузок (т.е. влияние нагрузки не учитывается), невозможно получить результаты, учитывающие фактическую нагрузку (напр., коэффициент трансформации, FS, ALF и др.);
 - невозможна оценка соответствия стандартам IEC или IEEE;
 - невозможно применение для калибровки по месту монтажа.
- Не подходит для калибровки по месту монтажа** *) Определение напряжения в точке перегиба возможно только в пределах достижимого выходного напряжения.
- Измерение напряжения в зоне перегиба ограничено!**

МЕТОД 3: ПОДАЧА НАПРЯЖЕНИЯ ВО ВТОРИЧНУЮ ОБМОТКУ



ТТ как "черный ящик"

~30 кг

ПРЕИМУЩЕСТВА НАД МЕТОДОМ 1:

- + компактное испытательное устройство;
- + простота в использовании.

Не учитывает вторичную нагрузку

НЕДОСТАТКИ:

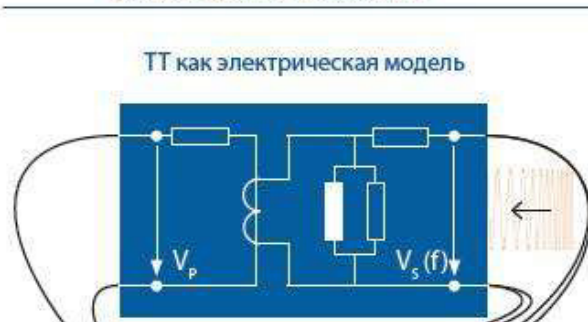
- при испытании не подключается вторичная нагрузка, поэтому данная методика не позволяет определить коэффициент трансформации и угловую погрешность ТТ с учетом нагрузки и оценить фактор ограничения точности (ALF) или коэффициент безопасности прибора;
- испытания, как правило, проводятся при номинальной частоте, и электрические помехи влияют на результаты, поскольку измеряемое напряжение в первичной обмотке очень мало (это особенно характерно для измерений на подстанциях или электростанциях);
- невозможно получить результаты, учитывающие вторичную нагрузку (напр., коэффициент трансформации, FS, ALF и др.);
- невозможна оценка соответствия стандартам IEC или IEEE;
- невозможно применение для калибровки по месту монтажа.

Не подходит для калибровки по месту монтажа

Измерение напряжения в точке перегиба ограничено

*) Определение напряжения в точке перегиба возможно только в пределах достижимого выходного напряжения.

МЕТОД 4: ЭКСПЕРТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ АНАЛИЗАТОРА ТТ



ТТ как электрическая модель

1. Определение элементов модели ТТ с регулированием частоты.
2. Вычисление параметров ТТ с помощью встроенных математических функций.

$$V_p(t) = V_s(t) \cdot R_{CT}(t) + L \cdot \frac{dI_p}{dt}$$

$$\Psi(t) = \Psi_p + \int (V_s(t) - R_{CT}(t) \cdot I_p(t)) dt$$

8 кг

ПРЕИМУЩЕСТВА НАД МЕТОДОМ 1:

- + компактное испытательное устройство;
- + простота в использовании.

Учитывает нагрузку

ПРЕИМУЩЕСТВА НАД МЕТОДОМ 3:

- + не зависит от частоты сети;
- возможность простого и точного измерения параметров ТТ, предназначенных для экспорта в страны с другими значениями промышленной частоты;
- подавляются помехи промышленной частоты — идеально для измерений на месте эксплуатации объекта.

Подходит для калибровки по месту монтажа

ПРЕИМУЩЕСТВА НАД МЕТОДАМИ 2 И 3: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВСЕХ ЭЛЕМЕНТОВ В МОДЕЛИ ТТ:

- + модель ТТ позволяет определить коэффициент трансформации и угловую погрешность для любой нагрузки — нет необходимости использовать магазин эталонных нагрузок;
- + могут быть измерены и оценены многие параметры, определенные в соответствующих стандартах IEC и IEEE (напр., FS, ALF, Kr, eC, Kssc, Ktd);
- + возможность применения для калибровки по месту монтажа (проверено Национальным институтом метрологии Германии (PTB));
- + возможность измерения очень высоких значений напряжения в точке перегиба (до 30 кВ) при низком выходном напряжении с применением метода регулирования частоты — запатентованной методики компании OMICRON;

Напряжение в точке перегиба до 30 кВ

8.8 Капитальный ремонт.

Срок службы до капитального ремонта не менее 15 лет.

Капитальный ремонт включает в себя дефектовку и работы по ремонту, замене поврежденного встроенного оборудования: разъемных контактов главных цепей, изоляторов, приборов и устройств защит и др. При капитальном ремонте необходимо оценить износ, отсутствие следов перегрева, следов разряда на розеточных контактах, восстановить поврежденные изоляционные и лакокрасочные покрытия деталей. Детали и элементы можно заказать,

обратившись к представителю завода-изготовителя. Замена узлов и механизмов должна быть согласована с заводом-изготовителя.

После короткого замыкания, которое вызвало видимые изменения, следует произвести замену поврежденных крепежных элементов, деталей и оборудования на аналогичное. Загрязненные поверхности очистить, восстановить антикоррозийное и /или лакокрасочное покрытие.

9 Утилизация

9.1 При транспортировании, хранении, эксплуатации, испытании и утилизации КРУ не представляют вреда для окружающей природной среды и здоровья человека.

9.2 После окончания срока службы КРУ подлежат утилизации.

9.3 При утилизации должны быть выполнены следующие рекомендации:

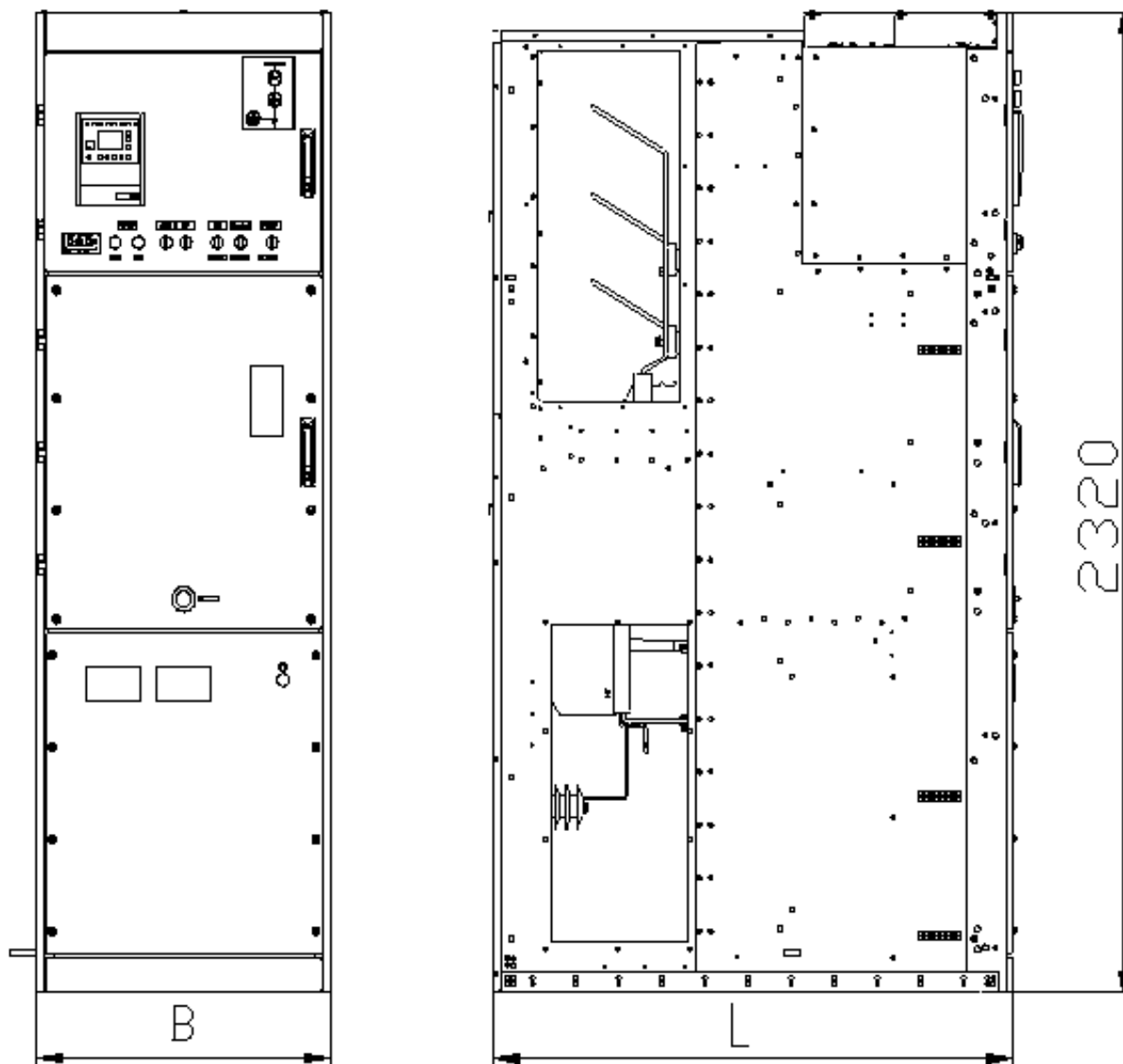
- металлические составные части (цветные и черные металлы) должны быть сданы на предприятия по переработке металлов;
- пластмассы, изоляционные материалы, резиновые уплотнения, керамику отправить на полигон твердых бытовых отходов.

Утилизация составных частей должна производиться в соответствии с рекомендациями, указанными в нормативной документации на эти комплектующие.

Приложение А

(обязательное)

Габаритные размеры шкафов КРУ



Варианты габаритных размеров шкафов КРУ различного типа, в зависимости от исполнения, приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Тип шкафа	Размеры, мм		Масса, кг	Номинальный ток, А
	L	B		
шкаф ввода шкаф отходящей линии	1300*	800	600	630-2000
	1700**		700	
	1300*	1000	750	до 3150
	1700**		850	
шкаф секционного выключателя/ секционного разъединителя	1300*	800	600	630-2000
	1700**		700	
	1300*	1000	750	до 3150
	1700**		850	
шкаф шинного перехода	1300*	800	400	630-2000
	1700**		500	
	1300*	1000	600	до 3150
	1700**		700	
шкаф шинных измерительных трансформаторов напряжения	1300*	800	500	-
	1700**		600	
шкаф собственных нужд	1300*	1000	900	-

Примечания

- * Максимальная глубина L=1370 мм (с учетом местных выступающих частей).
- ** Глубина с задним расширителем, при вводе сверху.

Приложение Б

(обязательное)

Извлечение, перемещение и установка выкатного элемента

Б.1 Извлечение выкатного элемента:

- открыть дверцу шкафа, потянув за ручку и повернув ее на 90° против часовой стрелки;
- отсоединить разъем цепей управления и установить разъем в держатель на выкатном элементе;
- подкатить сервисный стол к шкафу;
- закрепить сервисный стол к шкафу, повернув две рукоятки основания стола, вставив пальцы фиксации стола в ответные отверстия шкафа;
- перед тем как извлекать выкатной элемент, необходимо расфиксировать тележку выкатного элемента. Перекатить выкатной элемент на сервисный стол и зафиксировать фиксаторами тележки;
- отсоединить сервисный стол от шкафа, повернув две рукоятки. Вынуть пальцы фиксации из отверстий в шкафу и откатить сервисный стол.

Б.2 Установка выкатного элемента:

- поставить сервисную тележку с выкатным элементом перед шкафом, закрепить ее, повернув две рукоятки, вставив пальцы фиксации в отверстия шкафа;
- расфиксировать тележку выкатного элемента;
- перекатить выкатной элемент в шкаф;
- подключить разъем цепей управления к выключателю;
- закрыть дверцу отсека выкатного элемента.

Б.3 Перемещение выкатного элемента

Перемещение выкатного элемента возможно только при следующих условиях: дверь отсека выключателя закрыта (при наличии соответствующей блокировки), заземлитель отключен, низковольтный разъем установлен на

выключателе, снята блокировка перемещения выкатного элемента, выключатель отключен, подано оперативное питание.

- Вставить рукоятку управления в гнездо на двери отсека выключателя. Чтобы переместить выкатной элемент в рабочее положение, вращать рукоятку по часовой стрелке до упора. Для перемещения выкатного элемента в испытательное положение, вращать рукоятку против часовой стрелки. Перемещение произошло до конца, если невозможно дальше вращать рукоятку.

Приложение В

(обязательное)

Оперирование заземлителем

В.1 Включение заземлителя:

Оперирование заземлителем возможно только при следующих условиях:

- дверь отсека кабельных присоединений закрыта;
- выкатной элемент в положении выкачено или извлечен из шкафа;
- снят замок с блокировок, препятствующих оперированию заземлителем;
- отсутствует напряжение на кабеле (при наличии электромеханической блокировки).

Внимание! Убедитесь, что лампы стационарного указателя напряжения не горят, т.е. отсутствует напряжение на кабелях.

- Вставить рукоятку управления в гнездо на двери кабельного отсека, предварительно подняв шторку вверх. Рукоятку вращать по часовой стрелке. Включение заземлителя сопровождается характерным звуком.

- Заземлитель находится теперь во включенном положении, кабели заземлены.

В.2 Отключение заземлителя:

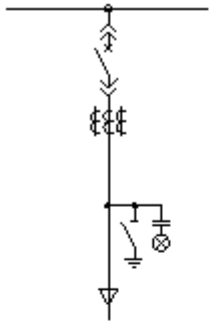
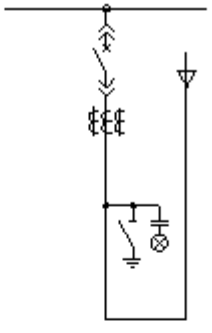
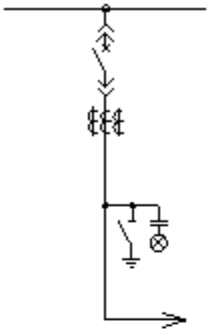
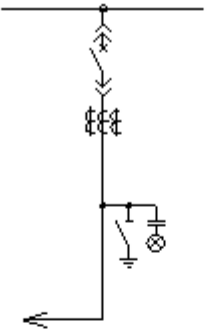
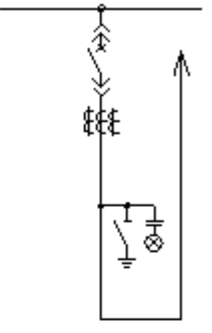
- Вставить рукоятку управления в гнездо на двери кабельного отсека и вращать ее против часовой стрелки. Отключение заземлителя сопровождается характерным звуком.

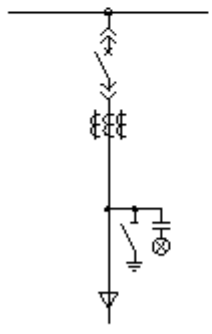
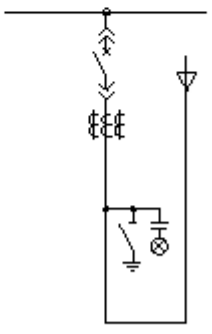
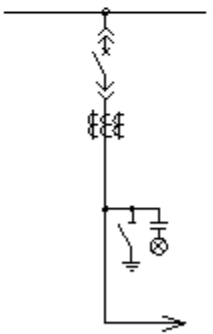
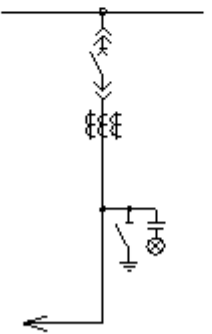
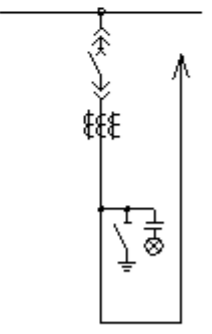
- Заземлитель находится теперь в отключенном положении, кабели не заземлены.

Приложение Г

(обязательное)

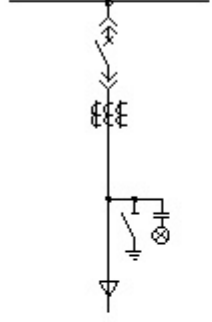
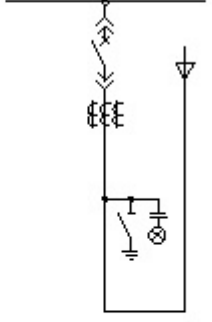
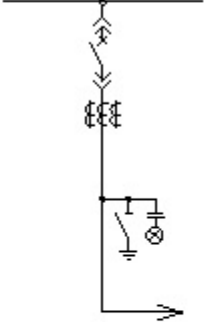
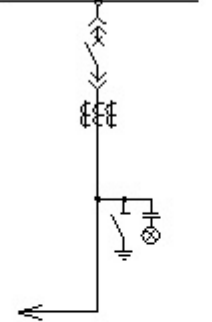
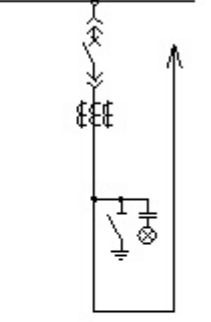
Сетка схем главных цепей

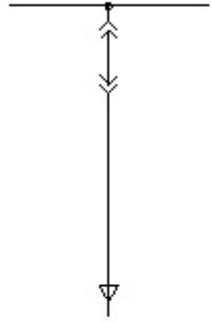
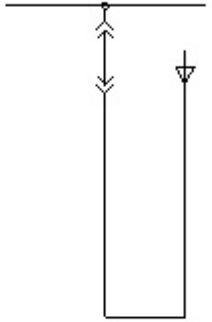
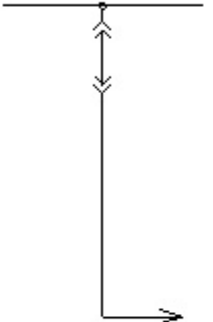
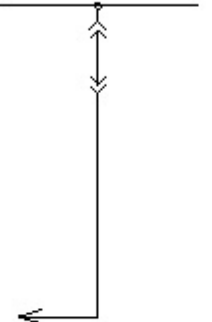
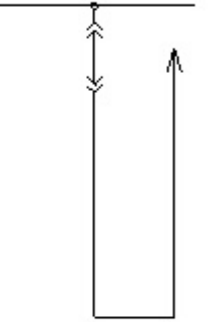
				
<i>Ввод Кабель снизу</i>	<i>Ввод Кабель сверху</i>	<i>Ввод Шины справа</i>	<i>Ввод Шины слева</i>	<i>Ввод Шины сверху</i>
<i>1КН</i>	<i>1КВ</i>	<i>1ШП</i>	<i>1ШЛ</i>	<i>1ШВ</i>

				
<i>Линия Кабель снизу</i>	<i>Линия Кабель сверху</i>	<i>Линия Шины справа</i>	<i>Линия Шины слева</i>	<i>Линия Шины сверху</i>
<i>2КН</i>	<i>2КВ</i>	<i>2ШП</i>	<i>2ШЛ</i>	<i>2ШВ</i>

Продолжение приложения Г

Сетка схем главных цепей

				
<i>Секционный выключатель Кабель снизу</i>	<i>Секционный выключатель Кабель сверху</i>	<i>Секционный выключатель Шины справа</i>	<i>Секционный выключатель Шины слева</i>	<i>Секционный выключатель Шины сверху</i>
<i>ЗКН</i>	<i>ЗКВ</i>	<i>ЗШП</i>	<i>ЗШЛ</i>	<i>ЗШВ</i>

				
<i>Секционный разъединитель Кабель снизу</i>	<i>Секционный разъединитель Кабель сверху</i>	<i>Секционный разъединитель Шины справа</i>	<i>Секционный разъединитель Шины слева</i>	<i>Секционный разъединитель Шины сверху</i>
<i>4КН</i>	<i>4КВ</i>	<i>4ШП</i>	<i>4ШЛ</i>	<i>4ШВ</i>

Окончание приложения Г

Сетка схем главных цепей

<i>Шинный переход Кабель снизу</i>	<i>Шинный переход Кабель сверху</i>	<i>Шинный переход Шины справа</i>	<i>Шинный переход Шины слева</i>	<i>Шинный переход Шины сверху</i>
<i>5КН</i>	<i>5КВ</i>	<i>5ШП</i>	<i>5ШЛ</i>	<i>5ШВ</i>

<i>Трансформатор напряжения</i>	<i>Трансформатор собственных нужд Подключение на СШ</i>	<i>Трансформатор собственных нужд Подключение кабелем</i>	<i>Перемычка</i>
<i>6</i>	<i>7</i>	<i>7К</i>	<i>8</i>

Условные обозначения:

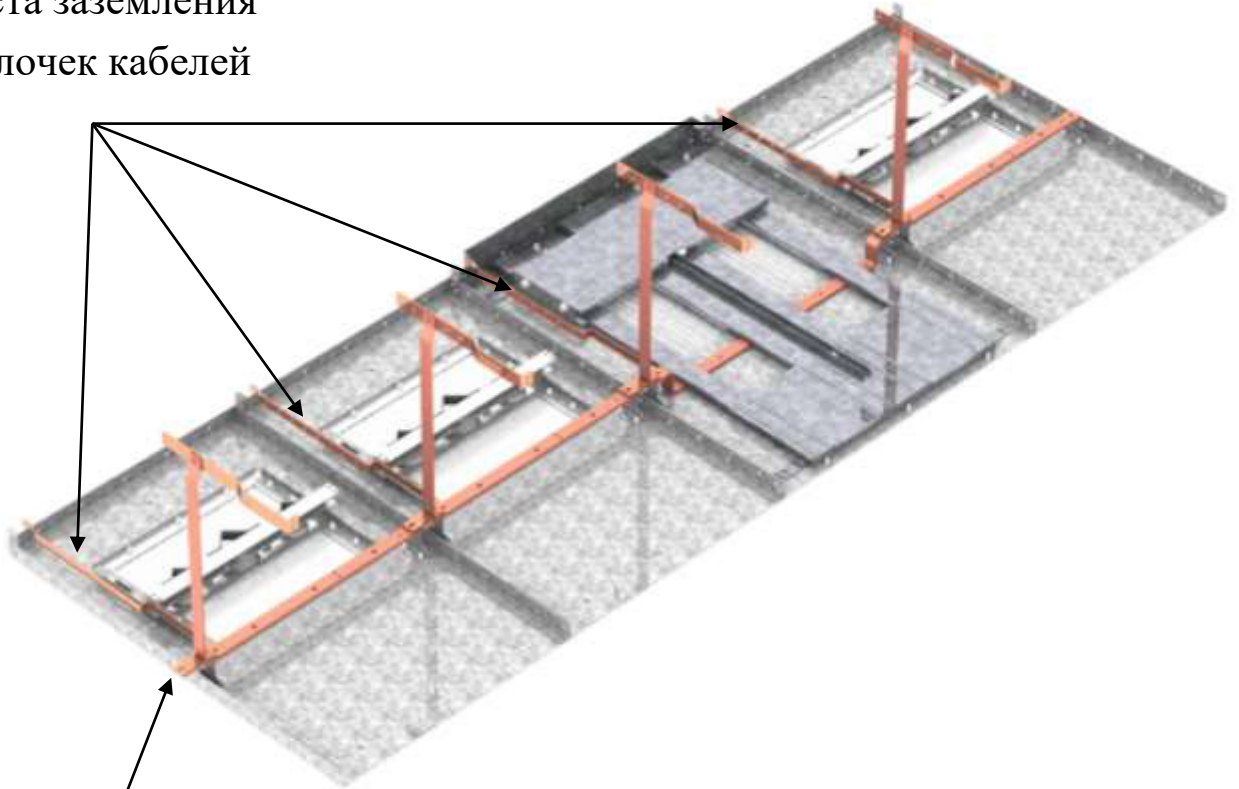
- 1 - Ввод
- 2 - Линия
- 3 - Секционный выключатель
- 4 - Секционный разъединитель
- 5 - Шинный переход
- 6 - Трансформаторы напряжения
- 7 - Трансформаторы собственных нужд
- 8 - Перемычка

- К - Кабель
- КН - Кабель снизу
- КВ - Кабель сверху *
- СШ - Сборные шины
- ШП - Шины справа
- ШЛ - Шины слева
- ШВ - Шины сверху *

* с приставкой 400 мм

Приложение Д
(обязательное)
Контур заземления

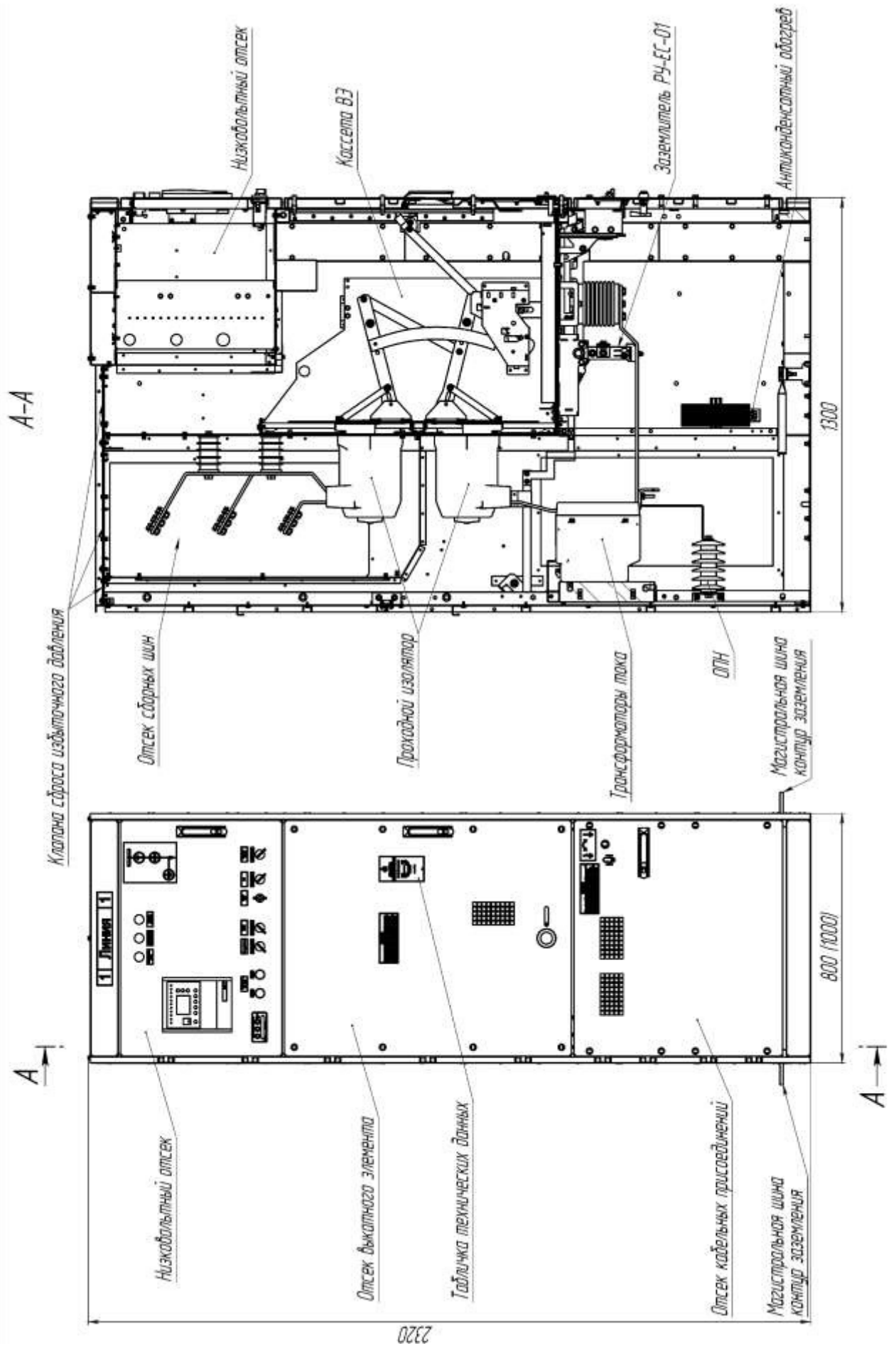
Места заземления
оболочек кабелей



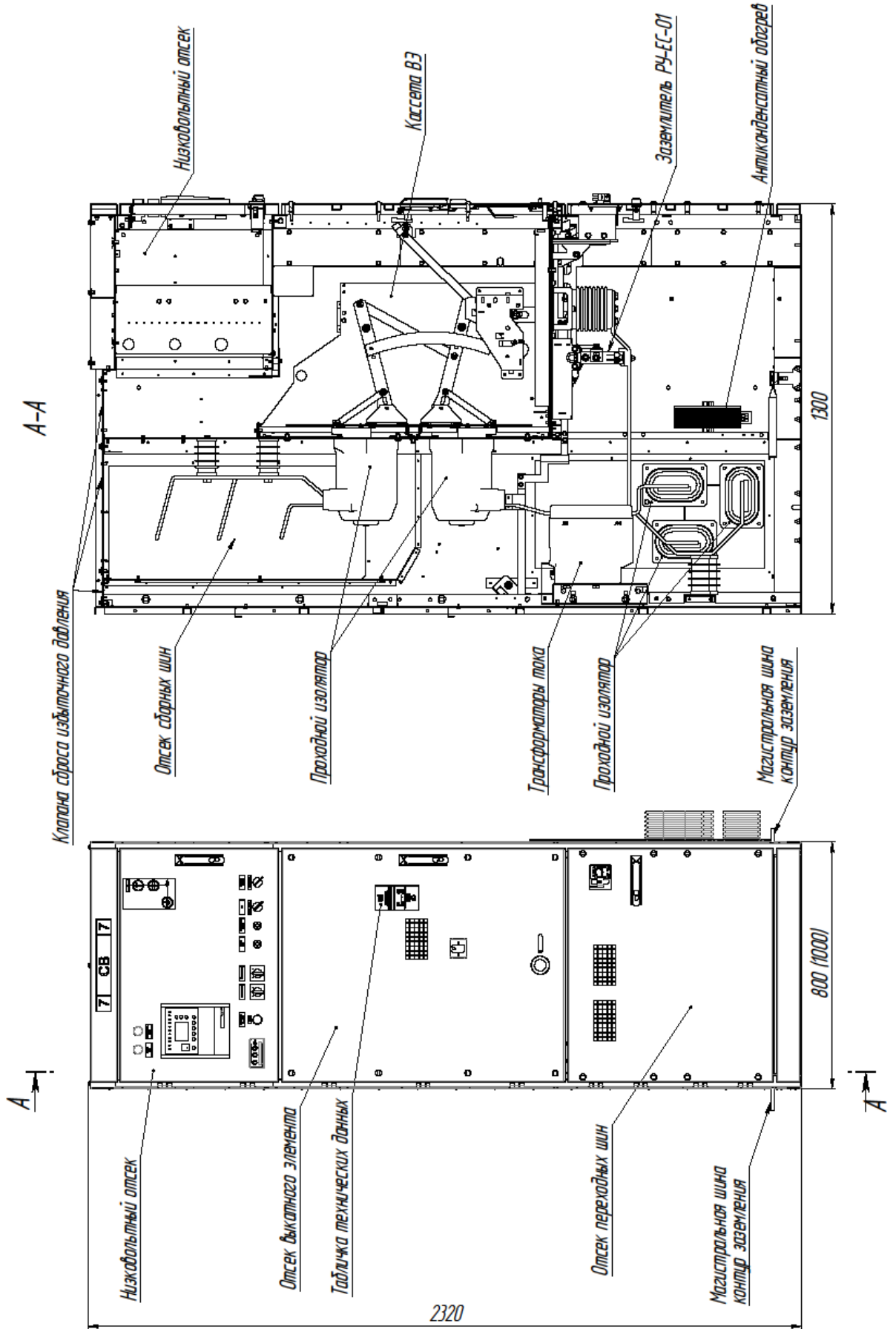
Вывод к общему контуру заземления подстанции

Приложение Е
(обязательное)

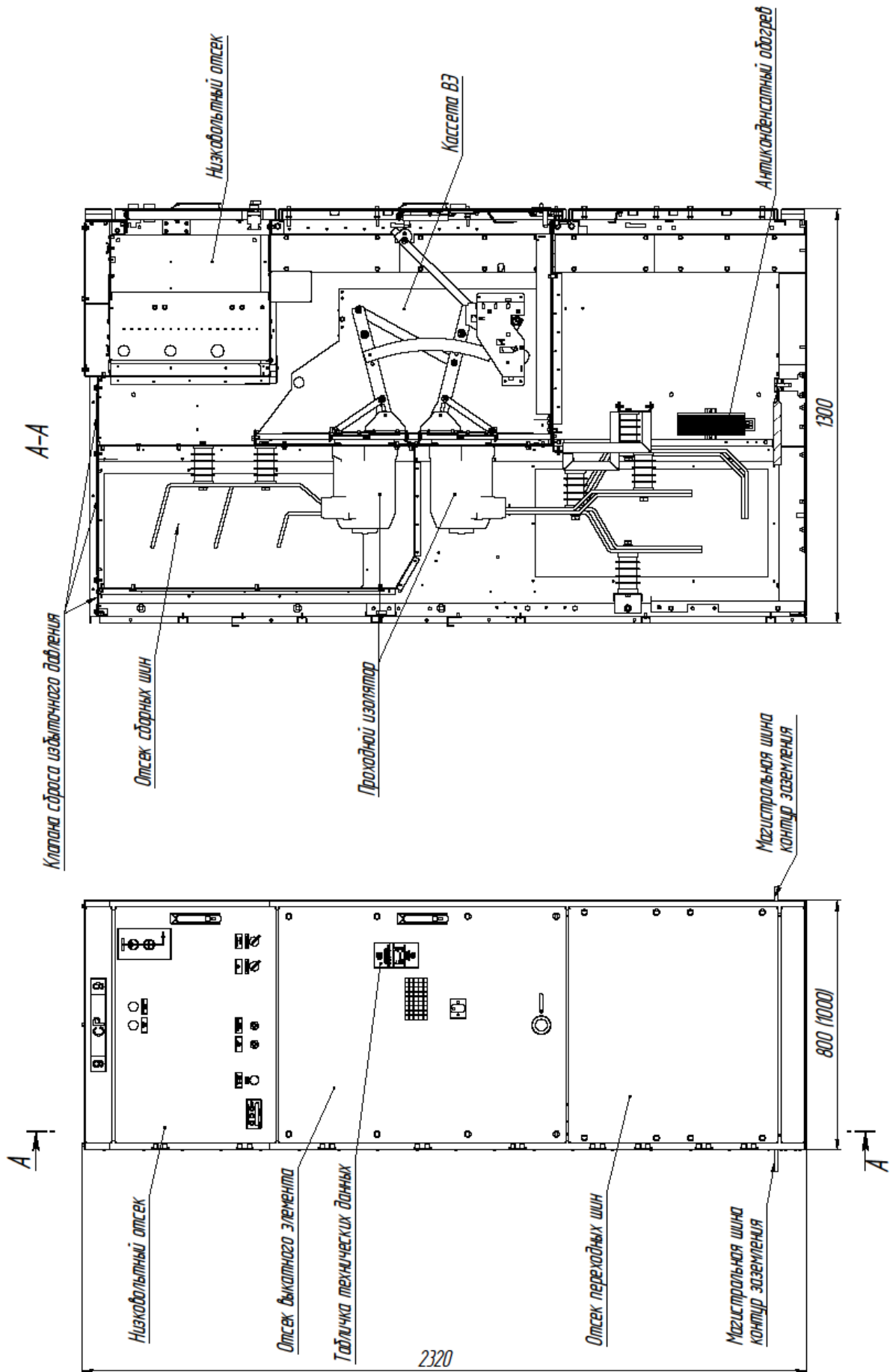
Общий вид шкафов Ввода или Отходящей Линии



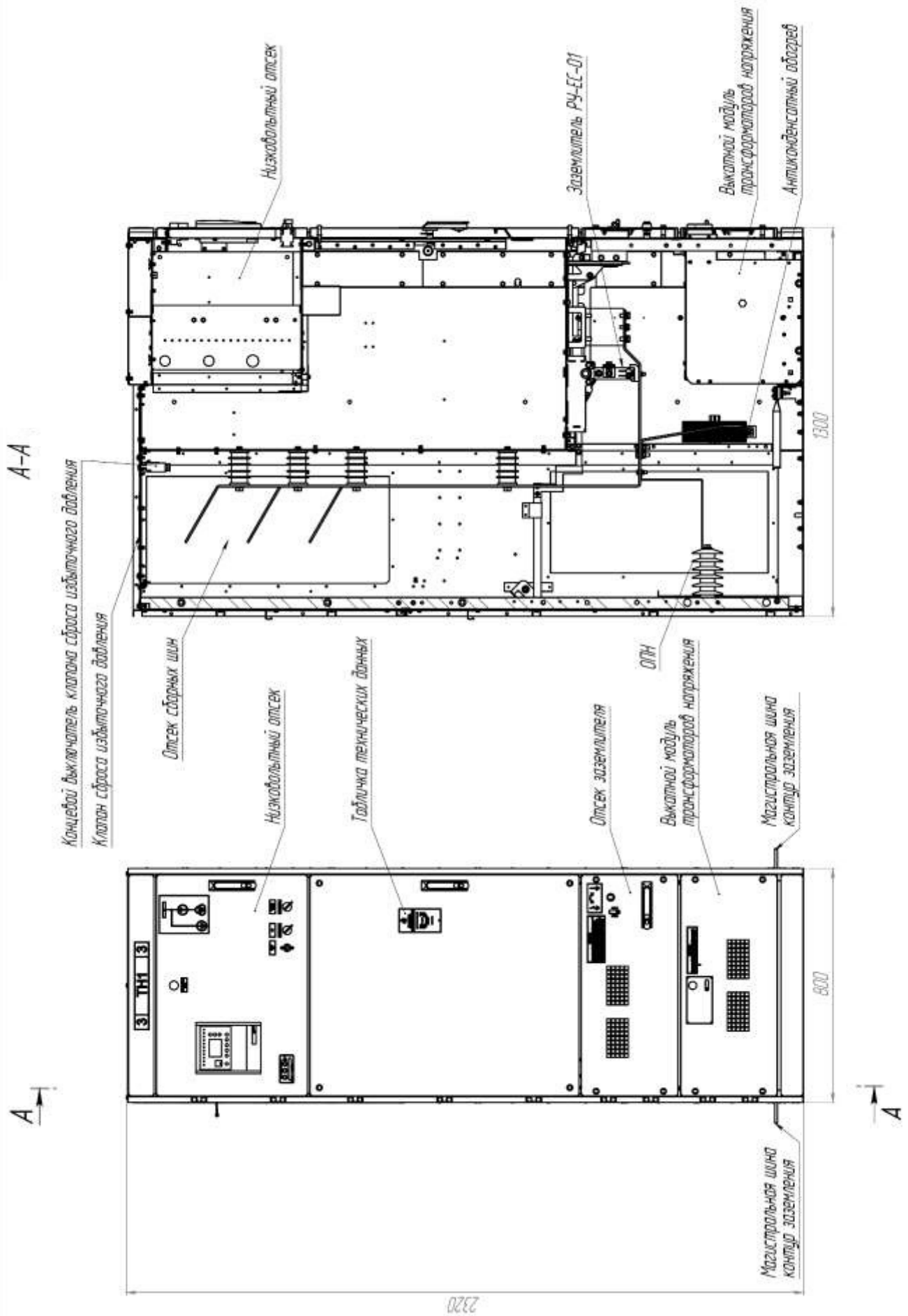
Продолжение приложения Б
Общий вид шкафов СВ



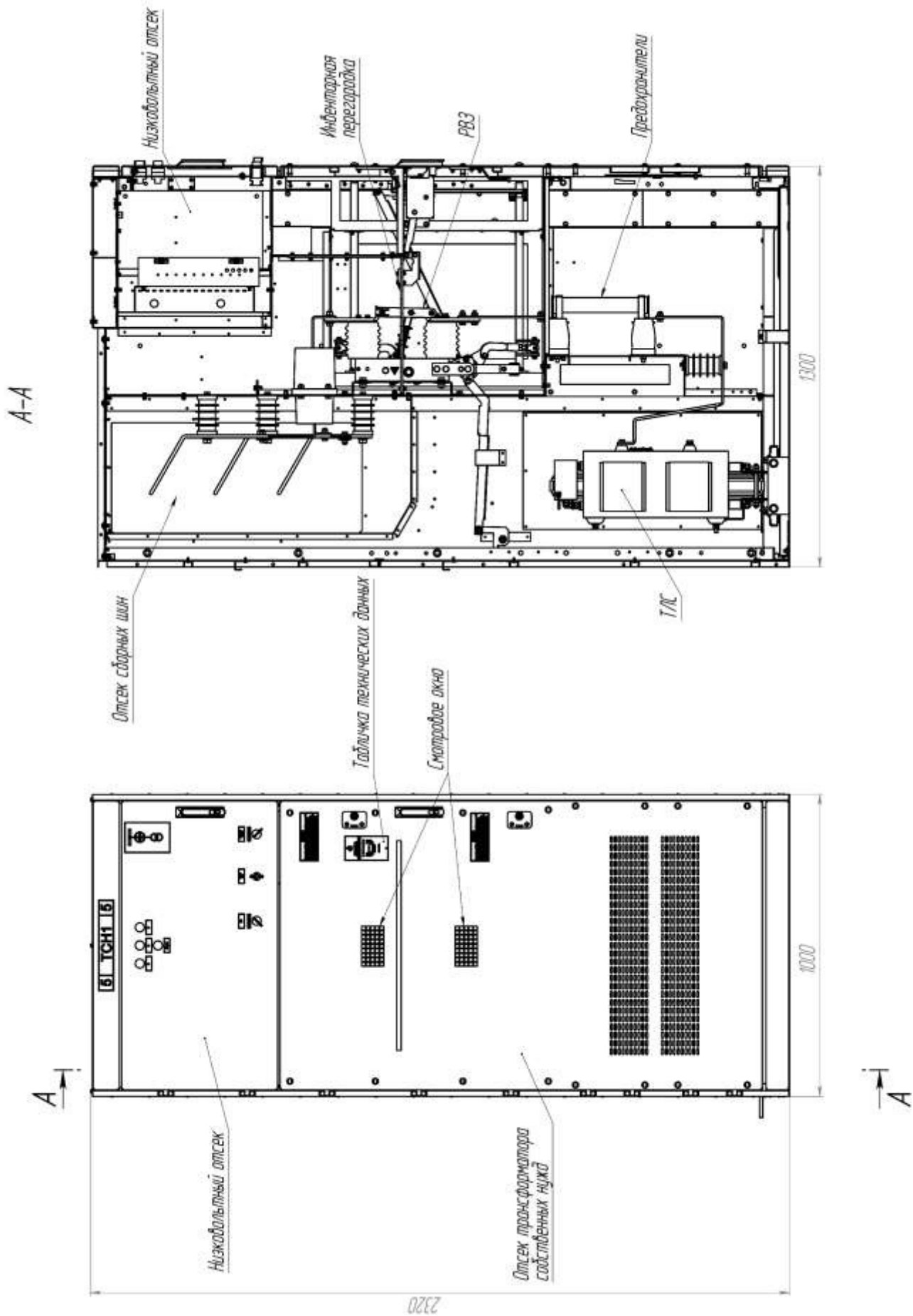
Продолжение приложения Е
Общий вид шкафов СР



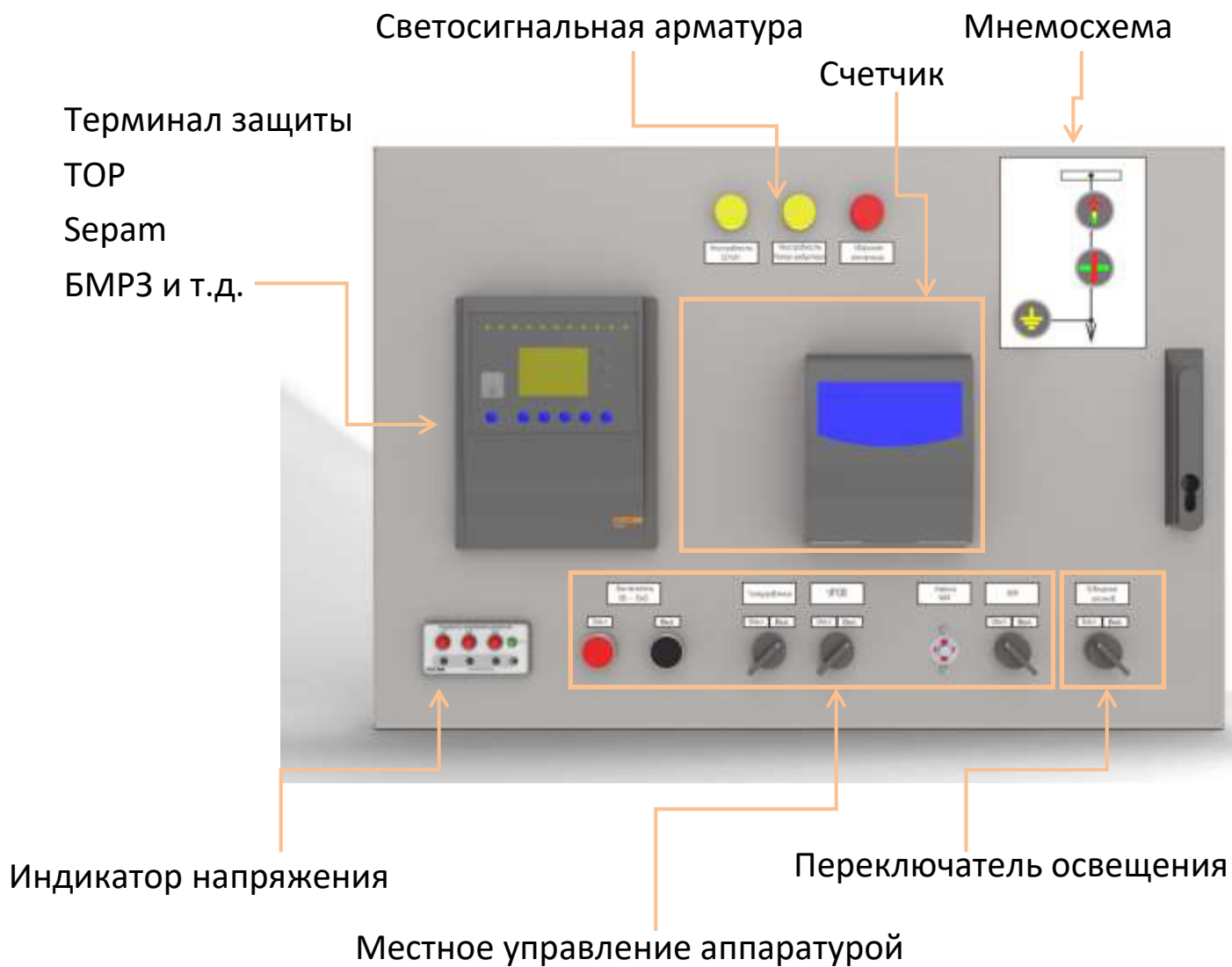
Продолжение приложения Е
Общий вид шкафов ТН



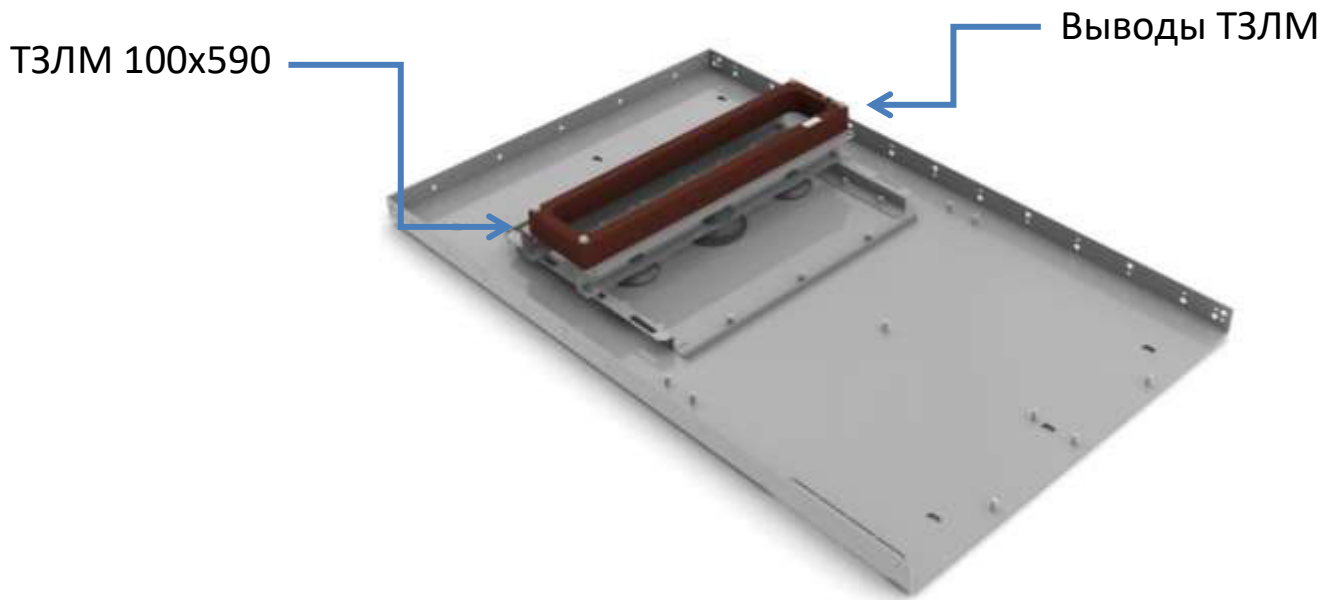
Продолжение приложения Е
 Общий вид шкафов ТСН



Продолжение приложения Е
 Общий вид двери низковольтного отсека



Продолжение приложения Е
Общий вид основания с трансформаторами тока ТЗЛМ



На основании РУ-ЕС-01 имеется возможность установки трансформаторов тока ТЗЛМ с окном 100x590, 250x590, 450x590.

Приложение Ж

(обязательное)

Установка и извлечение выкатного элемента с трансформаторами
напряжения

- Вставить рукоятку управления в гнездо двери отсека трансформаторов напряжения и поворачивать ее по часовой стрелке (для извлечения трансформаторов ручку поворачивать против часовой стрелки) до полной установки. Установка произошла до конца, если невозможно дальше вращать рукоятку.

- При замене предохранителей см. п.8.1

Приложение И
(обязательное)
Схема строповки

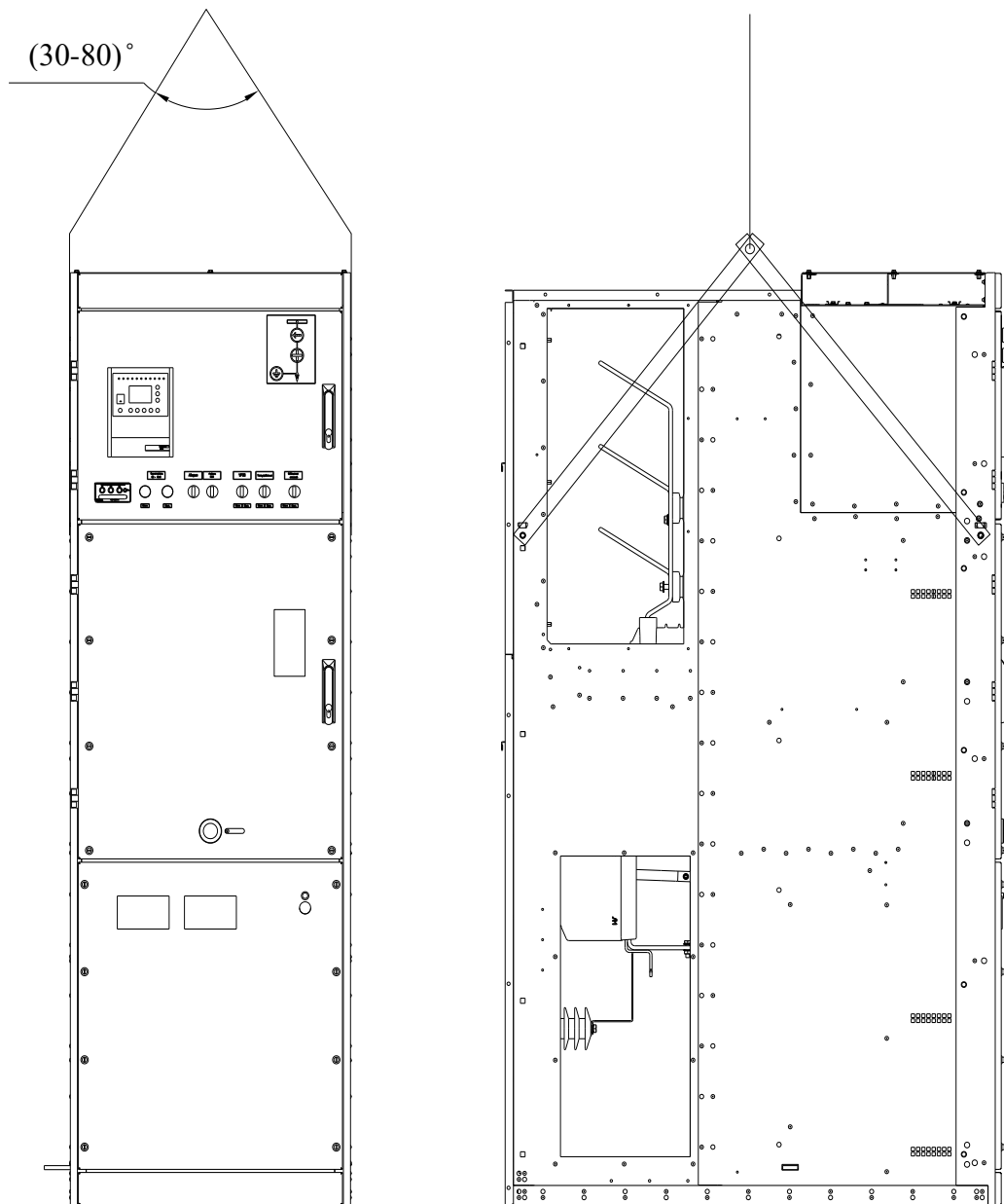


Рисунок И.1 – Схема строповки шкафа КРУ