



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ЭКРА»

27.12.31.000

ШКАФЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ СЕРИИ ШЭ11ХХ

Руководство по эксплуатации

ЭКРА.650323.001 РЭ



Авторские права на данную документацию принадлежат ООО НПП "ЭКРА".

Снятие копий или перепечатка разрешается только по согласованию с разработчиком.

ВНИМАНИЕ!
ДО ИЗУЧЕНИЯ НАСТОЯЩЕГО РУКОВОДСТВА ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ШКАФ НЕ ВКЛЮЧАТЬ!

В связи с систематически проводимыми работами по совершенствованию конструкции и технологии изготовления возможны некоторые расхождения между описанием и поставляемым изделием, не влияющие на параметры изделия, на условия его монтажа и эксплуатации.

Обозначения и сокращения

АРМ – автоматизированное рабочее место

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическими процессами

АЦП – аналого-цифровой преобразователь

ГАЭС – гидроаккумулирующая электростанция

ГРЭС – государственная районная электростанция

ГТУ – газотурбинная установка

ГЭС – гидроэлектростанция

ЗИП – запасные части, инструменты, принадлежности

КЗ – короткое замыкание

НКУ – низковольтное комплектное устройство

ООО НПП «ЭКРА» – общество с ограниченной ответственностью научно-производственное предприятие «ЭКРА»

ПГ – погрешность средства измерения

ПГУ – парогазовая установка

ПК – персональный компьютер

РЗА – релейная защита и автоматика

СВ – система возбуждения

ТБ – трансформатор блока

ТН – трансформатор напряжения

ТО – техническое описание

ТСН – трансформатор собственных нужд

ТТ – трансформатор тока

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль

ШС – шина сигнализации

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на шкафы электротехнические серии ШЭ11XX (далее – шкафы) комплекса унифицированных защит генераторов, трансформаторов и блоков генератор-трансформатор электростанций (далее – комплекс защит), изготавливаемые для поставок в Российскую Федерацию и на экспорт.

Комплекс защит конструктивно может состоять:

- из двух шкафов типа ШЭ1109, предназначенных для защиты генераторов, трансформаторов и блоков генератор-трансформатор средней мощности. В одном шкафу реализуется один комплект защит;

- из одного шкафа типа ШЭ1110, предназначенного для защиты генераторов и трансформаторов малой и средней мощностей. В шкафу реализуется два взаиморезервирующих автономных комплекта защит;

- из двух шкафов типа ШЭ1111, предназначенных для защиты средней и большой мощности блоков генератор-трансформатор. В каждом шкафу реализован один комплект защит;

- из двух шкафов типа ШЭ1112, предназначенных для защиты мощных блоков генератор-трансформатор. Шкаф содержит два терминала защит разного функционального назначения с общими входными и выходными цепями;

- из одного шкафа типа ШЭ1113, предназначенного для защиты генераторов, трансформаторов и блоков генератор-трансформатор средней мощности с двумя взаиморезервируемыми автономными комплектами защит в одном шкафу;

- из одного или двух шкафов типа ШЭ1114, предназначенных для защиты генераторов, трансформаторов или блоков генератор-трансформатор средней мощности. Каждый шкаф содержит два независимых комплекта защит разного функционального назначения (для защиты (управления) двух разных объектов) с разными входными и выходными цепями.

Комплекты защит шкафов выполняются на базе терминала микропроцессорного серии ЭКРА 200 (далее – терминал), соответствующего требованиям технических условий ТУ 3433-026-20572135-2010 «Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200. Технические условия». Основные параметры, принцип действия, конструктивные особенности, правила эксплуатации и оценка возможности применения терминала приведены в руководстве по эксплуатации ЭКРА.650321.001 РЭ «Терминалы микропроцессорные серии ЭКРА 200. Руководство по эксплуатации».

Функциональный состав каждого комплекта защит определяет заказчик и отражает в карте заказа.

Описание цифровых защит стационарного оборудования приведено в техническом описании ЭКРА.656116.360 ТО «Цифровые защиты генераторов, трансформаторов и блоков генератор-трансформатор электростанций. Техническое описание».

В настоящем РЭ содержатся общие сведения о шкафах комплекса. Настоящее РЭ разработано в соответствии с требованиями технических условий ТУ 3433-033-20572135-2010 «Шкафы электротехнические серий ШЭЭ ХХХ, ШЭ11ХХ. Технические условия», а также ГОСТ IEC 61439-1-2013.

Виды климатического исполнения шкафов, предназначенных для нужд экономики страны и на экспорт в районы с умеренным климатом – УХЛ4, УХЛ3.1, в районы с тропическим климатом – О4 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89.

Конкретные сведения о шкафах комплекса (характеристики, функциональные схемы, описание принципа действия функций и защит, перечень уставок и настраиваемых параметров и т.д.) приводятся в РЭ конкретного типоразмера шкафа.

1 Описание и работа

1.1 Назначение

1.1.1 Шкафы электротехнические серии ШЭ11ХХ предназначены для реализации комплексной системы защит стационарного оборудования:

- гидростанций (ГЭС, ГАЭС);
- тепловых станций (ТЭЦ, ГТУ, ПГУ, ГРЭС);
- генерирующих установок в металлургической и нефтегазовой промышленности;
- для реализации устройств управления и автоматизации.

1.1.2 Структура условного обозначения типоразмеров шкафов

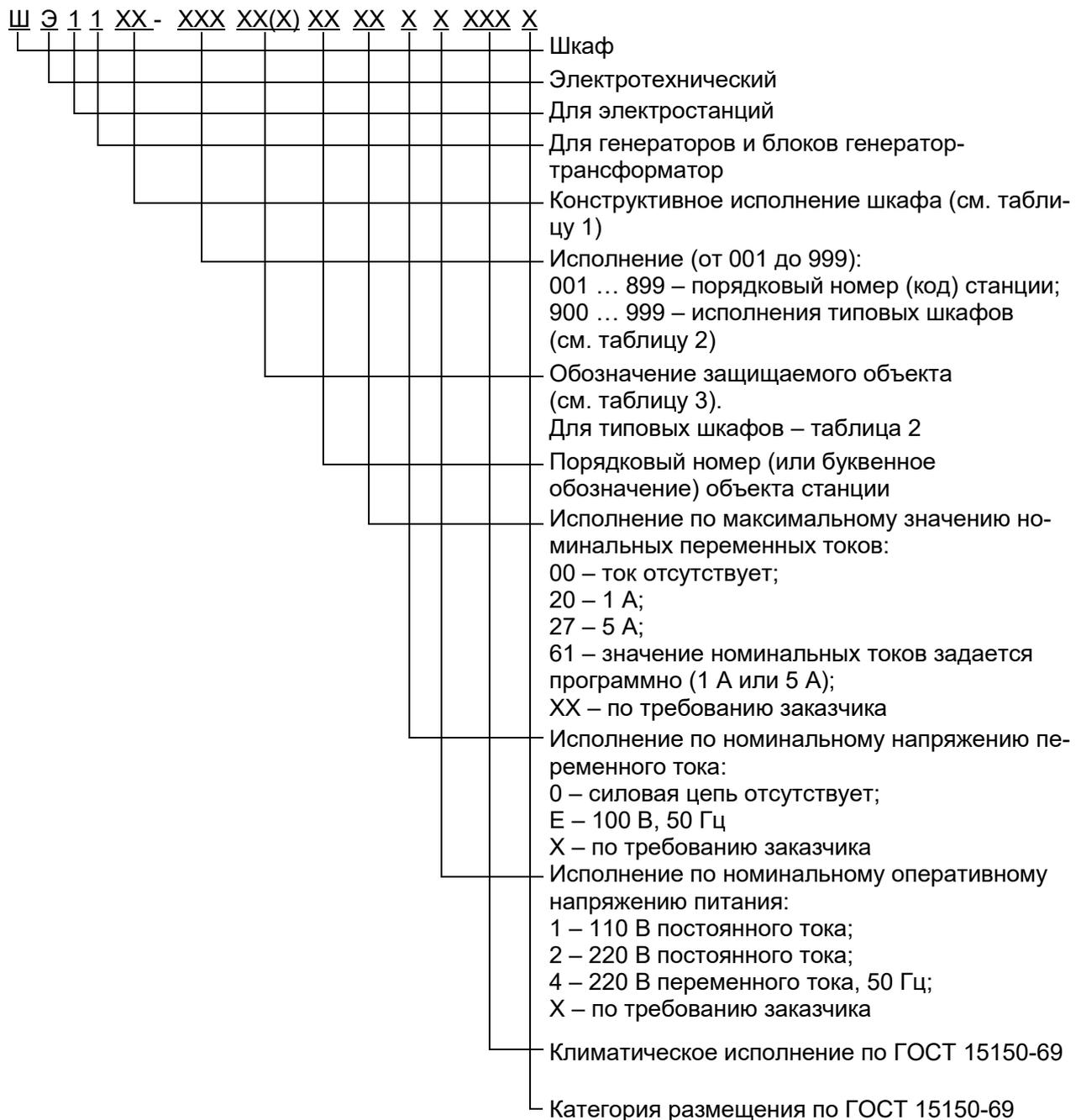


Таблица 1– Конструктивное исполнение шкафов ШЭ11ХХ

Исполнение	Высота, мм	Ширина, мм	Глубина, мм	Количество комплектов
	H	L	B	
09	2000	600	600	1
10	2000	600	600	2
11	2000	800	600	1
12	2000	800	600	1 ¹⁾
13	2000	800	600	2
14	2000	800	600	2 ²⁾

1) Комплект состоит из двух терминалов разного функционального назначения.
2) Комплекты разного функционального назначения.

Примечание – Высота шкафов указана без учета цоколя

Таблица 2 – Исполнения типовых шкафов

Исполнение по типу объекта	Обозначение типового шкафа	
	исполнение*	обозначение защищаемого объекта
Защита генератора	900 – 909	G
Защита системы возбуждения: – тиристорной независимой – тиристорной самовозбуждения	910 – 919	AG ET
Защита трансформатора(ов): – собственных нужд резервного – собственных нужд общестанционного – собственных нужд блока – блочного и собственных нужд блока – автотрансформатора	920 – 929	ATR ATS ATU UT AU
Защита ввода(ов): – на секцию питания – на магистраль питания	930 – 939	PS PM
Защита шин, ошиновки	940 – 949	BB
Защита высоковольтных вводов повышающего трансформатора	950 – 959	–
Резерв	960 – 969	–
Резерв	970 – 979	–
Защита блока генератор-трансформатор	980 – 989	GT
Управление коммутационным оборудованием: – выключателем	990 – 999	BC, BS

* Первая позиция (9) – типовое исполнение, вторая позиция (от 0 до 9) – основное назначение, третья позиция (от 0 до 9) – типoisполнение (конструктивные особенности).

Таблица 3 – Обозначение защищаемого объекта нетиповых шкафов

Наименование	Обозначение	Примечание
Автотрансформатор блока	AU	Autotransformer (of a unit)
Автотрансформатор связи	AC	Autotransformer (coupling)
Блок генератор-трансформатор	GT	Generator-transformer
Генератор вспомогательный	AG	Auxiliary generator
Генератор главный	G(GG)	General generator
Генератор-двигатель	GM	Generator-motor
Трансформатор блока (ТБ) (или ТБ+ТСН)	UT	Unit transformer
Трансформатор возбуждения	ET	Excitation transformer
Трансформатор связи	CT	Coupling transformer

Наименование	Обозначение	Примечание
ТСН блока	ATU	Auxiliary transformer (of a unit)
ТСН общестанционный	ATS	Auxiliary transformer (of a station)
ТСН резервный	ATR	Auxiliary transformer (reserve)
Прочее:		
ввод на магистраль питания	PM	To power supply main
ввод на секцию питания	PS	To power supply section
ошиновка трансформатора и система шин	BB	Bus bar
синхронизация выключателя	BS	Breaker synchronization
управление выключателем	BC	Breaker control
регистратор событий	GTxxR	Recorder

Пример записи обозначения шкафа защит блока генератор-трансформатор типа ШЭ1111 на номинальный вторичный ток на выводах и в нейтрали генератора 1 А или 5 А, номинальное напряжение переменного тока 100 В частотой 50 Гц, номинальное напряжение оперативного постоянного тока 220 В, ток со стороны высшего напряжения трансформатора блока 1 А при заказе и в документации другого изделия:

- для поставок в Российской Федерации:
«Шкаф ШЭ1111-XXXGTXX-61E2 УХЛ4 ТУ 3433-033-20572135-2010»;
- для поставок на экспорт в страны с умеренным климатом:
«Шкаф ШЭ1111-XXXGTXX-61E2 УХЛ4. Экспорт ТУ 3433-033-20572135-2010»;
- для поставок на экспорт в страны с тропическим климатом:
«Шкаф ШЭ1111-XXXGTXX-61E2 04. Экспорт ТУ 3433-033-20572135-2010».

Пример записи обозначения типового шкафа защит тиристорной независимой системы возбуждения типа ШЭ1113 на номинальный ток 1 А или 5 А, номинальное напряжение переменного тока 100 В частотой 50 Гц, номинальное напряжение оперативного постоянного тока 220 В, при заказе и в документации другого изделия:

- для поставок в Российской Федерации:
«Шкаф ШЭ1113-910AG-61E2 УХЛ4 ТУ 3433-033-20572135-2010»;
- для поставок на экспорт в страны с умеренным климатом:
«Шкаф ШЭ1113-910AG-61E2 УХЛ4. Экспорт ТУ 3433-033-20572135-2010»;
- для поставок на экспорт в страны с тропическим климатом:
«Шкаф ШЭ1113-910AG-61E2 04. Экспорт ТУ 3433-033-20572135-2010».

1.2 Основные технические характеристики

1.2.1 Основные параметры

Основные параметры шкафа приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные параметры шкафа

Наименование параметра	Значение
Номинальное оперативное напряжение питания постоянного или выпрямленного тока $U_{\text{пит. ном}}$, В	110; 220
Номинальное оперативное напряжение питания переменного тока $U_{\text{пит. ном}}$, В	220
Номинальная частота аналоговых сигналов переменного тока $f_{\text{ном}}$, Гц	50
Номинальный переменный ток аналоговых входов $I_{\text{ном}}$, А	1; 5
Номинальное напряжение переменного тока аналоговых входов $U_{\text{ном}}$, В	100
Примечание – По требованию заказчика возможна поставка шкафов с другими номинальными параметрами, в том числе на номинальное оперативное напряжение питания постоянного тока 125 В, номинальное оперативное напряжение переменного тока 110 В и на номинальную частоту 60 Гц. Точные значения номинальных токов конкретных цепей указываются в карте заказа.	

1.2.2 Стойкость к внешним воздействующим факторам

1.2.2.1 Шкафы соответствуют группе исполнения в части воздействия механических факторов внешней среды М40 по ГОСТ 17516.1-90 и ГОСТ 30631-99. При этом выдерживают:

- синусоидальные вибрации частотой от 0,5 до 100 Гц и ускорением до 2,5 м/с²;
- одиночные механические удары длительностью от 2 до 20 мс с максимальным ускорением 30 м/с².

По отдельному заказу – М6 по ГОСТ 17516.1-90 и ГОСТ 30631-99.

1.2.2.2 Шкафы сейсмостойки при воздействии землетрясений интенсивностью до 9 баллов включительно по шкале MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 10 м по ГОСТ 17516.1-90 и ГОСТ 30546.1-98. По согласованию с потребителем, допускается поставка шкафов сейсмостойких при воздействии землетрясения интенсивностью 9 баллов по шкале MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 25 м по ГОСТ 17516.1-90 и ГОСТ 30546.1-98.

1.2.2.3 Шкафы предназначены для работы в следующих условиях:

- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- окружающая среда не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих изоляцию и металлы;
- место установки шкафа должно быть защищено от попадания брызг воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечного излучения.
- стойкость шкафа к климатическим воздействиям соответствует значениям, приведенным в таблице 5.

1.2.2.4 Для вида климатического исполнения О4 обеспечена устойчивость к поражению плесневелыми грибами.

1.2.2.5 Степень загрязнения – 1 (загрязнение отсутствует или имеется только сухое, непроводящее загрязнение) по ГОСТ IEC 61439-1-2013.

Таблица 5 – Стойкость шкафа к климатическим воздействиям

Наименование показателя	Вид климатического исполнения УХЛ4	Вид климатического исполнения УХЛЗ.1	Вид климатического исполнения О4
Верхнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха, °С	+ 45	+ 45	+ 55
Нижнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха (без выпадения инея и росы), °С	- 5	- 10	- 5
Верхнее рабочее значение относительной влажности воздуха, %, не более	80 при 25 °С	98 при 25 °С	98 при 35 °С (без конденсации влаги)

1.2.3 Электрическая прочность изоляции

1.2.3.1 Сопротивление изоляции всех электрически несвязанных входных и выходных цепей шкафа (кроме портов интерфейсов связи) относительно корпуса и между собой, измеренное в холодном состоянии и при нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150-69, не менее 100 МОм по ГОСТ 2933-83.

1.2.3.2 В состоянии поставки электрическая изоляция всех независимых входных и выходных цепей шкафа (кроме портов интерфейсов связи) между собой и относительно корпуса и всех независимых, гальванически связанных между собой цепей, выдерживает без пробоя и перекрытия при нормальных климатических условиях испытательное напряжение 2000 В переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин в соответствии с ГОСТ IEC 61439-1-2013 и удовлетворяет требованиям СТО 34.01-23.1-001-2017.

Электрическая изоляция цепей тока, включенных в разные фазы, между собой и на «землю», если они гальванически не связаны, выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 2000 В переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин в соответствии с ГОСТ IEC 61439-1-2013.

При повторных испытаниях испытательное напряжение должно составлять 85 % от вышеуказанных значений.

1.2.3.3 Электрическая изоляция независимых входных и выходных цепей (кроме портов интерфейсов связи) между собой и относительно корпуса выдерживает без повреждений три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения, имеющих (при работе источника сигнала на холостом ходу) следующие параметры в соответствии с ГОСТ IEC 61439-1-2013 и РД 34.35.310-97:

- амплитуду 5 кВ с допустимым отклонением ± 10 %;
- длительность переднего фронта 1,2 мкс с допустимым отклонением ± 30 %;
- длительность полуспада заднего фронта 50 мкс ± 20 %;
- длительность интервала между импульсами не менее 5,0 с.

1.2.4 Электромагнитная совместимость

1.2.4.1 Шкафы соответствуют требованиям устойчивости технических средств к электромагнитным помехам по ТР ТС 004/2011, ТР ТС 020/2011, ГОСТ Р 51317.4.1-2000 и ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (МЭК 61000-6-5:2001) и удовлетворяют критерию качества функционирования А (нормальное функционирование при испытаниях на помехоустойчивость) по ГОСТ 30804.6.2-2013 (IEC 61000-6-2:2005).

1.2.4.2 Шкафы выполняют свои функции при воздействии помех с параметрами, указанными в таблице 6.

1.2.4.3 Шкафы соответствуют параметрам промышленных радиопомех в сеть электропитания и в окружающее пространство, приведенным в таблице 7.

Таблица 6 – Помехоустойчивость шкафа

Вид помехи	Базовый стандарт	Уровни помех и степень жесткости (с.ж.) испытаний/испытательный уровень
Радиочастотные электромагнитные поля с разверткой по частоте	ГОСТ 30804.4.3-2013 (IEC 61000-4-3:2006)	10 В/м, (80 – 1000) МГц, с.ж. 3: порт корпуса
Электростатические разряды	ГОСТ 30804.4.2-2013 (IEC 61000-4-2:2008)	± 8 кВ, контактные разряды, с.ж. 4; ±15 кВ, воздушные разряды, с.ж. 4: порт корпуса
Магнитные поля промышленной частоты	ГОСТ IEC 61000-4-8-2013	100 А/м, длительно (1 мин), испытательный уровень 5; 1000 А/м, кратковременно (3 с), испытательный уровень 5: порт корпуса
Импульсные магнитные поля	ГОСТ IEC 61000-4-9-2013	± 1000 А/м, испытательный уровень 5: порт корпуса
Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями	ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96)	10 В, (0,15 – 80) МГц, с.ж. 3: порт электропитания переменного и постоянного тока, порт функционального заземления, сигнальные порты
Кондуктивные электромагнитные помехи в полосе частот от 0 до 150 кГц	ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 61000-4-16-98)	30 В, 50 Гц, длительные (1 мин) (с.ж. 4); 300 В, 50 Гц, кратковременные (1 с) (с.ж. X); (30 – 3 – 3 – 30) В, (0,015 – 150) кГц, длительные (с.ж. 4): порт электропитания переменного и постоянного тока, сигнальные порты
Электрические быстрые переходные процессы (пачки)	ГОСТ 30804.4.4-2013 (IEC 61000-4-4:2004)	± 4 кВ, 5/50 нс, 5 кГц, 100 кГц (с.ж. 4): порт электропитания, порт функционального заземления, ± 2 кВ, 5/50 нс, 5 кГц, 100 кГц (с.ж. X): сигнальные порты
Микросекундные импульсные помехи большой энергии	ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95), ГОСТ IEC 61000-4-5-2017	± 2 кВ, 1/50 мкс («провод-провод», с.ж. 3), ± 4 кВ, 1/50 мкс («провод-земля», с.ж. 4): порт электропитания переменного и постоянного тока, сигнальные порты
Звонящая волна	ГОСТ IEC 61000-4-12-2016	± 2 кВ («провод-провод», с.ж. 4), ± 4 кВ («провод-земля», с.ж. 4): порт электропитания переменного и постоянного тока, сигнальные порты

Вид помехи	Базовый стандарт	Уровни помех и степень жесткости (с.ж.) испытаний/испытательный уровень
Затухающая колебательная волна	ГОСТ IEC 61000-4-18-2016	± 1 кВ, 100 кГц, 1 МГц, схема «провод-провод», с.ж. 3; $\pm 2,5$ кВ, 100 кГц, 1 МГц, схема «провод-земля», с.ж. 3: для цепи электропитания, для сигнальных аналоговых и дискретных цепей
Пульсация напряжения в цепи электропитания постоянного тока	ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99)	15 % $U_{НОМ}$, с.ж. 4: порт электропитания постоянного тока. Частота пульсаций кратна частоте переменного электропитания с множителем 2
Провалы и прерывание напряжения электропитания постоянного тока: – провалы на – прерывания на	ГОСТ Р 51317.6.5-2006 (МЭК 61000-6-5:2001), ГОСТ IEC 61000-4-29-2016	30 % $U_{НОМ}$, 1 с; 60 % $U_{НОМ}$, 0,1 с; 100 % $U_{НОМ}$, 0,5 с
Провалы и прерывание напряжения электропитания переменного тока: – провалы на – прерывания на	ГОСТ 30804.4.11-2013 (IEC 61000-4-11:2004)	30 % $U_{НОМ}$, 2 с; 60 % $U_{НОМ}$, 0,2 с; 100 % $U_{НОМ}$, 0,02 с
Колебания напряжения электропитания	ГОСТ Р 51317.4.14-2000 (МЭК 61000-4-14-99)	± 20 % $U_{ПИТ.НОМ}$ (с.ж. X): порт электропитания переменного тока
Изменение частоты питания переменного тока	ГОСТ Р 51317.4.28-2000 (МЭК 61000-4-28-99)	± 15 % $f_{НОМ}$ (с.ж. 4): порт электропитания переменного тока
Искажение синусоидального напряжения электропитания	ГОСТ 30804.4.13-2013 (IEC 61000-4-13:2002)	Нормы ГОСТ 30804.4.13, раздел 5 (с.ж. 3): порт электропитания переменного тока

Таблица 7 – Нормы промышленных помех

Вид помехи	Базовый стандарт
Эмиссия промышленных радиопомех в полосе частот (0,15 – 30) МГц в сеть электропитания	ГОСТ CISPR 11-2017, ГОСТ 30805.22-2013 (CISPR 22:2006)
Эмиссия промышленных радиопомех в полосе частот (30 – 1000) МГц, излучаемых в окружающее пространство на измерительном расстоянии 3 м	ГОСТ CISPR 11-2017, ГОСТ 30805.22-2013 (CISPR 22:2006)
Эмиссия гармонических составляющих тока в сеть электропитания переменного тока	ГОСТ IEC 61000-3-2-2021

1.2.5 Цепи оперативного питания

1.2.5.1 Шкаф правильно функционирует при изменении оперативного напряжения питания от 0,8 до 1,1 номинального значения.

1.2.5.2 Элементы шкафов в нормальном режиме, обтекаемые током, длительно выдерживают 115 % номинальной величины напряжения питания оперативного тока.

1.2.5.3 Шкаф не повреждается и не срабатывает ложно при:

- подаче и снятии оперативного напряжения питания;
- перерывах питания любой длительности с последующим самовосстановлением;
- замыкании цепи оперативного питания на «землю».

1.2.5.4 Длительность перерыва питания шкафа с последующим его восстановлением в условиях отсутствия требований к срабатыванию без перезапуска не более 0,5 с.

1.2.5.5 Контакты выходных реле шкафов и терминалов не замыкаются ложно, и аппаратура шкафов не повреждается при подаче оперативного напряжения питания постоянного тока обратной полярности.

1.2.5.6 Мощность, потребляемая каждым комплектом защиты по цепям оперативного напряжения постоянного тока ($U_{НОМ} = 220$ В), не превышает значений, указанных в таблице 8.

Таблица 8 – Мощность, потребляемая цепями оперативного питания шкафа (без учета потребления дополнительных устройств и приборов)

Потребляемая мощность	ШЭ1109, ШЭ1113, ШЭ1114*	ШЭ1110	ШЭ1111, ШЭ1112
В цепи напряжения оперативного постоянного тока в нормальном режиме, Вт, не более	25	30	50
В цепи напряжения оперативного постоянного тока в режиме срабатывания, Вт, не более	30	40	65
* Мощность указана на один комплект защит шкафа.			

1.2.5.7 Мощность потребления по цепи переменного напряжения 220 В при подключении испытательных устройств, в соответствии с их документацией не превышает 2,5 кВ·А.

1.2.5.8 Цепи оперативного тока по требованию заказчика подсоединяются либо через переключатель, либо через автоматический выключатель.

1.2.6 Входные цепи приема аналоговых сигналов

1.2.6.1 Шкафы содержат аналоговые входы для подключения цепей переменного и постоянного тока и цепей переменного и постоянного напряжения.

1.2.6.2 Входные цепи каждого комплекта защит от трансформаторов тока и напряжения подсоединяются через блоки испытательные. Токовые цепи являются проходными. Указанные требования обеспечиваются конструктивным исполнением.

1.2.6.3 Основные параметры аналоговых входов приведены в таблице 4.

1.2.6.4 Входные токовые цепи (если это не оговорено дополнительно) имеют термическую стойкость:

- $3 \cdot I_{НОМ}$ при длительном воздействии;
- $6 \cdot I_{НОМ}$ при воздействии в течение 6,0 с;
- $100 \cdot I_{НОМ}$ при воздействии в течение 1,0 с.

1.2.6.5 Входные цепи напряжения длительно выдерживают без повреждений $3 \cdot U_{НОМ}$.

Цепи напряжения шкафов комплекта защит, включенные на выход измерительных трансформаторов напряжения (Y/Δ – звезда/разомкнутый треугольник), имеют устройство контроля исправности цепей напряжения переменного тока (КИН).

1.2.6.6 Мощность, потребляемая цепями аналоговых входов каждого комплекта защиты шкафа при подведении к нему номинальных значений тока и напряжения, не превышает значений:

- для цепей тока номиналом 1 А – 0,5 В·А;
- для цепей тока номиналом 5 А – 2,0 В·А;
- для цепей напряжения номиналом 100 В – 0,2 В·А.

1.2.7 Входные цепи приема дискретных сигналов

1.2.7.1 Шкафы содержат приемные цепи (дискретные входы) для приема команд от внешних устройств.

1.2.7.2 Дискретные входы выполнены нечувствительными к замыканиям на «землю».

1.2.7.3 Дискретные входы обеспечивают:

- срабатывание при приеме сигналов с номинальным напряжением постоянного тока 220 В или 110 В длительностью от 3 до 5 мс при условии отсутствия программной задержки, и напряжения переменного тока 220 В (действующее значение) длительностью не менее 15 мс;

Примечание – По требованию заказчика возможно исполнение дискретных входов на номинальное напряжение 24 В или 48 В;

- устойчивое несрабатывание при приеме сигналов переменного напряжения – менее 55 % от номинального значения;
- устойчивое срабатывание при приеме сигналов переменного напряжения – более 73 % от номинального значения;
- напряжение срабатывания при приеме сигналов постоянного напряжения в пределах от 72 % до 77 % от величины номинального напряжения сети оперативного тока;
- напряжение возврата при приеме сигналов постоянного напряжения в пределах от 70 % до 60 % от величины номинального напряжения сети оперативного тока;
- импульс режекции не менее 200 мкКл в течение аппаратной задержки;
- входной ток в цепи каждого дискретного входа не менее 2 мА при номинальном напряжении входного сигнала;
- входное сопротивление в дежурном режиме (отсутствие условий срабатывания) не более 35 кОм.

Примечание – В терминалах регистрирующих применяются дискретные входы, обеспечивающие:

- устойчивое срабатывание при приеме сигналов постоянного напряжения в пределах от 60 % до 65 % от величины номинального напряжения сети оперативного тока;
- устойчивое несрабатывание при приеме сигналов постоянного напряжения в пределах от 45 % до 55 % от величины номинального напряжения сети оперативного тока.

1.2.7.4 Диапазон регулировки технологической (в том числе антидребезговой) задержки составляет от 0 до 9999 мс.

1.2.7.5 Количество дискретных входов (приемных цепей) указывается заказчиком в карте заказа. Возможное количество приёмных цепей в зависимости от конструктивного исполнения шкафа приведено в таблице 9.

Таблица 9 – Сравнительные характеристики шкафов

Сравнительные характеристики	Тип шкафа					
	ШЭ1109	ШЭ1110	ШЭ1111	ШЭ1112	ШЭ1113	ШЭ1114
Назначение						
Защита генератора	+	+	+	–	+	+
Защита трансформатора блока	+	+	+	–	+	+
Защита трансформатора собственных нужд	+	+	+	–	+	+
Защита блока генератор-трансформатор блока	–	–	+	–	–	+
Защита блока Г-ТБ-ТСН	–	–	–	+	–	–
Защита блока Г-ТБ-ТСН-СВ	–	–	–	+	–	–
Автоматика управления выключателем и/или функция синхронизации	+	–	+	–	–	+
Защита системы возбуждения	–	–	+	–	+	+
Защита шин, ошиновки	–	–	+	–	–	+
Защита высоковольтных вводов повышающего трансформатора	+	–	+	–	–	–
Аппаратные характеристики						
Количество комплектов в шкафу, шт.	1	2	1	1***	2	2
Количество входных цепей тока и напряжения в одном комплекте защит, шт., не более	23	21	40 (55)**	46	22	24 (33)**
Количество блоков испытательных в одном комплекте защит, шт., не более	10	6	16 (22)**	16	8	10
Количество дискретных входов в одном комплекте защит, шт., не более	32	16 (32)*	48 (64)*	64	32	32
Количество дискретных выходов в одном комплекте защит, шт., не более	48	16 (32)*	64 (80)*	80	32	32
Количество клемм на комплект, шт., не более:						
– слева (входные цепи)	160	80	180	180	80	80
– справа (выходные цепи)	160	80	180	180	80	80
Количество переключателей на двери шкафа для одного комплекта, шт., не более	12	4	18	21	9	9
* Максимальное количество определяется аппаратным составом терминала. ** Для шкафов защит системы шин. *** Два терминала в комплекте.						

1.2.7.6 Мощность, потребляемая по каждому дискретному входу при номинальном напряжении сигнала, не превышает:

- 0,5 Вт при 24; 48; 110; 220 В постоянного тока;
- 1 В·А при 220 В (действующее значение) переменного тока.

1.2.8 Выходные цепи дискретных сигналов

1.2.8.1 Шкафы имеют выходные цепи для действия на выключатели, цепи управления, сигнализации или регистратор, выполненные в виде независимых контактов с самовозвратом (замыкающих или переключающих). При необходимости могут устанавливаться промежуточные двухпозиционные реле.

1.2.8.2 Контакты выходных реле обеспечивают выдачу управляющих сигналов при следующих ограничениях:

- максимальный ток коммутации 5 А при напряжении на нагрузке 220 В переменного тока;
- максимальный ток коммутации 0,25 А при напряжении на нагрузке 220 В постоянного тока.

Примечание – По требованию заказчика некоторые выходные цепи могут быть выполнены с задержкой на возврат или с фиксацией.

Количество выходных цепей определяется заказчиком (в зависимости от конструктивного исполнения терминала и шкафа). Возможное количество выходных цепей в зависимости от конструктива шкафа приведено в таблице 9.

Каждая выходная цепь имеет по одному контакту, часть из которых может быть переключающимися, необходимое количество таких контактов должно быть отражено в карте заказа.

Примечание – По требованию заказчика возможно изготовление шкафов с другим количеством цепей.

1.2.8.3 Требования к коммутационной способности контактов выходных реле по РД 34.35.310-97.

Коммутационная способность контактов выходных реле, действующих на включение и отключение выключателя в цепях постоянного тока с индуктивной нагрузкой и постоянной времени 0,05 с, составляет 1,00; 0,40; 0,25; 0,20 А при напряжении соответственно 48; 110; 220; 250 В.

Контакты допускают включение цепей с током:

- до 10 А в течение 1,0 с;
- до 15 А в течение 0,3 с;
- до 30 А в течение 0,2 с;
- до 40 А в течение 0,03 с.

Длительно допустимый ток через контакты – не более 5 А.

Коммутационная износостойкость контактов не менее 2000 циклов.

1.2.8.4 Контакты выходных реле управления внешними цепями блокировок других устройств РЗА и цепями сигнализации коммутируют не менее 30 Вт в цепях постоянного тока с индуктивной нагрузкой, с постоянной времени 0,02 с при напряжениях от 24 до 250 В или при токе до 1 А, с коммутационной износостойкостью не менее 10000 циклов.

1.2.8.5 Контакты реле управления внешними цепями дискретных входов АСУ ТП обеспечивают прохождение минимального тока 0,5 мА при напряжении 24 В и коммутацию токов не менее 100 мА при напряжении постоянного тока до 250 В в цепях с индуктивной нагрузкой, с постоянной времени 0,02 с, с коммутационной износостойкостью не менее 10000 циклов.

1.2.8.6 Коммутационная способность контактов выходных реле шкафов в отдельных цепях может быть увеличена по требованию заказчика.

1.3 Состав и конструктивное исполнение

1.3.1 Шкаф представляет собой металлоконструкцию двухстороннего обслуживания (устанавливаются передняя и задняя двери). Угол раскрытия дверей составляет не менее 120°. Для запираания дверей предусмотрены замки с вынимающимися ключами.

По согласованию между заказчиком и предприятием-изготовителем может быть предусмотрена возможность поставки шкафа одностороннего обслуживания. По заказу передняя дверь может быть стеклянной.

1.3.2 Шкафы шириной 800 мм и более имеют двухстворчатую заднюю дверь.

1.3.3 Рабочее положение шкафов в пространстве – вертикальное. Допускается отклонение от рабочего положения до 5° в любую сторону.

1.3.4 Степень защиты оболочки шкафов IP51 или IP54 (по требованию заказчика) по ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013).

1.3.5 Заземляющая цепь выполняется непрерывной. При этом электрическое сопротивление, измеренное между элементом для заземления шкафа и любой его металлической частью, подлежащей заземлению, не превышает 0,1 Ом по ГОСТ IEC 61439-1-2013.

1.3.6 Общий вид, масса, а также габаритные и установочные размеры шкафов приведены в приложении А.

1.3.6.1 Передняя дверь шкафов имеет обзорное окно для наблюдения за индикацией и дисплеем терминалов, установленных внутри шкафа.

1.3.6.2 Для каждого комплекта защит на двери¹⁾ предусмотрены кнопки «СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ» и «ВЫЗОВ ИНДИКАЦИИ», первая из которых осуществляет сброс сигнализации на светодиодных индикаторах (имеющих запоминание), а вторая служит для вызова на экран встроенного дисплея значений некоторых аналоговых параметров шкафа, заданных в конфигурации.

1.3.6.3 На передней плите шкафа расположены: блоки испытательные, через которые к терминалу подводятся все аналоговые сигналы; переключатель, через который к терминалу подается напряжение питания оперативного постоянного тока; контрольные разъемы, предназначенные для оперативного отсоединения выходных цепей от клеммника шкафа.

В нижней части шкафа установлен помехозащитный фильтр в цепях питания оперативного постоянного тока.

1.3.6.4 Внутри шкафа установлен один или два терминала, реализующий функции, указанные в руководстве по эксплуатации терминала ЭКРА.650321.001 РЭ.

Конструктивно терминалы выполняются в виде блочного каркаса.

¹⁾ В шкафах со стеклянной дверью кнопки и лампы располагаются на передней плите шкафа.

Терминалы при большом количестве входных и выходных сигналов дополняются модулями расширения. Модули расширения не имеют в своем составе блока логики, блока индикации и блока питания и управления. Связь между основными терминалами и модулями расширения осуществляется при помощи соединительного кабеля. Терминалы и модули расширения защищены от внешних воздействий устанавливаемыми с передней и задней сторон металлическими плитами.

Пример общего вида лицевой панели терминалов типов ЭКРА 212 и ЭКРА 213 приведен в приложении Б.

На лицевой панели терминала имеются:

- графический дисплей 320x240 точек;
- кнопки управления;
- клавиатура;
- светодиодные индикаторы;
- интерфейс для связи с ПК (Ethernet);
- индикация приема-передачи данных по Ethernet;
- светодиодные индикаторы «РАБОТА», «НЕИСПРАВНОСТЬ».

На металлических плитах на задней стороне терминала расположены разъемы:

- для присоединения внешних цепей;
- для связи терминала с высшим уровнем АСУ ТП и организации АРМ-релейщика или Smart Monitor (RS485-1, RS485-2, Ethernet). Электрическая связь между блоками внутри терминала осуществляется с помощью разъемов через объединительную печатную плату, выполняющую функцию общей шины устройства.

1.3.6.5 С обратной стороны шкафа расположены два ряда зажимов (клеммников), предназначенных для подключения устройств шкафа к внешним цепям.

Клеммы для подключения аналоговых входных цепей предназначены для присоединения одного или двух медных проводников общим сечением до 6 мм² включительно.

Примечание - Допускается присоединение одного проводника с номинальным сечением, равным 10 мм².

Клеммы для подключения цепей питания, дискретных входных и выходных цепей предназначены для присоединения одного или двух медных проводников с общим сечением до 4 мм².

Контактные соединения шкафов соответствуют 2 классу по ГОСТ 10434-82.

Пример схемы подключения комплектов защит комплекса к измерительным трансформаторам приведен в приложении В.

1.3.6.6 На днище шкафа предусмотрено от 20 до 44 кабельных вводов диаметром от 3 до 20 мм.

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Общие положения

1.4.1.1 Комплекс защит, как правило, состоит из двух независимых и дублирующих друг друга комплектов защит, выполненных на базе микропроцессорных терминалов серии ЭКРА 200. Каждый комплект независим по цепям оперативного постоянного тока, входным и выходным цепям, цепям сигнализации и контроля.

Терминалы содержат блоки питания и управления, логические схемы входных и выходных цепей, сигнализации, контроля и диагностики.

1.4.1.2 В комплексе предусмотрена возможность вывода из работы любого из комплектов защит при сохранении полной работоспособности второго комплекта защит, включая полноценное функционирование встроенной системы самодиагностики. Система самодиагностики обеспечивает контроль исправности аппаратных средств и целостности программного обеспечения.

Для обеспечения адаптации комплекса защит к условиям работы конкретного энергетического объекта предусмотрена возможность действия выходов защит каждого комплекта защит на любое выходное реле этого же комплекта защит с помощью программируемой «матрицы». Предусмотрена возможность изменения «матрицы» как путем ввода информации через клавиатуру на лицевой панели терминала, так и через программы АРМ-релейщика или Smart Monitor.

1.4.1.3 Структурная схема независимого комплекта защит комплекса приведена в приложении Г.

Все входные цепи тока и напряжения комплекта через блоки испытательные подключаются к входам промежуточных преобразователей (измерительные ТТ, ТН или мезонины тока и напряжения) (см. приложение Г – (1)), выходные напряжения которых через АЦП преобразуются в цифровой код. В рабочем состоянии рабочие крышки должны быть вставлены в испытательные блоки, что контролируется замкнутой цепью, выведенной на клеммный ряд или приемную цепь терминала. Если одна из рабочих крышек вынута или имеет неправильное положение – указанная выше цепь разомкнута. Необходима проверка правильного положения рабочих крышек (должны быть вставлены без перекоса на всю глубину до фиксации на стопор).

ВНИМАНИЕ: ОПЕРАЦИИ С ИСПЫТАТЕЛЬНЫМИ БЛОКАМИ В ТОКОВЫХ ЦЕПЯХ УСТРОЙСТВ РЗА, КОТОРЫЕ МОГУТ ЛОЖНО СРАБОТАТЬ ОТ НЕСИММЕТРИИ ТОКОВ, ВЫПОЛНЯЮТСЯ С КРАТКОВРЕМЕННЫМ ВЫВОДОМ ИЗ РАБОТЫ ЭТИХ УСТРОЙСТВ!

Количество входных цепей тока и напряжения для различных типоразмеров шкафов указано в таблице 9. Сигналы с выхода АЦП используются и обрабатываются функциями защит (4). В комплекте предусмотрена возможность оперативного ввода/вывода функций защит (2) и светодиодная индикация ввода/вывода защит (11).

Выходные сигналы измерительных органов защит могут выводиться на светодиодную индикацию (для обеспечения возможности проверки характеристик защит), а выходные сигналы защитных функций обрабатываются с помощью логических функций (6) и поступают на вход «матрицы» отключения (8) и «матрицы» сигнализации (9). Количество выходов «матрицы» отключения определяется количеством силовых выходных цепей комплекта. Количество выходов «матрицы» сигнализации определяется количеством светодиодных индикаторов (L) шкафа (см. в таблицу 9).

Выходные сигналы «матрицы» отключения через усилители (10) управляют мощными выходными реле. Кроме того, на указанные выходные реле через усилители (10) могут воздействовать любые логические сигналы комплекта из перечня сигналов (7), включая приемные цепи. Каждое выходное реле имеет по одному гальванически несвязанному контакту (часть реле могут иметь по одному переключающему или по два замыкающих контакта). Общее количество контактов не может превышать значения, указанного в таблице 9.

В комплекте предусмотрены дискретные входы (приемные цепи) (3). Каждая приемная цепь имеет оптронную развязку (5). В комплекте предусмотрена возможность оперативного ввода/вывода приемных цепей (2) и светодиодная индикация их срабатывания (11).

В комплекте предусмотрены элементы светодиодной сигнализации (двухцветные светодиоды), максимальное количество которых (L) указано в таблице 9. Воздействие на элементы сигнализации осуществляется через «матрицу» сигнализации (9). Таким образом, по желанию можно задать действие нескольких логических сигналов (по схеме «ИЛИ») на один светодиод или действие одного логического сигнала на несколько светодиодов. При этом для каждого светодиода можно выбрать режим индикации с фиксацией или без фиксации и цвет свечения (зеленый или красный).

При выводе комплекта при помощи переключателя «РЕЖИМ РАБОТЫ» или при возникновении аварийной неисправности, которая может привести к ложному срабатыванию, схема управления шкафа снимает напряжение с выходных реле. При этом в цепи внешней сигнализации подается сигнал «НЕИСПРАВНОСТЬ/ВЫВОД», а на двери шкафа горит лампа «НЕИСПРАВНОСТЬ или ВЫВОД».

При возникновении неисправности, не приводящей к ложному срабатыванию, напряжение с выходных реле не снимается, но появляется светодиодная индикация «ДИАГНОСТИКА», а также указанный сигнал подается в цепи внешней сигнализации.

1.4.1.4 В каждом из комплектов защит предусмотрена сигнализация срабатывания защитных функций, приемных и выходных цепей на светодиодных индикаторах с запоминанием информации при исчезновении (посадке) напряжения питания оперативного постоянного тока и с последующим восстановлением ее при появлении напряжения питания.

Сброс сигнализации на светодиодных индикаторах осуществляется с помощью кнопки «СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ», расположенной на двери шкафа¹⁾.

¹⁾ В шкафах со стеклянной дверью кнопки и лампы располагаются на передней плите шкафа.

1.4.1.5 В каждом из комплектов защит предусмотрены сигнальные лампы: «СРАБАТЫВАНИЕ» и «НЕИСПРАВНОСТЬ или ВЫВОД», установленные на двери шкафа¹⁾.

Лампа «НЕИСПРАВНОСТЬ или ВЫВОД» горит:

- при переводе основного режимного переключателя «РАБОТА-ВЫВОД» в положение «ВЫВОД»;
- при неисправности шкафа, выявляемой системой контроля и приводящей к снятию напряжения с выходных реле.

Лампа «СРАБАТЫВАНИЕ» горит при действии защиты, приемной или выходной цепи шкафа, а также при появлении других логических сигналов шкафа, заданных в его конфигурации.

1.4.2 Технические данные и характеристики терминала

1.4.2.1 Электронная часть каждого терминала гальванически отделена от источника 220 В (110 В) при помощи преобразователя напряжения постоянного тока.

1.4.2.2 Технические данные и характеристики терминала приведены в руководстве по эксплуатации терминала ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.4.2.3 Время готовности терминала к выполнению основных функций (функции релейной защиты, автоматики и управления) после подачи напряжения питания оперативного тока (время включения на КЗ) не более 1 с.

Примечание – Время полной готовности терминала после подачи питания (с учётом времени самодиагностики, синхронизации с АСУ ТП) не более 300 с.

1.4.2.4 Терминал правильно функционирует при изменении номинальной частоты входных аналоговых сигналов $f_{НОМ}$ в пределах от 45 до 55 Гц.

Возможно использование расширенного диапазона частот от 3 до 95 Гц.

Примечание – Применение расширенного диапазона частот обязательно должно указываться в карте заказа.

1.4.2.5 Средняя основная погрешность выдержек времени логической части терминалов на любой уставке (если не оговорено особо) не превышает $\pm 5\%$ от значения уставки, но не менее ± 15 мс (в зависимости от того, какая из величин больше).

Примечание - Характеристики, приведенные в дальнейшем без специальных оговорок, соответствуют температуре окружающего воздуха (25 ± 10) °С, относительной влажности не более 80 %, номинальному значению напряжения оперативного постоянного тока и номинальной частоте переменного тока.

1.4.2.6 Параметры функций осциллографирования и регистрации аварийных событий приведены в руководстве по эксплуатации терминала ЭКРА.650321.001 РЭ.

1.4.2.7 В терминалах предусмотрена возможность связи с внешними цифровыми устройствами (в том числе АСУ ТП) по независимым, гальванически развязанным каналам.

Типы поддерживаемых терминалом интерфейсов: RS485, Ethernet, USB.

1.4.2.8 Поддерживаемые терминалом протоколы: Modbus/RTU, Modbus TCP/IP, MMS (IEC 61850-8-1), GOOSE (IEC 61850-8-1), SV (IEC 61850-9-2), по стандартам ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004.

Тип интерфейса и протокола указывается в карте заказа.

В соответствии с выбранным типом интерфейса и протоколом обеспечивается программная поддержка синхронизации времени внутренних часов терминала.

По заказу выполняется аппаратная поддержка синхронизации времени внутренних часов терминала.

1.4.2.9 Поставляемое с терминалом внешнее программное обеспечение (комплекс программ EKRASMS-SP) позволяет проводить мониторинг всех входных сигналов, формировать архив регистратора событий и аварийных осциллограмм, изменять уставки, синхронизировать время всех терминалов сети.

Комплекс программ EKRASMS-SP включает следующие приложения: программы Сервер связи, АРМ-релейщика, Smart Monitor, программу просмотра и анализа осциллограмм RecViewer и т.д.

Описание работы с программой Сервер связи приведено в руководстве оператора ЭКРА.00007-0X 34 01.

Описание работы с программой АРМ-релейщика приведено в руководстве оператора ЭКРА.00006-0X 34 01.

Описание работы с программой просмотра и анализа осциллограмм RecViewer приведено в руководстве оператора ЭКРА.00005-0X 90 01.

Описание работы с программой Smart Monitor приведено в руководстве оператора ЭКРА.00099-0X 34 01.

1.4.2.10 В терминале обеспечивается возможность индикации значений фазного и междуфазного напряжения, тока, частоты, активной и реактивной мощностей с отображением указанных значений на экране монитора внешнего интерфейса человек-машина или на жидкокристаллическом дисплее терминала.

1.4.2.11 В терминале предусмотрена возможность вывода из работы одной или нескольких защитных функций.

1.5 Показатели надежности

1.5.1 Показатели надежности шкафа соответствуют требованиям ГОСТ 27.003-2016 и РД 34.35.310-97.

1.5.2 Показателем безотказности шкафа является среднее время наработки на отказ. Значение средней наработки на отказ должно быть не менее 100 000 ч и 125 000 ч для сменных блоков (при контроле на предприятии-изготовителе).

1.5.3 Среднее время восстановления работоспособного состояния каждого шкафа при наличии полного комплекта запасных блоков не более 2 ч с учетом времени нахождения неисправности.

1.5.4 Средний срок службы шкафа должен быть 25 лет при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию с заменой, при необходимости, материалов и комплектующих, имеющих меньший срок службы.

1.5.5 Средняя вероятность отказа в срабатывании за год не более 10^{-6} .

1.5.6 Параметр потока ложных срабатываний в год не более 10^{-6} ч.

1.5.7 Средний срок сохраняемости шкафа в упаковке поставщика до ввода в эксплуатацию составляет 3 года.

1.6 Комплектность

1.6.1 В комплект поставки изделия входят:

- шкаф (шкафы) (типоисполнение в соответствии с заказом);
- протокол приемо-сдаточных испытаний 1 экз. на каждый шкаф;
- комплект ЗИП согласно перечню предприятия-изготовителя, приведенному в ведомости ЗИП, один комплект на партию/объект, поставляемую в один адрес (при первой поставке) или/и в соответствии с договором;
- эксплуатационные документы согласно перечню предприятия-изготовителя, приведенному в ведомости эксплуатационных документов на русском или/и английском языке (по заказу) один комплект на партию, поставляемую в один адрес (при первой поставке) или/и в соответствии с договором;
- ремонтные документы согласно перечню предприятия-изготовителя, приведенному в ведомости документов для ремонта – в количестве экземпляров в соответствии с договором;
- другая техническая документация (руководства оператора, инструкции, описания применения и т.д.) на электронном носителе.

Актуальные версии документов находятся на сайте <https://soft.ekra.ru/smssp/ru/downloads/documents/>.

1.6.2 При повторных поставках на ту же станцию ЗИП может поставляться за дополнительную плату.

1.6.3 По требованию заказчика дополнительно со шкафом может поставляться:

- оборудование для построения локальной сети – в соответствии с картой заказа на оборудование связи;
- программное обеспечение для наладки и эксплуатации и программная документация (руководство оператора) на заказываемые программы – в количестве экземпляров, указанном в заказе, на партию, поставляемую в один адрес;
- кабели и устройства, необходимые для связи с ПК.

1.6.4 По требованию заказчика и в соответствии с договором на поставку готовой продукции в комплект поставки могут быть включены следующие устройства:

- комплекс программно-технический многофункциональный РЕТОМ-51;
- ПК с необходимым программным обеспечением;
- источник контрольного тока (ИКТ-25.1) для защит I_N (F25), $I_{N\Delta}$ (F25), U_N (F25);
- шкаф источника контрольного тока частоты 25 Гц (ШНЭ 1150) для защиты Se (F25);
- шкаф источника контрольного постоянного тока (ШНЭ 1151) для защиты U_N (100);
- трансформатор тока нулевой последовательности (ТНПУ-3) для защиты $I_N >$.

1.6.5 По требованию заказчика и в соответствии с договором на поставку готовой продукции в комплект поставки может быть включена другая техническая документация, ЗИП и устройства.

1.6.6 Комплектность поставки приведена в паспорте конкретного шкафа.

1.7 Маркировка и пломбирование

1.7.1 Шкафы имеют маркировку согласно ТР ТС 004/2011, ТР ТС 020/2011, ГОСТ 18620-86 и в соответствии с конструкторской документацией. Маркировка выполнена способом, обеспечивающим ее чёткость и сохраняемость.

1.7.2 Шкафы, сертифицированные на соответствие ТР ТС 004/2011, ТР ТС 020/2011, маркируются единым знаком обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза.

1.7.3 На передней двери шкафа имеется паспортная табличка, на которой указаны:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- тип шкафа;
- заводской номер;
- общие параметры из таблицы 4 настоящего РЭ;
- масса шкафа;
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза;
- надпись «Сделано в России»;
- дата изготовления.

1.7.4 На стороне монтажа шкафа позиционное обозначение элементов промаркировано согласно принципиальной схеме (например, SG1).

1.7.5 Транспортная маркировка тары – по ГОСТ 14192-96, в частности, на упаковку нанесены изображения манипуляционных знаков: «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Место строповки», «Верх», «Пределы температуры». Маркировка нанесена непосредственно на тару окраской по трафарету.

1.7.6 Конструкция аппаратов шкафа не предусматривает пломбирование.

1.8 Упаковка

1.8.1 Упаковка шкафа производится в соответствии с требованиями технических условий ТУ 3433-033-20572135-2010 по чертежам предприятия-изготовителя шкафа для условий транспортирования и хранения, указанных в разделе 4 настоящего РЭ.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

Климатические условия монтажа и эксплуатации должны соответствовать требованиям 1.2.2 настоящего РЭ. Возможность работы шкафа в условиях, отличных от указанных, должна согласовываться с предприятием-изготовителем.

2.2 Подготовка шкафа к использованию

2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия к использованию

2.2.1.1 Монтаж, обслуживание и эксплуатацию шкафов разрешается производить лицам, прошедшим специальную подготовку и аттестованным в установленном порядке на право проведения данных работ, хорошо знающим особенности электрической схемы и конструкцию шкафов.

2.2.1.2 Монтаж шкафа и работы на разъемах терминала, рядах зажимов шкафа и разъемах устройств следует производить при обесточенном состоянии и принятых мерах по предотвращению поражения обслуживающего персонала электрическим током, а также сохранению шкафов от повреждения.

2.2.1.3 Перед включением и во время работы шкафы должны быть надежно заземлены.

2.2.1.4 Схема заземления шкафа приведена в приложении Д.

2.2.1.5 Внешний осмотр, монтаж и порядок ввода шкафов в эксплуатацию осуществляется в соответствии с указаниями, приведенными в РЭ на типоразмер шкафа.

2.3 Возможные неисправности шкафа и методы их устранения

2.3.1 Неисправности могут возникнуть при нарушении условий транспортирования, хранения и эксплуатации.

2.3.2 При включении питания и в процессе работы терминала могут возникнуть неисправности, обнаруживаемые системой контроля.

Описание возможных неисправностей и методов их устранения приведено в ремонтной документации.

3 Техническое обслуживание и ремонт

3.1 Общие указания

3.1.1 Техническое обслуживание и ремонт шкафов должны производиться в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации», руководством по эксплуатации, руководящими документами и инструкциями на устройства. Программы и объемы проведения технического обслуживания шкафа приведены в руководстве по техническому обслуживанию ЭКРА.650323.013 Д8 «Шкафы типов ШЭ111Х(А) и серии ШЭЭ 200. Руководство по техническому обслуживанию».

3.1.2 В процессе эксплуатации шкафа необходимо проводить:

- проверку (наладку) при новом подключении;
- первый профилактический контроль через (10 – 15) месяцев после включения в работу;
- профилактический контроль;
- профилактическое восстановление

в сроки и в объеме проверок, установленных у потребителя. Установленная продолжительность цикла технического обслуживания может быть увеличена или сокращена в зависимости от конкретных условий эксплуатации, длительности эксплуатации с момента ввода в работу, фактического состояния каждого конкретного шкафа, а также квалификации обслуживающего персонала. Рекомендуемая периодичность проведения технического обслуживания шкафа приведена в таблице 10;

- внеплановые проверки, предусмотренные соответствующими документами по эксплуатации устройства защиты, а также после повреждения шкафа, отказа в функционировании и т.д.

Таблица 10 – Плановые сроки технического обслуживания шкафа

Цикл ТО, лет	Количество лет эксплуатации																									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
8	Н	К1	–	–	К	–	–	–	В	–	–	–	К	–	–	–	В	–	–	–	К	–	–	–	В	–
Примечание – Н – проверка (наладка) при новом включении; К1 – первый профилактический контроль; К – профилактический контроль; В – профилактическое восстановление																										

3.1.3 Рекомендуемый предприятием-изготовителем объем работ при проведении первого профилактического контроля:

- проверка внешнего вида и комплектности, включающая в себя:
 - а) надежность крепления терминала, шкафа, аппаратуры;
 - б) отсутствие механических повреждений шкафа и установленных устройств;

в) состояние монтажа проводов и кабелей, надежность контактных соединений на рядах зажимов, разъемов реле, блоках испытательных, резисторах, а также надежность пайки внешних элементов шкафа;

- проверка сопротивления изоляции;
- проверка надежности заземления внутренних узлов, элементов шкафа и заземления к контуру станции;
- проверка измерительных каналов и правильность отображения значений и фазовых углов токов (напряжений), поданных от постороннего источника на входные испытательные клеммы шкафа;
- проверка уставок терминала согласно бланку уставок по методике, приведенной в техническом протоколе приемо-сдаточных испытаний;
- проверка логики защит;
- проверка правильности поступления входных дискретных сигналов от защищаемых устройств и коммутационных аппаратов;
- проверка воздействия выходных дискретных сигналов на внешние цепи, коммутационные аппараты, центральную сигнализацию, а также взаимодействия с другим оборудованием НКУ;
- проверка прохождения сигналов при интеграции терминалов защит в систему управления и сбора данных;
- проверка током нагрузки и рабочим напряжением по методикам, приведенным в инструкциях о проверке отдельных устройств РЗА;
- составление протокола технического обслуживания;
- обновление комплекса программ EKRASMS-SP.

3.1.4 Рекомендуемый предприятием-изготовителем объем работ при проведении профилактического контроля и профилактического восстановления указан в РЭ на типополнение шкафа.

ВНИМАНИЕ: В СЛУЧАЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В ШКАФУ ИЛИ В УСТРОЙСТВЕ СВЯЗИ ШКАФА С ПК, НЕОБХОДИМО НЕМЕДЛЕННО ПОСТАВИТЬ В ИЗВЕСТНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЕ-ИЗГОТОВИТЕЛЬ. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВЫШЕУКАЗАННОЙ АППАРАТУРЫ МОЖЕТ ПРОИЗВОДИТЬ ТОЛЬКО СПЕЦИАЛЬНО ПОДГОТОВЛЕННЫЙ ПЕРСОНАЛ!

3.2 Меры безопасности

3.2.1 Конструкция шкафов пожаробезопасна в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 и обеспечивает безопасность обслуживания в соответствии с ГОСТ IEC 61439-1-2013, ГОСТ 12.2.007.0-75. По требованиям защиты человека от поражения электрическим током шкаф соответствует классу 0I по ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.2.2 При эксплуатации и испытаниях шкафов необходимо руководствоваться «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», а также настоящим руководством.

3.2.3 При соблюдении требований эксплуатации и хранения шкаф не создает опасность для окружающей среды.

3.2.4 Обслуживание и эксплуатацию шкафов разрешается производить персоналу, прошедшему соответствующую подготовку и имеющему права на выполнение данных видов работ.

3.2.5 Работы на зажимах устройств, снятие отдельных частей шкафа, монтаж следует производить при обесточенном состоянии и принятии мер по предотвращению поражения обслуживающего персонала электрическим током.

3.2.6 Для защиты от соприкосновения с токоведущими частями шкаф имеет оболочку.

3.3 Проверка работоспособности шкафа

Проверка работоспособности шкафа (организация эксплуатационных проверок) производится по методике, изложенной в руководстве по техническому обслуживанию ЭКРА.650323.013 Д8.

4 Транспортирование и хранение

4.1 Условия транспортирования и хранения шкафов и допустимые сроки сохраняемости в упаковке до ввода в эксплуатацию должны соответствовать указанным в таблице 11.

Таблица 11 – Условия транспортирования и хранения

Вид поставки	Обозначение условий транспортирования в части воздействия		Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150-69	Допустимый срок сохраняемости в упаковке поставщика, годы
	механических факторов по ГОСТ 23216-78	климатических факторов таких, как условия хранения по ГОСТ 15150-69		
Внутри страны (кроме районов Крайнего Севера и приравненные к ним местности по ГОСТ 15846-2002)	Л	5 (ОЖ4)	1 (Л)	3
Внутри страны в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности по ГОСТ 15846-2002	С	5 (ОЖ4)	2 (С)	
Экспорт в макроклиматические районы с умеренным климатом	Л; С	5 (ОЖ4)	1 (Л)	
Экспорт в макроклиматические районы с тропическим климатом	С	6 (ОЖ2)	3 (ЖЗ)	
<p>Примечания</p> <p>1 Нормированная температура окружающего воздуха при транспортировании и хранении должна быть от минус 50 °С до плюс 50 °С по ГОСТ IEC 61439-1-2013.</p> <p>2 Нижнее значение температуры окружающего воздуха при транспортировании и хранении определяется комплектующим оборудованием и материалами, применяемыми в шкафу.</p> <p>3 Для условий транспортирования в части воздействия механических факторов “Л” допускается общее число перегрузок не более четырех.</p> <p>4 Для условий транспортирования в части воздействия механических факторов “С” при наличии указания в заказе допускается транспортирование морским путем.</p> <p>5 Требования по условиям хранения распространяются на склады предприятия-изготовителя и потребителя продукции.</p> <p>6 Транспортирование упакованных шкафов может производиться железнодорожным транспортом в крытых вагонах, автотранспортом в крытых автомашинах, воздушным и водным транспортом, в универсальных контейнерах по ГОСТ 18477-79.</p> <p>7 Погрузка, крепление и перевозка шкафов в транспортных средствах должны осуществляться в соответствии с действующими правилами перевозок грузов на соответствующих видах транспорта, причем погрузка, крепление и перевозка железнодорожным транспортом должны производиться в соответствии с «Техническими условиями погрузки и крепления грузов» и «Правилами перевозок грузов», утвержденными Министерством путей сообщения.</p>				

5 Утилизация

5.1 После снятия с эксплуатации изделие подлежит демонтажу и утилизации. Специальных мер безопасности при демонтаже и утилизации не требуется. Демонтаж и утилизация не требуют специальных приспособлений и инструментов.

5.2 Основным методом утилизации является разборка изделия. При разборке целесообразно разделять материалы по группам. Из состава изделия подлежат утилизации черные и цветные металлы. Черные металлы при утилизации необходимо разделять на сталь конструкционную и электротехническую, а цветные металлы - на медные и алюминиевые сплавы.

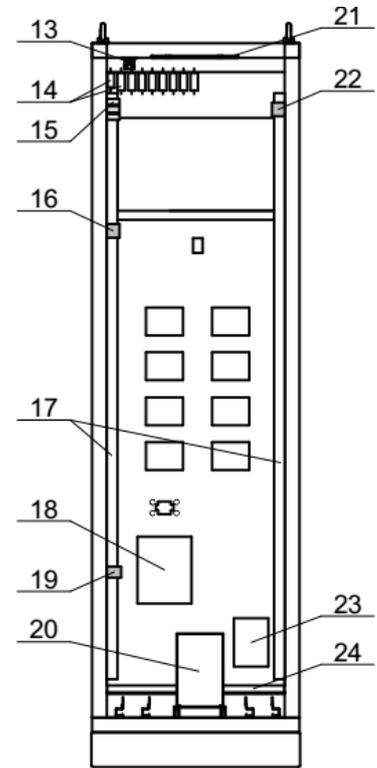
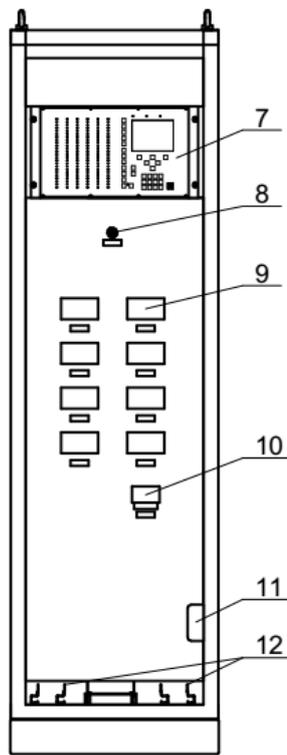
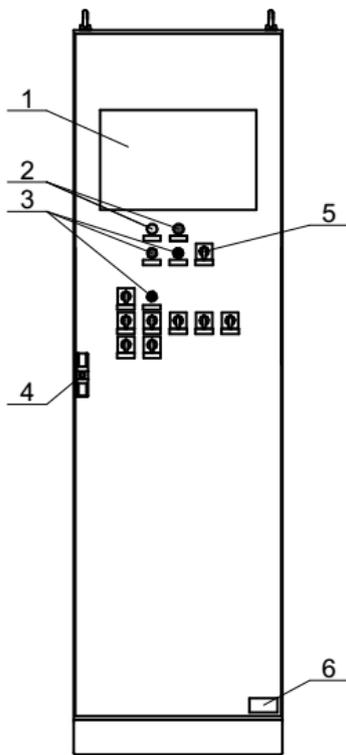
Утилизация драгоценных металлов в составе электронных компонентов отечественного и импортного производства не представляется экономически целесообразной. По указанной причине обязательных мероприятий по подготовке электронных компонентов изделий к утилизации не проводится.

5.3 Сведения о содержании цветных металлов приведены в РЭ на типоисполнение шкафа.

Приложение А
(справочное)
Общий вид шкафов

Вид спереди.
Дверь не показана

Вид сзади.
Дверь не показана



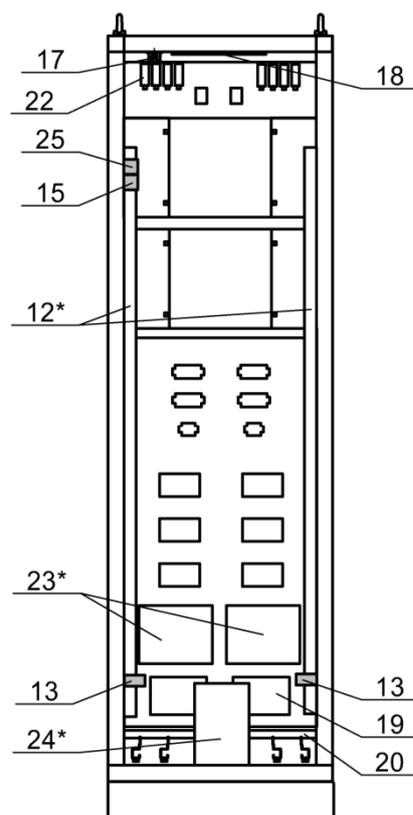
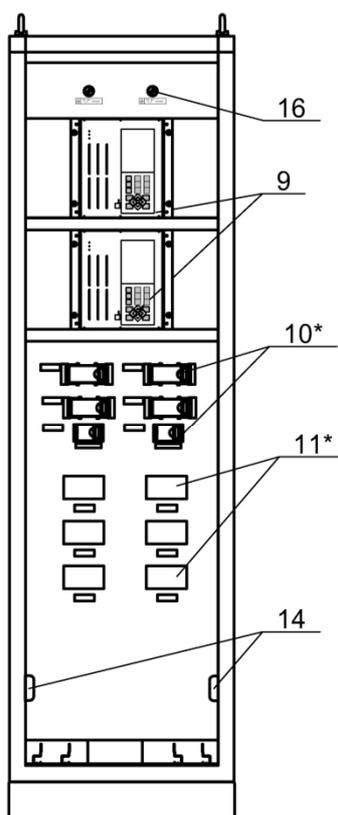
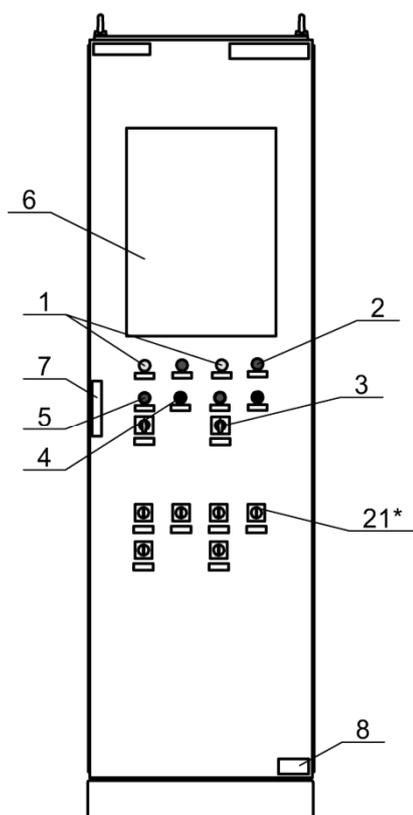
- 1 – окно для наблюдения за светодиодной индикацией;
- 2 – лампа сигнальная;
- 3 – выключатель;
- 4 – замок-ручка;
- 5 – переключатель;
- 6 – табличка паспортная;
- 7 – терминал;
- 8 – переключатель питания;
- 9 – блок испытательный;
- 10 – контрольный разъем;
- 11 – розетка;
- 12 – рейка механического крепления и заземления кабелей;

- 13 – выключатель концевой;
- 14 – резистор;
- 15 – модуль релейный;
- 16 – выключатель автоматический (освещение);
- 17 – клеммник шкафа;
- 18 – блок частоты;
- 19 – блок вспомогательный;
- 20 – блок частотного фильтра;
- 21 – светильник;
- 22 – источник питания (освещение);
- 23 – блок фильтра;
- 24 – шина заземления

Рисунок А.1 – Общий вид шкафа типа ШЭ1109

Вид спереди.
Дверь не показана

Вид сзади.
Дверь не показана



- 1 – сигнальная лампа «СРАБАТЫВАНИЕ»;
- 2 – сигнальная лампа «НЕИСПРАВНОСТЬ или ВЫВОД»;
- 3 – переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ»;
- 4 – выключатель «ВЫЗОВ ИНДИКАЦИИ»;
- 5 – выключатель «СЪЕМ СИГНАЛИЗАЦИИ»;
- 6 – окно для наблюдения за светодиодной индикацией;
- 7 – замок-ручка;
- 8 – табличка паспортная;
- 9 – терминал;
- 10* – контрольный разъем;
- 11* – блок испытательный;
- 12* – клеммник шкафа;
- 13 – реле управления;

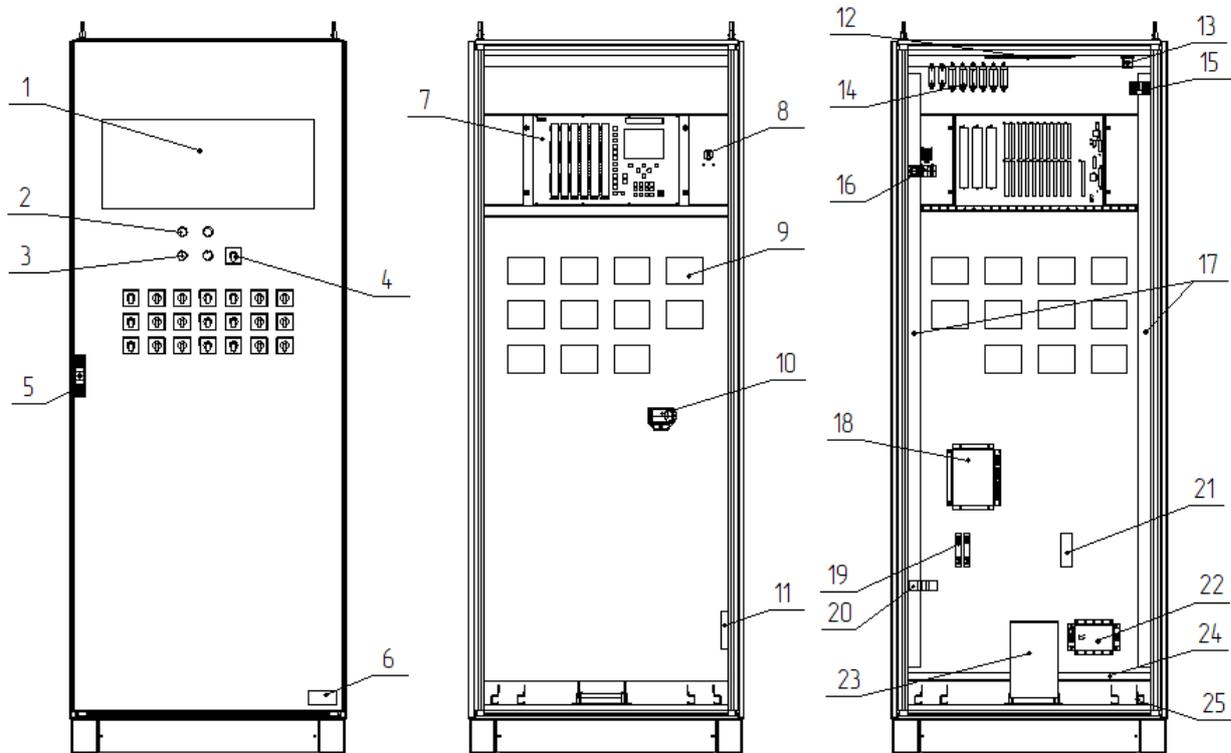
- 14 – розетка (евро);
- 15 – переключатель автоматический ~ 220 В (освещение и розетки);
- 16 – переключатель питания – 220 В;
- 17 – выключатель концевой;
- 18 – светильник;
- 19 – блок фильтра оперативного питания терминалов;
- 20 – шина заземления;
- 21* – переключатель;
- 22 – резистор;
- 23* – блок частоты;
- 24* – блок фильтра 17 Гц;
- 25 – источник питания (освещение)

Рисунок А.2 – Общий вид шкафа типа ШЭ1110

* Количество по заказу.

Вид спереди.
Дверь не показана

Вид сзади.
Дверь не показана

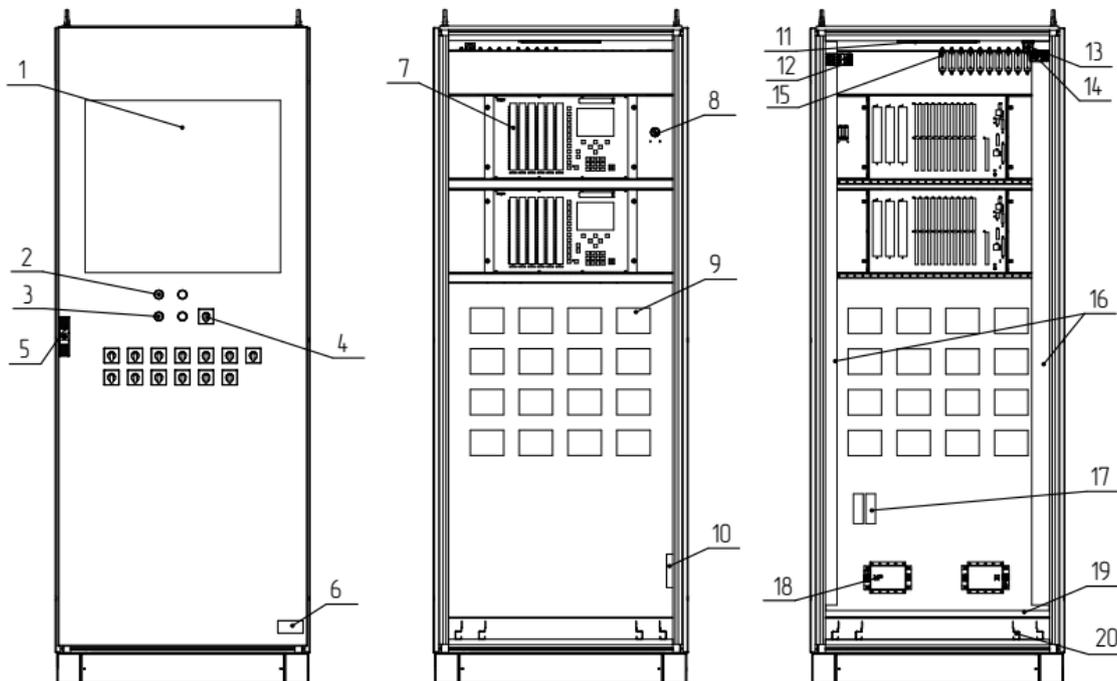


- | | |
|---|---|
| 1 – окно для наблюдения за световой индикацией; | 14 – резистор; |
| 2 – лампа сигнальная; | 15 – источник питания (освещение); |
| 3 – выключатель; | 16 – выключатель автоматический; |
| 4 – переключатель; | 17 – клеммник шкафа; |
| 5 – замок-ручка; | 18 – блок частоты; |
| 6 – табличка паспортная; | 19 – блок контроля изоляции газовой защиты; |
| 7 – терминал; | 20 – блок вспомогательный; |
| 8 – переключатель питания; | 21 – реле; |
| 9 – блок испытательный; | 22 – блок фильтра; |
| 10 – контрольный разъем; | 23 – блок частотного фильтра; |
| 11 – розетка; | 24 – шина заземления; |
| 12 – светильник; | 25 – рейка механического крепления и заземления кабелей |
| 13 – выключатель концевой; | |

Рисунок А.3 – Общий вид шкафа типа ШЭ1111

Вид спереди.
Дверь не показана

Вид сзади.
Дверь не показана

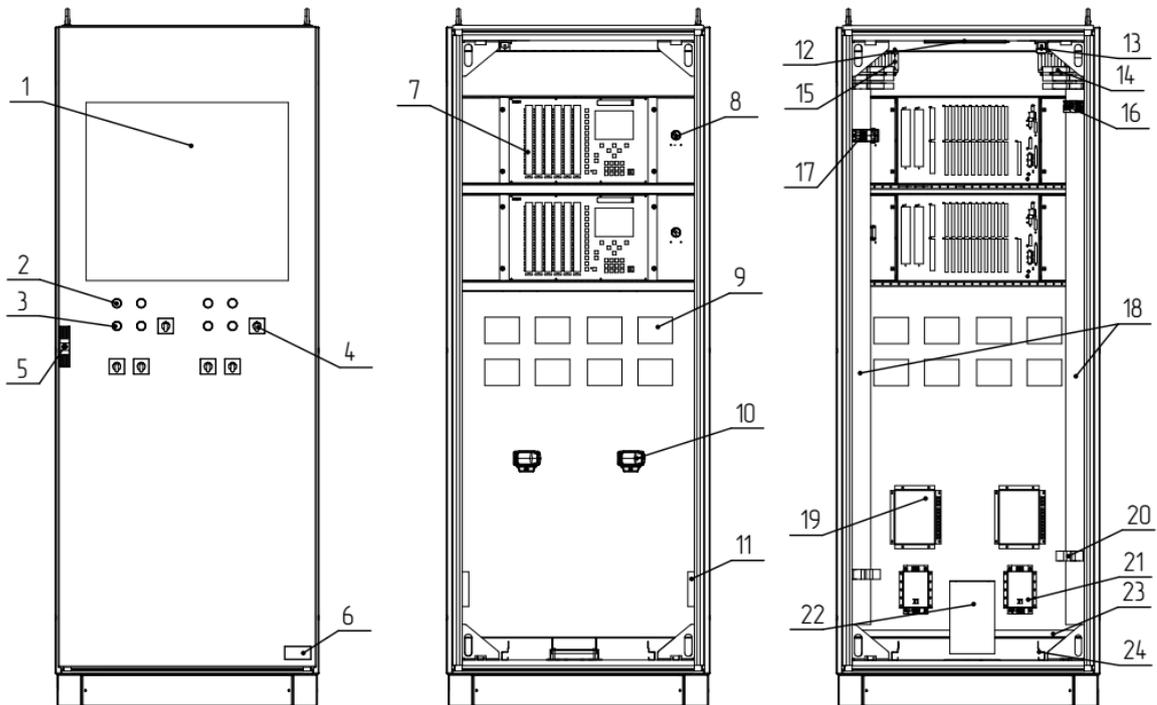


- | | |
|---|---|
| 1 – окно для наблюдения за световой индикацией; | 12 – выключатель автоматический (освещение); |
| 2 – лампа сигнальная; | 13 – выключатель концевой; |
| 3 – выключатель; | 14 – источник питания (освещение); |
| 4 – переключатель; | 15 – резистор; |
| 5 – замок-ручка; | 16 – клеммник шкафа; |
| 6 – табличка паспортная; | 17 – реле; |
| 7 – терминал; | 18 – блок фильтра; |
| 8 – переключатель питания; | 19 – шина заземления; |
| 9 – блок испытательный; | 20 – рейка механического крепления и заземления кабелей |
| 10 – розетка; | |
| 11 – светильник; | |

Рисунок А.4 – Общий вид шкафа типа ШЭ1112

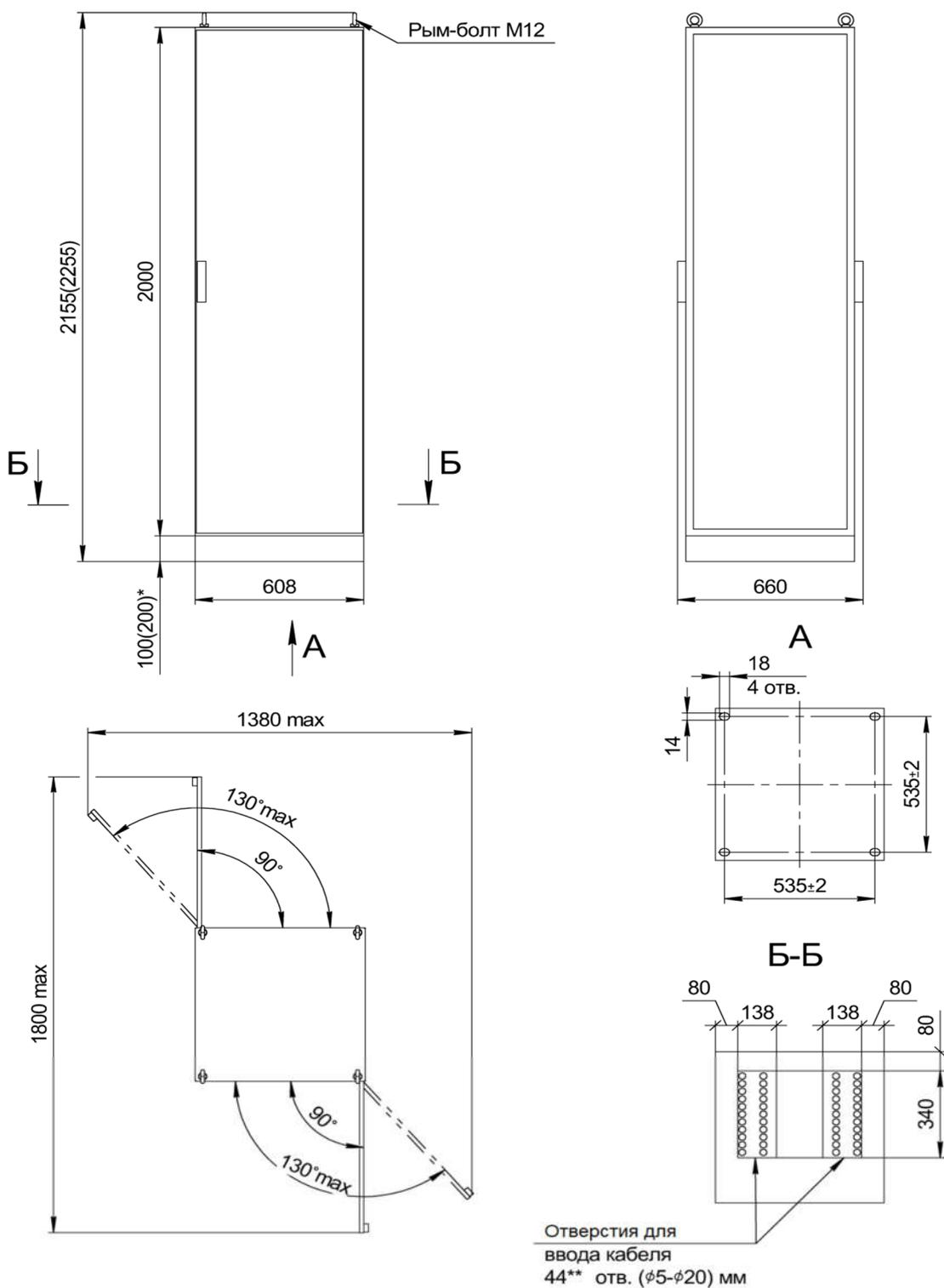
Вид спереди.
Дверь не показана

Вид сзади.
Дверь не показана



- | | |
|---|---|
| 1 – окно для наблюдения за световой индикацией; | 14 – модуль релейный; |
| 2 – лампа сигнальная; | 15 – резистор; |
| 3 – выключатель; | 16 – источник питания (освещение); |
| 4 – переключатель; | 17 – выключатель автоматический (освещение); |
| 5 – замок-ручка; | 18 – клеммник шкафа; |
| 6 – табличка паспортная; | 19 – блок частоты; |
| 7 – терминал; | 20 – блок вспомогательный; |
| 8 – переключатель питания; | 21 – блок фильтра; |
| 9 – блок испытательный; | 22 – блок частотного фильтра; |
| 10 – контрольный разъем; | 23 – шина заземления; |
| 11 – розетка; | 24 – рейка механического крепления и заземления кабелей |
| 12 – светильник; | |
| 13 – выключатель концевой; | |

Рисунок А.5 – Общий вид шкафа типа ШЭ1113 (ШЭ1114)

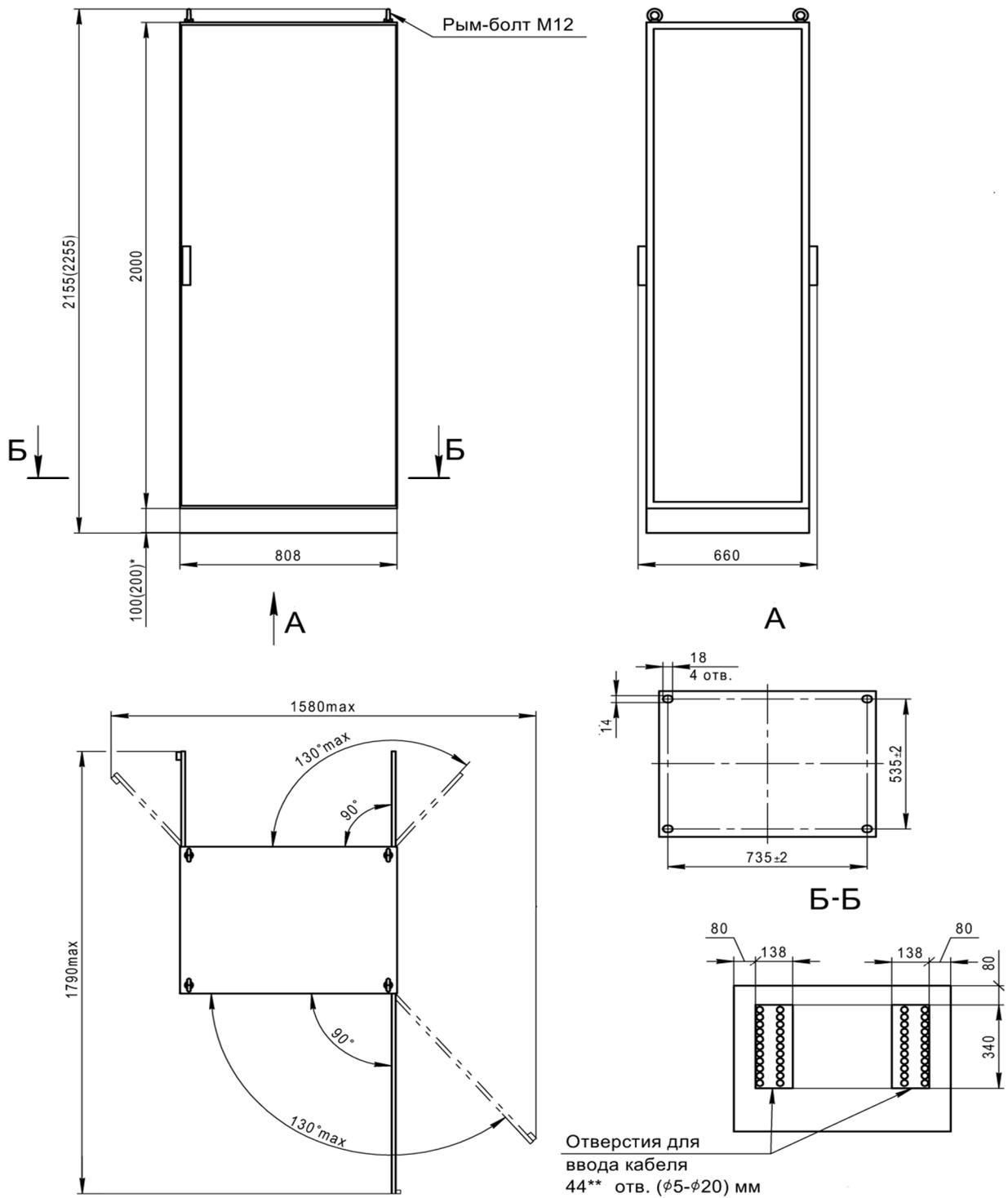


Размеры без предельных отклонений

Рисунок А.6 – Габаритные и установочные размеры шкафов типов ШЭ1109, ШЭ1110

* По заказу высота цоколя может быть увеличена до 200 мм.

** Количество отверстий может быть изменено.



Размеры без предельных отклонений

Рисунок А.7 – Габаритные и установочные размеры шкафов типов ШЭ1111, ШЭ1112, ШЭ1113, ШЭ1114

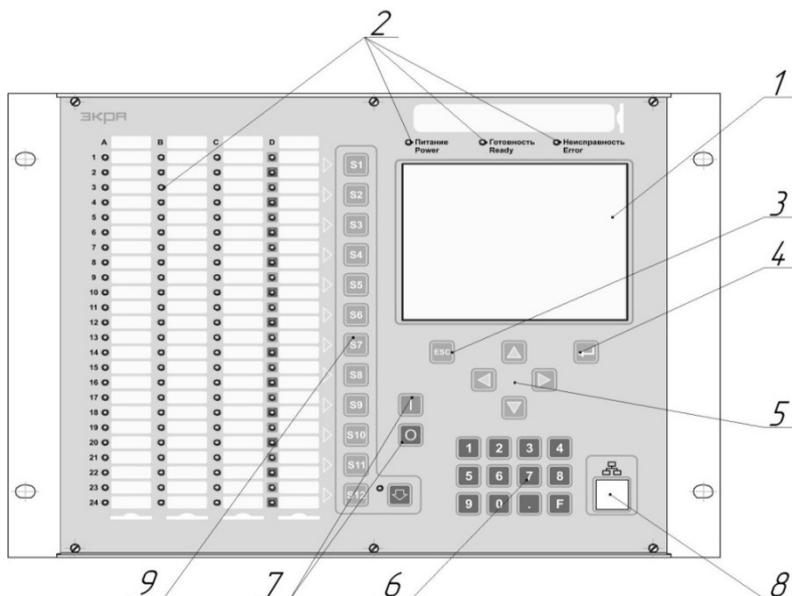
* По заказу высота цоколя может быть увеличена до 200 мм.

** Количество отверстий может быть изменено.

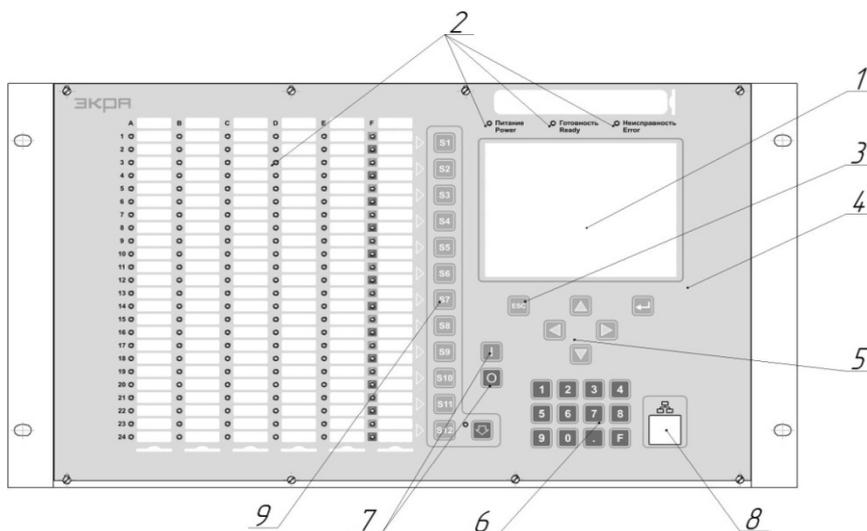
Приложение Б

(справочное)

Общий вид лицевой панели терминалов



а) терминал типа ЭКРА 212



б) терминал типа ЭКРА 213

- 1 – графический дисплей 320x240 точек
- 2 – светодиодные индикаторы
- 3 – кнопка «ESC»
- 4 – кнопка «ENTER»
- 5 – кнопки управления курсором
- 6 – клавиатура
- 7 – кнопки управления выключателем
- 8 – интерфейс для связи с ПК (Ethernet);
- 9 – электронные ключи управления (наличие определяется проектом)

Рисунок Б.1 – Общий вид лицевой панели терминалов

Приложение В
(справочное)

Схема подключения комплекса защит блока генератор-трансформатор

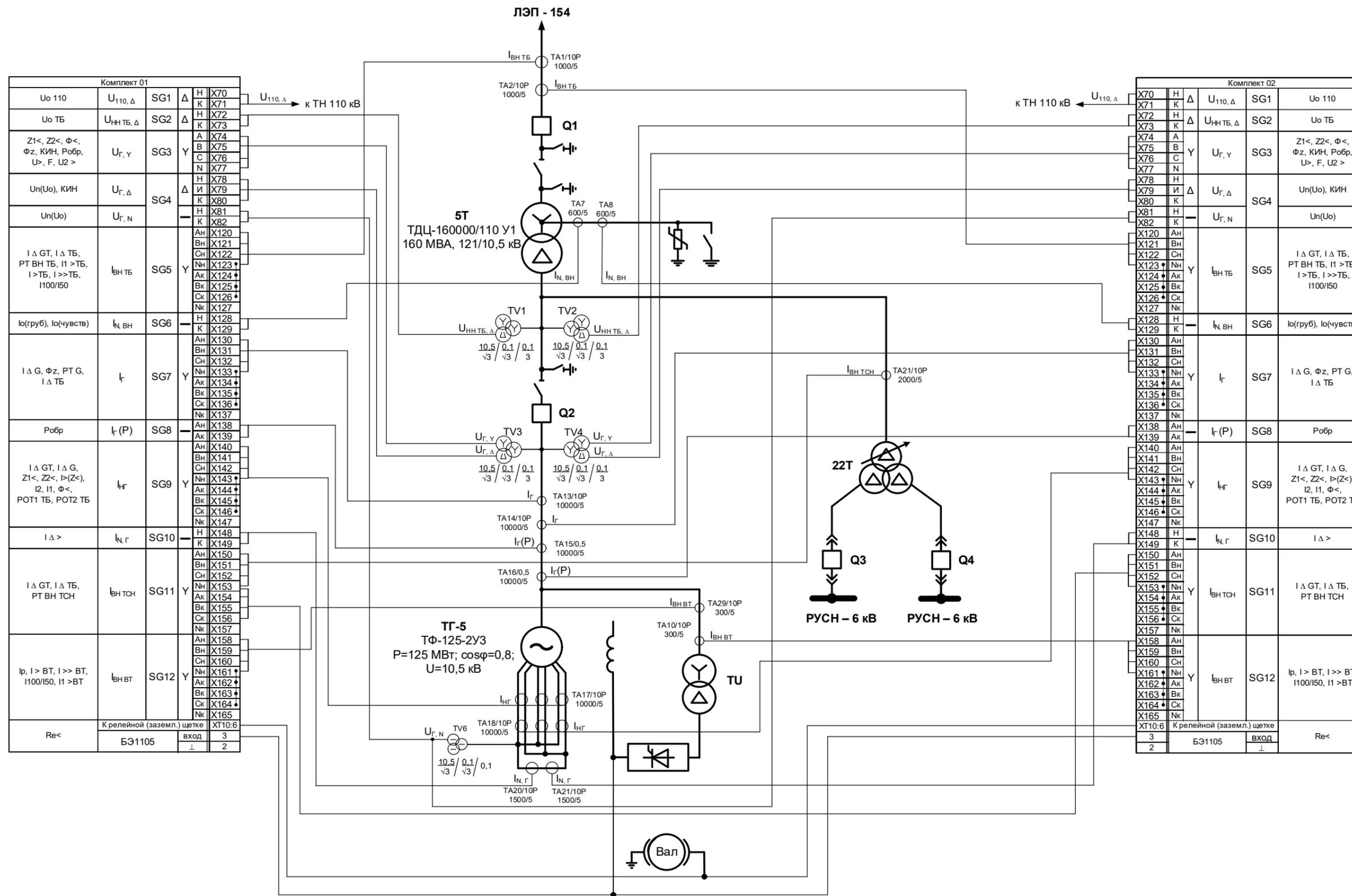
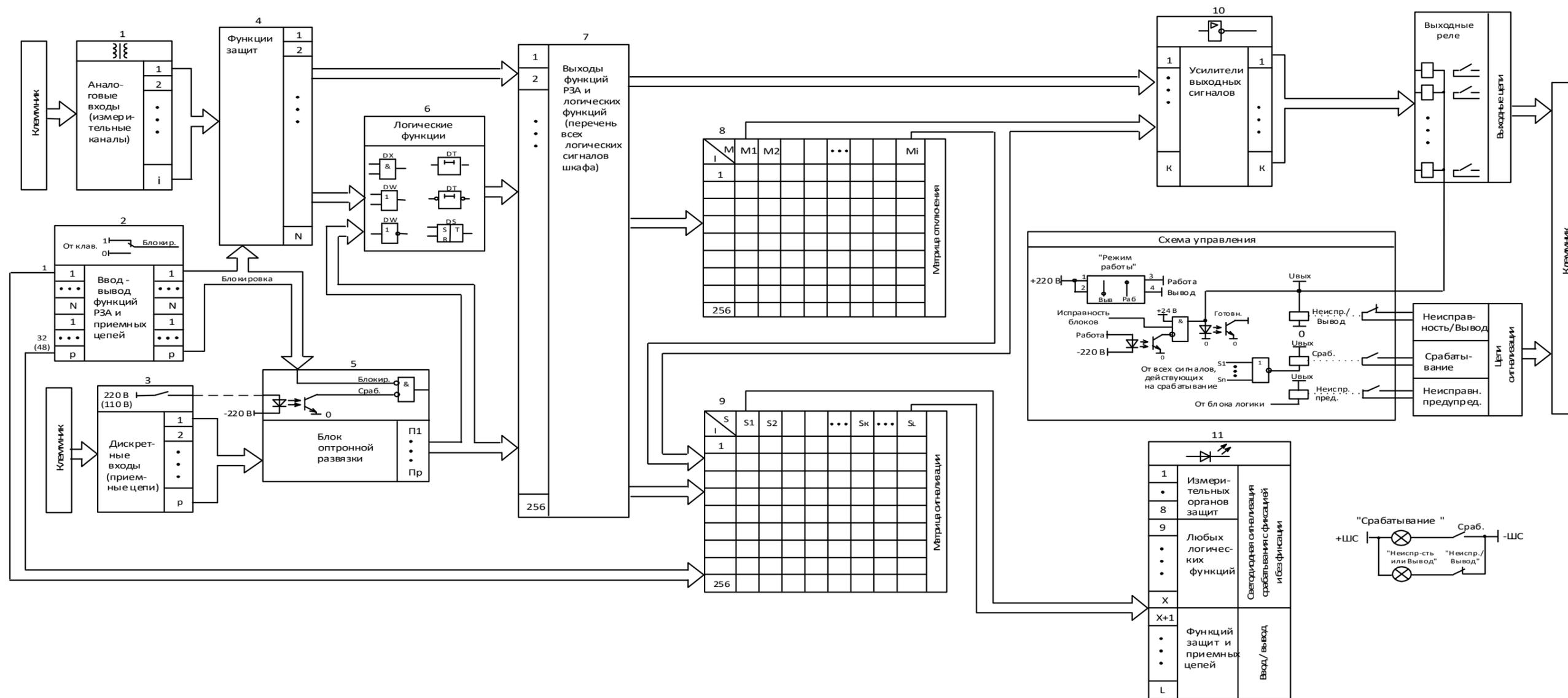


Рисунок В.1 – Пример схемы подключения комплексов защит комплекса к измерительным трансформаторам

Приложение Г
(справочное)

Структурная схема независимого комплекта защит комплекса



- 1 – промежуточные преобразователи входных цепей тока и напряжения;
- 2 – оперативный ввод/вывод функций защит и приемных цепей;
- 3 – дискретные входы (приемные цепи);
- 4 – функции защит;
- 5 – блоки оптронная развязка;
- 6 – логические функции;
- 7 – выходы функций защит, приемных цепей и логических сигналов конфигурации;
- 8 – «матрица» отключения;
- 9 – «матрица» сигнализации;
- 10 – усилитель выходных сигналов;
- 11 – светодиодная индикация срабатывания в терминале

Рисунок Г.1 – Структурная схема независимого комплекта защит комплекса

**Приложение Д
(обязательное)
Схема заземления шкафа**

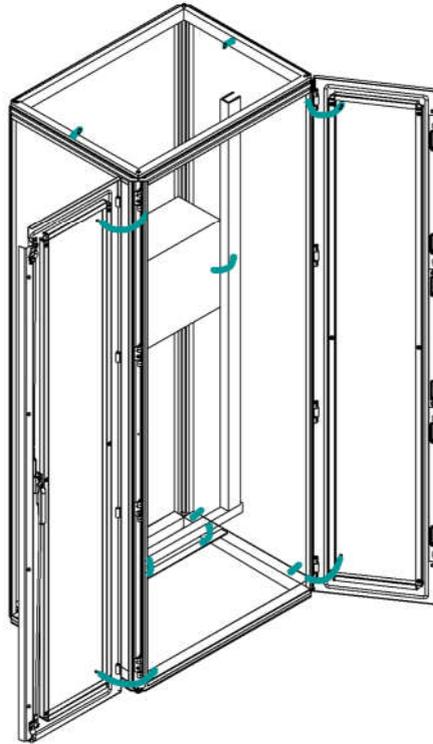
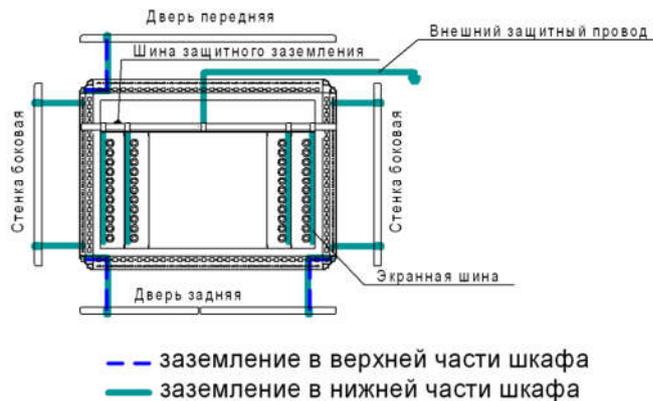


Схема расположения проводников заземления шкафа



Провода заземления:

- внешний защитный провод – ПуГВ 16 З-Ж ТУ 16-705.501-2010;
- заземление дверей проводом – АМГ-16 ТУ 16-505.398-76;
- остальные провода заземления – ПуГВ 6 З-Ж ТУ 16-705.501-2010.

Крепление шкафа сваркой или болтами к металлоконструкции пола не обеспечивает надёжного заземления. Внешнее заземление выполняется внешним защитным проводом болтовым соединением.

Рисунок Д.1 – Схема заземления шкафа

