

СИСТЕМА ЗАЩИТЫ И МОНИТОРИНГА СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ СТАТОРА ГЕНЕРАТОРА В СОСТАВЕ ШКАФА ШНЭ 1151

Технические характеристики

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Алматы (727)345-47-04
Ангарск (3955)60-70-56
Архангельск (8182)63-90-72
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Благовещенск (4162)22-76-07
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Владикавказ (8672)28-90-48
Владимир (4922)49-43-18
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89

Иваново (4932)77-34-06
Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Коломна (4966)23-41-49
Кострома (4942)77-07-48
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Курган (3522)50-90-47
Липецк (4742)52-20-81

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Ноябрьск (3496)41-32-12
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Петрозаводск (8142)55-98-37
Псков (8112)59-10-37
Пермь (342)205-81-47

Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Саранск (8342)22-96-24
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Сургут (3462)77-98-35
Сыктывкар (8212)25-95-17
Тамбов (4752)50-40-97
Тверь (4822)63-31-35

Тольятти (8482)63-91-07
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)33-79-87
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Улан-Удэ (3012)59-97-51
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Чебоксары (8352)28-53-07
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Чита (3022)38-34-83
Якутск (4112)23-90-97
Ярославль (4852)69-52-93

Россия +7(495)268-04-70

Казахстан +7(727) 345-47-04

Беларусь +(375) 257-127-884

Узбекистан +998(71)205-18-59

Киргизия +996(312)96-26-47

эл.почта: erk@nt-rt.ru || сайт: <https://ekra.nt-rt.ru/>

СИСТЕМА ЗАЩИТЫ И МОНИТОРИНГА СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ СТАТОРА ГЕНЕРАТОРА В СОСТАВЕ ШКАФА ШНЭ 1151



Шкаф типа ШНЭ 1151

История разработки

Выполнение защиты от замыканий на землю в обмотке статора генератора, работающего в блоке с трансформатором, на принципе наложения на первичные цепи постоянного тока впервые предложено немецким инженером М. Райком в 1960 году.

На сегодня известен ряд различных технических исполнений защиты, выполненной на данном принципе. Особенно большой опыт эксплуатации накоплен на объектах Кузбассэнерго, в энергосистемах Урала и Сибири, где такая защита установлена на нескольких десятках генераторов 12-ти электростанций со средним сроком эксплуатации около 35 лет.

С 70-х годов XX века до 1995 года защита поставлялась Томским политехническим институтом (в настоящее время – университетом, ТПУ). С

1995 года НПП «ЭКРА» использует защиту с наложением постоянного тока «Un(100)» в составе комплексной защиты генераторов, разработанную совместно с ТПУ.

Одной из основных задач, которая решается применением защиты на данном принципе – это устранение зоны нечувствительности при замыканиях вблизи нейтрали обмотки статора генератора.

В дополнении к функции защиты, принцип наложения постоянного тока позволяет реализовать функцию мониторинга сопротивления изоляции обмотки статора генератора и электрических цепей, гальванически связанных с ней [без применения датчиков в генераторе!]. Данная функция позволяет отслеживать процесс физического старения изоляции, выявлять потенциальные проблемы и предупредить развитие дефектов на ранней стадии, что невозможно осуществить с помощью традиционно применяемых защит от замыкания на землю на прочих принципах. Мониторинг состояния оборудования выполняется непрерывно в режиме 24/7 как на работающем, так и на остановленном генераторе, в том числе при тиристорном пуске (ГТУ, ГАЭС). Это позволяет перейти от профилактического обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию электрооборудования и делает систему защиты и мониторинга эффективным инструментом для анализа и прогнозирования текущего и будущего состояния оборудования. Установленным ПУЭ способом контроля изоляции обмотки статора являются портативные мегаомметры, которые для проведения измерений требуют остановки и вывода в ремонт генератора, а в некоторых случаях и частичной его разборки. В случае установки системы защиты и мониторинга может быть упрощена и автоматизирована процедура контроля сопротивления изоляции генератора перед его вводом в работу.

В 2021 году была завершена модернизация защиты «Un(100)», основным результатом которой является перевод источника наложения на современную микропроцессорную базу, что привело к созданию системы защиты и мониторинга сопротивления изоляции статора генератора с улучшенными характеристиками:

- расширен диапазон замера сопротивления до 200 МОм;
- повышена пожаробезопасность за счет исключения маслonaполненного оборудования;
- улучшена помехоустойчивость за счет передачи сигналов по цифровым оптическим каналам связи;

– добавлена возможность интеграции в цифровые системы энергообъектов (решение по умолчанию – комплекс программ EKRASCADA).

Предлагаемая система включает в себя функцию защиты от замыкания на землю обмотки статора блока генератор-трансформатор на принципе наложения постоянного тока «Un(100)v2», выполненная по умолчанию в шкафу ШНЭ 1151. Выходными воздействиями шкафа ШНЭ 1151 в таком случае являются “сигнал о снижении изоляции” и “команда на отключение генератора”, которые передаются в шкаф защит генератора (блока) или шкаф АВВ¹. В случае сформирования и передачи “команды на отключение генератора”, в шкафу ШЭ111х формируются управляющие воздействия на генераторный (блочный) выключатель, останов турбины, отключение АГП и пр. (см. структурную схему системы защиты и мониторинга, вариант А).

Функционал шкафа ШНЭ 1151 при необходимости позволяет передать необходимые измерения для вычисления сопротивления изоляции в шкаф защит генератора (блока) ШЭ111х и выполнить в его комплектах защит дублирование функции защиты «Un(100)v2». В таком случае, сигнализация о снижении изоляции и команда на отключение генератора формируются непосредственно в шкафу защит генератора (блока) ШЭ111х, а функция «Un(100)v2», выполненная в шкафу ШНЭ 1151 может быть выведена из работы (см. структурную схему системы защиты и мониторинга, вариант Б).

Функциональное назначение

1. Защита 100 % длины обмотки статора генератора, работающего с изолированной нейтралью, а также при наличии дугогасящего реактора (ДГР) в его нейтрали:

а) в одиночном блоке с трансформатором и не имеющим гальванической связи с внешней сетью;

б) в составе укрупнённого блока, в котором каждый генератор подключен к отдельной части расщепленной обмотке трансформатора блока.

2. Непрерывный мониторинг сопротивления изоляции статора генератора и оборудования, установленного в его цепях относительно земли. Система защиты и мониторинга фиксирует снижение сопротивления изоляции, происходящее по любым причинам, например:

- ухудшение изоляции обмоток статора генератора;
- появление трещин в изоляции стержня обмотки статора;
- появление трещин в изоляторах токопроводов генератора;
- увлажнение комплектных токопроводов из-за старения резиновых уплотнений;

– повреждение генераторного выключателя из-за ослабления и перегрева контактов и вытекания продуктов горения масла на поверхность изоляторов;

– загрязнение различными примесями охлаждающей жидкости, протекающей по водопроводящим шлангам системы водяного охлаждения генератора.

Функция мониторинга может быть реализована с помощью:

– интеграции системы в SCADA [ПТК “ДиаМонт” от НПП “ЭКРА”] и вывода на монитор ПК дежурного персонала информации в виде графиков, трендов и в табличном виде;

– вывода измерений сопротивления изоляции статора и контрольных параметров источника наложения на модуль индикации (МИ) с графическим дисплеем, установленным на щите дежурного или в шкафу ШНЭ 1151;

– формирования архива измерений сопротивления изоляции статора, для последующей оценки тенденции его изменения, скорости изменения, сопоставления с другими параметрами, характеризующими состояние изоляционной системы генератора.

Особенности установки на объекте

– Один шкаф ШНЭ 1151 устанавливается на один блок генератор-трансформатор;

– наложение контрольного постоянного тока осуществляется через нейтраль первичной обмотки ТН;

– шкаф ШНЭ 1151 должен быть размещён в непосредственной близости от точки наложения, рекомендуемое расстояние ≤ 50 м;

– в цепи нейтралей ТН, которые должны быть заземлены по их основному назначению (и в цепь ДГР при наличии²), необходимо включить разделительные конденсаторы³.

Заземление нейтралей первичных обмоток ТН через конденсаторы может быть, как индивидуальным, с помощью отдельных разделительных конденсаторов, так и централизованным, путём объединения всех нейтралей в одной точке и заземления через разделительные конденсаторы, расположенные в шкафу ШНЭ 1151. При индивидуальном заземлении нейтралей шкаф ШНЭ 1151 необходимо подключать к ТН, установленному до генераторного выключателя.

Способ заземления нейтралей первичных обмоток ТН выбирается на этапе проектирования исходя из географического расположения ТН на станции.

¹ Передача сигналов может быть реализована посредством «сухого контакта» или GOOSE-сообщения;

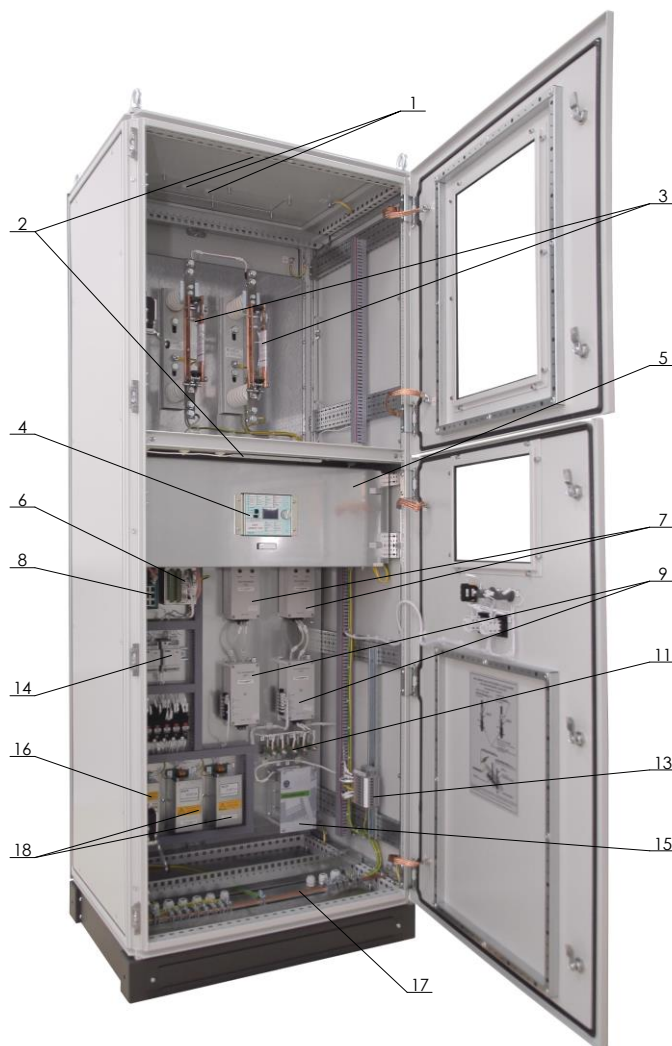
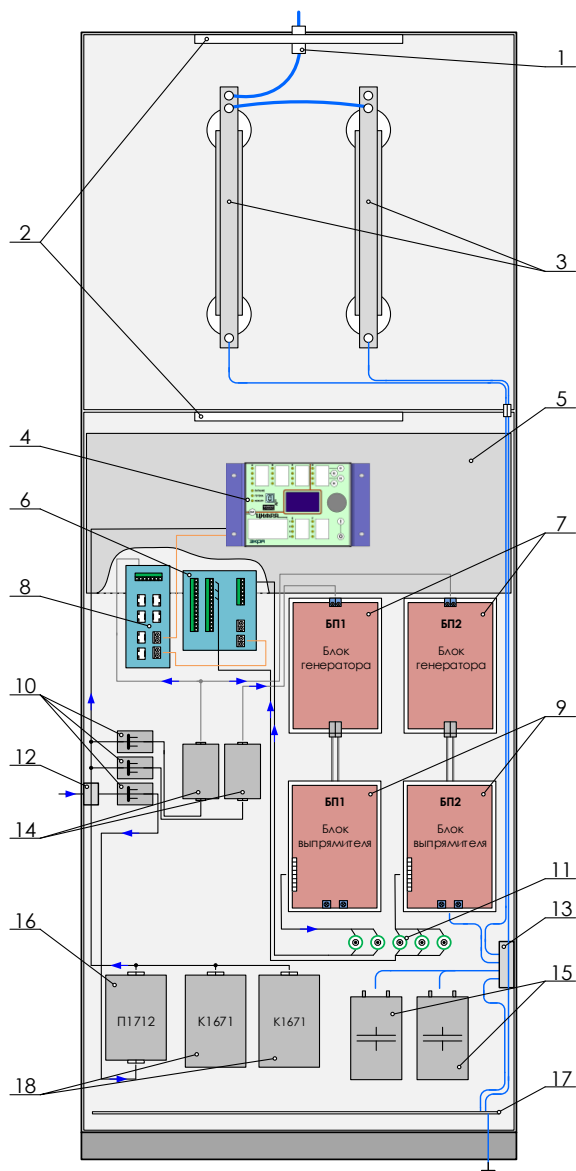
² Конденсатор для ДГР отличается от конденсаторов для заземления нейтралей обмотки ВН трансформаторов напряжения и выбирается на этапе проектирования;

³ Включение разделительных конденсаторов в цепи нейтралей ТН не вызывает нарушений в их работе.

Основные типовые технические характеристики

Наименование параметра		Величина		
Основные характеристики шкафа ШНЭ 1151				
Номинальное напряжение контролируемой сети, кВ		6 – 24		
Номинальное напряжение оперативного питания постоянного тока, В		220		
Допустимые колебания номинального напряжения оперативного питания постоянного тока		0,8 – 1,1		
Номинальные значения климатических факторов внешней среды соответствуют:		УХЛ4		
Группа механического исполнения		М40		
Степень защиты		IP41		
Средний срок службы, лет, не менее		25		
Потребляемая мощность, Вт, не более		50		
Параметры защиты Un(100)v2				
Диапазон уставок сигнальной ступени, кОм		1 – 1000		
Диапазон уставок отключающей ступени, кОм		1 – 200		
Погрешность уставки срабатывания, %, не более		1		
Диагностические параметры				
Номинальное значение накладываемого напряжения, В		250		
Диапазон измерения, МОм		[0,001 – 1]	(1 – 50]	(50 – 200]
Погрешность измерения, %		±5	±10	±20
Обмен информацией внутри шкафа ШНЭ 1151 и со внешними устройствами				
Программная синхронизация времени устройств шкафа		SNTP		
Протокол связи с модулем индикации		Modbus TCP, Modbus RTU		
Протокол связи с SCADA		МЭК 60870-5-104, МЭК 61850 (MMS)		
Протокол связи с ШЭ111Х		МЭК 61850 (GOOSE)		
Сетевые интерфейсы коммутатора шкафа	Количество и разъёмы портов	2xST, 6xRJ-45		
	Скорость	10/100 Мб/с		
Количество дискретных выходов		1 реле: «Сигнализация»; 1 реле: «Отключение»; 1 реле: «Резерв»		
Количество дискретных входов шкафа, шт		3		
Конструктив шкафа ШНЭ 1151				
Конструктив		ШМЭ		
Обслуживание		Одностороннее		
Габариты каркаса шкафа, ШхВхГ, мм		808х600х2000	800х600х2000	
Масса шкафа, кг, не более		205		
Подвод кабелей от нейтрали ТН в отсек №1		Сверху		
Подвод кабелей в отсек №2		Снизу		

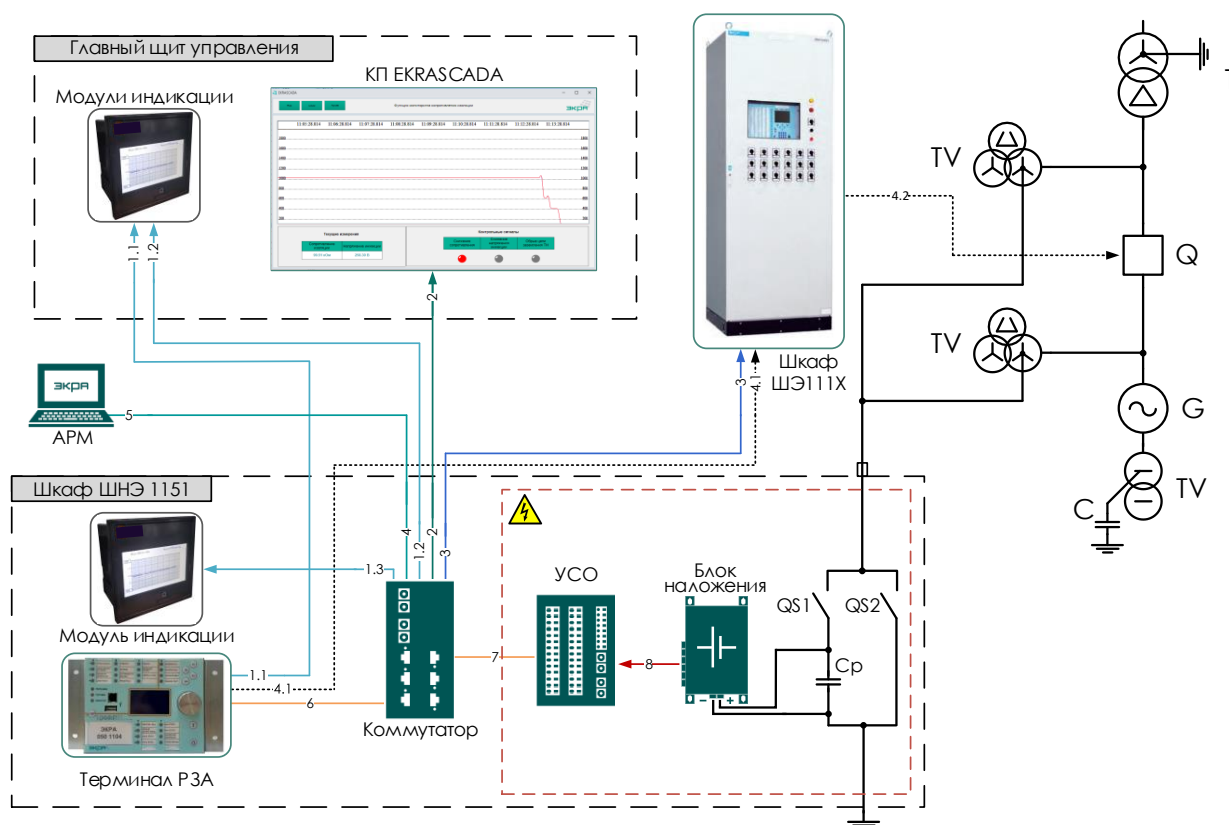
Структурная схема и общий вид шкафа ШНЭ 1151 с открытыми дверями



Структурная схема и общий вид шкафа ШНЭ 1151 с открытыми дверями:

- 1 – Кабельные вводы для подвода кабелей от нейтрали ТН; 2 – Лампы освещения шкафа; 3 – Разъединители; 4 – Терминал РЗА; 5 – Поворотная плита; 6 – Устройство сопряжения с объектом; 7, 9 – Блоки питания-наложения (7 – блок генератора, 9 – блок выпрямителя); 8 – Коммутатор;
- 10 – Автоматические выключатели; 11 – Набор резисторов; 12 – Клеммник цепей питания шкафа; 13 – Клеммник цепей нейтрали ТН; 14 – Блоки преобразователи 220/24 В; 15 – Разделительные конденсаторы;
- 16 – Блок фильтра; 17 – Главная заземляющая шина шкафа; 18 – Блоки конденсаторов.

Структурная схема системы. Вариант А (функция «Un(100)v2» в шкафу ШНЭ 1151)



Условно-графические обозначения:

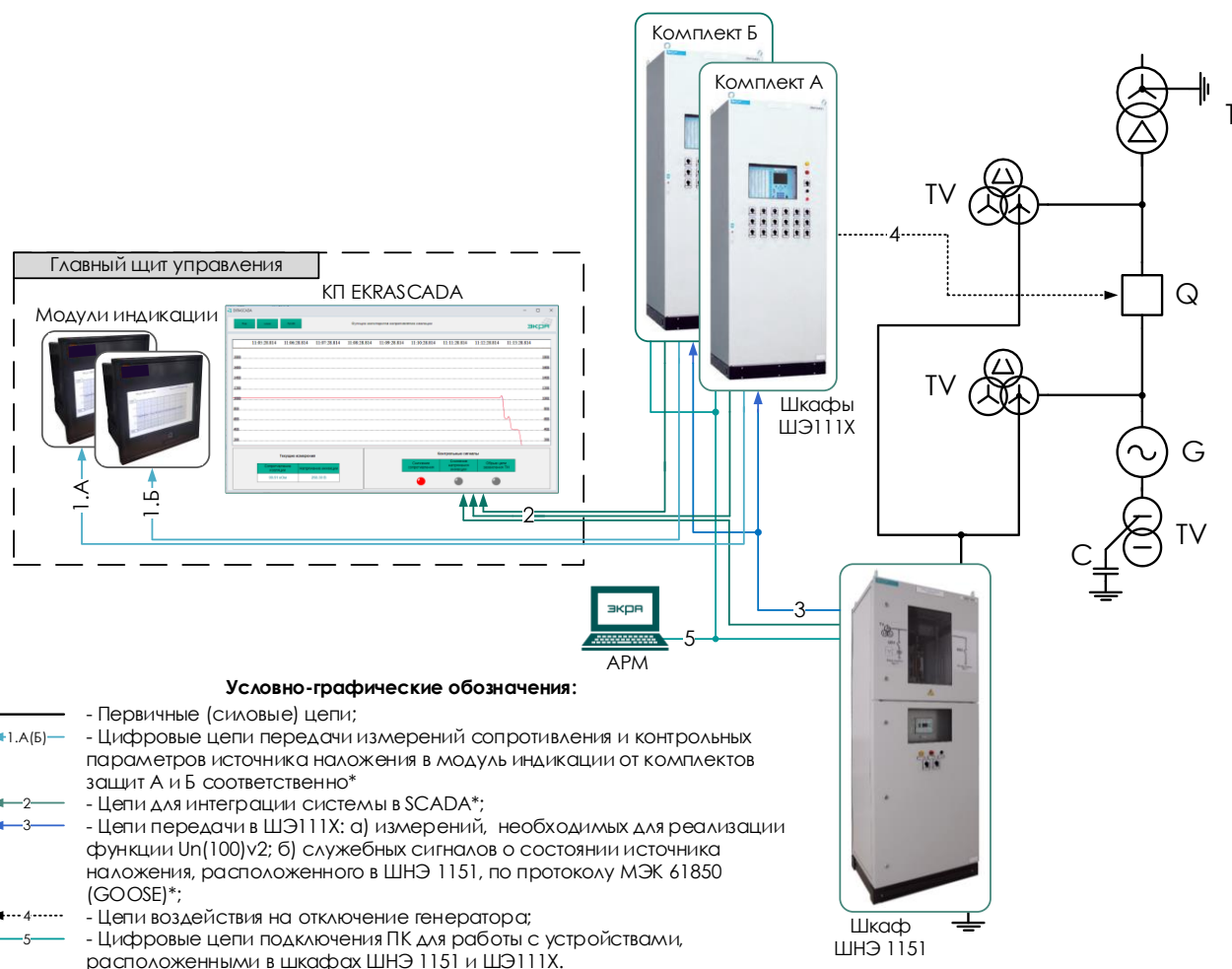
- - Первичные (силовые) цепи;
- ←1.1— - Цифровая цепь передачи измерений сопротивления и контрольных параметров источника наложения в модуль индикации (МИ), расположенный на ГЩУ, на расстояние более 100 м:
а) по протоколу ModBus TCP с использованием оптоволоконна и медиаконвертера «Оптоволконна → Витая пара»*;
б) по протоколу ModBus RTU с использованием витой пары**;
- ←1.2— - Цифровая цепь передачи измерений сопротивления и контрольных параметров источника наложения в МИ, расположенный на ГЩУ, на расстояние менее 100 м по протоколу ModBus TCP с использованием витой пары;
- ←1.3— - Цифровая цепь передачи измерений сопротивления и контрольных параметров источника наложения в МИ, расположенный в шкафу ШНЭ 1151, по протоколу ModBus TCP;
- ←2— - Цифровые цепи для интеграции системы в SCADA;
- 3— - Цепи передачи сигналов срабатывания функции Un(100)v2 по протоколу МЭК 61850 (GOOSE) с использованием:
а) витой пары; б) оптоволоконна**;
- ←4.1.... - Цепи передачи сигналов срабатывания функции Un(100)v2 посредством «сухого контакта»;
- ←4.2.... - Цепи воздействия на отключение генератора;
- 5— - Цифровые цепи подключения ПК для работы с устройствами, расположенными в шкафу ШНЭ 1151;
- 6— - Цепи обмена информацией по протоколу МЭК 61850 (GOOSE) с использованием:
а) оптоволоконна*; б) витой пары**;
- 7— - Цепи обмена информацией по протоколу МЭК 61850 (GOOSE) с использованием оптоволоконна;
- ←8— - Цепи измерения аналоговых величин;

G – Генератор;
Q – Генераторный выключатель;
T – Трансформатор блока;
TV – трансформаторы напряжения;
QS1, QS2 – разъединители;
C, Cp – разделительные конденсаторы;
APM (автоматизированное рабочее место) – программно-технический комплекс, предназначенный для работы с устройствами, расположенными в шкафу ШНЭ 1151;
Шкаф ШНЭ 1151 – шкаф защиты и мониторинга сопротивления изоляции статора генератора;
Шкаф ШЭ111Х – шкаф комплексной защиты генератора (блока) или шкаф АУВ.

* при использовании в терминале РЗА блока связи с двумя оптическими портами типа LC.

** при использовании в терминале РЗА блока связи с портами: эл. Ethernet (RJ-45) и RS485 (винтовой зажим).

Структурная схема системы. Вариант Б (функция «Un(100)v2» в шкафах ШЭ111Х)



* (способы передачи аналогичны представленным на структурной схеме варианта А).

Алматы (727)345-47-04
Ангарск (3955)60-70-56
Архангельск (8182)63-90-72
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Благовещенск (4162)22-76-07
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Владикавказ (8672)28-90-48
Владимир (4922)49-43-18
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89

Иваново (4932)77-34-06
Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Коломна (4966)23-41-49
Кострома (4942)77-07-48
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Курган (3522)50-90-47
Липецк (4742)52-20-81

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижегород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Ноябрьск (3496)41-32-12
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Петрозаводск (8142)55-98-37
Псков (8112)59-10-37
Пермь (342)205-81-47

Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Саранск (8342)22-96-24
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Сургут (3462)77-98-35
Сыктывкар (8212)25-95-17
Тамбов (4752)50-40-97
Тверь (4822)63-31-35

Тольятти (8482)63-91-07
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)33-79-87
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Улан-Удэ (3012)59-97-51
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Чебоксары (8352)28-53-07
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Чита (3022)38-34-83
Якутск (4112)23-90-97
Ярославль (4852)69-52-93

Россия +7(495)268-04-70

Казахстан +7(727) 345-47-04

Беларусь +(375) 257-127-884

Узбекистан +998(71)205-18-59

Киргизия +996(312)96-26-47

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

эл.почта: erk@nt-rt.ru || сайт: <https://ekra.nt-rt.ru/>