

# СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО ТОКА

на основе зарядно-выпрямительных модулей  
серии FLATPACK2 и герметизированных  
батарей

## Назначение

Зарядно-выпрямительные устройства (далее ЗВУ) серии Flatpack2 в сочетании с параллельно подключенными герметизированными необслуживаемыми батареями и системой распределения нагрузки образуют систему оперативного постоянного тока (далее СОПТ-МТ).

СОПТ-МТ применяется на электрических станциях, трансформаторных подстанциях, распределительных устройствах. Основными электроприемниками в системе СОПТ-МТ на данных объектах являются:

- Устройства РЗА
- Устройства сигнализации
- Цепи управления высоковольтными аппаратами
- Устройства противоаварийной автоматики

В качестве резервного источника питания СОПТ-МТ необходима для:

- Устройств коммерческого учета
- Устройств АСУ ТП и ТМ
- Устройств связи
- Системы аварийного освещения (в отсутствие у источников света собственных аккумуляторов)



ООО «НТЦ «Механотроника» более 25 лет разрабатывает и производит интеллектуальные устройства релейной защиты и автоматики. Развиваясь и совершенствуясь, предприятие наращивает выпуск существующих и создает новые устройства и решения, превосходящие по своим параметрам продукцию мирового уровня.

# Принцип работы

Система получает питание от одного или двух независимых вводов переменного тока. В базовом исполнении два ЗВУ включены параллельно, где каждый питается от своего ввода переменного тока либо от двух через АВР.

ЗВУ Flatpack2 – это надёжные и простые в эксплуатации модули. ЗВУ имеют микропроцессорную систему управления и модульную конструкцию с независимой, параллельной работой каждого модуля.

Модульная конструкция позволяет обеспечить избыточную схему, которая гарантирует бесперебойную работу всей выпрямительной системы. СОПТ-МТ допускает «горячую замену» модулей. При отключении вводов питающего напряжения производится переключение схемы на питание потребителей от АБ без перерывов в электроснабжении.

Многоуровневая система заряда аккумуляторных батарей, в сочетании с низкими пульсациями и высокой стабильностью выходного напряжения и тока, обеспечивает параметры заряда аккумуляторных батарей, в соответствии с их руководством по эксплуатации, что в свою очередь обеспечивает максимальный срок службы аккумуляторной батареи.

## Состав СОПТ-МТ:

- ШАБ-МТ – шкаф аккумуляторных батарей (наличие или отсутствие шкафа определяется выбранной однолинейной схемой)
- ШОТ-МТ – шкаф оперативного тока
- ШРОТ-МТ – шкаф распределения оперативного тока (наличие или отсутствие шкафа определяется в соответствии с однолинейной схемой)

Шкафы представляют собой корпуса TS8 производства «RITTAL» с габаритными размерами (ВхШхГ) 2200\*800\*600 с учетом цоколя (200 мм).

Габариты шкафа при нетиповой комплектации системы определяются заводом изготовителем с учетом потребностей заказчика.



## Комплектации - предусматривается пять типовых комплектий системы:

Таблица №1

Варианты комплектации системы СОПТ-МТ

Таблица №1	ШАБ-МТ	ШОТ-МТ	ШРОТ-МТ
Схема 1	-	Один шкаф <sup>1</sup>	-
Схема 2	Один шкаф	Один шкаф <sup>2</sup>	-
Схема 3	Один шкаф	Один шкаф <sup>3</sup>	-
Схема 4	Один шкаф	Один шкаф <sup>2</sup>	Один шкаф
Схема 5	Один шкаф	Один шкаф <sup>3</sup>	Один шкаф

Примечания:

**Шкаф ШАБ-МТ** – шкаф с герметичными аккумуляторными батареями в количестве 17 штук емкостью от 32 А\*ч до 190 А\*ч каждая, имеющий первый уровень защиты СОПТ от токов короткого замыкания и перегрузок.

**Шкаф ШОТ-МТ** – шкаф с зарядно-выпрямительными устройствами, контроллером и защитными аппаратами второго уровня. Выходной ток ЗВУ может быть выбран от 9,1 А и выше.

**Шкаф ШРОТ-МТ** включает в себя две секции с защитными аппаратами для питания основных и резервных защит, а также две секции с защитными аппаратами для питания электромагнитов высоковольтных выключателей.

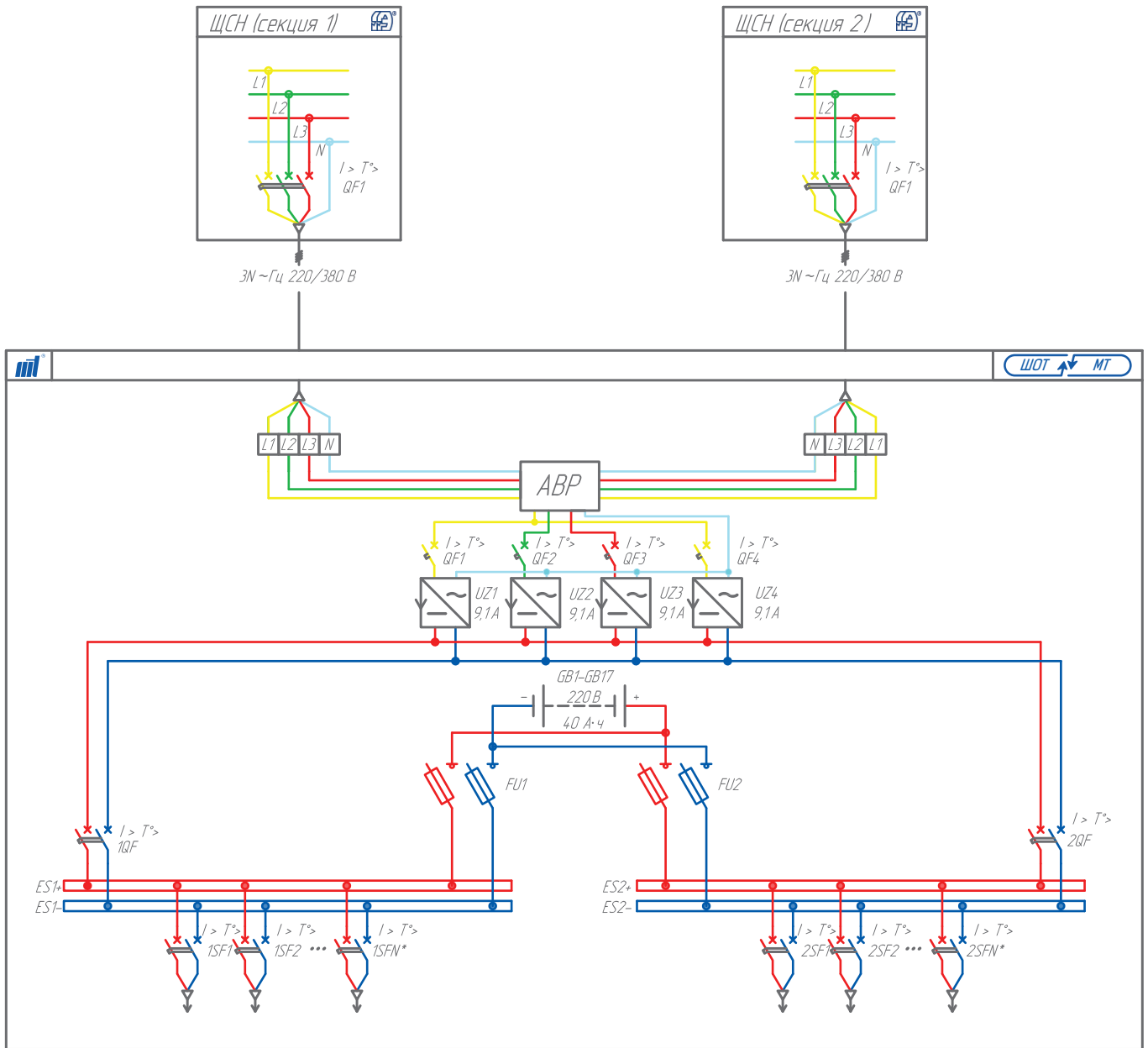
### Пояснения к таблице №1

1. В шкафу установлены аккумуляторные батареи с защитой первого уровня и один блок ЗВУ, включающий в себя несколько модулей, также предусмотрены шинки с защитными аппаратами второго уровня защиты СОПТ, с помощью которых организуется питание колец шинок оперативного тока или ответственных потребителей. Контролируется изоляция полюсов сети.
2. В шкафу установлен один блок ЗВУ, включающий в себя несколько модулей. Выходной ток блока ЗВУ может быть выбран от 9,1А и выше, также предусмотрены шинки с защитными аппаратами второго уровня защиты СОПТ, с помощью которых организуется питание колец шинок оперативного тока или ответственных потребителей. Может быть установлен пофидерный контроль изоляции.
3. В шкафу установлено два блока ЗВУ, включающие в себя несколько модулей, которые работают параллельно на одну аккумуляторную батарею, а также один контроллер, управляющий этими блоками. Выходной ток блока ЗВУ может быть выбран от 9,1А и выше. Организация защитных аппаратов производится аналогично второму варианту.

**Для заказа шкафов СОПТ-МТ**, отличающихся от базовых решений, отмеченных в опросном листе, необходимо приложить однолинейную принципиальную схему, с указанием характеристик аккумуляторной батареи, ЗВУ, количества и характеристик защитных аппаратов, коммутационных аппаратов на всех уровнях защит, характеристик дополнительных функций.

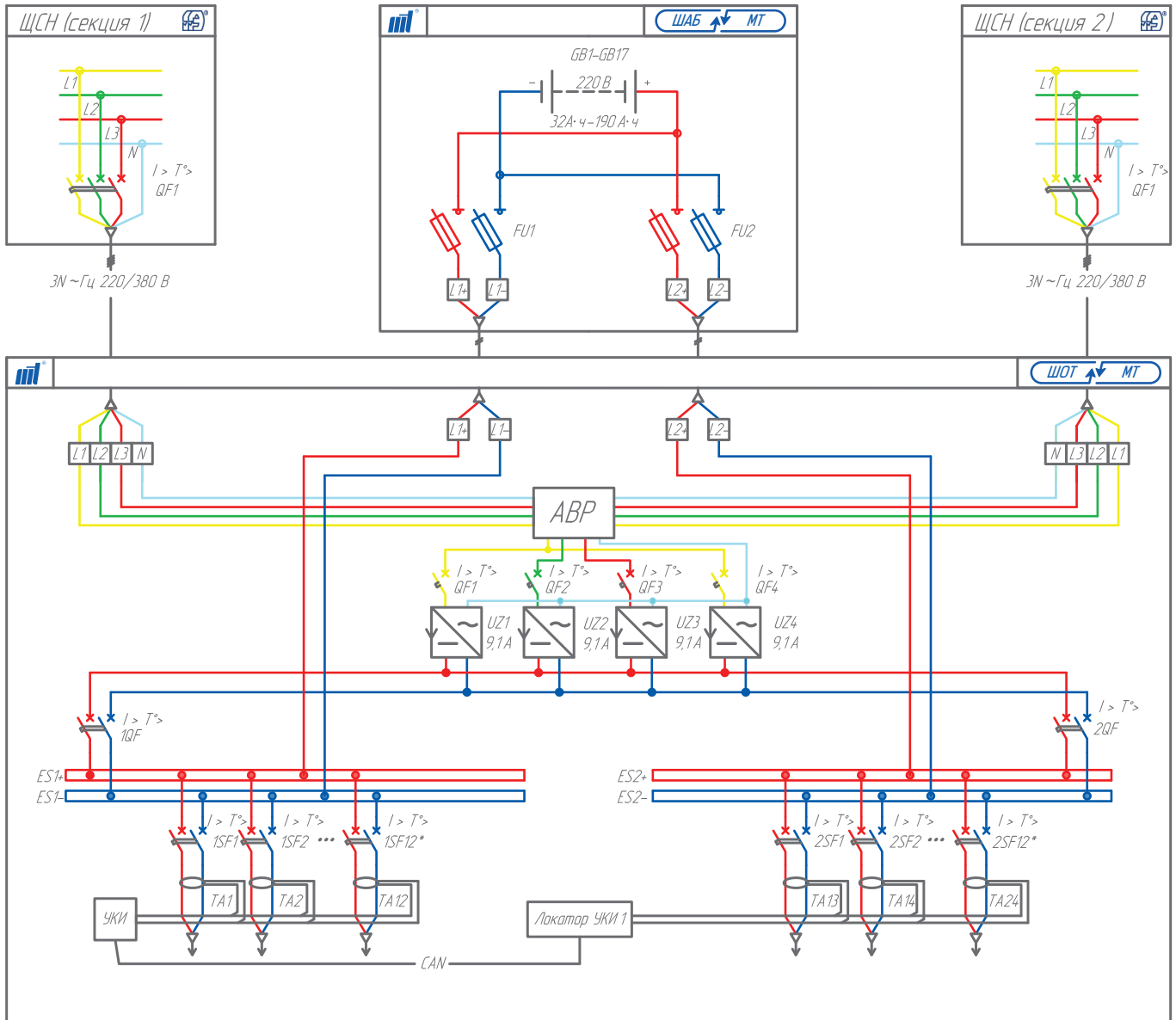
Также необходимо указать сечение кабелей распределительной системы оперативного постоянного тока. По дополнительному требованию в состав поставки могут включаться запасные моноблоки аккумуляторной батареи, модули автоматов, предохранителей, запасные элементы сигнальной аппаратуры.

# Схема 1

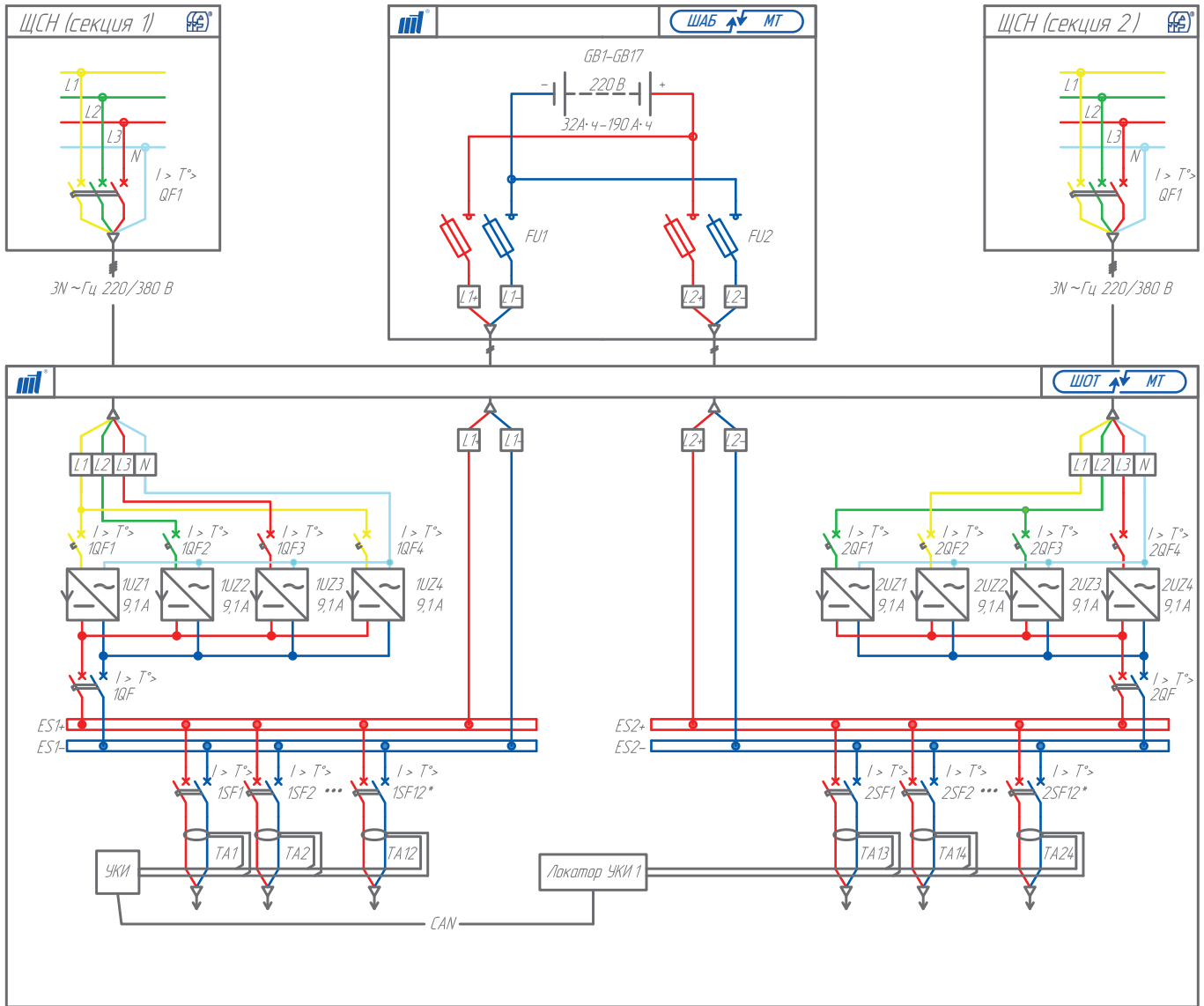


\* – тип защитных устройств и их количество, а также количество модулей ЗВУ в блоке уточняется при конкретном проектировании.

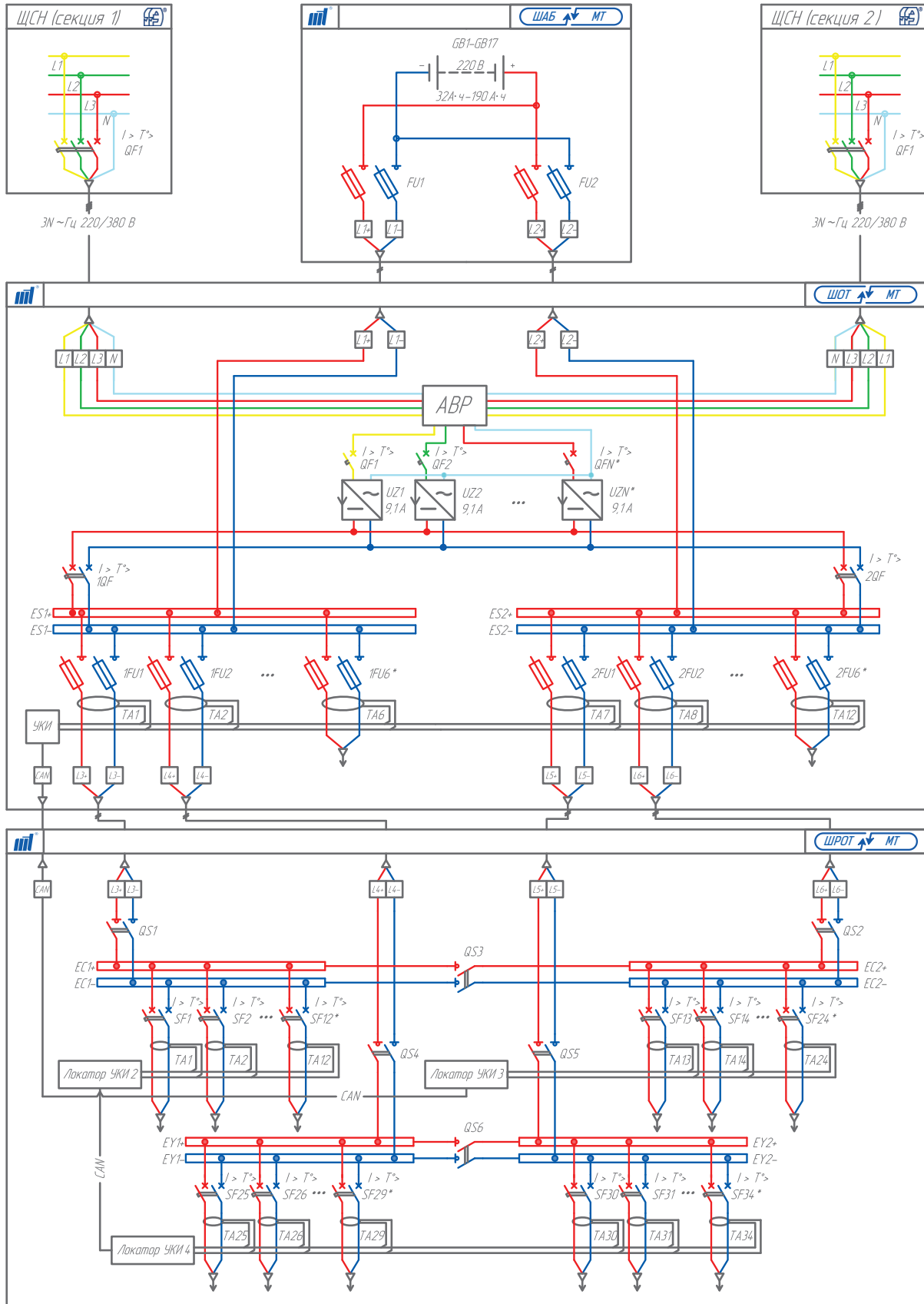
## Схема 2



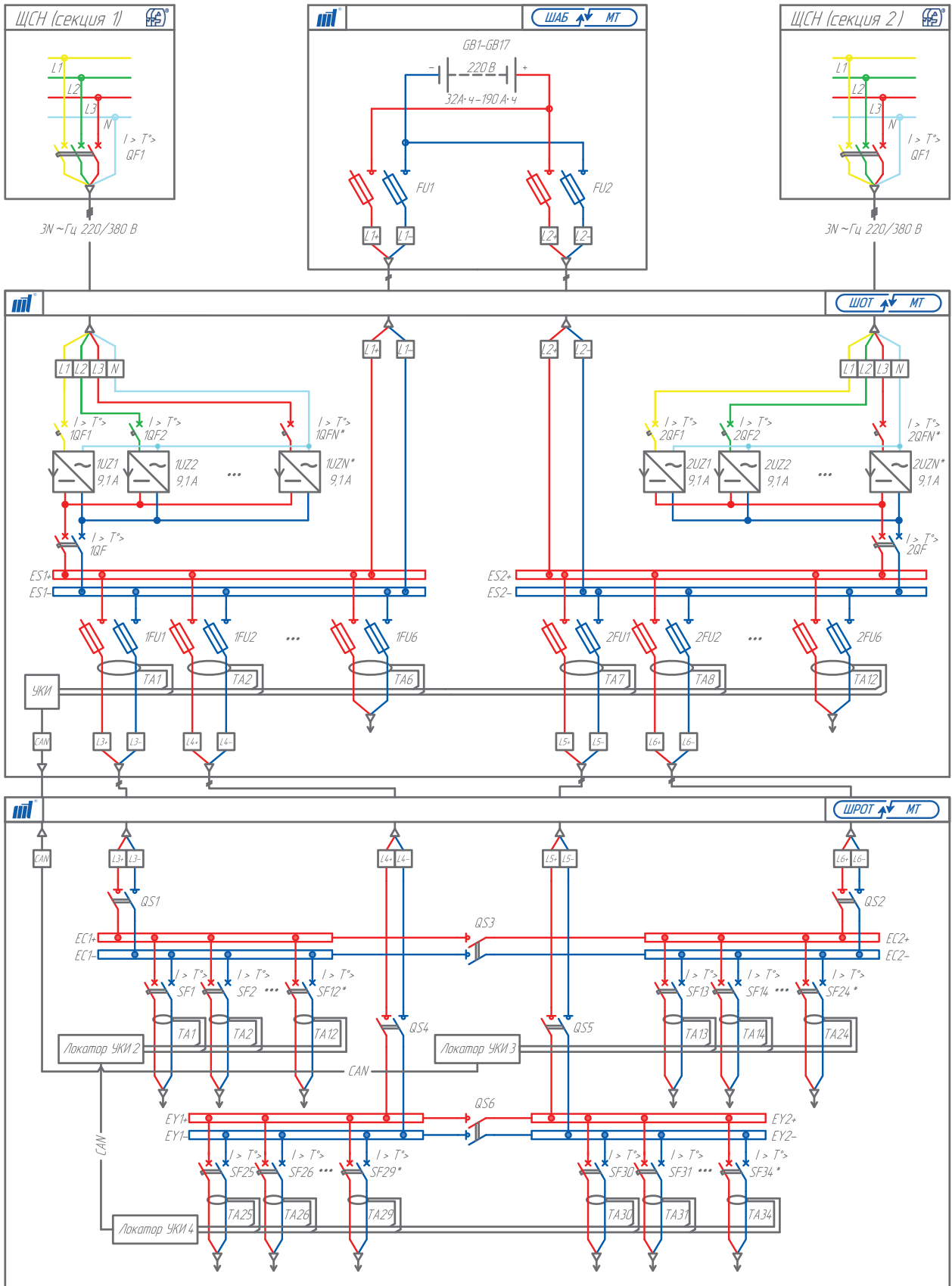
### Схема 3



# Схема 4

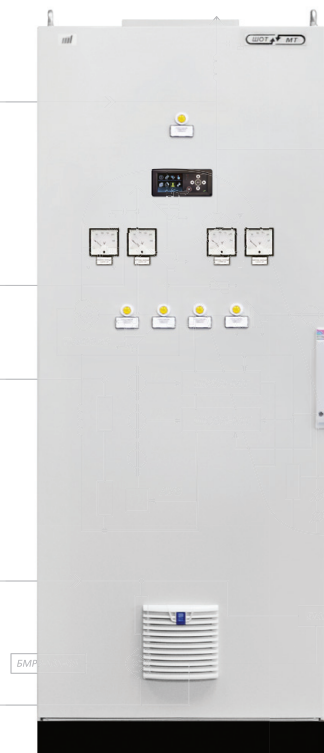


# Схема 5





## Внешний вид СОПТ-МТ согласно схеме №1



## Внешний вид СОПТ-МТ согласно схемам №2 и №3



## Внешний вид СОПТ-МТ согласно схемам №4 и №5



## Таблица №2 «Основные технические характеристики Flatpack2»

Наименование параметра	Единица измерения	Значение
Номинальное напряжение питания AC	В	185 - 275
Частота напряжения питания	Гц	45-66
Номинальное выходное напряжение DC	В	220, 110**
Пульсации выходного напряжения	%	0,5
Номинальный выходной ток (Iном)	А	9,1; 10 **
КПД	%	> 95
Окружающая температура	°С	от -40 до +75
Влажность	%	Не более 95

## Таблица №3 «Основные технические характеристики контроллера Smartpack2»

Наименование параметра	Единица измерения	Значение
Номинальное напряжение питания DC	В	10-75
Потребление тока	А	Максимум 1,6
Характеристики заряда батареи	-	IU согласно DIN 41773
Напряжение постоянного подзаряда АБ	В/элемент	2,2 – 2,4 *
Напряжение автоматического заряда АБ	В/элемент	2,2 – 2,7 *
Передача данных о состоянии и параметрах работы системы	-	Сухие контакты + интерфейс RS-485 (Profibus, Modbus), RS-232
Окружающая температура	°С	от -5 до +70

\* - устанавливается на заводе согласно опросному листу (есть возможность регулировки на объекте)

\*\* - на выбор заказчика по опросному листу

## Опциональный состав ШАБ-МТ на основании опросного листа

### Емкость и производитель аккумуляторных батарей:

В качестве химического источника тока в системе приняты герметизированные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи с регулируемым клапаном тип AGM. В стандартном исполнении шкафа ШАБ-МТ с габаритными размерами (ВхШхГ) 2200\*800\*600 с учетом цоколя (200 мм) могут размещаться аккумуляторные батареи марок FIAMM серии 12FIT (от 40 А\*ч до 100 А\*ч) и EnerSys серии PowerSafe V FT 12 V (от 30 А\*ч до 125 А\*ч). Увеличение емкости аккумуляторной батареи потребует применение шкафа с габаритами (ВхШхГ) 2200\*1000\*600 с учетом цоколя (200 мм). Также возможна установка других марок по требования заказчика.



Рис.1 Аккумуляторные батареи марки FIAMM

Срок службы аккумуляторных батарей составляет не менее 12 лет при эксплуатации в соответствии с рекомендациями от завода изготовителя. Наибольший срок службы и емкость обеспечиваются при температуре от 20 °С до 25 °С. Нормальный режим эксплуатации в диапазоне -10 °С до +45 °С. Максимальный диапазон рабочих температур в диапазоне температур от -20 °С до +45 °С.

Количество газа, выделяемого в окружающую среду, очень мало, что позволяет размещать батареи с предохранительным клапаном в помещениях, где размещено электрооборудование, не опасаясь при этом взрыва или возникновения коррозии при нормальных условиях эксплуатации.



Рис.2 Аккумуляторные батареи марки PowerSafe

### Количество аккумуляторных батарей:

В базовом варианте в шкафу ШАБ-МТ размещается 17 моноблоков по 12 В каждый. Для буферного заряда на каждый элемент аккумуляторной батареи необходимо 2,23 В/эл, таких элементов 102 шт. В период буферного заряда на шинах ±ES будет поддерживаться напряжение равное 227 В. Снижение количества моноблоков приведет к снижению напряжения у конечного потребителя ниже требуемых 220 В, а увеличение моноблоков сделает недоступным ускоренный заряд.

### Защита от глубокого разряда аккумуляторной батареи:

Защита размещается в ШАБ-МТ, выполнена на основе реле минимального напряжения и контактора, установленного в цепях L+ и L- после сборки аккумуляторной батареи. При снижении напряжения, в соответствии с руководством по эксплуатации на аккумуляторные батареи, ниже критической отметки реле напряжения размыкает цепочку питания катушки управления контактора, отключая тем самым АБ от нагрузки.

### Защита от импульсных перенапряжений на стороне постоянного напряжения:

Защита данного вида может размещаться как в ШАБ-МТ в общей точке подключения двух секций, так и на каждой секции ±ES1 и ±ES2 в ШОТ-МТ. Защита включает в себя два однополюсных УЗИП

с уровнем напряжения защиты до 1,35 кВ согласно ГОСТ Р 51992-2011, устанавливаемых в пределах 1 - 2 зон молниезащиты (в соответствии с ГОСТ Р МЭК 62305-1 и СО-153-34.21.122). Данные устройства предназначены для защиты оборудования в низковольтных силовых распределительных системах постоянного тока до 1500 В от импульсных перенапряжений, источниками которых являются коммутации индуктивных и емкостных нагрузок, короткие замыкания в распределительных электрических сетях высокого и низкого напряжения. Также устанавливается модуль с газонаполненным разрядником.

### Тип и характеристики защитных устройств первого уровня:

Предусматривается выполнение данной защиты на базе предохранительных разъединителей марки OEZ с типоразмером до 160 А и плавкими вставками с характеристикой gG, также с помощью автоматических выключателей марок Schneider Electric, ABB, EATON и др. По дополнительному требованию возможна комплектация автоматами ВА09-35 с регулируемым номинальным током электронного

расцепителя и уставкой срабатывания электронного расцепителя. Размещение данных автоматов необходимо согласовать с заводом изготовителем.

### Измерение напряжения в цепи аккумуляторной батареи:

Функция выполнена на базе цифрового вольтметра, предназначенного для измерения напряжения в цепях постоянного тока в выходные унифицированные сигналы постоянного тока и последовательный цифровой интерфейс RS-485.

### Сечение клемм для кабелей питания шинок $\pm ES1$ и $\pm ES2$

Сечение данных кабелей определяется на стадии проектирования, базовое исполнение клемм рассчитано на присоединение кабелей сечением 16 мм<sup>2</sup>.

Держатели для плавких вставок и запасные плавкие вставки соответствующего номинала располагаются либо в шкафу ШАБ-МТ, либо в шкафу ШОТ-МТ в зависимости от габаритов аккумуляторной батареи.

## Оptionальный состав ШОТ-МТ на основании опросного листа

### Количество зарядно-выпрямительных устройств:

Согласно принципиальным схемам на СОПТ-МТ (Сх.1 - Сх.5) в шкафу ШОТ-МТ возможно размещение одного либо двух зарядно-выпрямительных устройств марки Flatpack2 (Eltek Energy AS).

Блок состоит из нескольких модулей, в них реализована гальваническая изоляция постоянного напряжения от питающей сети, а излучаемые высокочастотные помехи минимизированы за счёт многоступенчатых фильтров. Это мощные и недорогие ЗВУ с высоким КПД (>95%), которые управляются универсальной системой Smartpack2.

В индивидуальных заказах может использоваться контроллер UPC4, чтобы обеспечить индивидуальные потребности. Применение современных полупроводниковых элементов значительно повышает

их работоспособность и стабильность параметров заряда аккумуляторной батареи в соответствии с их руководством по эксплуатации. Контроллер состоит из основного модуля Master и модуля расширения Basic Industrial.



Рис.3 Внешний вид блока ЗВУ

### Контроллер Smartpack2 обеспечивает:

- Температурную компенсацию напряжения заряда аккумуляторной батареи
- Ограничение тока заряда аккумуляторной батареи
- Ускоренный заряд батареи

- Индикацию ёмкости батареи
- Контроль цепи аккумуляторной батареи
- Связь по RS-485
- Буфер событий – в памяти контроллера записываются все события
- Буфер архива – запись событий в памяти FLASH
- Возможность переноса данных буфера архива на флэш память
- Контроль сопротивления изоляции (опция)



Рис.4 Внешний вид лицевой панели блока Master контроллера Smartpack2

## Контроллер Smartpack2 обеспечивает аварийную сигнализацию событий:

- Низкое выходное напряжение
- Высокое выходное напряжение
- Глубокий разряд АБ
- Авария питания
- Обрыв в цепи АБ
- Повреждение датчика температуры АБ
- Неисправность изоляции
- Температура АБ (2 уровня)
- Авария
- Перегрев
- Перегрузка
- Включение автоматического заряда
- Включение ручного заряда
- Повреждение вентилятора
- Срабатывание аппарата защиты

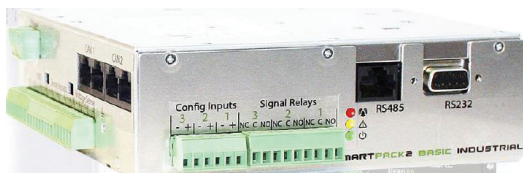


Рис.5 Внешний вид блока расширения Basic Industrial контроллера Smartpack2

## Значение выходного тока одного модуля Flatpack2

Данное значение выбирается из 9,1 А и 10 А, количество модулей определит выходной ток блока ЗВУ. Количество блоков определяется по однолинейной схеме.

## Параметры сети переменного тока:

Питание блока осуществляется от сети 3x230В по 4х проводной линии. Характеристики питающего кабеля определяются исходя из мощности ЗВУ. Параметры защитного устройства в данной сети определяется согласно руководству по эксплуатации на выбранный тип ЗВУ.

## Параметры сети постоянного тока:

Существует возможность изготовления СОПТ-МТ с напряжением 220 В или 110 В на стороне DC. Базовым является напряжение в 220 В. Параметры защитного устройства в данной сети определяется согласно руководству по эксплуатации на выбранный тип ЗВУ.

## АВР на стороне переменного напряжения:

При питании одного блока ЗВУ от двух источников устанавливается система автоматического ввода резерва, выполненная на базе трехфазного реле минимального напряжения и блока контакторов, функция работает с регулируемой задержкой как на срабатывание, так и на возврат.

## Защита от импульсных перенапряжений на стороне переменного тока:

Защита представлена четырехполюсными УЗИП класса II на основе оксидно-цинковых варисторов и газонаполненного разрядника с уровнем напряжения защиты до 1,35 кВ. Устанавливаются в пределах 1 - 2 зон молниезащиты (в соответствии с МЭК 1312-1, МЭК 62305 и СО-153-34.21.122-2003). Предназначены для защиты оборудования в низковольтных силовых распределительных системах до 1000 В от импульсных перенапряжений, источниками которых являются коммутации индуктивных и емкостных

нагрузок, короткие замыкания в распределительных электрических сетях высокого и низкого напряжения.

### Тип и характеристики защитных устройств второго уровня:

Предусматривается выполнение данной защиты на базе предохранительных разъединителей марки ОЕЗ с типоразмером до 160 А, а также с помощью автоматических выключателей марок Schneider Electric, ABB, EATON и др.

По дополнительному требованию возможен вывод цепей сигнализации положения коммутационных аппаратов данного уровня на клеммные ряды, либо сбор и передача данной информации с помощью модулей дискретного ввода, либо организация мнемосхемы на шкафах с соответствующей сигнальной аппаратурой.

### Характеристики системы контроля изоляции:

Выполнение данной функции может осуществляться с помощью двух вариантов:

- На базе контроллера Smartpack2
- Автоматический пофидерный контроль изоляции

В первом варианте контроллер измеряет изоляцию положительного и отрицательного полюсов.

Второй вариант выполняется на базе системы контроля изоляции «СКИПЕТР». Диапазон измерения сопротивления изоляции 10-990 кΩ. В соответствии с ранее приведенными однолинейными схемами необходимо выбрать уровни системы оперативного тока на которых будут размещаться трансформаторы тока системы «СКИПЕТР».

Максимальное количество контролируемых присоединений, размещенных в базовых габаритах, указано на однолинейных схемах (Сх.1-Сх.5). Возможно иное исполнение схемы распределения при дополнительном согласовании с заводом изготовителем. Для контроля нижнего уровня присоединений может поставиться переносное устройство измерения уровня изоляции – приемник-клещи (СКИПЕТР-КТ).

Основными преимуществами системы являются:

- Измерение полного сопротивления изоляции
- Измерение изоляции по полюсам
- Максимальная допустимая ёмкость сети для проведения измерения составляет 500 мкФ
- Максимальный инжектируемый ток не более 1,8 мА

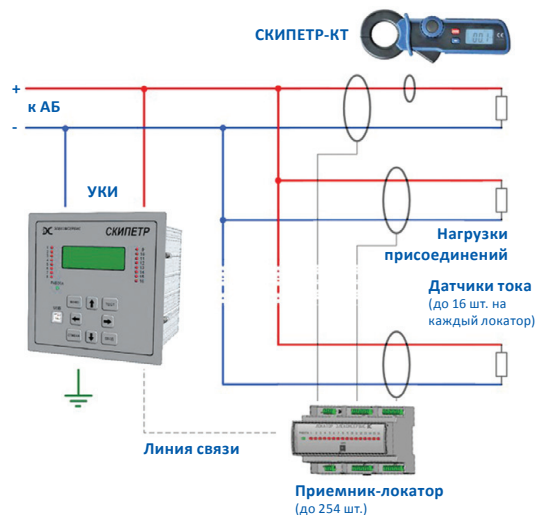


Рис.6 Общая схема СКИПЕТР

### Организация шинки мигания

В базовом исполнении шинка мигания образуется на основе устройства ППБР-2М и подключается к одной из секций ±ES или ±ЕС.

### Блок аварийного освещения

При отсутствии на объекте источников аварийного освещения с собственными накопителями электрической энергии возможно размещение блока аварийного освещения в составе ШОТ-МТ с подключением к шинам ±1ES, либо в шкафу ШРОТ-МТ с подключением к ±1ЕС.

Блок осуществляет аварийное переключение между цепями питания от источника переменного тока и от источника постоянного тока при пропадании напряжения на шинах щита собственных нужд. Минимальная мощность блока 2 кВт.

Количество отходящих защитных коммутационных аппаратов и их параметры определяются на стадии проектирования.

## Установка дополнительных измерительных приборов для измерения:

- Напряжение на шинах  $\pm ES$
- Ток через шины  $\pm ES$

Все измерения выполнены на базе цифровых вольтметров и амперметров, предназначенных для измерения и преобразования напряжения и силы тока в цепях постоянного тока в выходные унифицированные сигналы постоянного тока и последовательный цифровой интерфейс RS-485. В базовом варианте эти измерения выполняются с помощью стрелочных приборов. Независимо от этого происходит измерение тока через аккумуляторную батарею и напряжения на шинах  $\pm ES$  на базе контроллера Smartpack2.

## Сечение клемм в цепи защитных аппаратов второго уровня.

Сечение данных кабелей определяется на стадии проектирования, базовое исполнение клемм рассчитано на присоединение кабелей сечением 4 мм<sup>2</sup>.

## Сечение клемм в цепи защитных аппаратов третьего уровня

Сечение данных кабелей определяется на стадии проектирования, базовое исполнение клемм рассчитано на присоединение кабелей сечением 4 мм<sup>2</sup>.

Шкаф комплектуется держателями для плавких вставок и запасными плавкими вставками соответствующего номинала.

## Оptionальный состав ШРОТ-МТ на основании опросного листа

Для реализации шкафа ШРОТ-МТ необходимо определиться со следующим набором опций, которые также могут встречаться в составе ШОТ-МТ:

### Тип и характеристики защитных устройств третьего уровня

Третий уровень защитных аппаратов подключается к шинам  $\pm ES$  для питания РЗА, АСУ, цепей сигнализации и т.д., а также к шинам  $\pm EY$  для питания электромагнитов высоковольтных выключателей, защитные устройства, подключенные к шинам  $\pm EY$ , комплектуются независимыми расцепителями для защиты электромагнитов отключения и включения высоковольтных выключателей. Количество, тип и характеристики аппаратов выбираются аналогично данной опции в шкафу ШОТ-МТ.

### Характеристики системы контроля изоляции

При размещении основного устройства СКИ в шкафу ШОТ-МТ шкаф ШРОТ-МТ можно доукомплектовать модулями расширения (локатор) с присоединением 16 трансформаторов тока к каждому. Ручной поиск поврежденного фидера производится с помощью переносного устройства измерения уровня изоляции (приемник-клещи «СКИПЕТР-КТ»).