

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

**М.В. Андреев, Ю.С. Боровиков,  
Н.Ю. Рубан, А.О. Сулайманов**

## **ЦИФРОВЫЕ ТЕРМИНАЛЫ ЗАЩИТЫ SERAM 1000+**

*Рекомендовано в качестве учебного пособия  
Редакционно-издательским советом  
Томского политехнического университета*

Издательство  
Томского политехнического университета  
2015

УДК 621.316.925(075.8)

ББК 31.27-051.3я73

A65

**Андреев М.В.**

A65 Цифровые терминалы защиты Sepam 1000+ : учебное пособие / М.В. Андреев, Ю.С. Боровиков, Н.Ю. Рубан, А.О. Сулайманов ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 162 с.

В пособии представлены ключевые особенности всей линейки микропроцессорных терминалов фирмы Schneider Electric SEPAM 1000+. Приведена информация, необходимая для подключения, настройки и управления данными устройствами, в том числе и через специализированное программное обеспечение SFT 2841.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

**УДК 621.316.925(075.8)**

**ББК 31.27-051.3я73**

*Рецензенты*

Доктор технических наук, профессор  
заведующий кафедрой автоматизированных  
электрических систем УрФУ

*А.В. Паздерин*

Кандидат технических наук  
заместитель главного диспетчера по режимам филиала  
ОАО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири

*А.Ю. Останин*

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2015

© Андреев М.В., Боровиков Ю.С.,  
Рубан Н.Ю., Сулайманов А.О., 2015

© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
<b>1. SEPAM 1000+ СЕРИИ 10 .....</b>	<b>7</b>
1.1. Общая структура устройства SEPAM 1000+ серии 10 .....	8
1.2. Интерфейс SEPAM серии 10 .....	10
1.3. Функции защиты и управления SEPAM 1000+ серии 10 .....	13
1.4. Дополнительные функции SEPAM 1000+ серии 10 .....	17
1.5. Подключение и ввод в эксплуатацию устройств SEPAM 1000+ серии 10 .....	28
1.6. Настройка устройств SEPAM 1000+ серии 10.....	31
1.6.1. Регистрация аварийных событий.....	31
1.6.2. Настройка защиты.....	32
1.6.3. Меню реле SEPAM серии 10.....	33
<b>2. SEPAM 1000+ СЕРИИ 20 .....</b>	<b>43</b>
2.1. Общая структура устройства SEPAM 1000+ серии 20 .....	45
2.2. Интерфейс SEPAM серии 20 .....	49
2.3. Дополнительные модули SEPAM.....	54
2.3.1. Модули входов/выходов MES 108 или MES 114 .....	54
2.3.2. Модуль температурных датчиков MET 148-2 .....	56
2.3.3. Модуль аналогового входа MSA 141 .....	57
2.3.4. Модуль выносного усовершенствованного интерфейса DSM303 .....	57
2.3.5. Интерфейсный модуль ACE 949-2 для двухпроводной линии связи RS 485 .....	58
2.3.6. Интерфейсный модуль ACE 959 для четырёхпроводной линии связи RS 485 .....	59
2.3.7. Интерфейсный модуль ACE 937 для оптоволоконной линии связи RS 485 .....	60
2.3.8. Мультипротокольные интерфейсные модули ACE969TP и ACE 969FO .....	61
2.3.9. Преобразователь интерфейса RS 232/RS 485 ACE909-2 .....	62
2.3.10. Преобразователь интерфейса RS 485/RS 485 ACE919CA и ACE919CC.....	63
2.3.11. Токовые разъемы CCA 630 / CCA 634 .....	64
2.3.12. Датчики тока типа LCPT (тор Роговского) .....	65
2.3.13. Токовый разъем CCA 670 / CCA 671 .....	66
2.3.14. Торы нулевой последовательности CSH 120 и CSH 200.....	67
2.3.15. Промежуточный кольцевой тор-адаптер CSH 30.....	67
2.3.16. Адаптер ACE 990.....	68
2.3.17. Разъем напряжения CСТ640.....	69

2.4. Функции защиты и управления SEPAM 1000+ серии 20 .....	69
2.4.1. Токовые защиты .....	70
2.4.2. Защиты по напряжению .....	74
2.4.3. Защиты по частоте .....	75
2.4.4. Защита оборудования .....	77
2.4.5. Логическая селективность .....	79
2.4.6. Дополнительные функции SEPAM 1000+ серии 20 .....	79
2.4.7. Функции измерения .....	80
2.4.8. Функции диагностики сети .....	82
2.4.9. Функции помощи в эксплуатации оборудования .....	84
2.4.10. Функции диагностики выключателей .....	86
2.5. Подключение и ввод в эксплуатацию устройств SEPAM 1000+ серии 20 .....	87
2.6. Настройка устройств SEPAM 1000+ серии 20 .....	92
2.6.1. Регистрация аварийных событий .....	92
2.6.2. Настройка защиты .....	93
2.6.3. Меню реле SEPAM серии 20 .....	94
<b>3. SEPAM 1000+ СЕРИИ 40 .....</b>	<b>95</b>
3.1. Общая структура устройства SEPAM 1000+ серии 40 .....	95
3.2. Интерфейс SEPAM серии 40 .....	97
3.3. Функции защиты и управления SEPAM 1000+ серии 40 .....	98
3.3.1. Токовые защиты .....	98
3.3.2. Защиты по напряжению .....	102
3.3.3. Защита по частоте .....	103
3.3.4. Защиты по мощности .....	103
3.3.5. Защита оборудования .....	103
3.4. Подключение и ввод в эксплуатацию устройств SEPAM 1000+ серии 40 .....	104
3.5. Управление и контроль .....	107
<b>4. SEPAM 1000+ СЕРИИ 80 .....</b>	<b>111</b>
4.1. Общая структура устройства SEPAM 1000+ серии 80 .....	112
4.2. Интерфейс SEPAM серии 80 .....	114
4.3. Дополнительные модули SEPAM .....	116
4.3.1. Модули MES120, MES120G, MES120H .....	116
4.3.2. Модуль контроля синхронизма MCS025 .....	117
4.4. Функции защиты и управления SEPAM 1000+ серии 80 .....	118
4.4.1. Токовые защиты .....	118
4.4.2. Дифференциальные защиты .....	121
4.4.3. Защиты по напряжению .....	123
4.4.4. Защита по частоте .....	124
4.4.5. Направленная защита по мощности .....	125
4.4.6. Защита оборудования .....	125

4.5. Подключение и ввод в эксплуатацию устройств SEРАМ 1000+ серии 80 .....	129
4.6. Настройка устройств SEРАМ 1000+ серии 80.....	131
4.6.1. Использование терминала пользователя для местного управления.....	131
4.6.2. Ввод параметров модуля и настроек.....	133
<b>5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ SFT 2841 .....</b>	<b>134</b>
5.1. Настройка и параметрирование SEРАМ серии 20 (40) с помощью программы SFT 2841 .....	136
5.2. Настройка и параметрирование SEРАМ серии 80 с помощью программы SFT 2841 .....	147
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	153
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	154
ПРИЛОЖЕНИЕ. Коды международной классификации функций защиты и управления .....	156

## ВВЕДЕНИЕ

В результате работы электроэнергетических систем (ЭЭС) неизбежно возникают аварийные ситуации, нарушающие нормальную работу оборудования и ЭЭС в целом. Наиболее опасными среди них являются короткие замыкания (КЗ).

Для локализации поврежденных элементов и предотвращения развития аварий в ЭЭС используются устройства релейной защиты (РЗ).

На сегодняшний день существует три элементных базы, на которых построены эксплуатируемые устройства РЗ: электромеханическая, электронная и микропроцессорная (цифровая). Электромеханические средства являются наиболее «старыми», и по приблизительным оценкам в настоящее время от общего количества установленных РЗ их доля в ЭЭС России составляет более 70 %. Электронные устройства не получили широкого распространения ввиду большого количества недоработок. Самыми же современными являются микропроцессорные (цифровые) средства защиты (ЦРЗ). Доля этих аппаратов с каждым годом существенно прирастает, и со временем они полностью вытеснят другие элементные базы. По этой причине очень важно знать принципы построения ЦРЗ и уметь с ними работать: подключать, настраивать, эксплуатировать.

В целом все ЦРЗ имеют схожую обобщенную структуру, а также принципы построения рабочих интерфейсов. Поэтому, обладая знаниями и умениями работы с некоторыми из них, значительно легче осваивать новые.

Данное учебное пособие содержит основные сведения, необходимые для работы с цифровыми терминалами SEPAM семейства 1000+ электротехнической фирмы «Шнейдер Электрик» (Schneider Electric). За основу при разработке данного пособия взяты существующие руководства по работе с данными терминалами.

## 1. SEPAM 1000+ СЕРИИ 10

SEPAM серии 10 представляет устройства защиты, предназначенные для защиты и эксплуатации подстанций среднего/низкого напряжения и электрических распределительных сетей на промышленных предприятиях.

В эту серию входят три модели, предоставляющие стандартную защиту систем с измерением тока:

- SEPAM серии 10 N для защиты от замыканий на землю;
- SEPAM серии 10 В для защиты от междуфазных КЗ, замыканий на землю и тепловой перегрузки;
- SEPAM серии 10 А для защиты от междуфазных КЗ, замыканий на землю и тепловой перегрузки, при которой могут потребоваться применение логических входов и порта связи.



Рис. 1.1. SEPAM 1000+ серии 10 А (внешний вид)

Устройство SEPAM серии 10 N можно использовать в следующих сферах:

- защита от замыканий на землю для фидеров, защищенных от междуфазных коротких замыканий предохранителями;
- защита нейтральной точки трансформатора.

Устройство SEPAM серии 10 В можно использовать в следующих сферах:

- защита вводов и фидеров подстанций;
- защита трансформаторов среднего/низкого напряжения.

Функции SEPAM серии 10 N и 10 В:

- максимальная токовая защита от междуфазных КЗ;
- защита от замыкания на землю;
- защита от тепловой перегрузки.

Устройство SEPAM серии 10 А можно использовать в следующих сферах:

- защита вводов и фидеров подстанций;
- защита трансформаторов среднего/низкого напряжения.

Функции SEPAM серии 10 А:

- максимальная токовая защита от междуфазных КЗ;
- защита от замыканий на землю;
- защита от тепловой перегрузки;
- контроль цепи отключения;
- логическая селективность;
- внешнее отключение;
- связь для дистанционного управления.

### 1.1. Общая структура устройства SEPAM 1000+ серии 10

Существуют два возможных варианта логики работы выходных реле, светодиодов и логических входов (для SEPAM серии 10 А):

1. *Стандартная логика* работы устанавливается после предварительного назначения выходных реле, сигнальных светоизлучающих диодов (СИД) на передней панели и логических входов. Реле SEPAM серии 10 поставляются заводом в этом режиме.

2. *Логика, настраиваемая пользователем*, используется при необходимости изменения назначения выходных реле, светодиодов и логических входов.

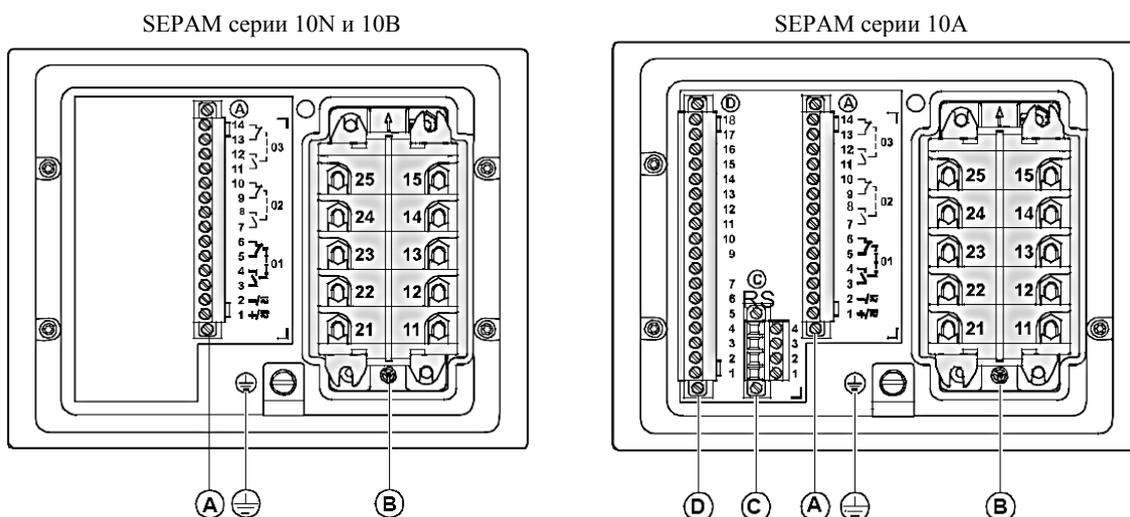


Рис. 1.2. Разъемы задней панели SEPAM 1000+ серии 10

**А** – разъем для питания и выходных реле от О1 до О3;

**В** – разъем для токовых входов от фазных трансформаторов тока (ТТ) и трансформаторов тока нулевой последовательности (ТТНП);

- С – двухпроводной порт связи RS 485 (только в SEPAM серии 10 А);  
 D – разъем для выходных реле O4–O7 и дискретных входов I1–I4 (только в SEPAM серии 10 А);  
 – защитное заземление.

Таблица 1.1

Описание разъема А

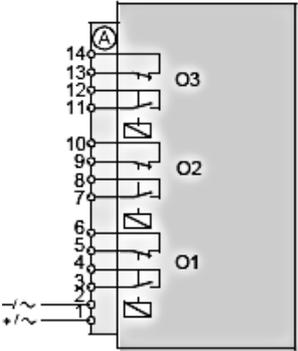
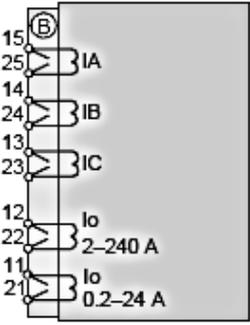
Схема	Клемма	Назначение
	1–2	Оперативное питание: <ul style="list-style-type: none"> <li>• напряжение источника питания переменного тока на клеммах 1 и 2;</li> <li>• напряжение источника питания постоянного тока;               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ клемма 1: положительная полярность;</li> <li>➤ клемма 2: отрицательная полярность</li> </ul> </li> </ul>
	3–4 и 5–6	Выходное реле O1: <ul style="list-style-type: none"> <li>• клеммы 3–4: нормально открытый контакт;</li> <li>• клеммы 5–6: нормально закрытый контакт</li> </ul>
	7–8 и 9–10	Выходное реле O2: <ul style="list-style-type: none"> <li>• клеммы 7–8: нормально открытый контакт;</li> <li>• клеммы 9–10: нормально закрытый контакт</li> </ul>
	11–12 и 13–14	Выходное реле O3: <ul style="list-style-type: none"> <li>• клеммы 11–12: нормально открытый контакт;</li> <li>• клеммы 13–14: нормально закрытый контакт</li> </ul>

Таблица 1.2

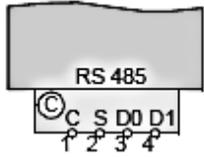
Описание разъема В

Схема	Клемма	Назначение
	15–25	Токовый вход, фаза А
	14–24	Токовый вход, фаза В
	13–23	Токовый вход, фаза С
	12–22	Токовый вход $I_0$ от ТТНП: для стандартной и чувствительной защиты от замыканий на землю; для функции очень чувствительной защиты от замыканий на землю (номинал 2–240 А).
	11–21	Токовый вход $I_0$ от ТТНП только для функции очень чувствительной защиты от замыканий на землю (номинал 2–240 А)

Разъем С является двухпроводным портом связи RS 485 устройства SEPAM серии 10 А.

Таблица 1.3

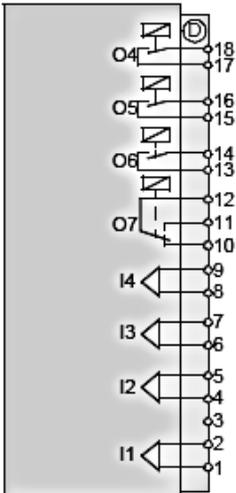
## Описание разъема C

Схема	Клемма	Назначение
	1	C: общий (изолированный интерфейс 0V)
	2	S: экранирование (клемма, подключенная к выводу заземления SEPAM)
	3	D0: клемма подключенная к выводу А (или L-) управляющего порта
	4	D1: клемма подключенная к выводу В (или L+) управляющего порта

Дополнительные входы и выходы для SEPAM серии 10 А подключаются к разъему D.

Таблица 1.4

## Описание разъема «D»

Схема	Клемма	Назначение
	1–2	Дискретный вход I1
	3	Клемма не используется
	4–5	Дискретный вход I2
	6–7	Дискретный вход I3
	8–9	Дискретный вход I4
	10–11–12	Выходное реле O7 – устройство отслеживания готовности: клемма 12: общая; клемма 11: НО; клемма 10: НЗ
	13–14	Выходное реле O6, НО
	15–16	Выходное реле O5, НО
	17–18	Выходное реле O4, НО

## 1.2. Интерфейс SEPAM серии 10

Интерфейс (UMI) на передней панели реле SEPAM состоит из дисплея, светодиодов и кнопок.

Герметичная поворотная крышка служит для предотвращения несанкционированного доступа к кнопкам настройки. На рис. 3 показаны два положения крышки.

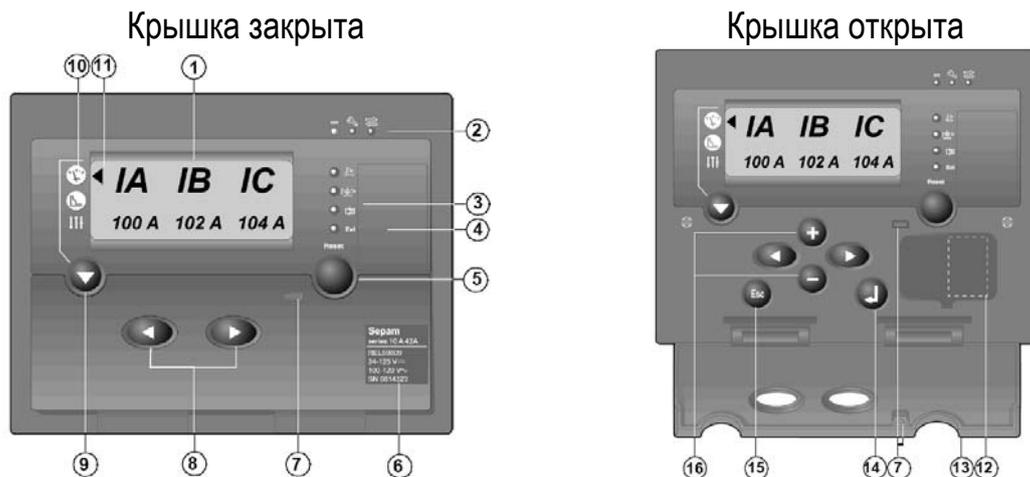


Рис. 1.3. Внешний вид передней панели SEPAM 1000+ серии 10

- 1 – дисплей;
- 2 – светодиоды состояния SEPAM;
- 3 – светодиоды сигнальные (срабатывание защит);
- 4 – место для создаваемого пользователем ярлыка с обозначениями событий (сигналов);
- 5 – кнопка сброса (квитирования) SEPAM и сброса максиметров;
- 6 – этикетка с условным обозначением;
- 7 – кольцо для опломбирования;
- 8 – кнопки выбора;
- 9 – кнопки для выбора меню и тестирования СИД;
- 10 – пиктограммы меню;
- 11 – указатель меню;
- 12 – отсек для батареи (SEPAM серии 10 A);
- 13 – крышка защиты изменения уставок;
- 14 – кнопка подтверждения ввода;
- 15 – кнопка отмены ввода;
- 16 – кнопки настроек.

Таблица 1.5

Световые индикаторы состояния сообщают информацию об общем состоянии реле SEPAM

Пиктограмма	Функции	SEPAM серии 10		
		N	B	A
ВКЛ	Светодиод зеленого цвета: SEPAM включен	N	B	A
	Светодиод красного цвета: устройство неисправно (SEPAM находится в нерабочем положении)	N	B	A
	Светодиод желтого цвета: передача информации	–	–	A

Каждая функция устройства SEPAM отображена на дисплее в виде следующих элементов:

- первая строка: символы, обозначающие электрическую величину или название функции;
- вторая строка: отображаются измеренные значения или параметры, связанные с функцией.

Указатель меню слева указывает на пиктограмму выбранного меню.

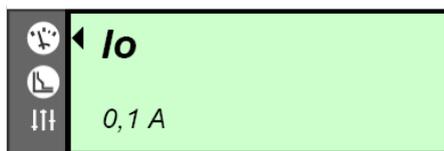


Рис. 1.4. ЖК-дисплей SEPAM 1000+ серии 10

На дисплее представлены следующие пиктограммы, обозначающие определенный раздел меню защиты:

-  : – меню измерений;
-  : – меню защит;
-  : – меню параметров.

Во время работы при закрытой крышке защиты изменения уставок пользователь получает доступ к следующим данным:

- показания измерений, параметры и настройки защиты;
- местная сигнализация последнего аварийного события;
- свечение сигнального СИД;
- аварийное сообщение на дисплее;
- сброс последнего аварийного сообщения;
- аварийные параметры последних сохраненных событий;
- сброс максиметров;
- проверка светодиодов и дисплея.

Изменение каких-либо настроек защиты или параметров при закрытой крышке невозможно.

При определении аварии SEPAM использует следующие способы оповещения:

- светодиод, который горит, пока присутствуют аварийные параметры;
- отображение аварийного сообщения на дисплее, пока оператор не нажмет кнопку сброса;
- реле SEPAM серии 10 А, подключенное к сети связи:
  - дистанционная индикация аварийных сообщений с помощью бита дистанционной индикации;

- возможность получения команды сброса аварийных сообщений по линии связи.

Таблица 1.6

*Светодиоды указывают, какая функция защиты сработала*

Пиктограмма	Функции	SEPAM серии 10		
	Срабатывание максимальной токовой защиты от междуфазных замыканий	–	В	А
	Срабатывание защиты от замыканий на землю	N	В	А
	Срабатывание защиты от тепловой перегрузки	–	В	А
Внеш.	Внешнее отключение	–	–	А

### 1.3. Функции защиты и управления SEPAM 1000+ серии 10

Устройства SEPAM 1000+ серии 10 в зависимости от модификации (А, В или N) содержат следующие основные функции защиты и управления:

1. **Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий (ANSI 50-51)** (у устройств 10 А и 10 В) используется для определения токов перегрузки, которые возникают вследствие междуфазных коротких замыканий. Защита использует измерение основной составляющей токов, производимых двумя или тремя фазными трансформаторами тока с 1 или 5 А номинальными вторичными. Для оптимального распознавания можно задать две независимые регулируемые ступени ( $I>$  и  $I>>$ ):

- чувствительная ступень ( $I>$ ) имеет независимую выдержку времени (ВЫД ВР) или обратнозависимую характеристику выдержки времени (IDMT) с различными типами стандартных кривых (IEC, IEEE, RI);
- верхняя регулируемая ступень ( $I>>$ ) обладает только параметром независимой выдержки времени. Для мгновенного срабатывания можно использовать минимальную установку по времени (функция ANSI 50).

2. **Защита от замыкания на землю (ANSI 50N-51N)** (у всех устройств серии 10) используется для определения токов перегрузки, которые возникают вследствие коротких замыканий на землю. Защита использует измерение основной составляющей тока замыкания на землю в соответствии с несколькими схемами соединения. Данную защиту можно использовать в различных сценариях применения:

- защита вводов/фидеров;
- защита нейтральной точки;
- защита от тока утечки.

Для оптимальной селективности могут быть установлены две независимых уставки ( $I_{0>}$  и  $I_{0>>}$ ):

- чувствительная ступень ( $I_{0>}$ ) имеет независимую выдержку времени (ВЫД ВР) либо обратнозависимые характеристики выдержки времени (IDMT) с различными типами стандартных кривых (IEC, IEEE, RI);

- грубая ступень ( $I_{0>>}$ ) имеет только независимую выдержку времени (ВЫД ВР); для мгновенного срабатывания можно использовать минимальную уставку по времени (функция ANSI 50N).

**3. Защита от тепловой перегрузки (ANSI 49 RMS) (у устройств 10 А и 10 В)** используется для защиты кабелей и трансформаторов от перегрузок на основе измерений фазного тока. Длительные перегрузки приводят к повышению температуры, что может привести к преждевременному повреждению изоляции. Со временем такое преждевременное старение может привести к пробое изоляции. Данная защита основана на тепловой модели, которая применяется для вычисления нагрева с помощью измерений тока. Для этой функции защиты используется действующее значение трехфазного тока, который учитывает гармоники до 15-й при 50 Гц (или до 13-й при 60 Гц).

Для этой функции защиты требуются три уставки:

- отключающая ступень или максимально допустимый ток, который соответствует максимальной термической устойчивости защищаемого устройства (этот максимально допустимый ток соответствует 100 % нагрева);

- уставка по постоянным времени нагрева/охлаждения устройства;

- аварийная ступень, выраженная в процентах от максимально допустимого нагрева (уставка отключения).

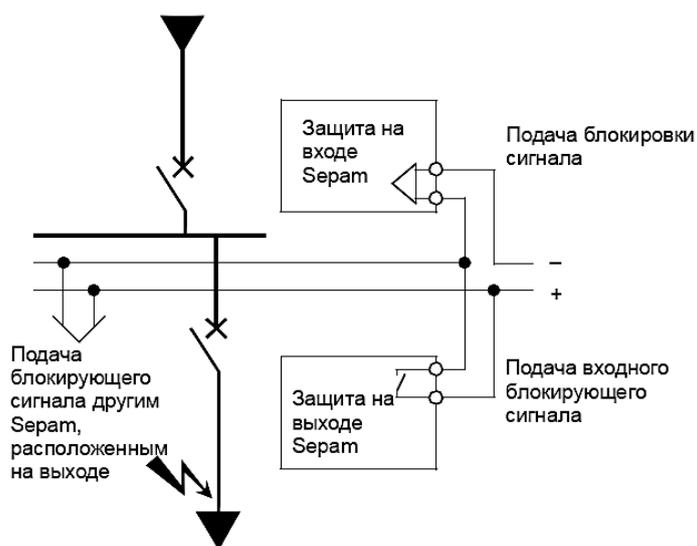
Выраженное в процентах значение нагрева устройства можно посмотреть на дисплее. Его можно сбросить с помощью клавиатуры на передней панели. Если включено использование пароля, его нужно ввести до выполнения сброса.

**4. Контроль цепи отключения (у устройств 10 А).** Между SEPAM и выключателем цепь отключения проходит по проводам, выводам и разъемам. Когда функция активна, SEPAM постоянно контролирует эту схему, чтобы гарантировать отсутствие обрыва. Для этого по цепи отключения пускается постоянный небольшой ток. SEPAM постоянно проверяет наличие этого тока. По умолчанию функция контроля цепи отключения неактивна, чтобы не появлялись ненужные сообщения в случае отключения контактов положения выключателя. Чтобы воспользоваться этой функцией, ее следует активировать в меню параметров.

**5. Логическая селективность (ANSI 68) (у всех устройств серии 10).** Все SEPAM серий 10 N, 10 B и 10 A могут посылать сигнал логической блокировки. Только SEPAM серии 10 A могут принимать сигнал логической блокировки (в пользовательском режиме).

Функция логической селективности может значительно снизить время отключения выключателей и уменьшить недостатки временной селективности. Также эта функция использует передачу логических сигналов между функциями защиты, позволяя блокировать защиту вышестоящего SEPAM. При использовании логической селективности уставки по току защит должны быть выставлены в соответствии с существующими требованиями по выбору уставок.

Логическая селективность применима к максимальным токовым защитам от междуфазных КЗ или замыканий на землю с независимой выдержкой времени или обратнозависимой характеристикой выдержки времени (кривые с зависимой выдержкой времени). Она может использоваться с различными устройствами SEPAM (серий 10, 20, 40, 80). Принцип действия логической селективности идентичен для всех типов устройств SEPAM.



*Рис. 1.5. Схема работы логической селективности*

Если в радиальной сети происходит короткое замыкание, ток проходит через цепь от источника до места повреждения:

- запускаются ступени защит, расположенные выше места повреждения;
- элементы защиты на выходе по отношению к неисправности не запускаются;
- срабатывать должна только защита, на присоединении которой произошло короткое замыкание.

При запуске защиты SEPAM:

- выдается сигнал логической блокировки;
- выключатель отключается от защиты, если ее не заблокировал сигнал логической блокировки.

Команда логической блокировки будет действовать до тех пор, пока не будет устранено повреждение. Она будет прервана по истечении выдержки времени, которая учитывает время работы привода выключателя и время сброса защиты. Если выключатель не отключается (выключатель неисправен), действие логической блокировки снимается спустя 200 мс после подачи команды отключения.

Чтобы свести к минимуму эффект принятия ложного сигнала блокировки, для каждой ступени защиты можно выставить резервную выдержку времени  $T_{bu}$ , которая не блокируется сигналом блокировки. Значения выдержек времени выбираются исходя из условий селективности с нижележащими защитами.

Логическая селективность позволяет свести к минимуму продолжительность повреждения, оптимизировать селективность и обеспечить безопасность в случае повреждения проводов или отказа выключателя.

Только SEPAM серии 10 А обладает возможностью подачи входного блокирующего сигнала на выходное реле О5 в стандартном режиме. Этот выход можно использовать для блокировки защиты, расположенной выше.

Применение функции в пользовательском режиме:

- в SEPAM серий 10 N и 10 B подача блокирующего сигнала может происходить через выходные реле О2 или О3;
- в SEPAM серии 10 А:
  - отправка сигнала блокировки может происходить через выходные реле О2, О3, О5 или О6;
  - прием сигнала блокировки может осуществляться через логические входы I3 или I4.

**6. Внешнее отключение (у устройств 10 А).** При использовании логического входа SEPAM серии 10 А могут применяться для приема команды отключения от внешнего устройства защиты. Например, определенные устройства защиты силовых трансформаторов (газовое реле, датчики газа/давления/температуры и т. д.) могут быть подключены проводами к логическому входу SEPAM для отключения выключателя.

Внешние устройства могут быть подключены проводами напрямую к цепи отключения выключателя, но подключение к логическому входу SEPAM обладает тремя преимуществами:

- внешние команды отключения будут запоминаться функцией ANSI 86, встроенной в блок SEPAM; блокировка включения будет действовать, пока не ликвидируется авария;

- на передней панели SEPAM будут отображаться команда отключения и ее источник; эта команда будет сохранена и снабжена временной меткой в журнале последних 5 событий;
- цепь отключения выключателя упрощается и поэтому становится более надежной.

#### 1.4. Дополнительные функции SEPAM 1000+ серии 10

Кроме ряда основных функций, описанных выше, устройства SEPAM 1000+ серии 10 в зависимости от модификации (А, В или N) снабжены некоторыми дополнительными функциями:

1. **Времятоковые характеристики максимальной токовой защиты.** Для грубой ступени защиты от замыканий на землю можно выставить выдержку времени с помощью следующих типов кривых отключения:

- независимая выдержка времени: чувствительные ступени  $I>, I_0>$  и грубые ступени  $I>>, I_0>>$ ;
- обратозависимые характеристики выдержки времени IDMT: только чувствительные ступени  $I>, I_0>$ .

В случае стандартизированных кривых с зависимой выдержкой времени (только тип IEC и IEEE) можно активировать время возврата. Это время возврата позволяет SEPAM осуществлять согласование с установленными на входе электромеханическими реле.

1.1. **Кривая с независимой выдержкой времени.** В функциях защиты с независимой выдержкой времени время отключения является постоянной величиной. Выдержка времени запускается сразу же после превышения заданной установки  $I_S$ .

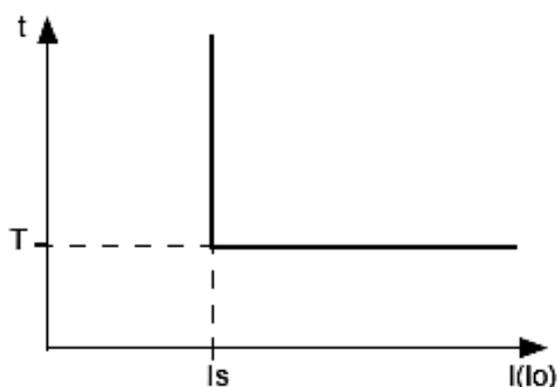


Рис. 1.6. Кривая с независимой выдержкой времени

1.2. **Кривая с зависимой выдержкой времени.** В функциях защиты IDMT время отключения зависит от измеренного значения (фазный ток или ток замыкания на землю) в соответствии со стан-

дартами МЭК 60255-3 и IEEE C-37112. Работа представлена внешними нагрузочными характеристиками  $t = f(I/I_S)$  или  $t = f(I_0/I_S)$  (где  $I_S$  – это уставка по току), которые выглядят так, как показано на рис. 1.7. Кривая определяется:

- своим типом (IEC, IEEE, обратнозависимая, сильно обратнозависимая, чрезвычайно обратнозависимая и т. д.);
- своим параметром тока срабатывания  $I_S$ , который соответствует вертикальной асимптоте кривой;
- своим параметром выдержки времени, который соответствует множителю:
  - TMS (параметр умножения времени) для кривых МЭК и RI.
  - TD (шкала времени) для кривых IEEE.

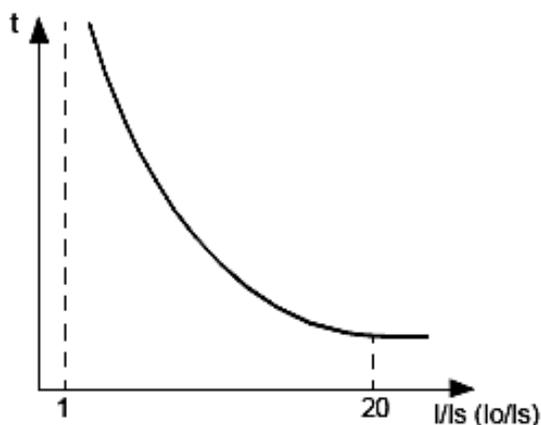


Рис. 1.7. Кривая с зависимой выдержкой времени

**2. Заглубление фазной максимальной токовой защиты при «холодном» пуске (у устройств 10 А и 10 В).** Аббревиатура для этой функции – CLPU I. По умолчанию данная функция отключена. Функция заглубления фазной максимальной токовой защиты при пуске позволяет избежать ложного срабатывания фазной максимальной токовой защиты междуфазного замыкания (ANSI 50-51) при включении присоединения в сеть или при набросе нагрузки. Она используется для временного увеличения уставки защиты.

В зависимости от характера сети переходные пусковые токи могут превышать уставки защиты. Эти переходные токи могут быть вызваны следующими факторами:

- одновременным набросом всех нагрузок в системе (кондиционирование воздуха, обогрев и т. д.);
- токами намагничивания силовых трансформаторов;
- пусковыми токами двигателей.

При нормальных обстоятельствах уставки защиты должны быть выставлены таким образом, чтобы избежать отключения в результате подобных переходных токов. Тем не менее, если это правило приводит к изменениям загрузке уставок или к слишком высоким выдержкам времени, данная функция может быть использована для временного увеличения уставок после включения в сеть. При использовании этой функции поддерживается хороший уровень чувствительности защиты, несмотря на загрузку при включении выключателя.

Функция CLPU I автоматически определяет включение в сеть или наброс нагрузки. Настройка параметров функции позволяет пользователю выполнять следующие действия:

- выбирать уставки, по которым действует функция:
  - чувствительная ступень  $I>$ ;
  - грубая ступень  $I>>$ ;
  - обе ступени одновременно;
- определять тип действия для выбранных регулируемых ступеней ( $I>$  и/или  $I>>$ ):
  - для уставок используется временный множитель ( $\times 1,5-5$ );
  - временная блокировка регулируемых ступеней;
- выставлять время ввода в работу или блокировку уставок после обнаружения подачи питания.

**3. Загрузка токовой защиты нулевой последовательности при включении (токовая защита при пуске  $I_0$ ) (у устройств 10 А и 10 В).** Аббревиатура для этой функции — CLPU  $I_0$ . По умолчанию данная функция отключена. Функция загрузки токовой защиты нулевой последовательности при пуске помогает избежать ложного срабатывания защиты от замыкания на землю (ANSI 50N-51N) во время включения нагрузки. В зависимости от характеристик системы подобные операции могут вызывать переходные пусковые токи. Если измерение тока замыкания на землю основывается на сумме трехфазных трансформаторов, апериодическая составляющая этих переходных токов может привести к насыщению фазных трансформаторов. Это насыщение может привести к измерению неверного тока замыкания на землю, которое, вероятно, превысит уставку защиты.

Переходные токи в основном вызываются токами намагничивания силовых трансформаторов или пусковыми токами двигателей. Настройки защит должны быть выставлены таким образом, чтобы избежать ложного срабатывания в результате подобных переходных токов. Функцию загрузки токовой защиты нулевой последовательности при пуске можно использовать для временного увеличения или подавления регулируемых ступеней после включения нагрузки. В особых

случаях, когда переходные токи связаны с включением трансформатора, эту функцию можно использовать для активации торможения защиты от замыкания на землю, основываясь на определении в токах фазы составляющей второй гармоники.

При использовании этой функции поддерживается хороший уровень чувствительности защиты, несмотря на блокировку при включении. В случае измерения тока замыкания на землю ТТНП риск измерения неправильного тока замыкания на землю уменьшается. Если датчик используется правильным образом, активация этой функции не нужна.

Функция CLPU  $I_0$  автоматически обнаруживает присутствие фазового тока после перезапуска системы подачи питания. Настройка параметров функции позволяет пользователю выполнять следующие действия:

- выбрать уставки, по которым действует функция:
  - чувствительная ступень  $I_{0>}$ ;
  - грубая ступень  $I_{0>>}$ ;
  - обе ступени одновременно;
- определить тип действия для выбранных уставок ( $I_{0>}$  и/или  $I_{0>>}$ ):
  - для регулируемой ступени используется временный коэффициент ( $\times 1,5-5$ );
  - временная блокировка уставок;
  - постоянная активация торможения током второй гармоники;
- выставляется время ввода в работу или блокировки уставок после обнаружения повторного включения нагрузки;

В зависимости от настроек параметров CLPU  $I_0$  работает в соответствии с одним из двух принципов:

- принцип, применимый к увеличению или блокировке уставки (принцип, идентичный CLPU I фазы).
- принцип, применимый к торможению током второй гармоники.

**3.1. Работа по загрузлению или блокировке защиты.** Загрузление токовой защиты при пуске CLPU  $I_0$  посредством функции загрузления или блокировки уставки состоит из двух модулей:

- один модуль автоматически определяет повторную подачу питания;
- второй модуль выполняет действия по уставкам  $I_{0>}$  и/или  $I_{0>>}$  функции защиты ANSI 50-51N;

Обнаружение происходит методом выявления токов фазы при следующих условиях:

- определение отсутствия трех токов фазы (меньше  $0,05 \cdot I_n$ ) в течение более 10 секунд (эта информация запоминается во время ожидания появления тока);

- определение появления фазного тока (больше  $0,1 \cdot I_n$ ). В этом случае выход CLPU  $I_0$  активируется на заданное время  $T_{CLPU}$ ;
- после определения включения нагрузки выход CLPU  $I_0$  действует в отношении уставок защиты ANSI 50-51N, выполняя одно из двух возможных действий, которые зависят от настроек параметров:
  - умножение уставок ( $I_{0>}$  и/или  $I_{0>>}$ ) на заданный показатель (1,5–5);
  - блокировка уставок ( $I_{0>}$  и/или  $I_{0>>}$ ).

По истечении выдержки времени  $T_{CLPU}$  действие CLPU  $I_0$  прерывается, и уставки защиты ANSI 50-51N возвращаются к исходным значениям.

**3.2. Работа торможения током второй гармоники.** Торможение током второй гармоники основано на непрерывном вычислении торможения током второй гармоники по всем трем фазным токам. Этот коэффициент вычисляется на основании квадратичных сумм основной (H1) и второй гармоник (H2):

$$H2 = \sqrt{\frac{I_{A H2}^2 + I_{B H2}^2 + I_{C H2}^2}{I_{A H1}^2 + I_{B H1}^2 + I_{C H1}^2}}. \quad (1.1)$$

Этот коэффициент сравнивается с фиксированной уставкой 17 %. Если уставка превышена, регулируемые ступени  $I_{0>}$  и/или  $I_{0>>}$  отключаются в зависимости от настроек параметров CLPU  $I_0$ .

Увеличение коэффициента H2 в токах фазы типично при насыщении фазных трансформаторов тока. При подаче питания на трансформатор апериодическая составляющая токов намагничивания обычно приводит к насыщению трансформаторов тока и измерению неверного тока замыкания на землю функцией защиты ANSI 50N-51N. Торможение током второй гармоники можно использовать для подавления защиты от замыкания на землю на время насыщения трансформаторов тока. Данное торможение отключается автоматически, как только понижается коэффициент H2.

Для исключения включения торможения в случае замыкания фазы на землю необходимо, чтобы фазный ток на землю остается меньше тока насыщения трансформаторов фазы.

В системах с резистивным режимом заземления нейтрали вследствие ограничения тока замыкания на землю обычно выполняется данное рабочее условие.

В системах с глухо заземленной нейтралью имеет место высокий ток замыкания на землю. Так как можно задать высокие уровни регулируемых ступеней, нет необходимости использовать функцию CLPU  $I_0$ .

4. **Управление выключателем (у всех устройств серии 10).** Реле SEPAM можно использовать для интеграции в любую схему управления выключателем.

Таблица 1.7

*Функции выходных реле*

Выходные реле	Назначение
O1	Отключение выключателя
O2	Блокировка включения выключателя
O3	Сигнализация отключения

Выходные реле O1 и O2 снабжены нормально открытым контактом и нормально закрытым контактом.

Логика активации для трех выходных реле O1, O2 и O3 идентична:

- выходы активируются сигналом внешнего отключения по логическому входу или срабатыванием ступеней защиты (только SEPAM серии 10 А);
- отключение запоминается (функция защелки ANSI 86) с возможностью подтверждения получения с помощью клавиши «Сброс» на передней панели или команды дистанционного управления (разрешено в дистанционном режиме, на вход I4 подается логический 0). Эта функция используется для запрета включения выключателя до исчезновения неисправностей.

Выходное реле O1 можно также использовать для отключения выключателя по линии связи.

5. **Измерение фазного тока (у устройств 10 А и 10 В).** Функция измерения фазного тока находится в меню измерений. Оно отображает среднеквадратичные значения фазных токов и учитывает номера гармоник до 15 при 50 Гц (или до 13 при 60 Гц). В SEPAM серии 10 А эта функция отображает все три фазных тока. В SEPAM серии 10 В, которые подключены к «неполной звезде», эта функция отображает только токи фаз А и С. SEPAM автоматически возвращается к экрану с измерениями фазного тока спустя 10 минут после последнего нажатия кнопки.

В SEPAM серии 10 А измерения фазных токов можно также посмотреть по линии связи.

6. **Измерение тока замыкания на землю (у всех устройств серии 10).** Функция измерения тока замыкания на землю находится в меню измерений. Здесь отображается значение основной составляющей тока замыкания на землю. Для измерения тока замыкания на землю и для активации защиты от замыкания на землю (ANSI 50N-51N) необходимо подключить SEPAM к ТТНП, так как SEPAM не вычисляет ток

замыкания на землю по внутренней сумме измерений трехфазных токов. Этот вход можно подключить к нейтрали фазных трансформаторов или к трансформатору тока, установленному в кабеле заземления, или к ТТНП CSH120, CSH200, или к GO110.

В SEPAM серии 10 А измерения токов замыкания на землю можно также посмотреть по линии связи. Схема соединений входов измерения тока замыкания на землю и соответствующие настройки зависят от типа SEPAM.

**7. Значения максиметра фазного тока (у устройств 10 А и 10 В).** Функция максиметра фазного тока находится в меню измерений. Она отображает значение тока максимальной нагрузки для каждой из трех фаз и позволяет определить ток во время пиковой нагрузки. Сбрасывание можно выполнить с помощью клавиши «Сброс» на передней панели. Для выполнения сброса нажимайте эту клавишу в течение двух секунд, пока на экране не появятся значения максиметра.

В SEPAM серии 10 А измерение и сброс значений максиметра тока можно выполнять по линии связи.

**8. Регистрация последнего аварийного события (у устройств 10 В и 10 N).** Функция регистрации последнего аварийного события находится в меню измерений. Она указывает источник команды отключения, а также значения трех фазных токов и тока замыкания на землю во время отключения. Чтобы на экран поместилось все сообщение, эта функция обладает возможностью циклической прокрутки. Информация хранится до следующего повреждения и ее нельзя сбросить.

Таблица 1.8

*Регистрируемые события*

Неисправность	Сообщения на дисплее
Срабатывание $I >$	$I >$
Срабатывание $I >>$	$I >>$
Срабатывание $I_0 >$	$I_0 >$
Срабатывание $I_0 >>$	$I_0 >>$
Срабатывание защиты от тепловой перегрузки	ТЕПЛЗАЩ

**9. Регистрация последних пяти датированных событий (у устройств 10 А).** Функция регистрации последних пяти датированных событий находится в меню измерений. Она используется для отображения характеристик последних пяти событий в меню измерений на пяти последовательных экранах. Для каждого события SEPAM указывает его источник, а также дату и время события. Также приводятся значения трех фазных токов и тока замыкания на землю, кроме следующих случаев: включение выключателя по линии связи и неисправность цепи отключения. Чтобы на

экран поместилось все сообщение, эта функция обладает возможностью циклической прокрутки. Эту информацию нельзя сбросить на ноль.

Для идентификации каждого события они отмечаются номерами очереди от 0 до 99999. После завершения цикла нумерация очереди опять начинается с 0.

При появлении нового события SEPAM удаляет самое старое событие из пяти. Если SEPAM с момента доставки с завода еще не сохранил пять событий, то количество соответствующих экранов в меню измерений может быть меньше 5.

Таблица 1.9

*Регистрируемые события*

Событие	Сообщения на дисплее
Срабатывание $I>$	$I>$
Срабатывание $I>>$	$I>>$
Срабатывание $I_0>$	$I_0>$
Срабатывание $I_0>>$	$I_0>>$
Срабатывание защиты от тепловой перегрузки	<i>ТЕПЛЗАЩ</i>
Отключение через дискретный вход	<i>ВНЕШНЕЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ</i>
Неисправность цепи отключения	<i>АВАР.СИГН.НЕИСПР.КАТ.ОТКЛ.</i>
Отключение выключателя по линии связи	<i>ДИСТАНЦИОННОЕ ОТКЛ.</i>
Включение выключателя по линии связи	<i>ДИСТАНЦИОННОЕ ВКЛ.</i>
$I>$ Отключение от функции резервной логической селективности	$I> LD$
$I>>$ Отключение от функции резервной логической селективности	$I>> LD$
$I_0>$ Отключение от функции резервной логической селективности	$I_0> LD$
$I_0>>$ Отключение от функции резервной логической селективности	$I_0>> LD$

**10. Работа системы самодиагностики (у всех устройств серии 10).** SEPAM выполняет серию тестов самодиагностики при подаче на него оперативного питания и циклически во время работы. Такие процедуры самотестирования обнаруживают неполадки оборудования или программного обеспечения и упорядочивают работу SEPAM. Основная цель заключается в предотвращении случайного отключения или отказа отключения в случае повреждения в сети.

При обнаружении отказа SEPAM переходит в нерабочее состояние:

- выходные реле находятся в отключенном положении (нормальное);
- светодиод включен;

- на передней панели высвечивается код из восьми цифр: он позволяет компании Schneider Electric провести диагностику;
- реле устройства отслеживания готовности переходит в отключенное состояние;
- линия связи не работает.

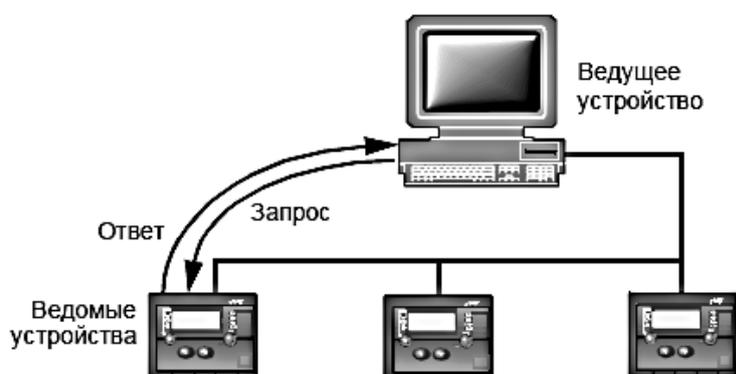
Поведение выходных реле и устройства отслеживания готовности идентично поведению в случае отключения оперативного питания и при переходе SEPAM в нерабочее состояние.

**11. Связь по протоколам Modbus и МЭК 60870-5-103.** Реле SEPAM серии 10 А оборудованы портом связи RS 485. По умолчанию используется протокол Modbus. Можно также выбрать протокол МЭК 60870-5-103.

SEPAM серии 10 А используют местный/дистанционный режим, чтобы разрешать или запрещать действия через порт связи.

В стандартном режиме логический вход I4 назначается для сигналов информации местного/дистанционного режима. Если этот вход активен, команды дистанционного управления не учитываются, кроме команд дистанционного отключения. Настройки в меню параметров могут быть использованы при необходимости для запрета команды дистанционного отключения в режиме местного управления.

**11.1. Связь по протоколу Modbus.** Протокол Modbus используется для передачи данных от одного устройства (называемого ведущим) к другому (называемому ведомым) посредством механизма типа «запрос-ответ». Инициализация обмена (отправка запроса) всегда выполняется ведущим. Ведомое устройство (SEPAM) может только отвечать на полученный запрос. Если позволяет архитектура сети, к одной главной станции могут быть подключены несколько подчиненных. Запрос содержит номер (адрес), который идентифицирует пункт назначения. Этот номер должен быть уникальным. Устройства в сети, не являющиеся пунктом назначения, игнорируют полученный запрос.



*Рис. 1.8. Организация связи по протоколу Modbus*

Ведущее устройство может также обратиться ко всем ведомым устройствам, используя адрес 0. Такой механизм называется *широковещательной рассылкой*. Ведомые устройства не отвечают на широковещательные сообщения. С помощью этого механизма можно отправлять только те сообщения, которые не требуют от ведомых устройств обратной отправки данных.

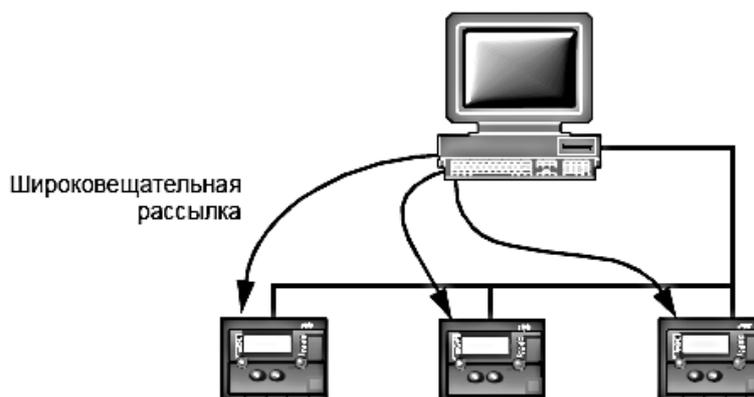


Рис. 1.9. Организация связи по протоколу Modbus (широковещательная рассылка)

**11.2. Связь по протоколу МЭК 60870-5-103.** Протокол МЭК 60870-5-103 является сопроводительной нормой для интерфейса связи, обеспечивающего обмен данными между устройствами защиты. Являясь сопроводительной нормой, протокол добавляет описания и функциональные профили, указанные в основных стандартах:

- описание особых случаев использования объектов данных;
- описание специальных объектов данных;
- описание служебных процедур или параметров, являющихся дополнительными относительно основных стандартов.

Нормой МЭК 60870-5-103 определяется порядок обеспечения связи между устройствами защиты и оборудованием, осуществляющим управление и контроль (система диспетчеризации или супервизор) на электрической подстанции.

**11.3. Управление выключателем по линии связи.** SEPAM серии 10 А могут быть использованы для управления отключением и включением выключателя через порт связи.

Для активации выходных реле О1 и О4 можно использовать две предварительно заданные команды дистанционного управления:

- отключение выключателя активирует выходное реле О1;
- включение выключателя активирует выходное реле О4.

В стандартном режиме выходные реле О1 и О4 предварительно назначены на отключение и включение выключателя соответственно.

В пользовательском режиме отключение выключателя можно назначить на выходные реле О1, О2 или О3. Однако отключение выключателя по линии связи всегда выполняется выходным реле О1.

После приема команды дистанционного управления активация выходных реле О1 или О4 сохраняется в течение заданного периода в 200 мс для надежного срабатывания катушки отключения на снятие напряжения или катушки отключения на подачу напряжения.

Если SEPAM считает, что выключатель находится во включенном положении (логический вход I2 в положении 1), выходное реле О4 не активируется дистанционной командой включения.

Реле SEPAM можно использовать для определения несоответствия между последней принятой дистанционной командой управления и действительным положением выключателя. Доступ к информации можно осуществить посредством дистанционной индикации. Эта информация используется для определения изменения положения выключателя в результате срабатывания функции защиты или при местном управлении (ручное отключение/включение выключателя).

**11.4. Определение положения выключателя.** SEPAM серии 10 А могут быть использованы для передачи положения выключателя с помощью порта связи. Контакты положения выключателя должны быть подключены к двум логическим входам SEPAM:

- логический вход I1: выключатель отключен (блок-контакт положения «отключено»);
- логический вход I2: выключатель включен (блок-контакт положения «включено»);
- состояние дистанционной индикации положения выключателя (= 1, если выключатель включен);
- состояния логических входов I1 и I2: SEPAM предоставляет дополнительную информацию о положении выключателя:
  - дистанционная индикация несоответствия команде дистанционного управления/положения выключателя;
  - дистанционная индикация ошибки согласования или контроля цепи отключения (КОНТР Ц ОТКЛ); в зависимости от соединений входов I1 и I2 SEPAM могут контролировать целостность цепи отключения, или, проще говоря, согласование I1 и I2.

## 1.5. Подключение и ввод в эксплуатацию устройств SEPAM 1000+ серии 10

В зависимости от модели устройства защиты SEPAM 1000+ серии 10 существуют разные схемы включения (рис. 1.10–1.12).

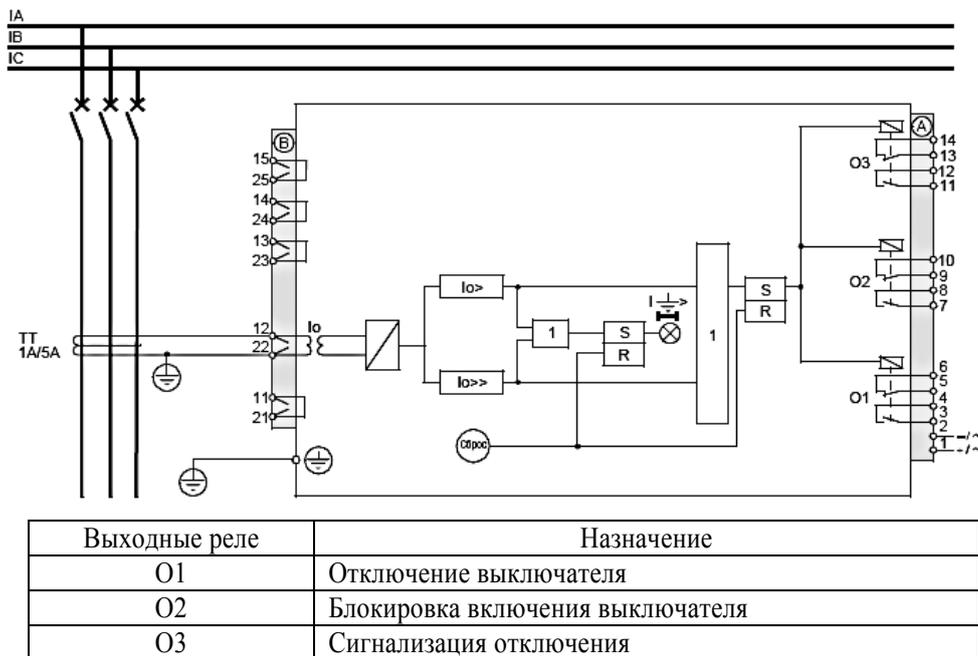


Рис. 1.10. Схема подключения SEPAM 1000+ серии 10 N

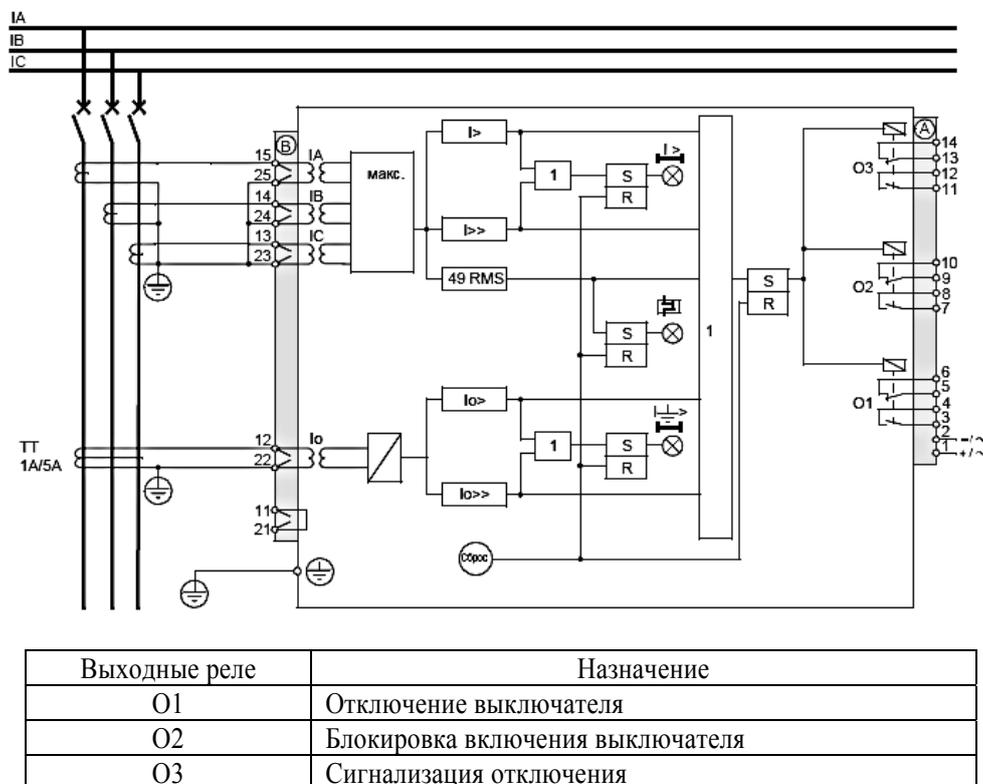
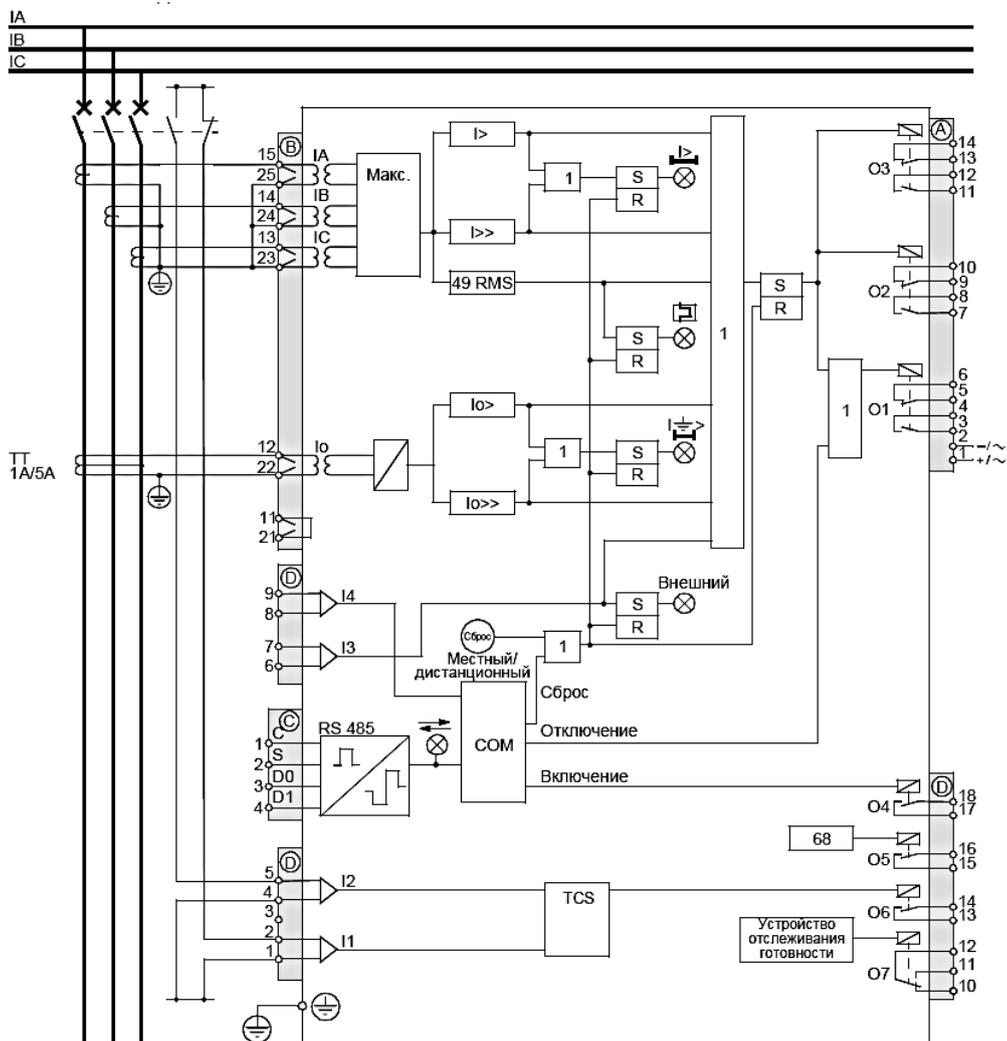


Рис. 1.11. Схема подключения SEPAM 1000+ серии 10 B



Выходные реле	Назначение
O1	Отключение выключателя
O2	Блокировка включения выключателя
O3	Сигнализация отключения
O4	Дистанционное отключение выключателя
O5	Выдача сигнала блокировки
O6	Сигнализация неисправности цепей отключения (TCS)
O7	Устройство отслеживания готовности
Логические входы	Назначение
I1	Выключатель отключен (РПО)
I2	Выключатель включен (РПВ)
I3	Внешнее отключение
I4	Местное/дистанционное управление

Рис. 1.12. Схема подключения SEPAM 1000+ серии 10 А

В SEPAM серии 10 N измерение тока нулевой последовательности производится (рис. 1.13, 1.14):

- посредством одного ТТНП;
- в цепи нейтрали трех ТТ 1А/5А.

SEPAМ серии 10 В измеряет следующие токи:

- фазные токи, подаваемые фазными ТТ;
- ток нулевой последовательности, измеряемый:
  - одним ТТНП;
  - в цепи нейтрали трех фазных ТТ.

SEPAМ серии 10 А измеряет следующие токи:

- фазные токи, подаваемые фазными ТТ;
- ток нулевой последовательности, измеряемый:
  - одним ТТНП;
  - в цепи нейтрали трех фазных ТТ.

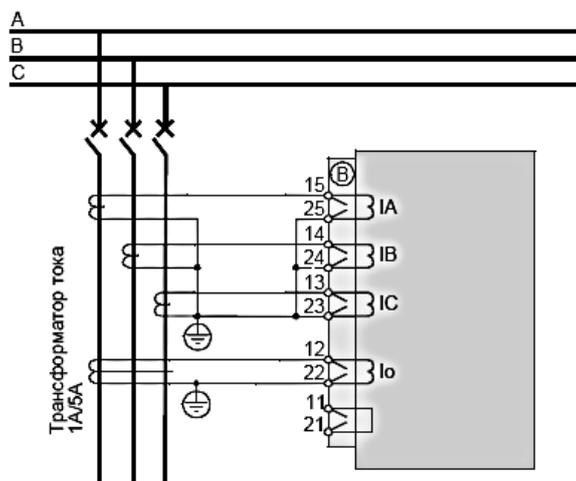


Рис. 1.13. Подключение трех фазных ТТ и ТТНП

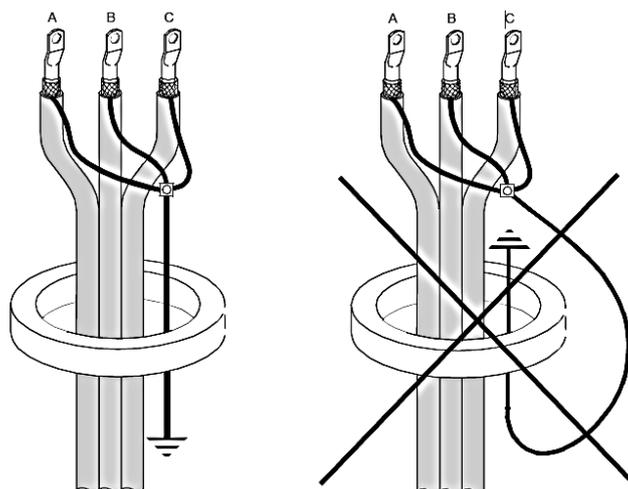
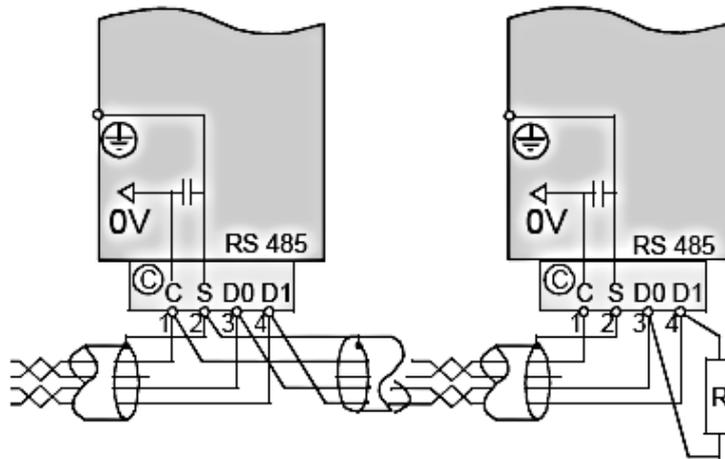


Рис. 1.14. Измерение тока нулевой последовательности с помощью тора

В SEPAМ серии 10 А связь осуществляется посредством двухпроводного порта связи RS 485 EIA. Подключение по шине осуществляется напрямую и не требует дополнительных устройств. Подключение осуществляется шлейфом и требует наличия резистора на конце линии.



Клемма	Подключенный элемент данных	Описание
1	C: общий	Клемма, подключенная к коммуникационному интерфейсу 0V
2	S: экранирование	Клемма, подключенная к выводу заземления SEPAM
3	D0	Клемма, подключенная к выводу А (или L-) управляющего порта
4	D1	Клемма, подключенная к выводу В (или L+) управляющего порта

Рис. 1.15. Подключение порта связи RS 485

## 1.6. Настройка устройств SEPAM 1000+ серии 10

### 1.6.1. Регистрация аварийных событий

Таблица 1.10

Отображение аварийных событий

SEPAM серии 10N и 10B	SEPAM серии 10A
<b>ПОСЛЕД. ОТКАЗ</b> ОТКАЗ = $I_0 > I_A = 110A$ $I_B =$	<b>СОБЫТ. n</b> СОБЫТИЕ = $I_0 > 2008$ ЯНВ
Первая строка – название экрана неисправностей	Первая строка – название аварийного сообщения и его номер очереди <i>n</i> . События обозначаются номерами от 0 до 99999, а потом снова с 0
Вторая строка – отображение аварийных параметров с возможностью прокрутки: <ul style="list-style-type: none"> <li>• происхождение аварийного события;</li> <li>• значение токов, замеренных во время обнаружения аварии</li> </ul>	Вторая строка – отображение характеристик с возможностью прокрутки: <ul style="list-style-type: none"> <li>• происхождение аварийного события;</li> <li>• дата и время события;</li> <li>• значение токов, замеренных во время события</li> </ul>

Оператор может просмотреть другие экраны, используя кнопки  или . В этом случае аварийное сообщение исчезает, но опера-

тор все еще может просмотреть последнюю зарегистрированную аварию в меню измерений.

При нажатии кнопки «Сброс» происходит местный сброс аварийных сообщений, а также выполняются следующие действия:

- сбрасываются зафиксированные состояния выходных реле;
- перестает гореть светодиод;
- очищается экран аварийных сообщений.

После сброса на дисплее SEPAM отображается сообщение, которое было активно до появления аварийного сообщения.

Реле SEPAM серий 10 N и 10 B оснащены функцией записи характеристик последней аварии. Реле SEPAM серии 10 A оснащены функцией записи характеристик 5 последних аварий. Эти записи можно посмотреть с помощью меню измерений.

Проверка светодиодов и дисплея используется для контроля правильности работы каждого светодиода на передней панели и каждого сегмента дисплея. Для выполнения проверки необходимо нажать и удерживать кнопку . Спустя 2 секунды загорятся все СИД на передней панели и все сегменты дисплея.

Батарея реле SEPAM серии 10 A используется исключительно для питания внутренних часов, если вспомогательные источники питания отключатся. Она не связана с работой функций защиты. Для проверки пригодности батареи необходимо удерживать кнопку «Сброс (Reset)» в течение 2–3 секунд. Все 4 красных СИД неисправностей должны ярко светиться все время, пока нажата кнопка. В противном случае батарею необходимо заменить.

### **1.6.2. Настройка защиты**

Настройки защиты и параметров реле SEPAM могут быть установлены с помощью кнопок, скрываемых крышкой защиты изменения уставок. Эти параметры и настройки разделены на два меню:

- меню защиты, которое содержит основные параметры настройки функций защиты;
- меню параметров, которое содержит параметры, с помощью которых можно настроить работу реле SEPAM для специального применения.

По умолчанию изменение настроек защиты и параметров реле SEPAM не защищено паролем. При необходимости защита уставок паролем может быть активирована в меню параметров. Если защита паролем была активирована во время ввода в эксплуатацию, реле SEPAM автоматически запросит пароль при первом нажатии кнопки  во время изменения настроек.

Таблица 1.11

## Порядок изменения параметров SEPAM серии 10

Шаг	Действие
1	Выберите экран функции, которую требуется настроить, с помощью кнопок  ,  или 
2	Нажмите кнопку  . Если защита паролем не включена, начнет мигать первый параметр функции: параметр выбран и может быть настроен. В противном случае появится экран ввода пароля
3	С помощью кнопок  /  выберите параметр, который требуется настроить. Выбранный параметр мигает
4	С помощью кнопок  /  прокрутите значения параметра, пока не появится требуемое значение. При продолжительном нажатии кнопок  /  прокрутка ускоряется. При нажатии кнопок  /  происходит отмена ввода параметра и выбирается предыдущий или следующий параметр
5	Для подтверждения нового значения нажмите кнопку  . Заданное значения параметра не мигает, что означает, что оно учтено реле SEPAM. Для отмены введенного значения текущего параметра нажмите кнопку  . Выбор всех параметров отменяется, и они отображаются без мигания
6	Если настроенный параметр является последним параметром этой функции, она считается полностью настроенной, и можно выбрать новый экран с помощью кнопок  /  . В противном случае начинает мигать следующий параметр, и его можно настроить, как показано в шаге 4

## 1.6.3. Меню реле SEPAM серии 10

Как указывалось ранее, пользователю в общем случае доступны три основных меню: меню измерений, меню защиты и меню параметров (стандартных и пользовательских). Перечень пунктов меню SEPAM серии 10 N представлен ниже в табл. 1.12–1.15.

Таблица 1.12

## Меню измерений

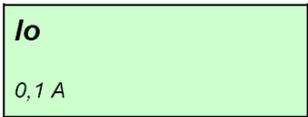
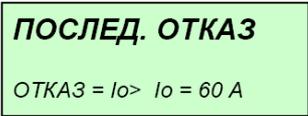
Экран	Описание
	Отображение тока замыкания на землю
	Отображение характеристик последней неисправности (этот экран отображается только при обнаружении ошибки реле SEPAM)

Таблица 1.13

## Меню защиты

Экран	Описание
<b>ТТНП</b> 100 A/1 A	Отображение и настройка характеристик ТТНП: номинальный первичный ток ( $I_{n0}$ или $I_n$ ) / номинальный вторичный ток (1 А или 5 А)
<b>ДИА + КЗ0 ИЗМ IO</b> 0,2–24 A	Отображение и выбор диапазона измерения стержневого симметричного трансформатора тока замыкания землю: 0,2–24 А / 2–240 А
<b>ЧАСТОТА</b> 50 Гц	Выбор частоты сети
<b>Io&gt;</b> <b>51N</b> EI                      10 A                      TD=0,8	Отображение и настройка параметров чувствительной ступени защиты от замыкания на землю: <ul style="list-style-type: none"> <li>• времятоковая характеристика;</li> <li>• ток срабатывания;</li> <li>• выдержка времени</li> </ul>
<b>Io&gt;&gt;</b> <b>50N–51N</b> DT                      10 A                      T=0,10c	Отображение и настройка параметров чувствительной ступени защиты от замыкания на землю: <ul style="list-style-type: none"> <li>• времятоковая характеристика;</li> <li>• ток срабатывания;</li> <li>• выдержка времени</li> </ul>

Таблица 1.14

## Меню стандартных параметров

Экран	Описание
<b>ЯЗЫК</b> FRANCAIS	Отображение и выбор языка эксплуатации
<b>ВРЕМЯ СБРОСА</b> ВКЛ.	Активация времени сброса для функций защиты от замыканий на землю
<b>УСТ. ПАРОЛЬ</b> ПАРОЛЬ = xxxx	Активация и определение пароля
<b>СОСТ. ВЫХОДА</b> O1 ... O3 = 000	Отображение состояния выходных реле O1–O3, слева направо: 0 – отключено; 1 – включено
<b>SEPAМ</b> V1.3	Отображение номера версии программного обеспечения SEPAМ
<b>НАЗН. ВВ./ВЫВ.</b> СТАНДАРТНЫЙ	Отображение и выбор режима работы реле SEPAМ: стандартный/пользовательский

Меню пользовательских параметров описано в табл. 1.15. В пользовательском режиме на дополнительных экранах можно настроить следующие параметры:

- назначение выходных реле и светодиодов;
- фиксацию выходных реле и светодиодов;
- инвертирование выходных реле.

Таблица 1.15

*Меню пользовательских параметров*

Экран	Описание
<b>НАЗНАЧ. О1</b> ЗАЩИТА XX	Отображение и выбор назначения выходного реле О1
<b>НАЗНАЧ. О2</b> ЗАЩИТА XX	Отображение и выбор назначения выходного реле О2
<b>НАЗНАЧ. О3</b> ЗАЩИТА XX	Отображение и выбор назначения выходного реле О3
<b>ФИКС. РЕЛЕ</b> О1=ДА О2=ДА О3=ДА	Отображение и выбор защелки выходных реле О1, О2, О3
<b>ИНВЕРС. РЕЛЕ</b> О1=НЕТ О2=НЕТ	Отображение и выбор инвертирования выходных реле О1 и О2
<b>УДЕРЖ. СИД</b> ЗЕМЛЯ=ДА	Отображение и выбор защелки светодиода от замыканий на землю

Перечень пунктов меню SEPAM серии 10 В представлен ниже в табл. 1.16–1.19.

Таблица 1.16

*Меню измерений*

Экран	Описание
<b>IA IB IC</b> 100 А 102 А 104 А	Отображение для двух- или трехфазных токов в зависимости от параметра $I_A I_C / I_A I_B I_C$ функции <i>ОТОБРАЖ. I</i>
<b>Io</b> 0,1 А	Отображение тока замыкания на землю
<b>ПИК НАГРУЗ</b> 120 А 122 А 114 А	Отображение максимальных значений для двух- или трехфазных токов в зависимости от параметра $I_A I_C / I_A I_B I_C$
<b>ПОСЛЕД. ОТКАЗ</b> ОТКАЗ = Io > Io = 60 А	Отображение характеристик последней неисправности (этот экран отображается только при обнаружении ошибки реле SEPAM)

Таблица 1.17

## Меню защиты

Экран	Описание
<b>ФАЗНЫЙ ТТ</b> 600 А/5 А	Отображение и настройка характеристик трансформатора тока фазы: номинальный первичный ток ( $I_n$ ) / номинальный вторичный ток (1 А или 5 А)
<b>ТТНП</b> 100 А/1 А	Отображение и настройка характеристик ТТНП: номинальный первичный ток ( $I_{n0}$ или $I_n$ ) / номинальный вторичный ток (1 А или 5 А)
<b>ДИА + КЗ0 ИЗМ 10</b> 0,2–24 А	Отображение и выбор диапазона измерения стержневого симметричного трансформатора тока замыкания землю: 0,2...24 А / 2...240 А
<b>КОЭФФ ТТНП</b> 15	Отображение и выбор коэффициента трансформации ТТНП (15...200)
<b>ЧАСТОТА</b> 50 Гц	Выбор частоты сети
<b>I&gt;</b> 51 EI 70А TD=0,8	Отображение и настройка параметров чувствительной ступени защиты от междуфазных замыканий: <ul style="list-style-type: none"> <li>• времятоковая характеристика;</li> <li>• ток срабатывания;</li> <li>• выдержка времени</li> </ul>
<b>I&gt;&gt;</b> 50–51 DT 70А T=0,10с	Отображение и настройка параметров чувствительной ступени защиты междуфазных замыканий: <ul style="list-style-type: none"> <li>• времятоковая характеристика;</li> <li>• ток срабатывания;</li> <li>• выдержка времени</li> </ul>
<b>Io&gt;</b> 51N EI 10А TD=0,8	Отображение и настройка параметров чувствительной ступени защиты от замыкания на землю: <ul style="list-style-type: none"> <li>• времятоковая характеристика;</li> <li>• ток срабатывания;</li> <li>• выдержка времени.</li> </ul>
<b>Io&gt;&gt;</b> 50N–51N DT 10А T=0,10 с	Отображение и настройка параметров чувствительной ступени защиты от замыкания на землю: <ul style="list-style-type: none"> <li>• времятоковая характеристика;</li> <li>• ток срабатывания;</li> <li>• выдержка времени</li> </ul>
<b>ТЕПЛЗАЩ</b> 49 1 ВКЛ 124А 2МН	Отображение и настройка параметров отклоняющейся ступени защиты от тепловой перегрузки: <ul style="list-style-type: none"> <li>• активация;</li> <li>• максимально допустимый ток нагрузки;</li> <li>• постоянная времени защищаемого оборудования</li> </ul>

Экран	Описание
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>ТЕПЛЗАЩ. 49 2</b>            АВ. СИГ.=100    НАГР.=0%</p> </div>	<p>Отображение и настройка параметров ступени защиты аварийной сигнализации от тепловой перегрузки, если эта функция активирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• уставка нагрева в процентах;</li> <li>• вычисленный нагрев (отображение от 0 до 999 % и сброс)</li> </ul>

Таблица 1.18

*Меню стандартных параметров*

Экран	Описание
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>ЯЗЫК</b> FRANCAIS</p> </div>	Отображение и выбор языка эксплуатации
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>ОТОБРАЖ. I</b> I<sub>A</sub> I<sub>B</sub> I<sub>C</sub></p> </div>	Отображение и выбор количества отображаемых фазных токов I <sub>A</sub> I <sub>C</sub> / I <sub>A</sub> I <sub>B</sub> I <sub>C</sub>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>ПИК НАГРУЗ.</b> 2MN</p> </div>	Отображение и выбор времени вычисления максимальных значений
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>ЗАГРУБЛ. I</b> I&gt; I&gt;&gt;    150%    1с</p> </div>	<p>Отображение и настройка параметров функции загрубления фазной максимальной токовой защиты при пуске:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• активация и работа;</li> <li>• ток срабатывания (в процентах) при пуске;</li> <li>• время ввода защиты в работу</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>ЗАГРУБЛ. I<sub>0</sub></b> I<sub>0</sub>&gt; I<sub>0</sub>&gt;&gt;    150%    1с</p> </div>	<p>Отображение и настройка параметров функции загрубления токовой защиты нулевой последовательности при пуске:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• активация и работа;</li> <li>• процент срабатывания при холодной нагрузке или блокировка регулируемых ступеней (или торможение по второй гармонике для защит серии 10 В 41 и 10 В 42);</li> <li>• длительность пуска</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>ВРЕМЯ СБРОСА</b> ВКЛ.</p> </div>	Активация времени сброса для функций защиты от замыканий на землю
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>УСТ. ПАРОЛЬ</b> ПАРОЛЬ = xxxx</p> </div>	Активация и определение пароля
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>СОСТ. ВЫХОДА</b> O1 ... O3 = 000</p> </div>	Отображение состояния выходных реле O1–O3, слева направо: 0 – отключено; 1 – включено

Экран	Описание
<b>SEPAM</b> V1.3	Отображение номера версии программного обеспечения SEPAM
<b>HA3H. BB./BЫB.</b> СТАНДАРТНЫЙ	Отображение и выбор режима работы реле SEPAM: стандартный / пользовательский

Меню пользовательских параметров описано в табл. 1.19. После выбора пользовательского режима работы его можно настроить с помощью дополнительных экранов:

- назначение выходных реле и светодиодов;
- фиксация выходных реле и светодиодов;
- инвертирование выходных реле.

Таблица 1.19

*Меню пользовательских параметров*

Экран	Описание
<b>HA3HACH. O1</b> ЗАЩИТА XX	Отображение и выбор назначения выходного реле O1
<b>HA3HACH. O2</b> ЗАЩИТА XX	Отображение и выбор назначения выходного реле O2
<b>HA3HACH. O3</b> ЗАЩИТА XX	Отображение и выбор назначения выходного реле O3
<b>ФИКС. РЕЛЕ</b> O1=ДА O2=ДА O3=ДА	Отображение и выбор защелки выходных реле O1, O2, O3
<b>ИНВЕРС. РЕЛЕ</b> O1=НЕТ O2=НЕТ	Отображение и выбор инвертирования выходных реле O1 и O2
<b>УДЕРЖ. СИД 1</b> ФАЗА=ДА ЗЕМЛЯ=ДА	Отображение и выбор защелки для двух светодиодов: <ul style="list-style-type: none"> <li>• защита от междуфазных замыканий;</li> <li>• защита от замыканий на землю</li> </ul>
<b>УДЕРЖ. СИД 2</b> ТЕПЛ.ЗАЩ.=ДА	Отображение и выбор защелки для светодиода защиты от тепловой перегрузки

Перечень пунктов меню SEPAM серии 10 А представлен ниже в табл. 1.20–1.22.

Таблица 1.20

## Меню измерений

Экран	Описание
<b>IA IB IC</b> 100 A 102 A 104 A	Отображение для двух- или трехфазных токов в зависимости от параметра $I_A I_C / I_A I_B I_C$ функции <i>ОТОБРАЖ. I</i>
<b>Io</b> 0,1 A	Отображение тока замыкания на землю
<b>ПИК НАГРУЗ</b> 120 A 122 A 114 A	Отображение максимальных значений для двух- или трехфазных токов в зависимости от параметра $I_A I_C / I_A I_B I_C$
<b>СОБЫТ. n</b> СОБЫТИЕ=Io> 2008 ЯНВ	Отображение характеристик последнего события (номер $n$ ). Это событие появляется только тогда, когда реле SEPAM зафиксировало повреждение
<b>СОБЫТ. n-1</b> СОБЫТИЕ=Io> 2008 ЯНВ	Отображение характеристик последнего события (номер $n - 1$ ). Это событие появляется только тогда, когда реле SEPAM зафиксировало 2 повреждения
<b>СОБЫТ. n-2</b> СОБЫТИЕ=Io> 2008 ЯНВ	Отображение характеристик последнего события (номер $n - 2$ ). Это событие появляется только тогда, когда реле SEPAM зафиксировало 3 повреждения
<b>СОБЫТ. n-3</b> СОБЫТИЕ=Io> 2008 ЯНВ	Отображение характеристик последнего события (номер $n - 3$ ). Это событие появляется только тогда, когда реле SEPAM зафиксировало 4 повреждения
<b>СОБЫТ. n-4</b> СОБЫТИЕ=Io> 2008 ЯНВ	Отображение характеристик последнего события (номер $n - 4$ ). Это событие появляется только тогда, когда реле SEPAM зафиксировало 5 повреждений

Меню защиты серии 10 А аналогично серии 10 В, поэтому оно не приводится ниже.

Таблица 1.21

## Меню стандартных параметров

Экран	Описание
<b>ЯЗЫК</b> FRANCAIS	Отображение и выбор языка эксплуатации
<b>ОТОБРАЖ. I</b> IA IB IC	Отображение и выбор количества отображаемых фазных токов $I_A I_C / I_A I_B I_C$
<b>ПИК НАГРУЗ.</b> 2MN	Отображение и выбор времени вычисления максимальных значений
<b>ПРОТОК. СВЯЗИ</b> MODBUS	Отображение и выбор используемого протокола связи: Modbus/МЭК 60870-5-103

Экран	Описание
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0ffe0;"> <p><b>MODBUS</b></p> <p>1 19200 ЧЕТН. ВСП.</p> </div>	<p>Отображение и настройка параметров протокола связи МЭК 60870-5-103 (после осуществления выбора на экране 4):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• адрес;</li> <li>• скорость передачи;</li> <li>• контроль по четности;</li> <li>• режим дистанционного управления: прямой/подтвержденный (ВСП)</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0ffe0;"> <p><b>IEC 870-5-103</b></p> <p>1 19200 ЧЕТН.</p> </div>	<p>Отображение и настройка параметров протокола связи Modbus (после осуществления выбора на экране 4):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• адрес;</li> <li>• скорость передачи;</li> <li>• контроль по четности</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0ffe0;"> <p><b>ЗАГРУБЛ. I</b></p> <p>I&gt; I&gt;&gt; 150% 1с</p> </div>	<p>Отображение и настройка параметров функции загрузления фазной максимальной токовой защиты при пуске:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• активация и работа;</li> <li>• ток срабатывания (в процентах) при пуске;</li> <li>• время ввода защиты в работу</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0ffe0;"> <p><b>ЗАГРУБЛ. I<sub>0</sub></b></p> <p>I<sub>0</sub>&gt; I<sub>0</sub>&gt;&gt; 150% 1с</p> </div>	<p>Отображение и настройка параметров функции загрузления токовой защиты нулевой последовательности при пуске:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• активация и работа;</li> <li>• процент срабатывания при холодной нагрузке или блокировка регулируемых ступеней (или торможение по второй гармонике для защит серии 10 В 41 и 10 В 42);</li> <li>• длительность пуска</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0ffe0;"> <p><b>ВРЕМЯ ВОЗВРАТА</b></p> <p>ВКЛ.</p> </div>	<p>Активация времени возврата максимальной токовой защиты и токовой защиты нулевой последовательности</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0ffe0;"> <p><b>КОНТР.ЦЕПИ ОТКЛ.</b></p> <p>ВКЛ. НЕИСПР. КАТ.ОТКЛ.</p> </div>	<p>Контроль выключающей схемы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• активация функции контроля цепи отключения;</li> <li>• уведомление о неисправности катушки отключения или о положении выключателя</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0ffe0;"> <p><b>ДАТА</b></p> <p>2008 ЯНВ 1</p> </div>	<p>Отображение и настройка даты реле SEPAM: год, месяц, день</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0ffe0;"> <p><b>ВРЕМЯ</b></p> <p>0ч 0мин 0с</p> </div>	<p>Отображение и настройка времени реле SEPAM: часы, минуты, секунды</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0ffe0;"> <p><b>ЛОГИЧ. ВХОДЫ</b></p> <p>ТИП НАПР. = ПОСТ. ТОК</p> </div>	<p>Отображение и выбор напряжения питания: переменный ток / постоянный ток</p>

Экран	Описание
<b>ЛОКАЛ. РЕЖИМ</b> ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ОТКЛ.	Активация функции дистанционного отключения в локальном режиме: принято / не принято
<b>УСТ. ПАРОЛЬ</b> ПАРОЛЬ = xxxx	Активация и определение пароля
<b>СОСТ. ВХОДА</b> I1 ... I4 = 1001	Отображение состояния логических входов I1–I4, слева направо: 0 – не сработало, 1 – сработало
<b>СОСТ. ВЫХОДА</b> O1 ... O6 = 000100	Отображение состояния выходных реле O1–O6, слева направо: 0 – не сработало, 1 – сработало
<b>SEPAМ</b> V1.3	Отображение номера версии программного обеспечения SEPAМ
<b>НАЗН. ВВ./ВЫВ.</b> СТАНДАРТНЫЙ	Отображение и выбор режима работы реле SEPAМ: стандартный / пользовательский

Таблица 1.22

## Меню пользовательских параметров

Экран	Описание
<b>НАЗНАЧ. O1</b> ЗАЩИТА XX	Отображение и выбор назначения выходного реле O1
<b>НАЗНАЧ. O2</b> ЗАЩИТА XX	Отображение и выбор назначения выходного реле O2
<b>НАЗНАЧ. O3</b> ЗАЩИТА XX	Отображение и выбор назначения выходного реле O3
<b>НАЗНАЧ. O5</b> КОНТР Ц ОТКЛ	Отображение и выбор назначения выходного реле O5
<b>НАЗНАЧ. O6</b> АВ СИГН 49	Отображение и выбор назначения выходного реле O6
<b>ФИКС. РЕЛЕ</b> O1=ДА O2=ДА O3=ДА	Отображение и выбор защелки выходных реле O1, O2, O3

Экран	Описание
<b>ИНВЕРС. РЕЛЕ</b> O1=НЕТ O2=НЕТ	Отображение и выбор инвертирования выходных реле O1 и O2
<b>НАЗНАЧ. I3</b> ВНЕШН ОТКЛЮЧ.	Отображение и выбор назначения логического выхода I3
<b>НАЗНАЧ. I4</b> ВНЕШН. СБРОС	Отображение и выбор назначения логического выхода I4
<b>УДЕРЖ. СИД 1</b> ФАЗА=ДА ЗЕМЛЯ=ДА	Отображение и выбор защелки для двух светодиодов: <ul style="list-style-type: none"> <li>• защита от междуфазных замыканий;</li> <li>• защита от замыканий на землю</li> </ul>
<b>УДЕРЖ. СИД 2</b> ТЕПЛ.ЗАЩ.=ДА ВНЕШН.=Д	Отображение и выбор защелки для двух светодиодов: <ul style="list-style-type: none"> <li>• перегрев;</li> <li>• внешняя неисправность</li> </ul>

## 2. SEPAM 1000+ СЕРИИ 20

Гамма устройств защиты и измерения SEPAM 1000+ серии 20 предназначена для эксплуатации электрических аппаратов и распределительных сетей промышленных установок и подстанций для всех уровней напряжения.

В это семейство входит пять моделей для определенного вида защиты систем:

- с измерением тока:
  - SEPAM серии S20 для защиты подстанций (вводы и отходящие фидеры);
  - SEPAM серии T20 для защиты трансформаторов;
  - SEPAM серии M20 для защиты двигателей;
- с измерением напряжения и частоты:
  - SEPAM серии B21 для защиты сборных шин;
  - SEPAM серии B22 для защиты от потери питания.



Рис. 2.1. SEPAM 1000+ серии 20 (внешний вид)

Устройство SEPAM серии S20 можно использовать в следующих сферах:

1. Защита вводов и фидеров подстанций.
2. Защита конденсаторной батареи.

Функции защиты:

- защита от междуфазных коротких замыканий, чувствительная к наибольшему из измеренных значений фазного тока;
- защита от замыканий на землю;
- защита от фазного небаланса.

Устройство SEPAM серии T20 можно использовать в следующих сферах:

1. Защита отходящих линий к трансформатору.
2. Защита трансформаторных вводов.

Функции защиты:

- защита от междуфазных коротких замыканий, чувствительная к наибольшему из измеренных значений фазного тока;
- защита от замыканий на землю;
- защита от фазного небаланса;
- защита оборудования от теплового повреждения, вызванного перегрузками.

Устройство SEPAM серии M20 можно использовать в следующих сферах:

1. Защита двигателей.
2. Защита блока «двигатель – трансформатор».

Функции защиты:

- защита от междуфазных коротких замыканий, чувствительная к наибольшему из измеренных значений фазного тока;
- защита от замыканий на землю;
- защита от фазного небаланса;
- защита оборудования от теплового повреждения, вызванного перегрузками;
- защита насосов от последствий потери напора путём обнаружения работы двигателя без нагрузки;
- защита от перегрева двигателя, вызванного затянутым пуском при запуске двигателя с перегрузкой и блокировкой ротора, вызванной нагрузкой двигателя;
- защита от перегрева, вызываемого слишком частыми пусками.

Устройство SEPAM серии B21 и B22 можно использовать лишь для защиты сборных шин.

Функции защиты:

- защита электродвигателей от перегрузок, вызванных недостаточным или несимметричным напряжением в сети, и определение обратного направления вращения фаз;
- контроль исчезновения напряжения, поддерживаемого вращающимися машинами, до разрешения повторного включения сборных шин;
- защита двигателей при снижении напряжения или определение anomalно низкого напряжения сети для выполнения функций автоматики (частотная разгрузка или переключение источников питания);
- определение нарушения изоляции в системах с изолированной нейтралью;

- защита от чрезмерного снижения частоты;
- защита от чрезмерного превышения частоты;
- защита по скорости изменения частоты, используемая для быстрого отключения от электрической сети источника питания или для управления разгрузкой.

## 2.1. Общая структура устройства SEPAM 1000+ серии 20

Существуют два возможных варианта логики работы выходных реле, светодиодов и логических входов (аналогично SEPAM серии 10 A):

1. *Стандартная логика* работы устанавливается после предварительного назначения выходных реле, сигнальных СИД на передней панели и логических входов.

2. *Логика, настраиваемая пользователем*, используется при необходимости изменения назначения выходных реле, светодиодов и логических входов.

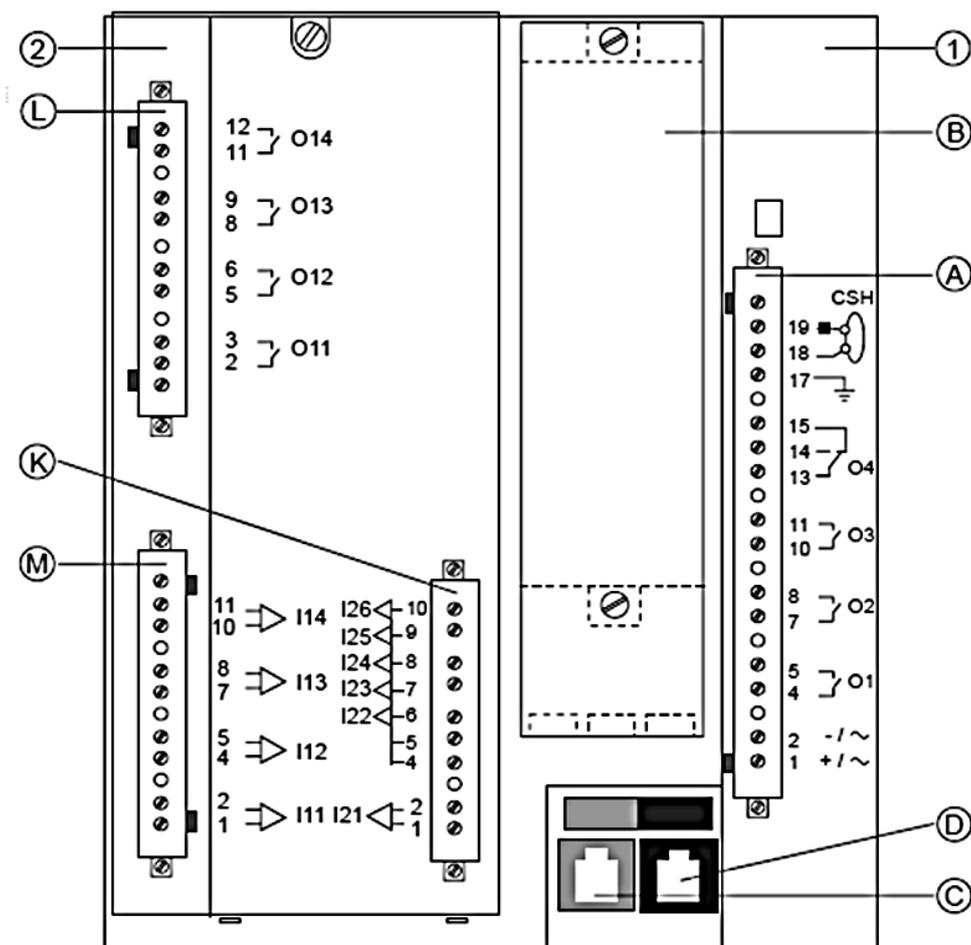


Рис. 2.2. Разъемы задней панели SEPAM 1000+ серии 20

На рис. 2.2 представлен общий вид задней панели базового модуля SEPAM 1000+ серии 20:

**1** – базовое устройство;

**A** – разъем базового устройства:

- питание;
- выходные реле от O1 до O4;
- входы для торов CSH 30, 120, 200 или ACE 990;

**B** – разъем (ССА 630) для подсоединения входа тока трансформатора тока ТТ 1/5 А, или разъем (ССА 670) для подсоединения входа тока датчика типа LPCT (тор Роговского), либо разъем (ССТ 640) для подсоединения входа напряжения.

**C** – подключение модуля связи (зеленого цвета);

**D** – подключение выносных модулей (черного цвета);

**2** – дополнительный модуль входов/выходов (MES 108 или MES 114);

**L, M** – разъемы модуля MES 108 или MES 114;

**K** – разъем модуля MES 114.

Таблица 2.1

Описание разъема A

Схема	Клемма	Назначение
	1-2	Оперативное питание: <ul style="list-style-type: none"> <li>• напряжение источника питания переменного тока на клеммах 1 и 2;</li> <li>• напряжение источника питания постоянного тока;</li> <li>• клемма 1: положительная полярность;</li> <li>• клемма 2: отрицательная полярность</li> </ul>
	4-5	Выходное реле O1 – нормально открытый контакт
	7-8	Выходное реле O2 – нормально открытый контакт
	10-11	Выходное реле O3 – нормально открытый контакт
	13-14-15	Выходное реле O4: <ul style="list-style-type: none"> <li>• клемма 13: общий контакт;</li> <li>• клемма 13-14: нормально открытый контакт;</li> <li>• клемма 13-15: нормально закрытый контакт</li> </ul>
	17	Защитное заземление
	18-19	Входы для торов CSH 30, 120, 200 или ACE 990

Возможны следующие варианты подключения разъема В:

1. Подключение входов тока (разъем ССА 630) для SEPAM серий S20, T20, M20 (табл. 2.2).

Таблица 2.2

*Подключение к разъему В*

Схема	Клемма	Назначение
	1–4	Токовый вход, фаза А
	2–5	Токовый вход, фаза В
	3–6	Токовый вход, фаза С

2. Подключение входов тока (разъем ССА 670) для SEPAM серий S20, T20, M20 (табл. 2.3).

Таблица 2.3

*Подключение к разъему В*

Схема	Разъем (подключение трех датчиков типа LPCT)	Назначение
	L1	Токовый вход, фаза А
	L2	Токовый вход, фаза В
	L3	Токовый вход, фаза С

3. Подключение входов напряжения (разъем ССТ 640) для SEPAM серий В21и В22 (табл. 2.4).

Таблица 2.4

*Подключение к разъему В*

Схема	Разъем	Назначение
	1–2	Вход напряжения, $V_1$
	3–4	Вход напряжения, $V_2$
	5–6	Вход напряжения, $V_3$
	7–8	Вход напряжения, $V_0$

Четыре выхода базового устройства могут быть дополнены за счет добавления модулей MES 108 с 4 входами и 4 выходами или MES 114 с 10 входами и 4 выходами, устанавливаемого на задней панели базового устройства.

Назначение входов и выходов модулей устанавливается через усовершенствованный интерфейс UMI или с помощью программного обеспечения SFT 2841.

Таблица 2.5

Описание модуля MES 114

Схема	Разъем L	
	Клемма	Назначение
	2-3	Выходное реле управления O11 – нормально открытый контакт
	5-6	Выходное реле сигнализации O12 – нормально открытый контакт
	8-9	Выходное реле сигнализации O13 – нормально открытый контакт
	11-12	Выходное реле сигнализации O14 – нормально открытый контакт
	Разъем M	
	1-2	Независимый логический вход I11
	4-5	Независимый логический вход I12
	7-8	Независимый логический вход I13
	10-11	Независимый логический вход I14
	Клемма	Назначение
	Разъем K	
1-2	Независимый логический вход I21	
I22-I26	Пять логических входов с общей точкой	

## 2.2. Интерфейс SEPAM серии 20

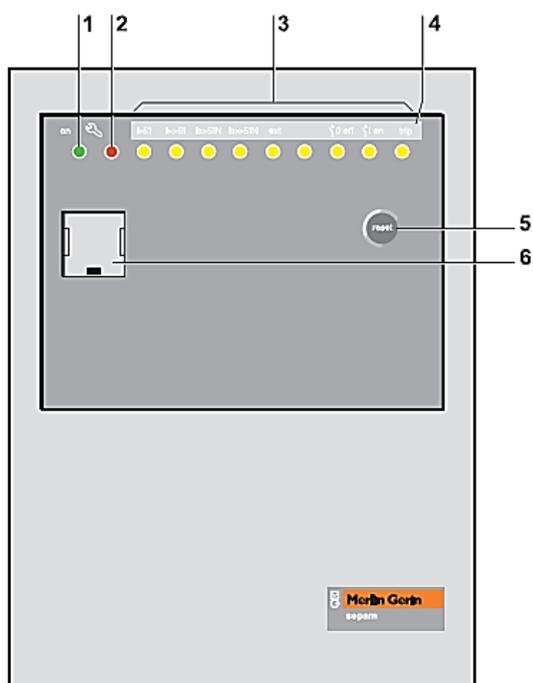
Передняя панель SEPAM 1000+ может иметь два варианта интерфейса «человек–машина» (UMI):

- стандартный интерфейс с сигнальными лампами, предназначенный для установок, управляемых дистанционно, без необходимости местного управления ими;
- усовершенствованный интерфейс с клавиатурой и графическим жидкокристаллическим экраном (LCD) для обеспечения доступа ко всей информации, необходимой для местного управления и для параметрирования SEPAM 1000+.

Интерфейс на передней панели SEPAM 1000+ может быть дополнен экспертным интерфейсом, создаваемым программой SFT 2841 на персональном компьютере, который используется для всех функций параметрирования, местного управления и индивидуализации SEPAM 1000+.

**Стандартный интерфейс** включает в себя:

- лампы, указывающие на состояние SEPAM;
- 9 желтых сигнальных параметрируемых ламп, снабженных стандартными надписями;
- кнопку «reset»;
- разъем для подсоединения к ПК (разъем защищен скользящей крышкой).



- 1 – зеленая сигнальная лампа, указывающая на то, что SEPAM включен;
- 2 – красная сигнальная лампа, указывающая на то, что SEPAM находится в нерабочем состоянии;
- 3 – 9 жёлтых сигнальных ламп;
- 4 – бирка с указанием назначения сигнальных ламп;
- 5 – квитирование (сброс) аварийных сообщений и квитирование SEPAM;
- 6 – порт связи с ПК.

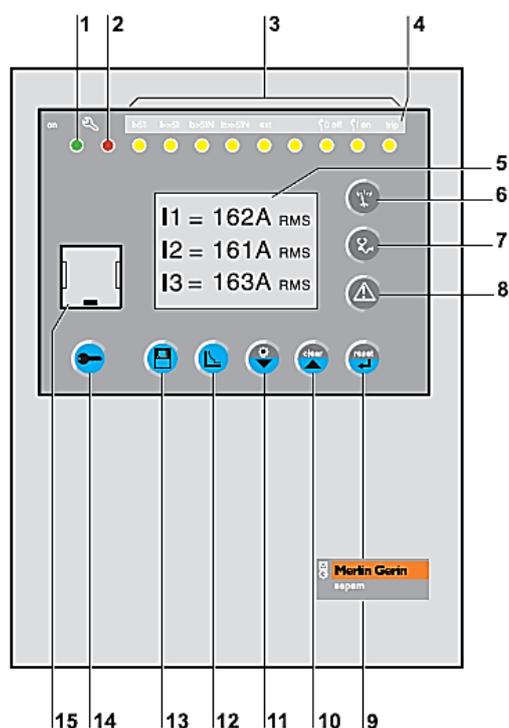
*Рис. 2.3. Внешний вид передней панели SEPAM 1000+ серии 20 со стандартным UMI*

**Усовершенствованный, или выносной, интерфейс.** В дополнение к стандартному интерфейсу этот вариант имеет еще:

- жидкокристаллический графический дисплей;
- клавиатуру с 9 кнопками с двумя режимами использования:
  - белые кнопки, активные при текущей эксплуатации;
  - синие кнопки, активные в режиме параметрирования и регулировки защит;
- кнопки, позволяющие осуществлять перемещение по меню, прокрутку и подтверждение выведенных на экран величин;
- кнопку «lamp test».

Функции усовершенствованного УМІ также обеспечиваются дополнительным модулем, подключаемым к SEPAM 1000+ со стандартным УМІ (подключение производится с помощью заводских кабелей разной длины).

Этот модуль устанавливается на передней панели ячейки в наиболее удобном для работы месте.



*Рис. 2.4. Внешний вид передней панели SEPAM 1000+ серии 20 с усовершенствованным УМІ*

**1** – зеленая сигнальная лампа, указывающая на то, что SEPAM включен;

**2** – красная сигнальная лампа, указывающая на то, что SEPAM находится в нерабочем состоянии;

- 3 – 9 жёлтых сигнальных ламп;
- 4 – бирка с указанием назначения сигнальных ламп;
- 5 – графический LCD-дисплей.

Кнопки текущей эксплуатации (белые кнопки):

- 6 – кнопка индикации измерений;
- 7 – кнопка индикации информации «Диагностика аппаратуры и сети»;
- 8 – кнопка индикации предупредительных сообщений;
- 9 – кнопка «reset» – сброс в исходное состояние;
- 10 – кнопка квитирования и стирания предупредительных сообщений.

Кнопки для установки параметров и уставок защит (синие кнопки):

- 12 – кнопка доступа к уставкам защит;
- 13 – кнопка доступа к параметрированию SEPAM;
- 14 – кнопка, позволяющая ввод двух паролей, необходимых для изменения параметров и уставок защит;

↵, ▲, ▼ – кнопки, позволяющие осуществлять перемещение по меню, прокрутку и подтверждение ввода установленных значений;

11 – кнопка «тестирование ламп»: последовательно включает все сигнальные лампы;

15 – порт связи с ПК.

Световые индикаторы состояния (1 и 2) сообщают информацию об общем состоянии реле SEPAM (табл. 2.6):

Таблица 2.6

*Описание состояния световых индикаторов*

Пиктограмма	Функции
оп	Светодиод зеленого цвета: SEPAM включен
	Светодиод красного цвета: устройство неисправно (SEPAM находится в нерабочем положении)

Доступ к **измерениям и параметрам** обеспечивается с помощью клавиш «metering» (измерения), «diagnosis» (диагностика), «status» (состояние) и «protection» (защита) через последовательность экранов (петлевой принцип). Эти данные распределены по категориям в четырех меню, связанных с четырьмя следующими клавишами:



– измерения;



– диагностика оборудования и дополнительные измерения;



– основные параметры;



– уставки защит.

Нажатием на клавишу можно перейти к следующему экрану петли. Если на экране более 4 строк, то перемещение по этому экрану осуществляется с помощью клавиш управления курсором ▲, ▼.

Существуют три уровня использования режимов **регулировки и параметрирования**:

- рабочий уровень: позволяет осуществить доступ к считыванию информации со всех экранов и не требует никакого пароля;
- уровень регулировки: требует в ведении первого пароля (клавиша ) и позволяет выполнять регулировку защит (клавиша )
- уровень параметрирования: требует введения второго пароля (клавиша ) и позволяет также изменять основные параметры (клавиша )

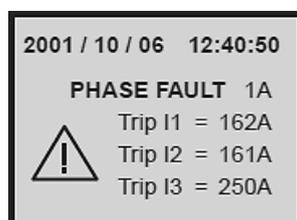


Рис. 2.5. ЖК-дисплей SEPAM 1000+ серии 20

Таблица 2.7

Описание световых индикаторов

Обозначение на передней панели	Функции
I>51	Срабатывание максимальной токовой защиты от междуфазных замыканий, ступень 1
I>>51	Срабатывание максимальной токовой защиты от междуфазных замыканий, ступень 2
Io>51N	Срабатывание защиты от замыканий на землю, ступень 1
Io>>51N	Срабатывание защиты от замыканий на землю, ступень 2
Ext	–
0 off	Выключатель отключен
I on	Выключатель включен
Trip	Отключение командой управления положением выключателя

При определении аварии SEPAM использует следующие способы оповещения:

- светодиод, который горит, пока присутствуют аварийные параметры;
- отображение аварийного сообщения на дисплее (усовершенствованного УМІ), пока оператор не нажмет кнопку сброса;

- реле SEPAM серии 20, подключенное к сети связи:
  - дистанционная индикация аварийных сообщений через связь;
  - возможность получения команды сброса аварийных сообщений по линии связи.

Светодиоды указывают, какая функция защиты сработала (табл. 2.7).

Такая установка параметров по умолчанию может быть изменена в соответствии с требованиями пользователя при помощи программного обеспечения SFT 2841.

**Обработка аварийных сигналов при помощи усовершенствованного УМІ:**

- при появлении какого-либо события загорается сигнальная лампа и на дисплее высвечивается соответствующее сообщение;
- пользователь нажимает кнопку «clear» для удаления сообщения;
- после устранения неисправности и нажатия кнопки «reset» сигнальная лампа гаснет и происходит перезапуск защиты;
- список аварийных сообщений остается доступным (кнопка ) и может быть удален нажатием кнопки «clear».

Таблица 2.8

*Список аварийных сообщений*

Сработавшая функция	Сообщение
Максимальная токовая защита в фазах	МТЗ
Максимальная токовая защита на землю	ЗАМ. НА ЗЕМ.
Тепловая перегрузка	СИГН. ТЕПЛ. ТЕПЛ. ЗАЩИТА
Несимметрия / составляющая обратной последовательности	НЕБАЛАНС
Блокировка ротора / блокировка ротора при запуске	БЛОК. РОТОРА / БЛОК. ПУСКА
Затянутый запуск	ЗАТЯН. ПУСК
Ограничение количества пусков	БЛОКИРОВКА ПУСКА
Минимальная токовая защита в фазах	МИН. ТОК
Максимальное линейное напряжение	МАКС. НАПРЯЖ.
Минимальное линейное напряжение	МИН. НАПРЯЖ.
Минимальное напряжение прямой последовательности	МИН. НАПРЯЖ. V2
Минимальное фазное напряжение	МИН. НАПРЯЖ. V1 МИН. НАПРЯЖ. V2 МИН. НАПРЯЖ. V3
Максимальное напряжение нулевой последовательности	ПОЯВЛЕН. V0
Максимальная частота	МАКС. ЧАСТОТА

Сработавшая функция	Сообщение
Минимальная частота	МИН. ЧАСТОТА
Скорость изменения частоты	СКОР. ИЗМ. ЧАСТОТЫ
Контроль температуры	СИГ. ТЕМПЕР. ОТКЛ. ТЕМПЕР ОТКАЗ ДАТЧ.
Термостат	СИГ. ТЕРМОСТАТ. ОТКЛ. ТЕРМОСТАТ
Газовое реле	СИГ. ГАЗ. РЕЛЕ ОТКЛ. ГАЗ. РЕЛЕ
Давление	ОТКЛ. ДАВЛЕН.
Контроль цепи отключения	ЦЕПЬ АВ. ОТКЛ.
Управление выключателем/контактором	ОТКАЗ УПРАВЛ.
Автоматическое повторное включение (АПВ)	ОКОНЧАТ. ОТКЛ.
АПВ	УДАЧНОЕ АПВ

Для адаптации к наибольшему количеству возможных применений, а также для последующей модернизации установки SEPAM могут быть функционально улучшены путем добавления различных модулей:

- использование модулей «Plug & play», простота их установки и подсоединения;
- общий для всех типов SEPAM ввод в эксплуатацию путем параметрирования с помощью программного обеспечения.

### 2.3. Дополнительные модули SEPAM

#### 2.3.1. Модули входов/выходов MES 108 или MES 114

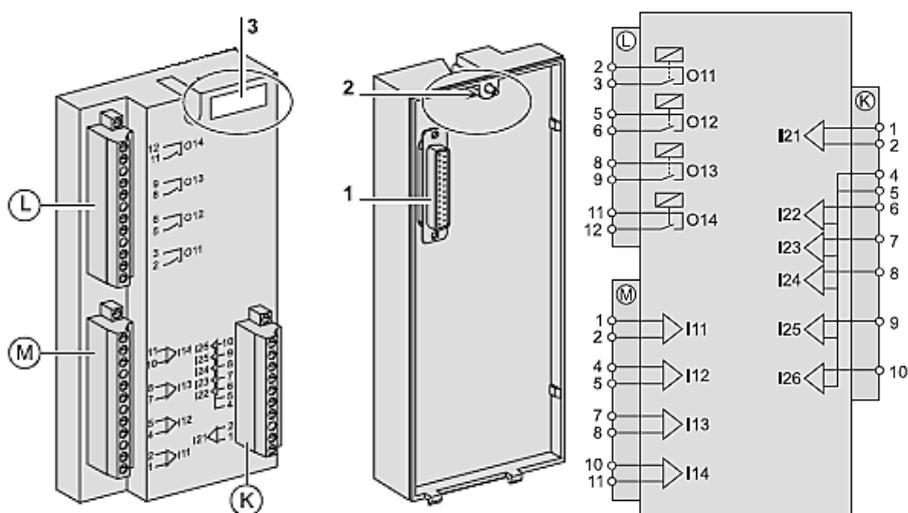


Рис. 2.6. Модуль MES 114 на 10 входов и 4 выхода

**1** – 25-контактный разъем sub-D для подключения модуля к базовому блоку;

**2** – выключатель переключения напряжения на входах модулей MES 114E и MES 114F, устанавливается в положение:

- Vdc для 10 входов напряжения постоянного тока (положение по умолчанию);

- Vac для 10 входов напряжения переменного тока;

**3** – этикетка с данными идентификации модулей MES 114E и MES 114F (указание параметров в соответствии с входным напряжением);

**4(L)** – разъемы для подключения 4 выходных реле:

- O11: 1 выходное реле управления;

- O12 – O14: 3 выходных реле сигнализации;

**5(M)** – разъемы для подключения 4 независимых логических входов (I11–I14);

**6(K)** – разъемы для подключения 6 логических входов:

- I21: 1 независимый логический вход;

- I22 – I26: 5 логических входов с общей точкой.

Расширение четырех выходов, имеющих на базовом устройстве, осуществляется за счет использования дополнительного модуля MES, представленного в двух вариантах:

- модуль MES 108 с 4 входами / 4 выходами;

- модуль MES 114 с 10 входами / 4 выходами.

Модуль MES 114 представлен в трех модификациях на разные диапазоны входного напряжения:

- MES 114 с 10 входами напряжения (24...250 В постоянного тока);

- MES 114E с 10 входами напряжения (110...125 В переменного или постоянного тока);

- MES 114F с 10 входами напряжения (220...250 В переменного или постоянного тока).

Назначение входов и выходов модулей устанавливается через усовершенствованный УМІ или с помощью программного обеспечения SFT 2841.

### 2.3.2. Модуль температурных датчиков MET 148-2

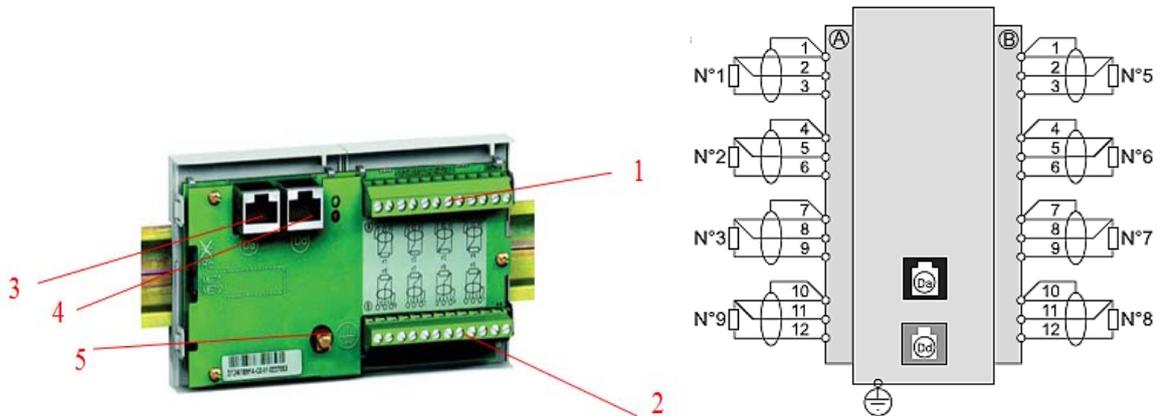


Рис. 2.7. Модуль MET 148-2

- 1 – клеммная колодка для подключения датчиков 1–4 (А);
- 2 – клеммная колодка для подключения датчиков 5–8 (В);
- 3 – разъем RJ45 для подключения модуля к базовому устройству кабелем ССА77х (Da);
- 4 – разъем RJ45 для подключения следующего модуля кабелем ССА77х (в зависимости от применения) (Dd);
- 5 – зажим заземления ( $\perp$ ).

Модуль MET 148-2 обеспечивает присоединение 8 температурных датчиков одного типа:

- температурные датчики типа Pt100, Ni100 или Ni120 в соответствии с параметрированием;
- трехпроводные температурные датчики.

К базовому устройству модуль присоединяется с помощью готовых кабелей ССА 770 (длиной 0,6 м), ССА 772 (длиной 2 м) либо ССА 774 (длиной 4 м);

Измерение температуры (например, внутри обмоток трансформатора или на двигателе) осуществляется следующими функциями защиты:

- тепловая защита (с учетом температуры окружающей среды);
- контроль температуры.

### 2.3.3. Модуль аналогового входа MSA 141

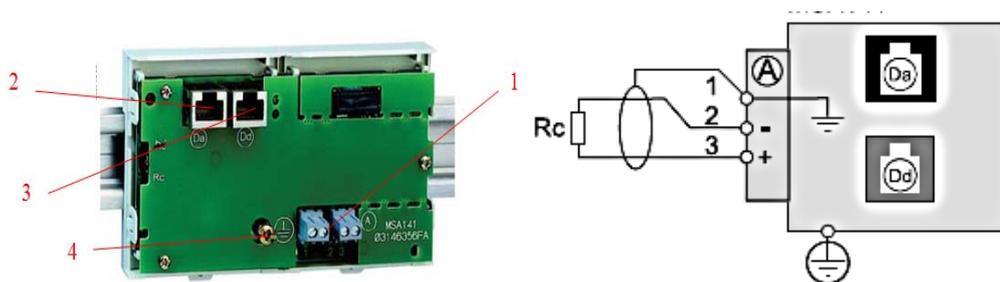


Рис. 2.8. Модуль MSA 141

- 1 – клеммный блок аналогового выхода (A);
- 2 – разъем RJ45 для подключения модуля к базовому устройству кабелем CCA77x (Da);
- 3 – разъем RJ45 для подключения следующего модуля кабелем CCA77x (в зависимости от применения)(Dd);
- 4 – зажим заземления ( $\perp$ ).

Модуль MSA 141 преобразует измерения SEPAM в аналоговый сигнал:

- выбор измерения для преобразования осуществляется путем параметрирования;
- аналоговый сигнал 0–10 мА, 4–20 мА, 0–20 мА в соответствии с параметрированием;
- масштабирование аналогового сигнала путем параметрирования минимального и максимального значений преобразованного измерения.

**Пример:** для подачи тока 1-й фазы на аналоговый выход 0–10 мА в диапазоне 0–300 А необходимо установить параметры:

- минимального значения = 0;
- максимального значения = 3000.

К базовому устройству модуль присоединяется с помощью готовых кабелей CCA 770 (длиной 0,6 м), CCA 772 (длиной 2 м) либо CCA 774 (длиной 4 м).

Управление аналоговым выходом может также осуществляться дистанционно через сеть связи.

### 2.3.4. Модуль выносного усовершенствованного интерфейса DSM303

Функции кнопок аналогичны базовому блоку SEPAM 1000+ серии 20 с усовершенствованным интерфейсом UMI.

При подсоединении к SEPAM без дисплея DSM 303 обеспечивает все функциональные возможности усовершенствованного, интегрированного в SEPAM дисплея.

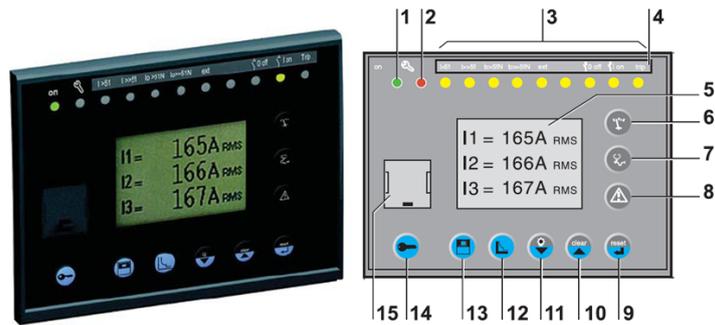


Рис. 2.9. Модуль DSM303

Модуль устанавливается на передней панели ячейки в наиболее удобном для работы пользователя месте:

- уменьшенная глубина модуля < 30 мм (1,2 дюйма);
- модуль для каждого SEPAM присоединяется с помощью готовых кабелей ССА 772 (длиной 2 м) или ССА 774 (длиной 4 м).

Данный модуль не может подсоединяться к SEPAM со встроенным дисплеем.

### 2.3.5. Интерфейсный модуль ACE 949-2 для двухпроводной линии связи RS 485

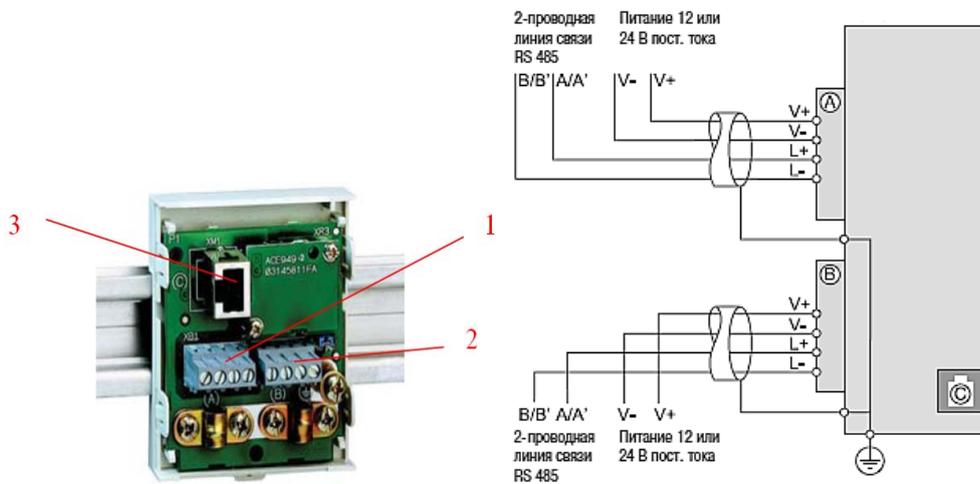


Рис. 2.10. Модуль ACE 949-2

**1(A) и 2(B)** – клеммные колодки для сетевого кабеля;  
**3(C)** – разъем RJ45 для подключения интерфейсного модуля к базовому устройству кабелем ССА612.

Интерфейсный модуль ACE949-2 выполняет две функции:

- соединение с 2-проводной сетью RS 485 через клеммные колодки;
- соединение с базовым устройством SEPAM по кабелю ССА612 через разъем RJ45.

Сигнальная лампа «Линия активирована» мигает, когда линия связи активирована (осуществляется передача или прием).

Переключатель для согласования конца линии сети RS 485 с сопротивлением нагрузки ( $R_c = 150 \text{ Ом}$ ), устанавливается:

- в положение «R<sub>e</sub>», если модуль не является последним в цепочке (положение по умолчанию);
- в положение «R<sub>c</sub>», если модуль является последним в цепочке соединения.

Модуль ACE 949-2 обеспечивает подключение базового устройства к двухпроводной линии связи RS 485 (на физическом уровне). Подсоединяется к разъему (C) базового устройства с помощью заводского кабеля ССА 612 с зелеными разъемами. Питание на модуль подается от источника 12 или 24 В постоянного тока.

### 2.3.6. Интерфейсный модуль ACE 959 для четырехпроводной линии связи RS 485

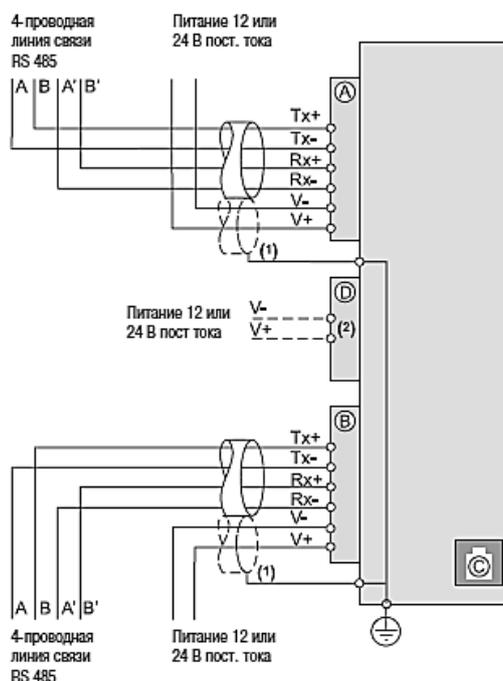


Рис. 2.11. Модуль ACE 959

**1(A) и 2(B)** – клеммные колодки для сетевого кабеля;

**3(C)** – разъем RJ45 для подключения интерфейсного модуля к базовому устройству кабелем ССА612;

**4(D)** – клеммный блок для подключения вспомогательного источника питания (12 или 24 В постоянного тока).

Сигнальная лампа «Линия активирована» мигает, когда линия связи активирована (осуществляется передача или прием). Перемычка для согласования конца линии сети RS 485 с сопротивлением нагрузки ( $R_c = 150 \text{ Ом}$ ), устанавливается:

- в положение «**Re**», если модуль не является последним в цепочке (положение по умолчанию);
- в положение «**Rc**», если модуль является последним в цепочке соединения.

Модуль ACE 959 обеспечивает подключение базового устройства к 4-проводной линии связи RS 485 (на физическом уровне). Подсоединяется к разъему (C) базового устройства с помощью заводского кабеля ССА с зелеными разъемами. Питание на модуль подается от источника 12 или 24 В постоянного тока.

Модуль ACE 959 получает распределенное питание отдельными проводами (которые не входят в состав экранированного кабеля). При помощи зажима (D) обеспечивается подсоединение модуля, подающего распределенное питание.

### 2.3.7. Интерфейсный модуль ACE 937 для оптоволоконной линии связи RS 485

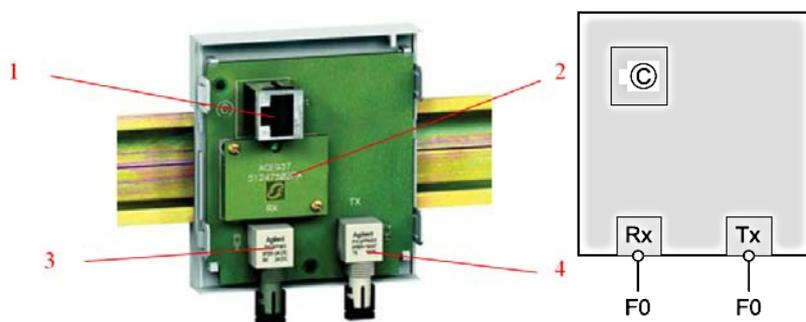


Рис. 2.12. Интерфейсный модуль ACE937

**1(C)** – разъем RJ45 для подключения интерфейсного модуля к базовому устройству кабелем ССА612;

**2** – светодиодный индикатор «Линия активна» – мигает, когда осуществляется передача или прием;

**3** – разъем Rx (прием SEPAM) – розетка типа ST;

**4** – разъем Tx (передача SEPAM) – розетка типа ST.

Модуль ACE 937 обеспечивает подключение SEPAM к оптоволоконной линии связи по схеме звезды. Подключается к базовому блоку SEPAM с помощью заводского кабеля ССА 612.

### 2.3.8. Мультипротокольные интерфейсные модули ACE969TP и ACE 969FO

Мультипротокольные интерфейсные модули для устройств SEPAM серий 20, 40 и 80 снабжены двумя портами для подключения к двум независимым сетям связи:

- порт для подключения SEPAM к вышестоящей локальной сети S-LAN, использующей один из трех протоколов (протокол связи выбирается при задании параметров устройства SEPAM):
  - МЭК 60870-5-103.
  - DNP3.
  - RTU Modbus.
- порт E-LAN (технологической локальной сети), зарезервированный для дистанционного задания параметров и управления устройством SEPAM с помощью программного обеспечения SFT2841.

Модули ACE969 выпускаются в двух исполнениях, различающихся интерфейсом порта S-LAN:

- ACE969TP – для подключения к сети S-LAN по витой паре (двухпроводная линия RS485);
- ACE969FO – для подключения к сети S-LAN по оптоволоконному кабелю (топология сети: «звезда» или «кольцо»).

Порт E-LAN всегда предназначен для подключения двухпроводной линии RS485.

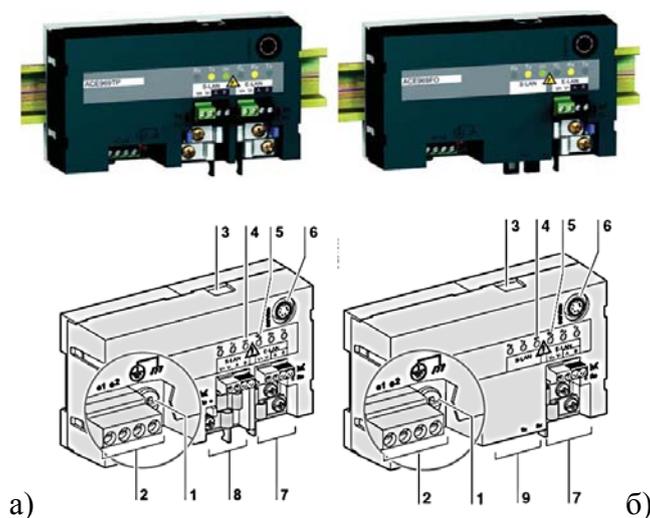


Рис. 2.13. Мультипротокольные интерфейсные модули ACE969TP (а) и ACE969FO (б)

- 1 – зажим заземления (с помощью поставляемой оплетки);
- 2 – клеммная колодка питания;
- 3 – разъем RJ45 для подключения интерфейсного модуля к базовому устройству кабелем ССА612;
- 4 – зеленый светодиодный индикатор питания модуля АСЕ969;
- 5 – красный светодиодный индикатор состояния интерфейса АСЕ969:
  - не светится: модуль АСЕ969 настроен и работает нормально;
  - мигает: модуль АСЕ969 не настроен или настроен неправильно;
  - горит ровным светом: отказ модуля АСЕ969;
- 6 – сервисный разъем, используемый для обновления программного обеспечения;
- 7 – порт связи E-LAN для подключения 2-проводной линии RS485 (АСЕ969ТР и АСЕ969ФО);
- 8 – порт связи S-LAN для подключения 2-проводной линии RS485 (АСЕ969ТР);
- 9 – порт связи S-LAN для подключения оптоволоконной линии (АСЕ969ФО).

### **2.3.9. Преобразователь интерфейса RS 232/RS 485 АСЕ909-2**

Преобразователь интерфейса АСЕ909-2 обеспечивает соединение ведущего (центрального) компьютера, оснащенного стандартным последовательным портом типа V24/RS 232 со станциями двухпроводной сети RS 485.

Не нуждающийся ни в каких сигналах управления обменом данными, преобразователь интерфейса АСЕ909-2 обеспечивает после задания параметров преобразование, отрицательное или положительное смещение сигнала и автоматическую диспетчеризацию блоков данных между ведущей и ведомыми станциями путем полудуплексной передачи по одной паре.

Преобразователь интерфейса АСЕ909-2 также обеспечивает распределенным питанием 12 или 24 В постоянного тока интерфейсные модули АСЕ949-2 или АСЕ959.

Настройки параметров обмена данными должны быть аналогичны настройкам SEPAM и ведущего устройства.

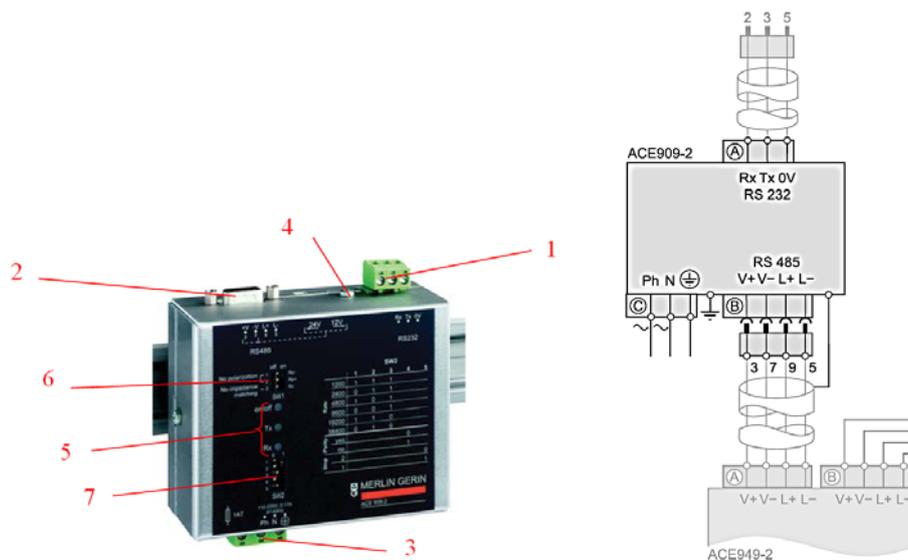


Рис. 2.14. Преобразователь интерфейса RS 232/RS 485 ACE909-2

- 1(A) – клеммная колодка для подключения линии RS 232;  
 2(B) – разъем sub-D для подключения к 2-проводной линии RS 485 с распределенным питанием;  
 3(C) – клеммная колодка питания;  
 4 – переключатель напряжения распределенного питания: 12 или 24 В постоянного тока;  
 5 – светодиодные индикаторы:
- ON/OFF: светится, когда на ACE909-2 подано питание;
  - Tx: светится, когда ACE909-2 осуществляет передачу через интерфейс RS 232;
  - Rx: светится, когда ACE909-2 осуществляет прием через интерфейс RS 232;
- 6 – переключатель SW1 для задания полярности смещения и подключения сопротивления оконечной нагрузки двухпроводной линии RS 485.

### 2.3.10. Преобразователь интерфейса RS 485/RS 485 ACE919CA и ACE919CC

Преобразователь интерфейса ACE919 обеспечивает соединение ведущего (центрального) компьютера, оснащенного стандартным последовательным портом типа RS 485 со станциями двухпроводной сети RS 485.

Не нуждающийся ни в каких сигналах управления обменом данными, преобразователь интерфейса ACE919 обеспечивает смещение сигнала и оконечную нагрузку линии.

Преобразователь интерфейса ACE909-2 также обеспечивает распределенным питанием 12 или 24 В постоянного тока интерфейсные модули ACE949-2, ACE959 или ACE969.

Преобразователи ACE919 выпускаются двух типов:

- ACE919CC с питанием постоянного тока.
- ACE919CC с питанием переменного тока.

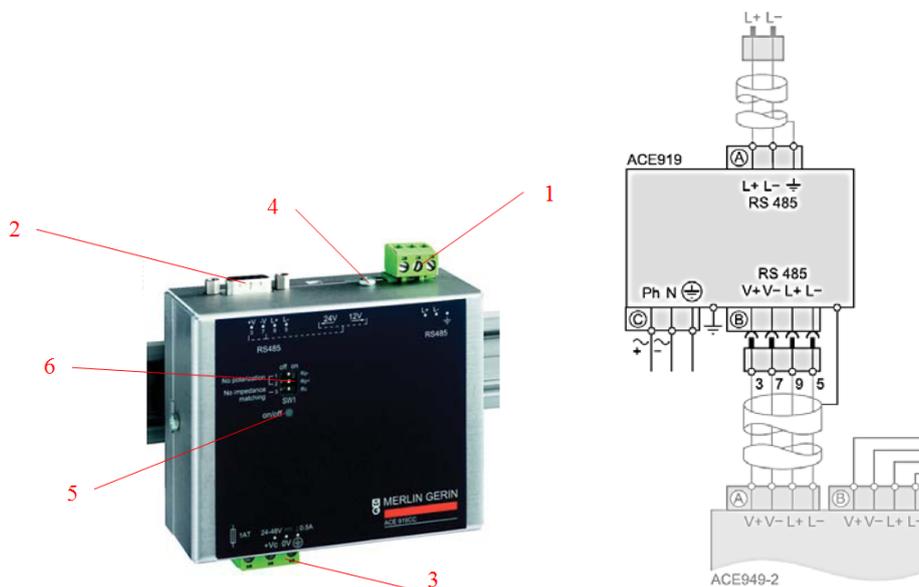


Рис. 2.15. Преобразователь интерфейса RS 485/RS 485 ACE919CA и ACE919CC

**1(A)** – клеммная колодка для подключения двухпроводной линии RS 485 без распределенного питания;

**2(B)** – розеточный 9-контактный разъем sub-D для подключения к двухпроводной линии RS 485 с распределенным питанием;

**3(C)** – клеммная колодка электропитания;

**4** – переключатель напряжения распределенного питания: 12 или 24 В постоянного тока;

**5** – светодиодный индикатор ON/OFF: светится, когда на ACE919 подано питание;

**6** – переключатель SW1 для задания полярности смещения и подключения сопротивления оконечной нагрузки двухпроводной линии RS 485.

### 2.3.11. Токовые разъемы CCA 630 / CCA 634

Трансформаторы тока (1 или 5 А) подключаются к разъемам CCA 630 или CCA 634 на задней панели SEPAM:

- разъем CCA 630 используется для подключения трех трансформаторов фазного тока к SEPAM;

- разъем CCA 634 используется для подключения трех трансформаторов фазного тока и трансформатора тока нулевой последовательности к SEPAM.

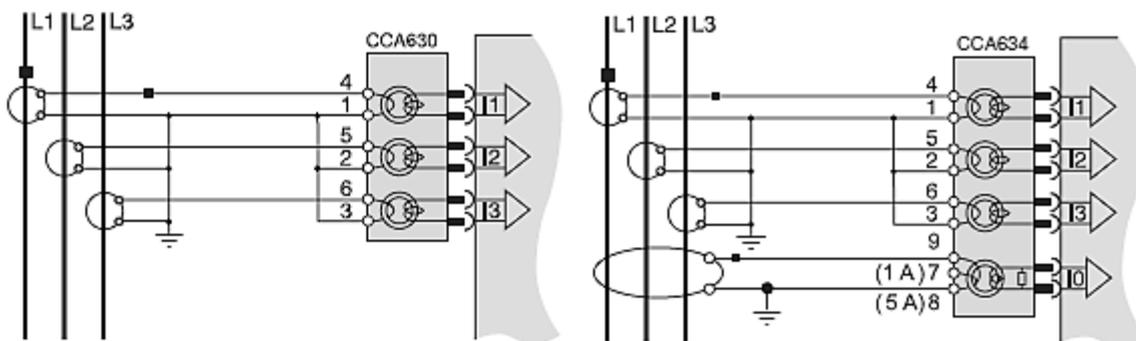


Рис. 2.16. Токовые разъемы (слева – ССА 630, справа – ССА 634)

Разъемы ССА 630 и ССА 634 имеют торы-адаптеры с пропущенным проводом первичной обмотки ТТ, что обеспечивает согласование и изоляцию между цепями 1 или 5 А и SEPAM при измерении фазного тока и тока нулевой последовательности. Эти разъемы могут быть отсоединены под током, так как их отсоединение не размыкает цепь вторичных обмоток трансформаторов тока.

### 2.3.12. Датчики тока типа LCPT (тор Роговского)



Рис. 2.17. Датчик тока CLP1 LPCT sensor

Датчики типа LPCT (Low Power Current Transducers) являются датчиками тока с выходом в виде напряжения и соответствуют стандарту МЭК 60044-8.

Гамма датчиков типа LPCT Merlin Gerin представлена следующими устройствами: CLP1, CLP2, CLP3, TPL160 и TPL190.

### 2.3.13. Токовый разъем ССА 670 / ССА 671

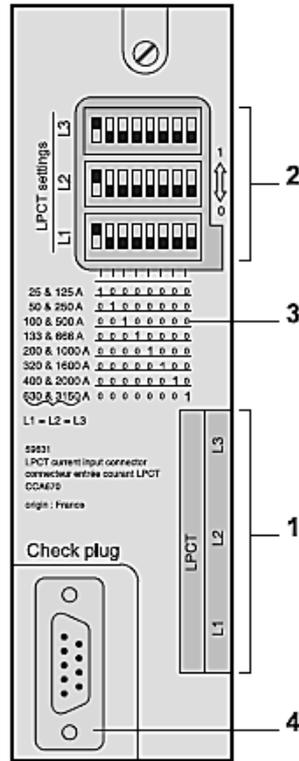


Рис. 2.18. Токовый разъем ССА 670 / ССА 671

- 1 – три разъема RJ45 для подключения датчиков LPCT;
- 2 – три блока микропереключателей для калибровки разъемов ССА 670 / ССА 671 в соответствии с номинальным значением фазного тока;
- 3 – таблица соответствия положения микропереключателей выбранному номиналу тока  $I_n$  (два значения  $I_n$  соответствуют одному положению микропереключателя);
- 4 – 9-контактный разъем sub-D для подключения тестирующего оборудования (непосредственное подключение адаптера ACE 917 или через разъем ССА 613).

Подключение трех трансформаторов тока LPCT осуществляется с помощью разъема ССА 670 или ССА 671 на задней панели SEPAM. Подключение только одного или двух датчиков LPCT не допускается и может привести к тому, что SEPAM перейдет в аварийный режим работы.

С помощью разъемов ССА 670 и ССА 671 обеспечиваются одни и те же функции, а различие состоит в расположении выводов для подключения датчиков LPCT:

- ССА 670: боковые выводы – для SEPAM серии 20 и SEPAM серии 40;
- ССА 671: радиальные выводы – для SEPAM серии 80.

### 2.3.14. Торы нулевой последовательности CSH 120 и CSH 200

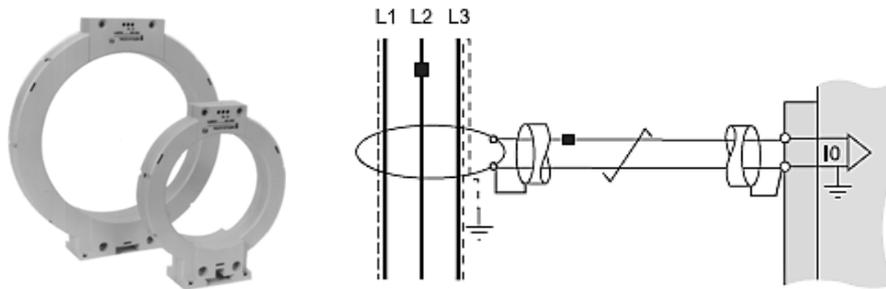


Рис. 2.19. Торы нулевой последовательности CSH 120 и CSH 200

Для измерения тока нулевой последовательности в SEPAM 1000+ серии 20 подключается к входу тока нулевой последовательности  $I_0$ , к разъему (A), к выводам 19 и 18 (экран).

Специально разработанные торы CSH 120 и CSH 200 используются для прямого измерения тока нулевой последовательности. Единственное различие между ними заключается в их диаметре. Ввиду своей низковольтной изоляции они могут применяться только с кабелями.

Торы имеют коэффициент трансформации равный 1/470. Точность измерения для тора CSH 120 колеблется в диапазоне  $\pm 5\%$ , для тора CSH 200 – в диапазоне  $\pm 10\%$ .

### 2.3.15. Промежуточный кольцевой тор-адаптер CSH 30

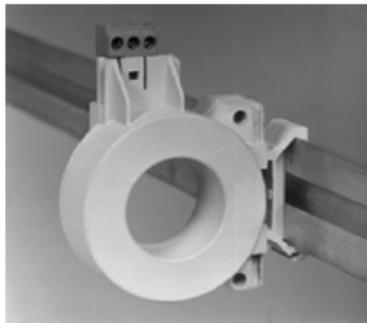
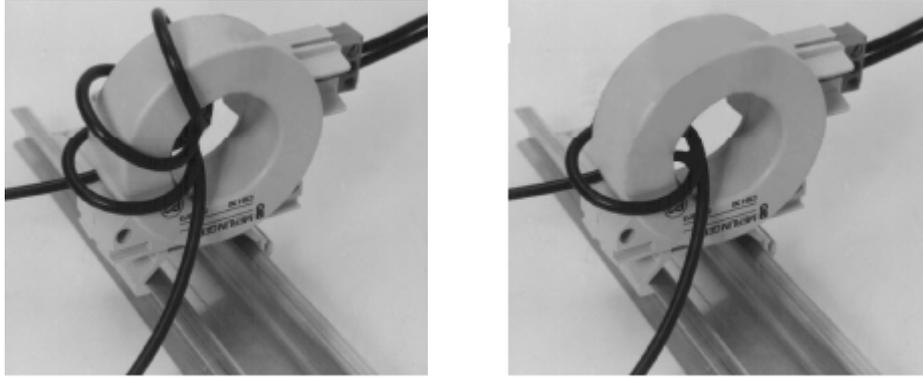


Рис. 2.20. Промежуточный кольцевой тор-адаптер CSH 30

Тор CSH 30 используется как адаптер, когда измерение тока нулевой последовательности осуществляется трансформаторами тока 1 или 5 А.

Адаптация к типу трансформатора тока 1 или 5 А осуществляется посредством изменения количества витков проводов вторичной обмотки, пропущенных через тор CSH 30:

- для номинального тока 5 А – 4 витка;
- для номинального тока 1 А – 2 витка.



*Рис. 2.21. Пример подключения к вторичной обмотке  
(слева – 5 А, справа – 1 А)*

Подключение к базовому устройству осуществляется аналогично торах нулевой последовательности CSH 120 и CSH 200.

### **2.3.16. Адаптер ACE 990**



*Рис. 2.22. Адаптер ACE 990*

**1(E)** – входной зажим адаптера ACE 990 для подключения тора нулевой последовательности;

**2(S)** – выходной зажим адаптера ACE 990 для подключения входа тока нулевой последовательности SEPAM.

Адаптер ACE 990 позволяет осуществлять согласование результатов измерений между тором тока нулевой последовательности среднего напряжения с коэффициентом  $1/n$  ( $50 < n < 1500$ ) и входом тока нулевой последовательности SEPAM.

К адаптеру ACE 990 можно подключить только один тор. Вторичная обмотка тора среднего напряжения подключается к 2 из 5 входных клемм адаптера ACE 990.

### 2.3.17. Разъем напряжения ССТ640

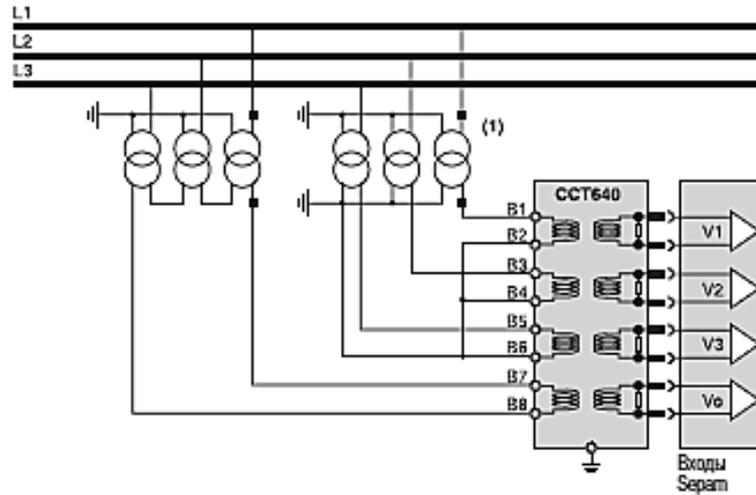


Рис. 2.23. Разъем ССТ640

Подключение вторичных обмоток трансформаторов фазного напряжения и напряжения нулевой последовательности осуществляется с помощью разъема ССТ 640, обозначенного на устройствах SEPAM типа В21 и В22.

Разъем имеет четыре трансформатора, с помощью которых осуществляется необходимое согласование и изоляция между трансформаторами напряжения и входными цепями SEPAM.

Клеммы В1–В6 используются для измерения фазного напряжения, клеммы В7 и В8 предназначены для измерения напряжения нулевой последовательности (описываемый вариант, подсоединение не производится, если измерение получено по сумме напряжений в 3 фазах).

## 2.4. Функции защиты и управления SEPAM 1000+ серии 20

SEPAM 1000+ выполняет основные функции управления и контроля, необходимые для работы электрической сети, и позволяет таким образом снизить потребность в использовании дополнительных реле.

Использование этих функций требует отдельного параметрирования и соответствующего подключения входов и выходов в соответствии с их назначением и типом SEPAM. Для назначения входов и установки параметров функций управления и контроля может использоваться усовершенствованный интерфейс UMI или программное обеспечение SFT 2841.

Поскольку один вход может быть назначен только для одной функции, не все функции доступны одновременно. Пример: когда используется функция логической селективности, функция переключения групп уставок не может быть использована.

Устройства SEPAM 1000+ серии 20 в зависимости от модификации (S20, T20, M20, B21, B22) содержат основные функции защиты и управления, описание которых представлено ниже.

### 2.4.1. Токовые защиты

1. **Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий (ANSI 50/51) (у устройств S20, T20, M20)** используется для определения токов перегрузки, которые возникают вследствие междуфазных коротких замыканий. Защита является трехфазной. Она запускается, когда один, два или три фазных тока достигают уставки срабатывания.

Характеристики:

- две группы уставок;
- мгновенное срабатывание или срабатывание с выдержкой времени;
- кривая с независимой выдержкой времени (DT) или с зависимой выдержкой времени (выбор из 16 типов стандартизованных кривых IDMT);
- со временем удержания или без времени удержания.

2. **Защита от замыкания на землю (ANSI 50N/51N) (у устройств S20, T20, M20)** используется для определения токов перегрузки, которые возникают вследствие коротких замыканий на землю. Защита работает на основании измеренных или расчётных значений тока нулевой последовательности. Значение тока нулевой последовательности рассчитывается или измеряется с помощью трёх датчиков фазного тока. Защита является однофазной. Она запускается, когда ток замыкания на землю достигает уставки срабатывания.

Обнаружение токов замыкания на землю осуществляется, в зависимости от параметрирования, с помощью:

- токов в трех фазах ( $3 \cdot I_0$ );
- специального тора CSH 120 или тора CSH 200 в зависимости от необходимого диаметра (этот метод позволяет добиться наилучшей чувствительности);
- трансформатора тока (номинальный ток 1 или 5 А) в сочетании с промежуточным кольцевым тором CSH 30.

Характеристики защиты:

- две группы уставок;
- кривая с независимой выдержкой времени (DT) или с зависимой выдержкой времени (выбор из 16 типов стандартизованных кривых IDMT);

- со временем удержания или без времени удержания;
- стабильность защиты во время включения трансформатора обеспечивается подавлением 2-й гармоники, активизируется путём параметрирования.

Ограничение 2-й гармоники позволяет обеспечить большую стабильность при пуске трансформаторов (измерение тока нулевой последовательности по сумме токов трех ТТ). Это ограничение блокирует отключение независимо от основной составляющей.

**3. Защита от фазного небаланса / максимальная защита обратной последовательности (ANSI 46) (у устройств S20, T20, M20).** Защита от фазного небаланса, который обнаруживается путём измерения тока обратной последовательности. Защита запускается, когда составляющая обратной последовательности фазных токов больше уставки срабатывания.

Применение:

- чувствительная защита от двухфазных коротких замыканий на конце длинной отходящей линии;
- защита оборудования от повышения температуры, вызванного несбалансированным питанием, неправильным направлением вращения фаз или потерей какой-либо фазы, а также защита от небаланса фазного тока.

Характеристики:

- кривая с независимой выдержкой времени (DT);
- одна специальная кривая Schneider Electric с зависимой выдержкой времени.

Ток обратной последовательности определяется по токам в трех фазах:

$$\vec{I}_i = \frac{1}{3} \cdot (\vec{I}_1 + a^2 \vec{I}_2 + a \vec{I}_3), \quad (2.1)$$

$$a = e^{j\frac{2\pi}{3}}. \quad (2.2)$$

Если SEPAM подсоединен к трансформаторам тока только 2 фаз, ток обратной последовательности вычисляется по формуле

$$\vec{I}_i = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot (\vec{I}_1 - a^2 \vec{I}_3). \quad (2.3)$$

Эти две формулы эквивалентны при отсутствии тока нулевой последовательности (замыкания на землю).

**4. Защита от тепловой перегрузки (ANSI 49 RMS) (у устройств T20, M20)** используется для защиты оборудования (двигателей, трансформаторов, генераторов, линий, конденсаторов) от теплового повре-

ждения, вызванного перегрузками, и основана на измерении потребляемого тока. Длительные перегрузки приводят к повышению температуры, что может повлечь преждевременное повреждение изоляции. Со временем такое преждевременное старение может привести к пробое изоляции.

Нагрев вычисляется с помощью математической модели, учитывающей:

- действующие значения тока (RMS);
- температуру окружающей среды;
- значение тока обратной последовательности, причину повышения температуры ротора двигателя.

Вычисление нагрева позволяет рассчитать данные прогноза для помощи в эксплуатации и управлении процессом. Эта функция включает в себя 2 группы уставок, каждая из которых состоит:

- из регулируемой уставки аварийной сигнализации;
- регулируемой уставки отключения;
- уставки начальной тепловой мощности для точной адаптации характеристик защиты к кривым теплостойкости оборудования, указанным производителем;
- постоянных времени нагрева и охлаждения оборудования.

Характеристики защиты:

- тепловая защита работает с действующим значением трехфазного тока, который учитывает все гармоники вплоть до 17-й;
- большинство машин предназначены для работы при максимальной температуре окружающей среды, равной 40 °С; функция защиты от тепловой перегрузки учитывает температуру окружающей среды с тем, чтобы увеличить рассчитанное значение нагрева, когда измеряемая температура превышает 40 °С;
- защита от тепловой перегрузки может блокировать включение выключателя электродвигателя до тех пор, пока повышенная температура не опустится ниже значения, при котором возможен повторный пуск (это значение учитывает нагрев, производимый двигателем во время его запуска).

Применение для трансформатора – переключение групп уставок с помощью логического входа в зависимости от того, какая вентиляция трансформатора используется – естественная или принудительная (ONAN или ONAF).

Применение для двигателя – переключение групп уставок с помощью логического входа в зависимости от уставки тока с учетом тепловых характеристик двигателя с заблокированным ротором.

**5. Автоматическое повторное включение (ANSI 79) (у устройства S22)**, позволяющее ограничить продолжительность перерыва в электроснабжении после отключения, вызванного неустойчивым или полуустойчивым повреждением в воздушной линии. Устройство производит автоматическое повторное включение (АПВ) выключателя после выдержки времени, необходимой для восстановления изоляции. Путём параметрирования работа АПВ легко адаптируется к различным режимам эксплуатации.

Характеристики:

- циклы повторного включения: каждый цикл связан с регулируемой выдержкой времени восстановления изоляции;
- регулируемая и независимая выдержка времени возврата и блокировки;
- активация циклов связана через параметрирование с мгновенными выходами или выходами с выдержкой времени функций защиты от коротких замыканий (ANSI 50/51, 50N/51N, 67, 67N/67NC);
- запрет/блокировка АПВ через логический вход.

Циклы АПВ:

- *случай устраненного повреждения*: если после команды на повторное включение повреждение не появляется по истечении выдержки времени ожидания, происходит инициализация устройства повторного включения, и на дисплее появляется сообщение;
- *случай неустраненного повреждения*: после отключения защитой (мгновенной или с выдержкой времени) запускается выдержка времени восстановления изоляции, связанная с первым активным циклом; по окончании этой выдержки времени дается команда на включение, и эта команда запускает выдержку времени ожидания; в случае если защита обнаружит повреждение до окончания этой выдержки времени, дается команда на отключение и активизируется следующий цикл автоматического повторного включения.

Если неисправность не устраняется после всех активных циклов, дается команда на окончательное отключение. На дисплей выводится сообщение, и включение блокируется до тех пор, пока пользователь не квитирует (сбросит) неисправность в соответствии с уставками защит.

*Включение на короткое замыкание*: если выключатель включается на короткое замыкание или если повреждение возникает до окончания выдержки времени блокировки, автоматическое повторное включение блокируется.

## 2.4.2. Защиты по напряжению

1. **Защита минимального напряжения прямой последовательности и контроль направления вращения фаз (ANSI 27D/47) (у устройств В21, В22).** Защита от фазного небаланса, возникающего в результате неправильного направления вращения фаз, несбалансированного питания или дальнего короткого замыкания, обнаруживаемых путём измерения напряжения обратной последовательности.

Обеспечивает защиту электродвигателей от ненормальной работы, вызванных недостаточным или несимметричным напряжением в сети, и определение обратного направления вращения фаз.

Данная защита запускается, когда составляющая прямой последовательности  $V_d$  системы трехфазного напряжения меньше уставки  $V_{sd}$  при

$$\begin{cases} \vec{V}_d = \frac{1}{3}(\vec{V}_1 + a\vec{V}_2 + a^2\vec{V}_3), \\ \vec{V}_d = \frac{1}{3}(\vec{U}_{21} - a^2\vec{U}_{32}), \\ V = \frac{U}{\sqrt{3}}, \end{cases} \quad (2.4)$$

где  $V$  – фазное напряжение;  $U$  – междуфазное напряжение.

Характеристики защиты:

- защита имеет независимую выдержку времени  $T$ ;
- защита позволяет обнаружить снижение электрического момента двигателя.

2. **Защита минимального напряжения обратной последовательности (ANSI 27R) (у устройств В21, В22),** используемая для контроля исчезновения напряжения, поддерживаемого вращающимися машинами, до разрешения повторного включения сборных шин, подающих питание на машины, во избежание электрических и механических переходных процессов в результате быстрого восстановления питания электрических двигателей.

Данная защита является однофазной:

- защита запускается, если линейное напряжение  $U_{21}$  меньше уставки  $U_S$ ;
- защита имеет независимую выдержку времени (постоянную).

3. **Защита минимального линейного напряжения (ANSI 27) (у устройств В21, В22)** используется для определения аномально низкого напряжения сети для выполнения функций автоматики (АВР, разгрузка) или для предохранения от переходных электрических и механических

эффектов при быстром повторном включении двигателей. Защита контролирует снижение каждого измеряемого линейного напряжения.

Данная защита является трехфазной:

- защита срабатывает, если одно из трех линейных напряжений меньше уставки  $U_S$ ;

- защита имеет независимую выдержку времени (постоянную).

**4. Защита минимального фазного напряжения (ANSI 27S) (у устройств В21, В22)** используется для определения аномально низкого напряжения сети. Данная защита является трехфазной. Защита запускается, если одно из трех фазных напряжений становится меньше уставки. Защита имеет три независимых выхода для матрицы управления.

**5. Защита максимального линейного напряжения (ANSI 59) (у устройств В21, В22)** предохраняет оборудование от чрезмерного повышения напряжения (уставка 2 – проверка линейных напряжений  $U_{32}$  и  $U_{21}$ ) и проверяет наличие напряжения, достаточного для работы автоматического ввода резерва (АВР) (уставка 1).

Данная защита является трехфазной:

- защита запускается, если одно из линейных напряжений превышает уставку;

- защита имеет независимую выдержку времени.

**6. Защита максимального напряжения нулевой последовательности (ANSI 59N) (у устройств В21, В22).** Определение нарушения изоляции осуществляется путем измерения напряжения нулевой последовательности в сетях с изолированной нейтралью. Защита обычно устанавливается на вводах трансформаторов или сборных шинах.

Данная защита срабатывает, если напряжение нулевой последовательности  $V_0$  превышает уставку  $V_{S0}$  при

$$\vec{V}_0 = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3 \quad (2.5)$$

- защита имеет независимую выдержку времени  $T$ ;
- напряжение нулевой последовательности либо рассчитывается по 3 фазным напряжениям, либо измеряется внешним ТН.

### 2.4.3. Защиты по частоте

**1. Защитой максимальной частоты (ANSI 81H) (у устройств В21, В22)** обнаруживается чрезмерное повышение частоты по отношению к номинальной частоте для поддержания высокого качества электроснабжения. Данная функция запускается, когда частота напряжения прямой последовательности превышает уставку и если напряжение прямой последовательности больше  $0,2 \cdot V_{пр}$  ( $U_{пр}/3$ ). Защита имеет независимую выдержку времени  $T$ .

2. **Защитой минимальной частоты (ANSI 81L) (у устройств В21, В22)** обнаруживается чрезмерное снижение частоты по отношению к номинальной частоте для поддержания высокого качества электропитания. Данная защита может действовать как на полное отключение, так и на разгрузку. Защита гарантированно не срабатывает при потере основного источника питания и наличии напряжения, поддерживаемого вращающимися машинами. Это достигается путем контроля скорости изменения частоты. Контроль скорости изменения частоты может вводиться при параметрировании защиты.

Работа защиты:

- данная функция запускается, когда частота напряжения прямой последовательности меньше уставки и если напряжение обратной последовательности больше  $0,2 \cdot V_{\text{пр}} (U_{\text{пр}}/3)$ ;
- защита имеет независимую выдержку времени  $T$ .

3. **Защита по скорости изменения частоты (ANSI 81R) (у устройства В22)** используется для быстрого отключения от электрической сети источника питания или для управления разгрузкой. Данная функция основана на расчете скорости изменения частоты, функция не срабатывает при возникновении переходных нарушений в подаче напряжения и, таким образом, является более устойчивой, чем защита при переходе на фазе.

Работа защиты:

- защита срабатывает, если скорость изменения частоты  $dF/dt$  напряжения прямой последовательности больше уставки;
- защита имеет независимую выдержку времени  $T$  (постоянную);
- на распределительных пунктах, имеющих автономные генерирующие устройства, защита по скорости изменения частоты используется для обнаружения потери этого соединения, чтобы произвести отключение выключателя на вводе с целью:
  - защиты генераторов при восстановлении соединения без контроля синхронизма;
  - предотвращения питания внешних по отношению к установке нагрузок во время нарушения питания главной сети;
- защита по скорости изменения частоты может быть использована для разгрузки в сочетании с функциями защиты по минимальной частоте с целью:
  - ускорения разгрузки в случае возникновения значительной перегрузки;
  - блокировки разгрузки при резком снижении частоты вследствие повреждения, которое должно быть устранено без помощи функции разгрузки.

В зависимости от установленных дополнительных модулей (MES 108, MES 114 и MES 148) терминалом могут обеспечиваться специальные функции защиты, которые подробно описаны в пп. 2.4.4–2.4.10.

#### 2.4.4. Защита оборудования

1. **Минимальная токовая защита в фазах (ANSI 37) (у устройства M20)** для защиты насосов от последствий потери напора. Эта защита обнаруживает временные снижения тока, соответствующие работе двигателя без нагрузки, что характерно для потери нагрузки насосом.

Эта защита однофазная:

- она запускается, когда ток фазы падает ниже уставки;
- защита нечувствительна к снижению тока, вызванному отключением выключателя;
- защита имеет независимую выдержку времени  $T$ .

2. **Затянутый пуск / блокировка ротора (ANSI 48/51LR/14) (у устройства M20)**. Данная функция трехфазная. Защита позволяет избежать перегрева двигателя, вызванного:

- затянутым пуском при запуске двигателя с перегрузкой (например, транспортёр) или при недостаточном напряжении питания;
- блокировкой ротора, вызванной нагрузкой двигателя (например, дробилкой).

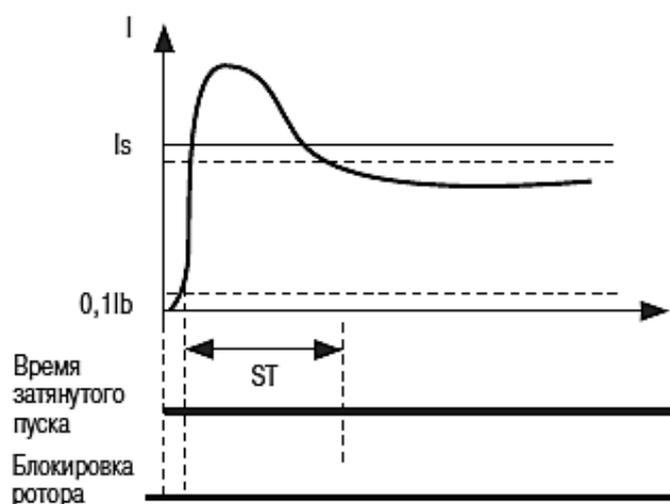


Рис. 2.23. Случай нормального пуска двигателя

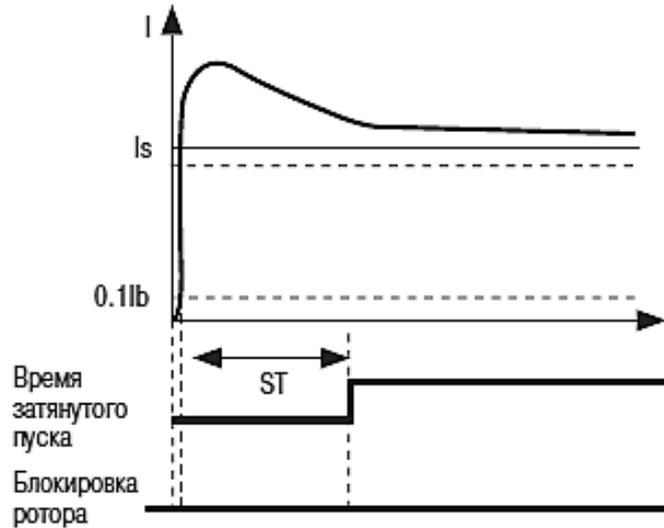


Рис. 2.25. Случай затынутого пуска двигателя

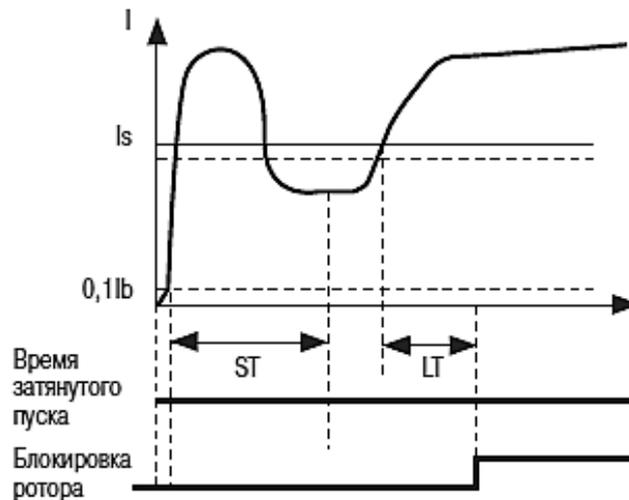


Рис. 2.26. Случай блокировки ротора двигателя

### 3. Ограничение количества пусков (ANSI 66) (у устройства M20).

Данная функция трехфазная. Защита от перегрева двигателя, вызванного:

- слишком частыми пусками: при достижении максимального разрешенного количества пусков запуск двигателя блокируется после выполнения подсчета:

- количества пусков в час (или за регулируемый период времени);
- количества последовательных «горячих» или «холодных» пусков двигателя;
- пусками, очень близкими по времени: после остановки питание на двигатель подается только спустя определенный период времени, когда двигатель находится в нерабочем состоянии.

Данная функция указывает:

- количество разрешенных пусков перед максимумом, если защита не сработала ( $N$ ): это количество пусков зависит от теплового состояния двигателя;

- время ожидания перед разрешением пуска, если защита сработала.

Пользователь имеет возможность получить следующую информацию:

- время ожидания перед разрешением пуска;
- количество все еще разрешенных пусков до запрета.

4. **Термостат / газовое реле (датчик температуры, газа и давления) (у устройства T20) (ANSI 26/63)**. Защита трансформаторов от повышения температуры и внутренних повреждений с помощью логических входов, связанных с устройствами, встроенными в трансформатор.

5. **Контроль температуры (с модулем MET 148) (ANSI 38/49T) (у устройств T20, M20)**. Защита от перегрева путём измерения температуры внутри оборудования, оснащенного датчиками типа термозондов:

- для трансформатора: защита первичных и вторичных обмоток;
- для двигателя и генератора: защита статорных обмоток и подшипников.

Характеристики защиты:

- 8 термозондов типа Pt100 (платиновый – 100 Ом про 0°), Ni100 или Ni120 (никелевые – 100 и 120 Ом);

- защита запускается, когда контролируемая температура больше уставки  $T_S$ ;

- имеет две независимые уставки, которые регулируются под каждый тип датчика (аварийная сигнализация и отключение);

- активированная защита определяет случаи обрыва или КЗ температурных датчиков.

#### **2.4.5. Логическая селективность**

Функция логической селективности (ANSI 68) (у устройств S20, T20, M20) выполнена аналогично SEPAM 1000+ серии 10 и описана в предыдущем разделе.

#### **2.4.6. Дополнительные функции SEPAM 1000+ серии 20**

Кроме ряда основных функций, описанных выше, устройства SEPAM 1000+ серии 20 в зависимости от модификации снабжены некоторыми дополнительными функциями:

1. Времятоковые характеристики максимальной токовой защиты (у устройств S20, T20, M20).

2. Заглубление фазной максимальной токовой защиты при «холодном» пуске (у устройств S20, T20, M20).

3. Заглубление токовой защиты нулевой последовательности при включении (токовая защита при пуске  $I_0$ ) (у устройств S20, T20, M20).

4. Управление выключателем (у всех устройств серии 20 при использовании модулей MES).

Перечисленные функции выполнены аналогично SEPAM 1000+ серии 10.

#### 2.4.7. Функции измерения

Все результаты измерений доступны с дисплея SEPAM с усовершенствованным UMI в меню измерений при нажатии клавиши , с экрана персонального компьютера, имеющего программное обеспечение SFT 2841 или по линии связи.

1. **Измерение фазного тока (у устройств S20, T20, M20).** Функция выполнена аналогично SEPAM 1000+ серии 10.

2. **Измерение тока замыкания на землю (у устройств S20, T20, M20).** Функция выполнена аналогично SEPAM 1000+ серии 10.

3. **Измерение среднего значения тока и максиметров фазовых токов (у устройств S20, T20, M20).** Функция отображает среднее действующее значение тока в каждой фазе за каждый период интеграции и наибольшее из средних действующих значений тока в каждой фазе с момента последней установки на ноль. Сбрасывание можно выполнить с помощью клавиши «clear» на передней панели. Для выполнения сброса нажимайте эту клавишу в течение двух секунд, пока на экране не появятся значения максиметра.

Сброс значений тока можно выполнять с помощью усовершенствованного UMI при помощи кнопки «clear», при помощи команды «clear» в программе SFT 2841 и по линии связи.

4. **Измерение линейного напряжения (у устройств B21 и B22).** Данная функция выдает действующее значение линейного напряжения частотой 50 или 60 Гц (в соответствии с подсоединением датчиков напряжения):

- $U_{21}$ : напряжение между фазами 2 и 1;
- $U_{32}$ : напряжение между фазами 3 и 2;
- $U_{13}$ : напряжение между фазами 1 и 3.

Функция основывается на измерении основной составляющей. Измерения напряжений можно также посмотреть через аналоговый преобразователь дополнительного модуля MSA 141.

**5. Измерение фазного напряжения (у устройств В21 и В22).** Данная функция выдает действующее значение фазного напряжения частотой 50 или 60 Гц:

- $V_1$ : напряжение фазы 1;
- $V_2$ : напряжение фазы 2;
- $V_3$ : напряжение фазы 3.

Функция основывается на измерении основной составляющей. Измерения напряжений можно также посмотреть через аналоговый преобразователь дополнительного модуля MSA 141.

**6. Измерение напряжения нулевой последовательности (у устройств В21 и В22).** Данная функция выдает значение напряжения нулевой последовательности  $V_0 = (V_1 + V_2 + V_3)$ .

$V_0$  измеряется:

- внутренней суммой трех фазных напряжений;
- с помощью трансформатора напряжения по схеме «звезда» / «открытый треугольник».

Функция основывается на измерении основной составляющей.

**7. Измерение напряжения прямой последовательности (у устройств В21 и В22).** Данная функция выдает рассчитанное значение напряжения прямой последовательности  $V_d$ .

**8. Измерение частоты (у устройств В21 и В22).** Данная функция выдает значение частоты. Частота измеряется одним из следующих методов:

- по  $U_{21}$ , если к SEPAM 1000+ подведено только одно линейное напряжение;
- по напряжению прямой последовательности, если SEPAM выполняет измерения  $U_{21}$  и  $U_{32}$ .

Частота не измеряется, если:

- напряжение  $U_{21}$  или напряжение прямой последовательности  $V_d$  меньше 40 % от  $U_n$ ;
- частота находится вне диапазона измерений.

Считывание частоты возможно через аналоговый преобразователь дополнительного модуля MSA 141.

**9. Измерение температуры (с модулем МЕТ 148) (у устройств Т20 и М20).** Данная функция выдает значения температуры, измеряемой датчиками типа термозонд (RTD). Точность измерения зависит от схемы подсоединения:

- подсоединение в трехпроводном режиме: ошибка  $\Delta t$  пропорциональна длине кабеля и обратно пропорциональна его сечению:

$$\Delta t(^{\circ}\text{C}) = 2 \cdot \frac{L(\text{км})}{S(\text{мм}^2)}. \quad (2.6)$$

- $\pm 2,1$  °C/км для кабеля сечением  $0,93$  мм<sup>2</sup>;
- $\pm 1$  °C/км для кабеля сечением  $1,92$  мм<sup>2</sup>.

Считывание температуры возможно по линии связи и через аналоговый преобразователь дополнительного модуля MSA 141.

#### 2.4.8. Функции диагностики сети

Результаты измерений доступны с дисплея SEPAM с усовершенствованным UMI при нажатии клавиши , с экрана персонального компьютера, имеющего программное обеспечение SFT 2841, или по линии связи.

1. **Измерение токов отключения (у устройств S20, T20, M20).** Данная функция выдает действующее значение тока в предполагаемый момент последнего отключения:

- TRIP  $I_1$ : ток фазы 1;
- TRIP  $I_2$ : ток фазы 2;
- TRIP  $I_3$ : ток фазы 3;
- TRIP  $I_0$ : ток нулевой последовательности.

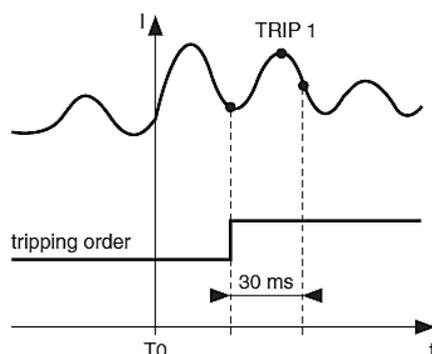


Рис. 2.27. Определение тока отключения

Функция основывается на измерении основной составляющей. Это значение определяется как максимальное действующее значение за период времени 30 мс после активации контакта отключения на выходе O1.

Эти значения сохраняются в случае прекращения подачи оперативного питания.

2. **Измерение коэффициента несимметрии (у устройств S20, T20, M20).** Данная функция выдает значение коэффициента несимметрии в соответствии с током обратной последовательности:  $T = I_i/I_b$ . Ток обратной последовательности определяется по фазным токам.

3 фазы:

$$\vec{I}_i = \frac{1}{3} \cdot (\vec{I}_1 + a^2 \vec{I}_2 + a \vec{I}_3). \quad (2.7)$$

2 фазы:

$$\vec{I}_i = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \left| \vec{I}_1 - a^2 \vec{I}_3 \right|. \quad (2.8)$$

Эти две формулы эквивалентны в случае отсутствия замыкания на землю.

**3. Запись осциллограмм аварийных режимов (у всех устройств 20-й серии).** Данная функция обеспечивает запись аналоговых сигналов и логических состояний. Сохранение записей в памяти инициируется в соответствии с установленными параметрами события отключения.

Сохраняемая запись начинается до события отключения и продолжается после него. Запись содержит следующую информацию:

- дискретные значения различных сигналов;
- дату;
- характеристики записанных каналов.

Файлы записываются в память со сдвигом FIFO (First In First Out): по достижении максимального количества записей самый старый файл стирается и новый записывается. Алгоритм работы представлен ниже.



Рис. 2.28. Алгоритм работы

Характеристики:

- записанные аналоговые сигналы: 4 канала тока ( $I_1, I_2, I_3, I_0$ ) или 4 канала напряжения ( $V_1, V_2, V_3, V_0$ );
- записанные логические состояния: 10 логических входов, выход O1, сигнал запуска защиты.

Запись аналоговых значений и логических сигналов может запускаться различными событиями, в соответствии с параметрированием или вручную:

- запуск с мгновенного выхода выбранных функций защиты;
- запуск с выхода с выдержкой времени выбранных функций защиты;
- дистанционный запуск вручную телекомандой управления (ТС10);
- ручной запуск с помощью программного обеспечения SFT 2841.

Передача файлов может осуществляться на месте (с помощью компьютера) или дистанционно (с помощью специального программного обеспечения системы диспетчеризации).

## 2.4.9. Функции помощи в эксплуатации оборудования

1. **Счетчик часов работы и время работы (у устройств T20 и M20).** Счетчик выдает кумулятивное значение времени, в течение которого защищаемое оборудование (двигатель или трансформатор) работает ( $I > 0,1 \cdot I_b$ ). Начальное значение счетчика может быть изменено с помощью программного обеспечения SFT 2841. Показания счетчика сохраняются через 4 ч.

2. **Вычисление нагрева (у устройств T20 и M20).** Нагрев вычисляется с помощью функции тепловой защиты и рассчитывается по величине нагрузки. Измеренное значение отображается в процентах от величины номинального нагрева.

При отключении защитой текущее значение нагрева, увеличенное на 10 %, сохраняется. Увеличение нагрева на 10 % используется для расчета среднего повышения температуры двигателей при запуске.

Сохраненное значение обнуляется, когда нагрев уменьшается до такого значения, при котором выдержка времени запрета пуска равна нулю. Сохраненное значение используется по возвращении к работе после отключения питания SEPAM, обеспечивая восстановление питания при значении нагрева, вызвавшего отключение.

Считывание результата измерений возможно также через аналоговый преобразователь дополнительного модуля MSA 141.

3. **Вычисление времени работы до отключения по перегрузке (у устройств T20 и M20).** Это время рассчитывается в соответствии с тепловой защитой. Время работы до отключения зависит от величины нагрева.

4. **Вычисление времени ожидания после отключения (у устройств T20 и M20).** Это время рассчитывается в соответствии с тепловой защитой. Время ожидания после отключения зависит от величины нагрева.

5. **Ток и время пуска (у устройства M20).** При каждом пуске и перегрузке SEPAM регистрирует в памяти:

- максимальное значение тока, потребляемого двигателем;
- продолжительность пуска/перегрузки.

Время пуска определяется следующим образом:

- если защита от затянутого пуска/блокировки ротора (код ANSI 48/51LR) используется, то время пуска – это период времени с момента, когда один из трех фазных токов превышает значение  $I_S$  до момента, когда значения трех токов становятся меньше  $I_S$ , при том что  $I_S$  является уставкой тока защиты 48/51LR;

- если защита от затынутого пуска/блокировки ротора (код ANSI 48/51LR) не используется, то время пуска – это период времени с момента, когда один из трех фазных токов превышает значение  $1,2 \cdot I_b$ , и до момента, когда значения трех токов становятся меньше  $1,2 \cdot I_b$ .

Максимальный фазный ток, потребляемый в этот период, является пусковым током / током перегрузки.

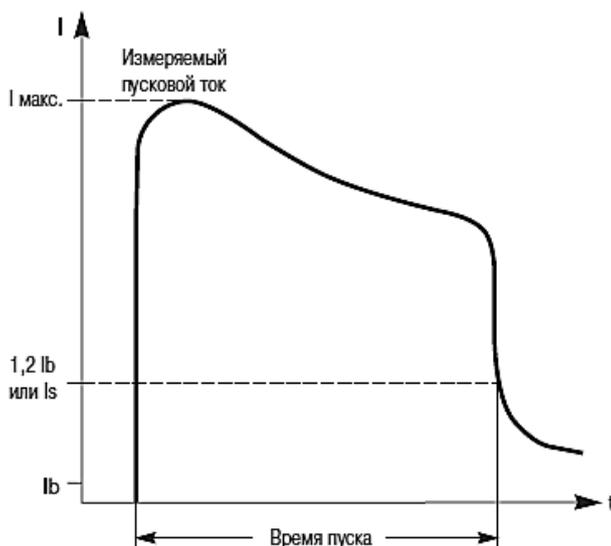


Рис. 2.29. Кривая пускового тока двигателя

#### 6. Определение количества пусков до запрета (у устройства M20).

Количество пусков до запрета рассчитывается в соответствии с функцией защиты «ограничение количества пусков» (код ANSI 66). Количество пусков зависит от теплового состояния двигателя. Возможно проводить обнуление показаний счетчиков количества пусков с дисплея SEPAM с усовершенствованным интерфейсом UMI при помощи кнопки «clear» и с экрана компьютера, имеющего программное обеспечение SFT 2841.

#### 7. Определение времени запрета пуска (у устройства M20).

Функция «Время запрета пуска» используется только при применении для двигателя M20. Это время устанавливается одновременно защитой «ограничение количества пусков» (код ANSI 66) и тепловой защитой (код ANSI 49RMS), если эти защиты используются. Это время выражает период ожидания до разрешения запуска.

В случае если по меньшей мере одна из этих защит срабатывает, выдается сообщение «ЗАПРЕТ ПУСКА», предупреждающее оператора, что пуск запрещен.

#### 2.4.10. Функции диагностики выключателей

1. **Измерение кумулятивного значения токов отключения (у устройств S20, T20 и M20).** Данная функция выдает кумулятивное значение токов отключения в килоамперах в квадрате (кА)<sup>2</sup> для пяти диапазонов. Функция основывается на измерении основной составляющей тока.

Диапазоны токов следующие:

- $0 < I < 2 I_n$ ;
- $I_n < I < 5 I_n$ ;
- $I_n < I < 10 I_n$ ;
- $10 I_n < I < 40 I_n$ ;
- $I > 40 I_n$ .

Данная функция выдает также общее количество коммутаций (функция активируется командой отключения (реле O1)) и значение полного кумулятивного тока отключения в килоамперах в квадрате (кА)<sup>2</sup>.

Начальные значения количества коммутаций могут быть введены с помощью программного обеспечения SFT 2841 для учета реального состояния используемого выключателя.

2. **Измерение времени работы выключателя (у устройств S20, T20 и M20) (при использовании модулей MES 114E и MES 114F).** Данная функция выдает значение времени работы при отключении выключателя, определяемое по команде отключения (реле O1) и в соответствии с изменением состояния контакта положения «выключатель отключен», подсоединенного к входу I11 дополнительного модуля MES.

Эта функция блокируется, когда в соответствии с параметрированием на вход подается напряжение переменного тока.

3. **Измерение времени взвода привода (у устройств S20, T20 и M20) (при использовании модулей MES 114, MES 114E или MES 114F).** Данная функция выдает значение времени взвода привода выключателя, определяемое в соответствии с изменением состояния контакта положения «выключатель включен» и концевого контакта взвода привода, подсоединенных, соответственно, к входам I12 и I24 дополнительных модулей MES 114, MES 114E или MES 114F.

4. **Контроль цепи отключения (ANSI 74) (у всех устройств серии 20 при использовании модулей MES).** Цепь отключения между SEPAM и выключателем реализуется проводами, выводами и разъемами. Когда функция активна, SEPAM постоянно контролирует эту цепь, чтобы гарантировать отсутствие обрыва. Для этого по ней пускается постоянный небольшой ток, наличие которого SEPAM постоянно проверяет.

По умолчанию функция контроля цепи отключения неактивна, чтобы не появлялись ненужные сообщения в случае отключения кон-

тактов положения выключателя. Чтобы воспользоваться этой функцией, ее следует активировать в меню параметров.

Для обнаружения повреждения цепи отключения с помощью SEPAM осуществляется контроль:

- присоединения катушек отключения при подаче напряжения;
- согласованного положения (вкл/выкл.) выключателя;
- выполнения команд включения и выключения выключателя.

5. Работа системы самодиагностики (у всех устройств серии 20) реализована аналогично SEPAM 1000+ серии 10 и описана ранее.

6. Связь по протоколам Modbus реализована аналогично SEPAM 1000+ серии 10 и описана ранее.

## 2.5. Подключение и ввод в эксплуатацию устройств SEPAM 1000+ серии 20

В зависимости от модели устройства защиты SEPAM 1000+ серии 20 существуют разные схемы включения.

1. Подключение входов тока для устройств серии S20, T20, M20.

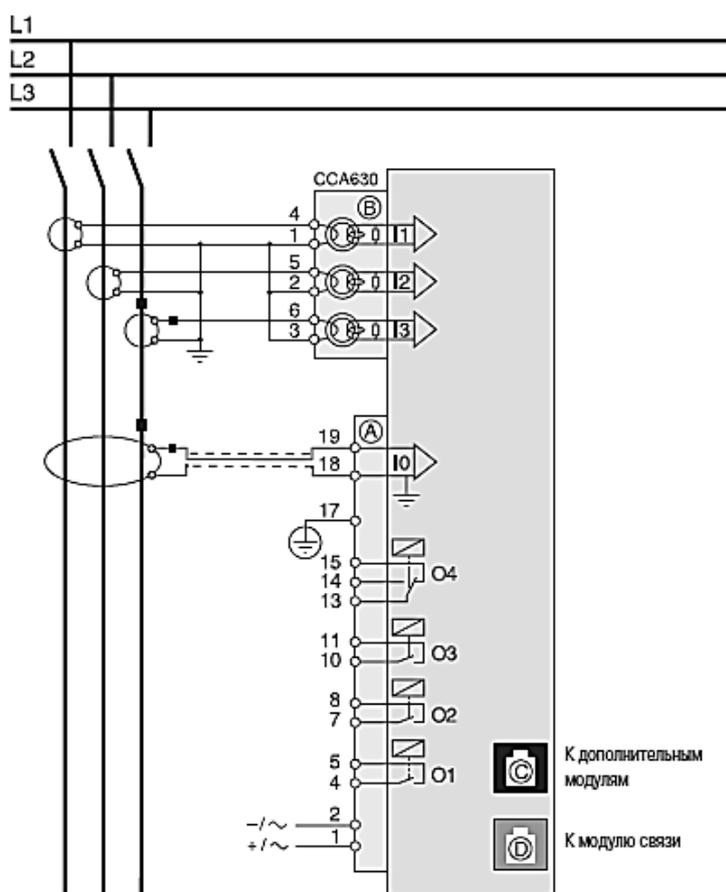


Рис. 2.30. Схема подключения входов фазного тока SEPAM 1000+ серии S20, T20, M20

Схема подключения входов фазного тока SEPAM 1000+ серии S20, T20, M20 может осуществляться различными способами.

Таблица 2.9

Схема подключения входов фазного тока

Измерение фазного тока с помощью трех трансформаторов тока 1 А / 5 А (стандартная схема подключения)	
	<p>Подключение трех трансформаторов тока 1 А / 5 А с помощью разъема ССА 630 или ССА 634.</p> <p>Измерение значений токов в трех фазах позволяет рассчитывать ток нулевой последовательности</p>
Измерение фазного тока с помощью двух трансформаторов тока 1 А / 5 А	
	<p>Подключение двух трансформаторов тока 1 А / 5 А с помощью разъема ССА 630 или ССА 634.</p> <p>Измерение значений токов в 1-й и 3-й фазах достаточно для обеспечения всех функций токовой защиты в фазах. Значение тока во 2-й фазе определяется только для функций изменения при условии, что <math>I_0 = 0</math>.</p> <p>Данная схема не позволяет рассчитывать ток нулевой последовательности</p>
Измерение фазного тока с помощью трех трансформаторов тока типа LPCT (тор Роговского)	
	<p>Подключение трех трансформаторов тока малой мощности типа LPCT с помощью разъема ССА 670.</p> <p>Подключение только одного или двух трансформаторов не допускается и приводит к тому, что SEPAM переходит на аварийный режим работы.</p> <p>Измерение значений токов в трех фазах позволяет рассчитывать ток нулевой последовательности</p>

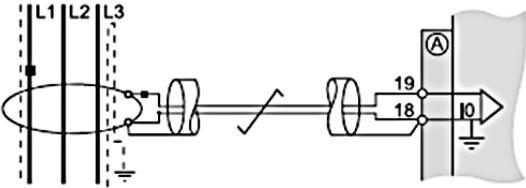
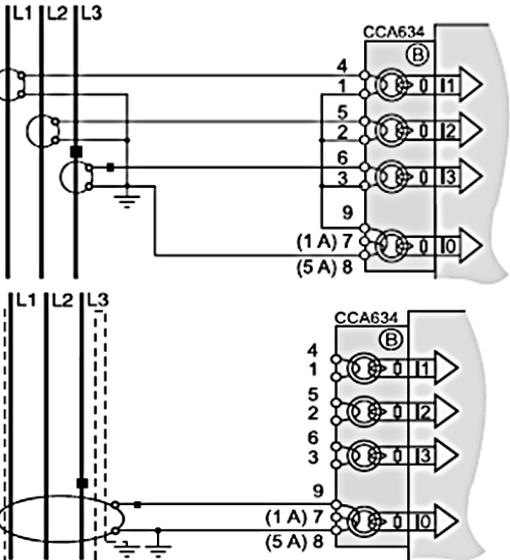
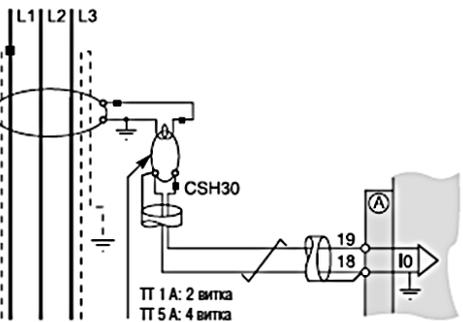
Схемы подключения входов тока нулевой последовательности SEPAM 1000+ серии S20, T20, M20 могут осуществляться различными способами. Ток нулевой последовательности может быть определен по

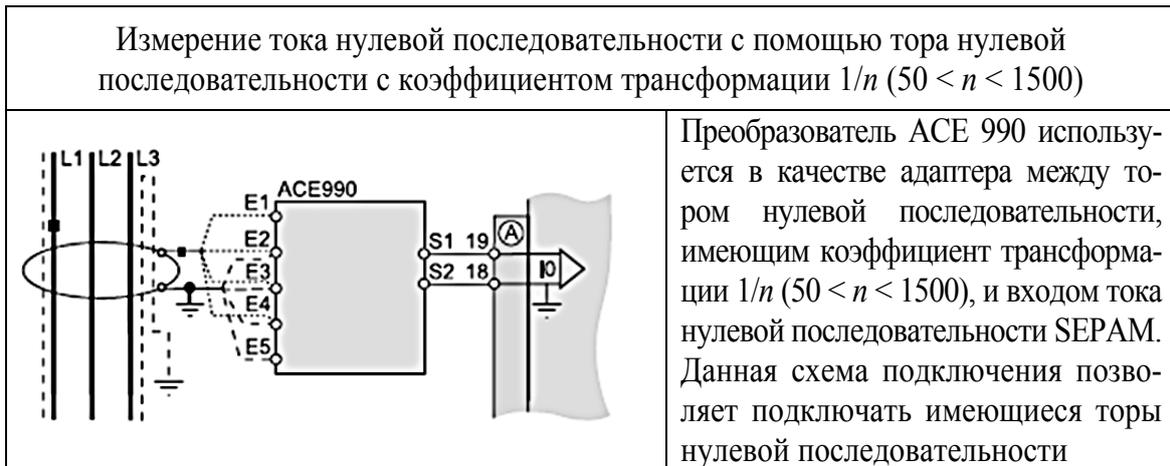
векторной сумме токов в трех фазах, измеренной с помощью трех трансформаторов тока 1 А / 5 А или трех датчиков тока типа LPCT.

Также существуют другие способы измерения, представленные ниже (табл. 2.10).

Таблица 2.10

*Схема подключения входов тока нулевой последовательности*

<p>Измерение тока нулевой последовательности с помощью тора нулевой последовательности CSH 120 или CSH 200 (стандартная схема подключения)</p>	
	<p>Данная схема рекомендуется для защиты сетей с изолированной и компенсированной нейтралью, требующих обнаружения очень низких токов повреждения</p>
<p>Измерение тока нулевой последовательности с помощью трансформатора тока 1 А / 5 А и разъема CCA 634</p>	
	<p>Измерение тока нулевой последовательности с помощью трансформатора тока 1 А / 5 А. Вывод 7: 1 А ТТ. Вывод 8: 5 А ТТ</p>
<p>Измерение тока нулевой последовательности с помощью трансформатора тока 1 А / 5 А и промежуточного кольцевого тора CSH 30</p>	
	<p>Промежуточный кольцевой тор CSH 30 используется для подключения SEPAM к трансформаторам тока 1 А / 5 А с целью измерения тока нулевой последовательности: подключение промежуточного кольцевого тора CSH 30 к трансформатору тока 1 А: выполнить 2 витка на первичной обмотке тора CSH</p>



2. Подключение входов напряжения для устройств серии B21, B22.

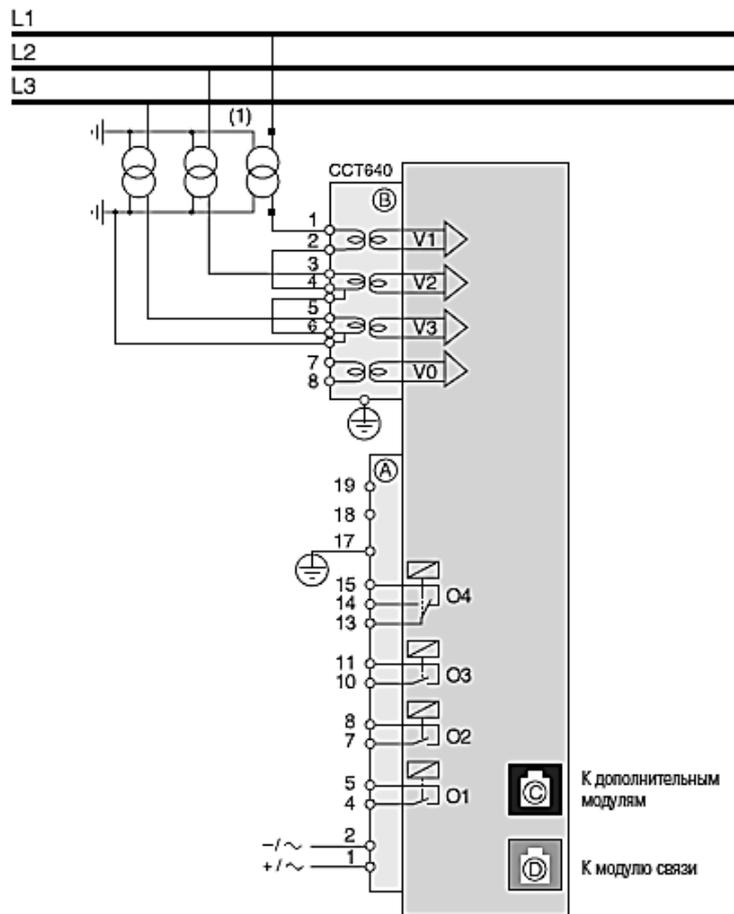


Рис. 2.31. Схема подключения входов напряжения для устройств серии SEPAM 1000+ серии B21, B22

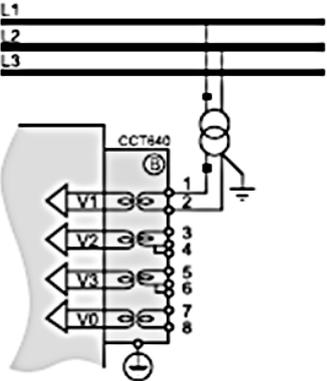
Вторичные цепи трансформатора фазного напряжения и напряжения нулевой последовательности подсоединяются к разъему ССТ 640

(маркировка (В)) на SEPAM серии 20 (тип В). Разъем ССТ 640 имеет 4 преобразователя для изоляции и согласования сопротивления входных цепей ТН и SEPAM.

Таблица 2.11

Схема подключения входов напряжений

Измерение трех фазных напряжений (стандартная схема подключения)	
	<p>Измеряемое напряжение: <math>V_1, V_2, V_3</math>.                      Расчетные значения: <math>U_{21}, U_{32}, U_{13}, V_0, V_d, f</math></p>
Измерение трех фазных напряжений и напряжения нулевой последовательности	
	<p>Измеряемое напряжение: <math>V_1, V_2, V_3, V_0</math>.                      Расчетные значения: <math>U_{21}, U_{32}, U_{13}, V_d, f</math></p>
Измерение двух линейных напряжений	
	<p>Измеряемое напряжение: <math>U_{21}, U_{32}</math>.                      Расчетные значения: <math>U_{13}, V_d, f</math></p>
Измерение линейного напряжения и напряжения нулевой последовательности	
	<p>Измеряемое напряжение: <math>U_{21}, V_0</math>.                      Расчетные значения: <math>f</math></p>

Измерение линейного напряжения	
	<p>Измеряемое напряжение: <math>U_{21}</math>.          Расчетные значения: <math>f</math></p>

## 2.6. Настройка устройств SEPAM 1000+ серии 20

### 2.6.1. Регистрация аварийных событий

При местном управлении SEPAM отображает на дисплее событие или аварийный сигнал:

- появлением сообщений, представленных на двух языках:
  - на английском языке даются установленные изготовителем заводские, неизменяемые сообщения;
  - эти же сообщения представлены на русском языке (выбор языка сообщений производится при параметрировании SEPAM);
- включением одной из 9 жёлтых сигнальных ламп в соответствии с их назначением, параметрируемым при помощи программного обеспечения SFT 2841.

Обработка аварийных сигналов:

- при появлении какого-либо события загорается сигнальная лампа и на дисплее высвечивается соответствующее сообщение;
- пользователь нажимает кнопку «clear» для удаления сообщения;
- после устранения неисправности и нажатия кнопки «reset» сигнальная лампа гаснет и происходит перезапуск защиты;
- список аварийных сообщений остается доступным (кнопка ) и может быть удален нажатием кнопки «clear».

## 2.6.2. Настройка защиты

Настройки защиты и параметров реле SEPAM могут быть установлены с помощью кнопки, изменения уставок.

По умолчанию изменение настроек защиты и параметров реле SEPAM не защищено паролем. При необходимости защита уставок паролем может быть активирована в меню параметров. Если защита паролем была активирована во время ввода в эксплуатацию, реле SEPAM автоматически запросит пароль при первом нажатии кнопки  во время изменения настроек.

Принцип работы с экраном и настройка защит SEPAM 1000+ серии 20 приведен в табл. 2.12.

Таблица 2.12

*Принцип работы с экраном и настройка защит SEPAM 1000+ серии 20*

Шаг	Действие
<i>Ввод подготовленных настроек</i>	
1	Ввод пароля
2	Доступ к соответствующему экрану посредством нескольких последовательных нажатий на клавишу доступа к уставкам защит 
3	Перемещение курсора при помощи клавиши  для доступа к нужному полю
4	Нажатие клавиши  для подтверждения этого выбора, потом установка нужного значения нажатием клавиши  или  и подтверждение нажатием на клавишу 
5	Нажатие клавиши  для доступа к следующим полям, пока не придет очередь поля «apply» (применить). Нажатие клавиши  для ввода подготовленных настроек
<i>Ввод числовой величины</i>	
1	После установки курсора на нужное поле при помощи клавиш   подтвердите выбор нажатием клавиши 
2	Выбрав первую цифру уставки, наберите нужное значение, нажимая клавиши   или (выбор  : от 0 до 9)
3	Нажмите клавишу  для подтверждения выбора и перейдите к следующей цифре. Вводимые значения должны включать три значимые цифры и точку. Единица измерения (например, А или кА) выбирается с помощью последней цифры

Шаг	Действие
<i>Ввод числовой величины</i>	
4	Нажмите клавишу  для подтверждения ввода и клавишу для доступа к следующему полю
5	Совокупность введенных величин будет действительна только после подтверждения посредством выбора поля «apply» (применить) в нижней части экрана и нажатия клавиши 

### 2.6.3. Меню реле SEPAM серии 20

Как уже указывалось, пользователю доступны три основных меню: меню измерений, меню защиты и меню параметров (стандартных и пользовательских).

Перечень пунктов меню SEPAM серии 20 аналогичен SEPAM серии 10.

### 3. SEPAМ 1000+ СЕРИИ 40

Данный терминал мало чем отличается от предыдущего. Главное отличие – это наличие в базовом блоке разъема, к которому подводятся фазные напряжения (см. рис. 3.2). Поэтому повторяющаяся информация не приводится. Описываются лишь отличительные особенности и даются некоторые пояснения, отсутствующие в предыдущем разделе.

#### 3.1. Общая структура устройства SEPAМ 1000+ серии 40

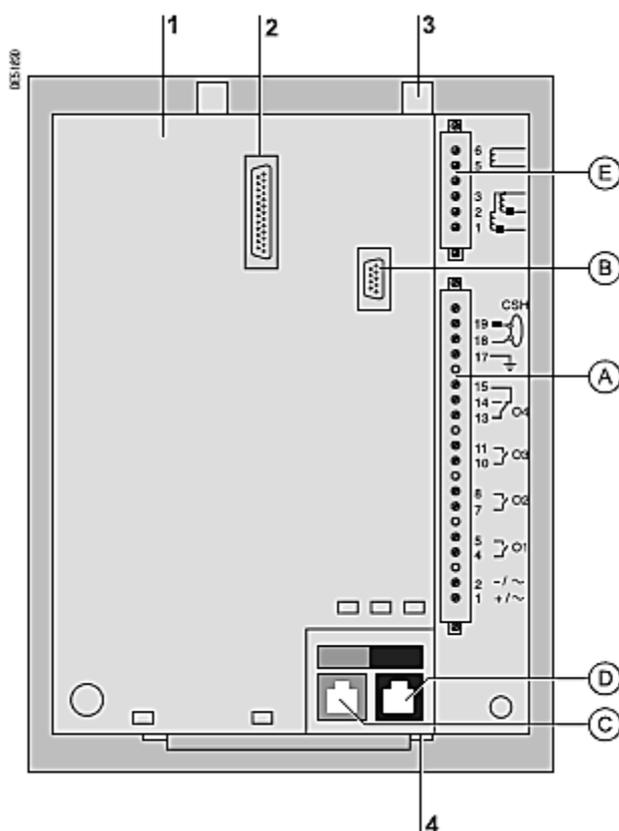


Рис. 3.1. Базовый блок

- 1 – базовый блок;
- А – 20-контактный разъем для подключения:
  - источника оперативного питания;
  - выходных реле;
  - входа тока нулевой последовательности;
- В – разъем для подключения 3 входов фазного тока ( $I_1, I_2, I_3$ ) и входа тока нулевой последовательности;
- С – порт связи;
- Д – порт связи с выносными модулями;

**Е** – 6-контактный разъем для подключения 3 входов фазного напряжения ( $V_1, V_2, V_3$ );

**2** – разъем для подключения модуля входов/выходов MES 114;

**3** – два пружинных зажима;

**4** – два выступа установки «заподлицо».

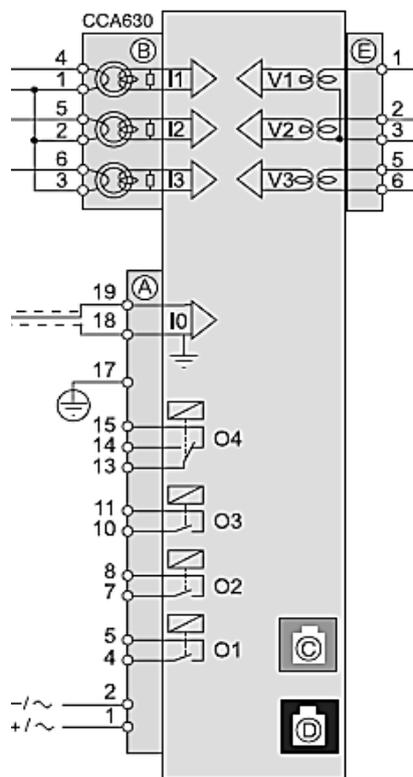


Рис. 3.2. Схема присоединения

Описание разъемов А, В приведено в предыдущей главе. К разъему Е подводятся фазные напряжения.

Четыре выходных реле (O1–O4) базового блока подсоединяются с помощью разъема. С помощью программного обеспечения SFT 2841 каждый выход может быть назначен предварительно установленной функцией.

O1 и O2 представляют собой два выхода управления с одним замыкающим контактом, используемые по умолчанию функцией управления выключателем:

- O1: для отключения выключателя;
- O2: для блокировки включения выключателя;
- O3 и O4 представляют собой два выхода сигнализации:
  - O3 имеет один замыкающий контакт;
  - O4 имеет один замыкающий контакт и один размыкающий контакт и используется по умолчанию функцией отслеживания готовности.

## 3.2. Интерфейс SEPAM серии 40

Для SEPAM серий 40 имеются два типа интерфейса «человек–машина» (УМИ):

- усовершенствованный интерфейс «человек–машина» (рис. 3.3);
- стандартный интерфейс «человек–машина» (рис. 3.4).



*Рис. 3.3. Усовершенствованный интерфейс «человек–машина»*

*Усовершенствованный интерфейс «человек–машина».*

Вся информация, необходимая для местной эксплуатации оборудования, по запросу выводится на дисплей:

- отображение всех результатов измерений и данных диагностики в цифровой форме с указанием единиц измерения и/или в виде диаграмм;
- отображение эксплуатационной информации и аварийных сообщений с квити́рованием аварийных сообщений и повторным включением SEPAM;

- отображение и изменение всех параметров SEPAM;
- отображение и изменение всех регулировок функций защиты;
- индикация модификации SEPAM и его выносных модулей;
- тест выходных реле и отображение состояния логических входов;
- ввод двух паролей доступа к регулировке и параметрированию.

Эргономичное представление данных:

- кнопки клавиатуры, обозначенные пиктограммами, для текущей эксплуатации;
- кнопки доступа к данным при помощи меню;
- графический жидкокристаллический дисплей (LCD), обеспечивающий отображение любых знаков и символов;
- автоматическая регулировка контрастности и задняя подсветка, включаемая пользователем, что обеспечивает прекрасную возможность считывания при любом освещении.

*Стандартный интерфейс «человек–машина».*

Этот интерфейс используется в SEPAM для недорогих решений и применений, адаптированных для дистанционного управления и контроля оборудования, не требующих местного управления, или для замены электромеханических или аналоговых электронных устройств защиты без дополнительных требований к рабочим характеристикам.



*Рис. 3.4. Стандартный интерфейс «человек–машина»*

Данный УМИ включает в себя:

- сигнальные лампы, указывающие на то, что SEPAM включен;
- 9 желтых сигнальных ламп с указанием стандартного назначения;
- клавишу удаления сообщений о повреждениях и перезапуске SEPAM.

Описание дополнительных модулей, подключаемых к терминалу, представлено в предыдущем разделе.

### **3.3. Функции защиты и управления SEPAM 1000+ серии 40**

#### **3.3.1. Токовые защиты**

1. **Максимальная токовая защита в фазах (ANSI 50/51).** Описание в предыдущей главе.

2. **Максимальная токовая защита от замыканий на землю (ANSI 50N/51N или 50G/51G).** Описание в предыдущей главе.

3. **Защита от отказов выключателей (УРОВ) (ANSI 50BF).** Резервная защита, выдающая команду на отключение для выключателей со стороны источника питания или смежных выключателей в случае неотключения выключателя после подачи команды на отключение, которое обнаруживается по отсутствию снижения тока повреждения.

4. **Максимальная защита обратной последовательности (ANSI 46).** Описание в предыдущей главе.

5. **Тепловая защита (ANSI 49RMS).** Описание в предыдущей главе.

6. **Устройство автоматического повторного включения (АПВ) (ANSI 79).** Устройство производит автоматическое повторное включение выключателя после выдержки времени, необходимой для восстановления изоляции. Путём параметрирования работа АПВ легко адаптируется к различным режимам эксплуатации.

Характеристики:

- 4 цикла повторного включения, каждый цикл связан с регулируемой выдержкой времени восстановления изоляции;
- регулируемая и независимая выдержка времени возврата и блокировки;
- активация циклов связана через параметрирование с мгновенными выходами или выходами с выдержкой времени функций защиты от коротких замыканий (ANSI 50/51, 50N/51N, 67, 67N/67NC);
- запрет/блокировка АПВ через логический вход.

7. **Максимальная направленная токовая защита в фазах (ANSI 67).** Защита от междуфазных коротких замыканий обеспечивает селективное отключение в зависимости от направления тока повреждения.

Эта защита сочетает в себе функцию максимальной токовой защиты в фазах с функцией обнаружения направления. Такая защита срабатывает, если функция максимальной токовой защиты в фазах в каком-либо выбранном направлении (линия или сборные шины) активируется по крайней мере в одной из трех фаз.

Характеристики:

- две группы уставок;
- мгновенное срабатывание или срабатывание с выдержкой времени;
- направление отключения по выбору;
- кривая с независимой выдержкой времени (DT) или с зависимой выдержкой времени (выбор из 16 типов стандартизованных кривых IDMT);
- с устройством запоминания значения напряжения для обеспечения нечувствительности к потере напряжения поляризации в момент возникновения повреждения;
- со временем удержания или без времени удержания.

8. **Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю (ANSI 67N/67NC).** Защита от замыканий на землю обеспечивает селективное отключение в зависимости от направления тока повреждения.

Такая защита имеет 3 типа характеристик:

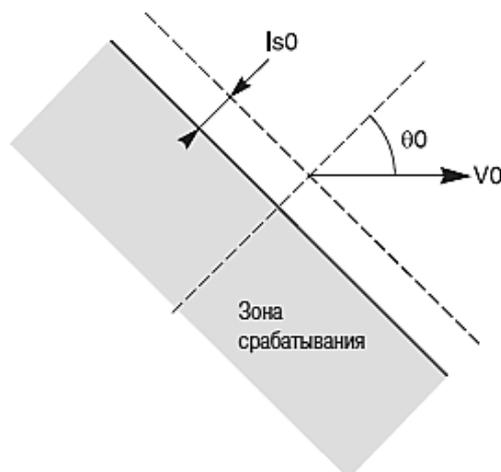
- тип 1: в зависимости от проекции вектора  $I_0$ ;
- тип 2: в зависимости от величины вектора  $I_0$  (ток нулевой последовательности), направленного на полуплоскость отключения;
- тип 3: в зависимости от величины вектора  $I_0$ , направленного на регулируемый сектор отключения.

#### 8.1. ANSI 67N/67NC, тип 1.

Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю в сетях с резистивно-заземленной, изолированной или компенсированной нейтралью функционирует на основании определения проекции измеренного значения тока нулевой последовательности.

Характеристики защиты типа 1:

- две группы уставок;
- мгновенное срабатывание или срабатывание с выдержкой времени;
- кривая с независимой выдержкой времени (DT);
- направление отключения по выбору;
- характеристический угол;
- без времени удержания;
- с устройством запоминания значения напряжения для обеспечения нечувствительности к повторяющимся повреждениям в сетях с компенсированной нейтралью.



Характеристика отключения защитой ANSI 67N/67NC, тип 1 (характеристический угол  $\theta_0 \neq 0^\circ$ ).

Рис. 3.5. Характеристика максимальной направленной токовой защиты от замыканий на землю типа 1

#### 8.2. ANSI 67N/67NC, тип 2.

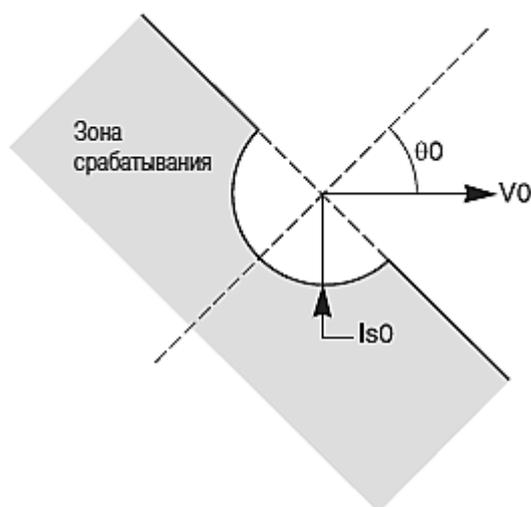
Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю в сетях с резистивно-заземленной или глухозаземленной нейтралью

на основании определения замеренного или расчётного значения тока нулевой последовательности.

Эта защита сочетает в себе функцию максимальной токовой защиты от замыканий на землю с функцией обнаружения направления. Такая защита срабатывает, если функция максимальной токовой защиты от замыканий на землю в каком-либо выбранном направлении (линия или сборные шины) активируется.

Характеристики защиты типа 2:

- две группы уставок;
- мгновенное срабатывание или срабатывание с выдержкой времени;
- кривая с независимой выдержкой времени (DT) или с зависимой выдержкой времени (выбор из 16 типов стандартизованных кривых IDMT);
- направление отключения по выбору;
- с временем удержания или без времени удержания.



Характеристика отключения защитой ANSI 67N/67NC, тип 2 (характеристический угол  $\theta_0 \neq 0^\circ$ ).

Рис. 3.6. Характеристика максимальной направленной токовой защиты от замыканий на землю типа 2

### 8.3. ANSI 67N/67NC, тип 3.

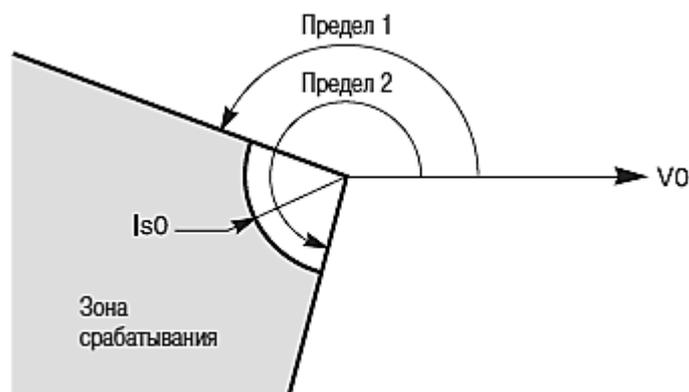
Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю в распределительных сетях, для которых режим заземления нейтрали выбирается в зависимости от схемы эксплуатации, основанная на определении замеренного значения тока нулевой последовательности.

Эта защита сочетает в себе функцию максимальной токовой защиты от замыканий на землю с функцией обнаружения направления (регу-

лируемый по двум углам сектор отключения). Такая защита срабатывает, если функция максимальной токовой защиты от замыканий на землю в каком-либо выбранном направлении (линия или сборные шины) активируется.

Характеристики защиты типа 3:

- две группы уставок;
- мгновенное срабатывание или срабатывание с выдержкой времени;
- кривая с независимой выдержкой времени (DT);
- направление отключения по выбору;
- без времени удержания.



Характеристика отключения защитой ANSI 67N/67NC, тип 3

Рис. 3.7. Характеристика максимальной направленной токовой защиты от замыканий на землю типа 3

### 3.3.2. Защиты по напряжению

1. **Защита минимального напряжения прямой последовательности (ANSI 27D).** Описание в предыдущей главе.

2. **Защита минимального напряжения, однофазная (ANSI 27R).** Описание в предыдущей главе.

3. **Защита минимального напряжения (ANSI 27).** Описание в предыдущей главе.

4. **Защита максимального напряжения (ANSI 59).** Описание в предыдущей главе.

5. **Защита максимального напряжения нулевой последовательности (ANSI 59N).** Описание в предыдущей главе.

6. **Защита максимального напряжения обратной последовательности (ANSI 47).** Защита от фазного небаланса, возникающего в результате неправильного направления вращения фаз, несбалансированного питания или дальнего короткого замыкания, обнаруживаемых путём измерения напряжения обратной последовательности.

### **3.3.3. Защита по частоте**

1. **Защита максимальной частоты (ANSI 81H).** Описание в предыдущей главе.
2. **Защита минимальной частоты (ANSI 81L).** Описание в предыдущей главе.
3. **Защита по скорости изменения частоты (ANSI 81R).** Описание в предыдущей главе.

### **3.3.4. Защиты по мощности**

1. **Максимальная направленная защита активной мощности (ANSI 32P).** Двухнаправленная защита на основе расчёта значения активной мощности, адаптированного для следующих видов применения:
  - максимальная защита активной мощности для обнаружения случая перегрузки и обеспечения разгрузки;
  - защита «возврата активной мощности» для обеспечения:
    - защиты генератора от работы в качестве двигателя при потреблении генератором активной мощности;
    - защиты двигателя от работы в качестве генератора при выработке двигателем активной мощности.
2. **Максимальная направленная защита реактивной мощности (ANSI 32Q/40).** Двухнаправленная защита на основе расчёта значения реактивной мощности для обнаружения потери возбуждения синхронных машин:
  - максимальная защита реактивной мощности для двигателей, потребление реактивной мощности которыми возрастает в случае потери возбуждения;
  - защита «возврата реактивной мощности» для генераторов, которые начинают потреблять реактивную мощность в случае потери возбуждения.

### **3.3.5. Защита оборудования**

1. **Минимальная токовая защита в фазах (ANSI 37).** Описание в предыдущей главе.
2. **Затянутый пуск / блокировка ротора (ANSI 48/51LR/14).** Описание в предыдущей главе.
3. **Ограничение количества пусков (ANSI 66).** Описание в предыдущей главе.

4. **Максимальная токовая защита с коррекцией по напряжению (ANSI 50V/51V).** Защита от междуфазных коротких замыканий для защиты генераторов: порог отключения по току корректируется в соответствии со значением напряжения, чтобы учитывать случай ближнего повреждения генератора, которое влечет за собой падение напряжения и тока короткого замыкания.

Характеристики:

- мгновенное срабатывание или срабатывание с выдержкой времени;
- кривая с независимой выдержкой времени (DT) или с зависимой выдержкой времени (выбор из 16 типов стандартизованных кривых IDMT);
- со временем удержания или без времени удержания.

5. **Термостат/Газовое реле (ANSI 26/63).** Описание в предыдущей главе.

6. **Контроль температуры (ANSI 38/49T).** Описание в предыдущей главе.

### 3.4. Подключение и ввод в эксплуатацию устройств SEPAM 1000+ серии 40

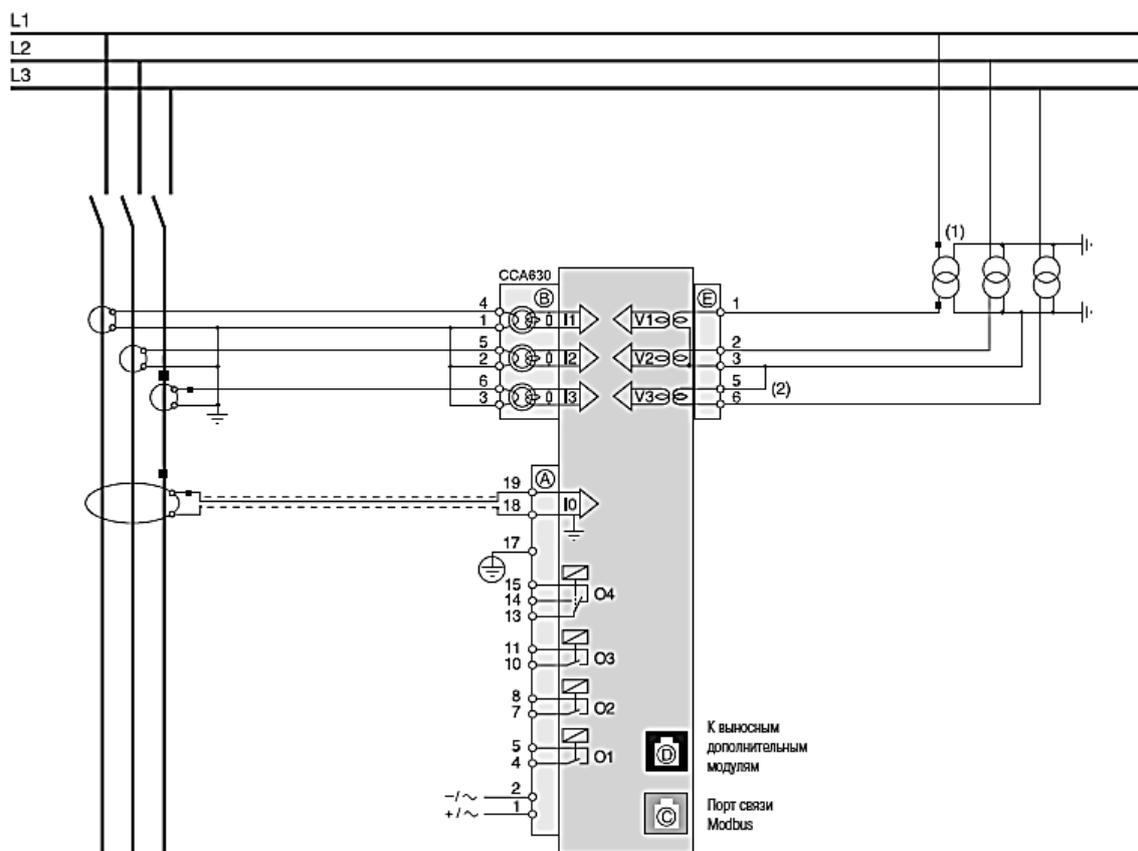


Рис. 3.8. Подключение устройств SEPAM 1000+ серии 40

Данная схема подключения позволяет рассчитывать напряжение нулевой последовательности. Перемычка для соединения клемм 3 и 5 поставляется с разъемом ССА 626.

Таблица 3.1

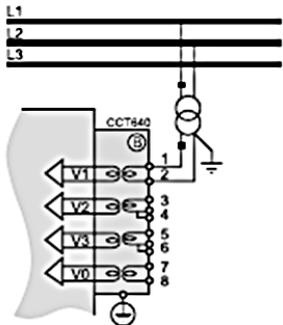
*Схема подключения входов фазного тока*

Измерение фазного тока с помощью трех трансформаторов тока 1 А / 5 А (стандартная схема подключения)	
	<p>Подключение трех трансформаторов тока 1 А / 5 А с помощью разъема ССА 630 или ССА 634. Измерение значений токов в трех фазах позволяет рассчитывать ток нулевой последовательности</p>
Измерение фазного тока с помощью двух трансформаторов тока 1 А / 5 А	
	<p>Подключение двух трансформаторов тока 1 А / 5 А с помощью разъема ССА 630 или ССА 634. Измерение значений токов в 1-й и 3-й фазах достаточно для обеспечения всех функций токовой защиты в фазах. Значение тока во 2-й фазе определяется только для функций изменения при условии, что <math>I_0 = 0</math>. Данная схема не позволяет рассчитывать ток нулевой последовательности</p>
Измерение фазного тока с помощью трех трансформаторов тока типа LPCT (тор Роговского)	
	<p>Подключение трех трансформаторов тока малой мощности типа LPCT с помощью разъема ССА 670. Подключение только одного или двух трансформаторов не допускается и приводит к тому, что SEPAM переходит на аварийный режим работы. Измерение значений токов в трех фазах позволяет рассчитывать ток нулевой последовательности</p>

Таблица 3.2

Схема подключения входов напряжений

Измерение трех фазных напряжений (стандартная схема подключения)	
	<p>Измеряемое напряжение: <math>V_1, V_2, V_3</math>.                  Расчетные значения: <math>U_{21}, U_{32}, U_{13}, V_0, V_d, f</math></p>
Измерение двух фазных напряжений и напряжения нулевой последовательности	
	<p>Измеряемое напряжение: <math>V_1, V_2, V_3, V_0</math>.                  Расчетные значения: <math>U_{21}, U_{32}, U_{13}, V_d, f</math></p>
Измерение двух линейных напряжений	
	<p>Измеряемое напряжение: <math>U_{21}, U_{32}</math>.                  Расчетные значения: <math>U_{13}, V_d, f</math></p>
Измерение линейного напряжения и напряжения нулевой последовательности	
	<p>Измеряемое напряжение: <math>U_{21}, V_0</math>.                  Расчетные значения: <math>f</math></p>

Измерение линейного напряжения	
	<p>Измеряемое напряжение: <math>U_{21}</math>.</p> <p>Расчетные значения: <math>f</math></p>

### 3.5. Управление и контроль

SEPAМ выполняет функции управления и контроля, необходимые для работы электрической сети:

- основные функции управления и контроля предварительно установлены и соответствуют наиболее распространённым случаям применения;
- готовые к использованию, функции вводятся в эксплуатацию путём простого параметрирования после назначения необходимых логических входов/выходов;
- предварительно установленные функции управления и контроля могут быть адаптированы к особым случаям применения с помощью программного обеспечения SFT 2841, обеспечивающего использование следующих персонализированных функций:

- персонализация матрицы управления для адаптации назначения выходных реле, сигнальных ламп и аварийных сообщений;
- редактор логических уравнений, обеспечивающих адаптацию и дополнение предварительно установленных функций управления и контроля;
- создание персонализированных аварийных сообщений при местном управлении.

*Алгоритм работы.*

Обработка каждой функции управления и контроля может быть разделена на три этапа:

- получение входных данных;
- результаты обработки функций защиты:
  - внешние логические данные, поступающие на логические входы дополнительного модуля входов/выходов MES 114;
  - телекоманды (ТС), поступающие по линии связи Modbus;
  - логическая обработка собственно функции управления и контроля;

- использование результатов обработки данных:
  - для активации выходных реле для управления приводом;
  - для информирования пользователя:
  - посредством передачи сообщений и/или активизации сигнальных ламп на дисплее SEPAM и с помощью программного обеспечения SFT 2841;
  - посредством телесигнализации (TS) для дистанционной передачи информации через связь Modbus.



Рис. 3.17. Алгоритм работы

#### Логические входы и выходы.

Количество логических входов/выходов SEPAM выбирается в соответствии с используемыми функциями управления и контроля. Расширение четырех выходов, имеющих в базовом устройстве SEPAM (SEPAM серий 20 или 40), обеспечивается за счёт добавления одного модуля MES 114 с 10 логическими входами и 4 выходными реле. После подбора необходимого типа модуля MES 114 для определенного вида применения используемые логические входы назначаются какой-либо функции. Назначение входов выбирается из списка имеющихся функций, который охватывает все возможные типы применения. Таким образом, функции могут быть адаптированы к применению в соответствии с имеющимися логическими входами. Для работы при исчезновении напряжения входы могут инвертироваться. Для наиболее распространенных случаев применения предлагается назначение по умолчанию логических входов/выходов. В соответствии с выбранным типом применения в каждом SEPAM есть определенный набор предварительно установленных функций управления и контроля.

#### Управление и контроль.

**1. Управление выключателем/контактором (ANSI 94/69).** SEPAM обеспечивает управление работой выключателей с различными катушками включения и отключения:

- выключателей с катушкой отключения при подаче или исчезновении напряжения;

- контактора с защелкой с катушкой отключения при подаче напряжения.

Данная функция обслуживает все условия включения и отключения выключателя, основанные:

- на функциях защиты;
- данных о положении выключателя;
- командах дистанционного управления;
- функциях управления, специализированных для каждого вида применения (например, АПВ); данная функция также запрещает включение выключателя в соответствии с условиями эксплуатации.

**2. Удержание/квитирование (ANSI 86).** Удержание выходов отключения всех функций защиты и всех логических входов может выполняться индивидуально. Удерживаемая информация сохраняется в случае отключения оперативного питания. Логические выходы не могут быть с удержанием. Квитирование (сброс) всей удерживаемой информации осуществляется:

- по месту, нажатием клавиши;
- дистанционно через логический вход;
- через линию связи.

Функция удержания/квитирования в сочетании с функцией управления выключателем/контактором обеспечивает выполнение функции «Реле блокировки» (ANSI 86).

**3. Логическая селективность (SSL) (ANSI 68).** Данная функция обеспечивает:

- быстрое селективное отключение в случае междуфазных коротких замыканий и замыканий фазы на землю для любых типов сетей;
- сокращение времени отключения выключателей, наиболее близко расположенных к источнику питания (недостаток обычной временной селективности).

Каждое устройство SEPAM:

- передает сигнал логического ожидания при обнаружении повреждения функциями максимальной токовой защиты в фазах или от замыканий на землю, направленной или нет (ANSI 50/51, 50N/51N, 67 или 67N/67NC);
- получает сигнал логического ожидания, блокирующий отключение этих защит; механизм сохранения обеспечивает работу защиты в случае повреждения линии.

**4. Тестирование выходных реле.** Эта функция позволяет управлять активацией каждого выходного реле в течение 5 секунд для упрощения контроля за подсоединением выходов и работой подключенного оборудования.

**5. Сигнализация при местном управлении (ANSI 30).** Сигнализация с помощью сигнальных ламп на передней панели SEPAM:

- две лампы, показывающие, что SEPAM находится в рабочем состоянии:

- зеленая сигнальная лампа «оп», указывающая на то, что SEPAM включен;

- красная сигнальная лампа «ключ», указывающая на то, что SEPAM находится в нерабочем состоянии (фаза инициализации или обнаружение внутреннего повреждения);

- 9 жёлтых сигнальных ламп:

- предварительно назначенные функции со стандартными обозначениями;

- назначение и персонализированная маркировка сигнальных ламп выполняется с помощью программного обеспечения SFT 2841.

При местном управлении SEPAM отображает на дисплее событие или аварийный сигнал:

- появлением сообщений, представленных на двух языках:

- на английском языке даются установленные изготовителем заводские, неизменяемые сообщения;

- эти же сообщения представлены на русском языке (выбор языка сообщений производится при параметрировании SEPAM);

- включением одной из 9 жёлтых сигнальных ламп в соответствии с их назначением, параметрируемым при помощи программного обеспечения SFT 2841.

**6. Обработка аварийных сигналов:**

- при появлении какого-либо аварийного сигнала на дисплее высвечивается соответствующее сообщение и загорается соответствующая сигнальная лампа;

- количество и характер сообщений зависят от типа SEPAM;

- эти сообщения соответствуют функциям SEPAM и выводятся на дисплей на передней панели и на экран «Аварийные сигналы» программы SFT 2841;

- при нажатии на кнопку сообщение удаляется с дисплея;

- после устранения неисправности и нажатия пользователем кнопки сигнальная лампа гаснет и происходит перезапуск SEPAM;

- список аварийных сообщений остается доступным (кнопка) и может быть удален с экрана нажатием кнопки.

## 4. SEPAM 1000+ СЕРИИ 80

Семейство SEPAM серии 80 является самым современным в линии 1000+. Они могут быть использованы для защиты любого электроэнергетического оборудования в сетях 6–35 кВ и силовых трансформаторов 110 (220) кВ. Устройства серии 80 обладают всеми необходимыми защитами, имеют большое число дискретных входов и выходных реле (в максимальном варианте – до 42 входов и 23 выходов), расширенный редактор логических уравнений. Это позволяет применять эти терминалы в устройствах сложной системной автоматики.

Терминалы SEPAM серии 80 имеют возможность построения (по 30 точкам) и реализации «пользовательской» времятоковой характеристики для токовых защит. Цифровые терминалы SEPAM серии 80 применяются для защиты генераторов средней и большой мощности, трансформаторов 35–220 кВ, мощных синхронных и асинхронных двигателей, трансформаторных вводов с напряжением 6–10 кВ.



Рис. 4.1. SEPAM 1000+ серии 80

Функциональное назначение терминалов SEPAM серии 80 и алгоритм работы системной автоматики определяются программным обеспечением сменного картриджа. В программу сменного картриджа также записываются все настройки и регулировки, выполненные пользователем. Заменой картриджа можно изменить назначение цифрового терминала. Для сохранения большого объема записанных осциллограмм ава-

рийных процессов (при исчезновении оперативного питания) применяется литиевая батарея.

Защитные функции SEPAM 1000+ серии 80:

1. Токовые защиты.
2. Защита от отказов выключателей (УРОВ) (ANSI 50BF).
3. Максимальная защита обратной последовательности (ANSI 46).
4. Тепловая защита (ANSI 49RMS).
5. Небаланс конденсаторных батарей (ANSI 51C).
6. Устройство автоматического повторного включения (АПВ) (ANSI 79).
7. Контроль синхронизма (ANSI 25).
8. Дифференциальные защиты.
9. Направленные токовые защиты.
10. Направленная защита по мощности.
11. Защиты оборудования.
12. Защиты по напряжению.
13. Защиты по частоте.

На рис. 4.1 представлен внешний вид терминала SEPAM 1000+ серии 80.

#### 4.1. Общая структура устройства SEPAM 1000+ серии 80

На рис. 4.2 представлен общий вид задней панели базового модуля SEPAM 1000+ серии 80.

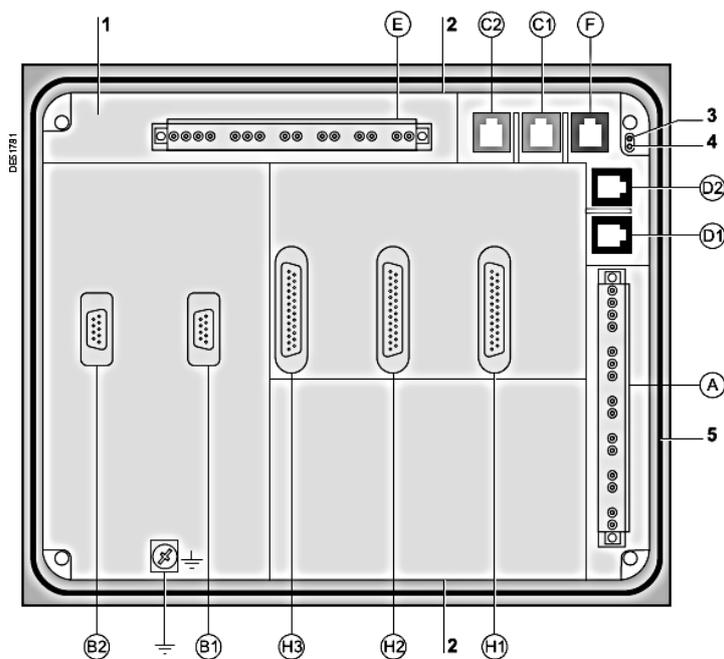


Рис. 4.2. Разъемы задней панели SEPAM 1000+ серии 80

- 1** – базовое устройство;
- 2** – 8 точек крепления для 4 пружинных зажимов;
- 3** – красный светодиодный индикатор нерабочего состояния SEPAM;
- 4** – зеленый светодиодный индикатор включения питания SEPAM;
- 5** – уплотнение;
- A** – 20-контактный разъем для подключения:
  - вспомогательного питания 24–250 В постоянного тока;
  - релейных выходов;
- B1** – разъем для подключения трех входов фазного тока  $I_1, I_2, I_3$ ;
- B2** – для устройств SEPAM T87, M87, M88, G87, G88:
  - разъем для подключения трех входов фазного тока  $I'_1, I'_2, I'_3$ ;
  - SEPAM B83: разъем для подключения;
  - трех входов фазного напряжения  $V'_1, V'_2, V'_3$ ;
  - одного входа напряжения нулевой последовательности  $V'_0$ ;
  - SEPAM C86: разъем для подключения входов тока небаланса конденсаторных батарей;
- C1** – порт связи 1;
- C2** – порт связи 2;
- D1** – порт связи с выносными модулями 1;
- D2** – порт связи с выносными модулями 2;
- E** – 20-контактный разъем для подключения:
  - трех входов фазного напряжения  $V_1, V_2, V_3$ ;
  - одного входа напряжения нулевой последовательности  $V_0$ ;
  - двух входов тока нулевой последовательности  $I_0, I'_0$ ;
- F** – резервный порт;
- H1** – разъем для подключения первого модуля входов/выходов MES120;
- H2** – разъем для подключения второго модуля входов/выходов MES120;
- H3** – разъем для подключения третьего модуля входов/выходов MES120;
-  – функциональное заземление.

Как и устройства серии 20 и 40, SEPAM серии 80 имеет модульную структуру, то есть к одному базовому модулю подключаются дополнительные блоки в зависимости от необходимых защитных функций.

## 4.2. Интерфейс SEPAM серии 80

В терминалах серии 80 может быть использован интерфейс, аналогичный тому, что используется в 20 и 40 серии. Кроме того, здесь может быть использован, в отличие от других серий, человеко-машинный интерфейс на основе большого графического дисплея (рис. 4.3), который обеспечивает выполнение всех необходимых функций и дает возможность местного управления выключателями:

- выбор режима управления SEPAM;
- отображение состояния выключателей с помощью анимационной мнемосхемы;
- местное управление отключением и включением всех выключателей, работа которых контролируется SEPAM.

Для обеспечения безопасного местного управления выключателями вся необходимая оператору информация одновременно выводится на большой графический дисплей:

- однолинейная схема оборудования, управляемого с помощью SEPAM, с графическим отображением в реальном времени состояния выключателей;
- необходимые результаты измерений тока, напряжения или мощности.

Настройка защиты и изменение параметров производится после ввода пароля.

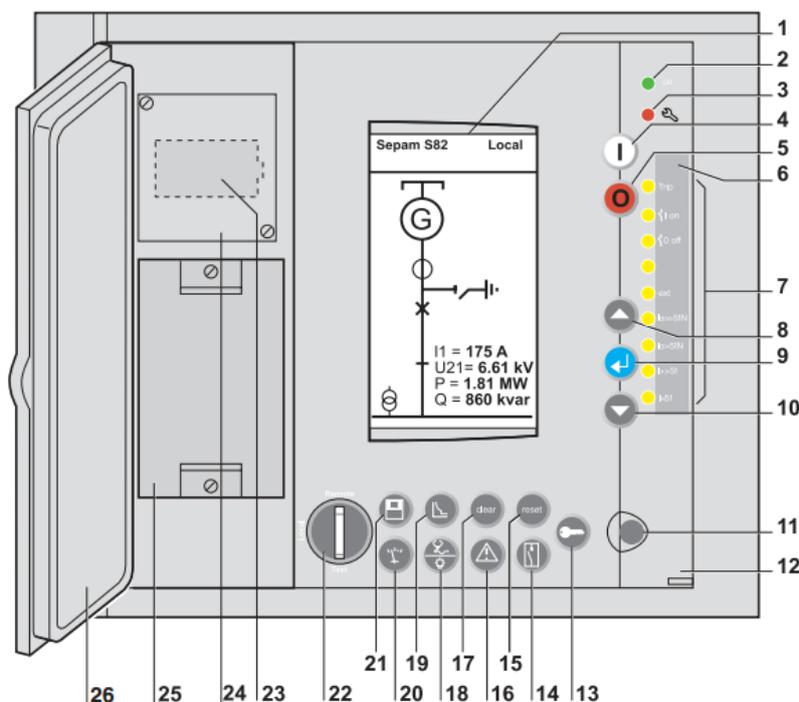


Рис. 4.3. Терминал пользователя DSM303

- 1 – графический жидкокристаллический дисплей;
- 2 – зеленый светодиодный индикатор, указывающий, что SEPAM включен;
- 3 – красный светодиодный индикатор нерабочего состояния SEPAM;
- 4 – идентификационная маркировка светодиодных индикаторов;
- 5 – 9 желтых светодиодных индикаторов (L1–L9 снизу вверх);
- 6 – кнопка местного включения аппаратов , выбранных на графическом дисплее;
- 7 – кнопка местного отключения аппаратов , выбранных на графическом дисплее;
- 8 – кнопка перемещения курсора вверх ;
- 9 – кнопка подтверждения ввода ;
- 10 – кнопка перемещения курсора вниз ;
- 11 – порт подключения к компьютеру;
- 12 – прозрачная дверца;
- 13 – кнопка входа в экран ввода пароля ;
- 14 – кнопка отображения графической схемы ;
- 15 – кнопка сброса информации на экране ;
- 16 – кнопка входа в журнал аварий ;
- 17 – многофункциональная кнопка :
- подтверждение активного аварийного сообщения;
  - обнуление регистраторов максимальных значений и сброс диагностических сообщений;
  - обнуление журнала аварий;
- 18 – кнопка с двумя функциями :
- кратковременное нажатие; отображение состояния распределительного оборудования, электросети и электродвигателя ;
  - нажатие продолжительностью 5 секунд: тест светодиодных индикаторов и дисплея ;
- 19 – кнопка входа в меню отображения и согласования основных настроек активных функций защиты;
- 20 – кнопка отображения результатов измерений и векторных диаграмм ;
- 21 – кнопка отображения основных настроек SEPAM ;

- 22 – трехпозиционный переключатель режимов управления устройства SEPAM: дистанционное/местное/тест;
- 23 – элемент питания;
- 24 – крышка отсека элемента питания;
- 25 – картридж питания;
- 26 – дверца.

### 4.3. Дополнительные модули SEPAM

Терминал SEPAM 1000+ серии 80 поддерживает подключения всех дополнительных модулей, описанных в главе 2 (о SEPAM 1000+ серии 20). Помимо этого поддерживаются модули, описанные ниже.

#### 4.3.1. Модули MES120, MES120G, MES120H

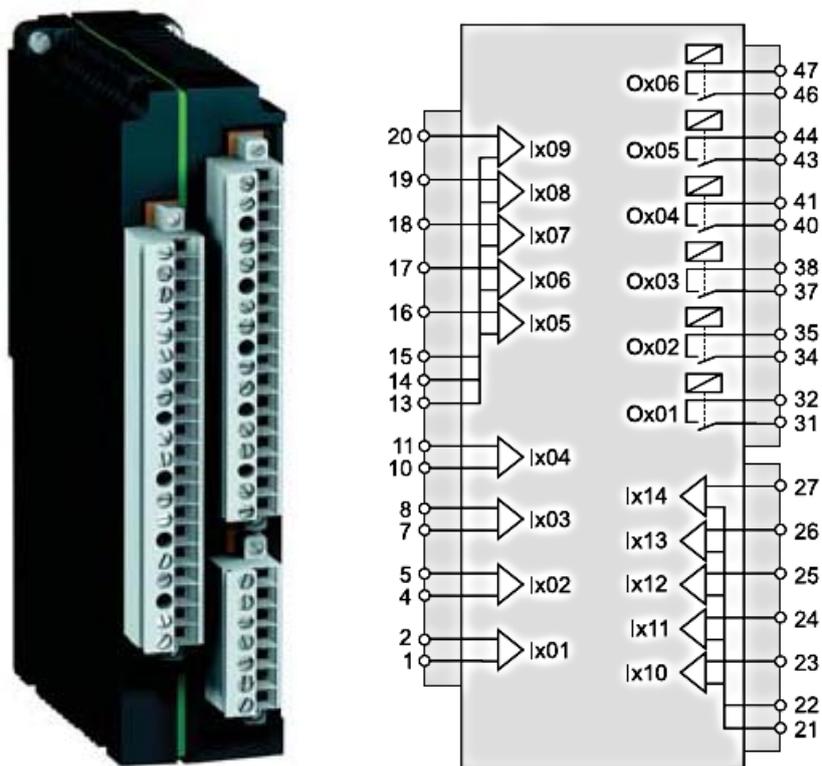


Рис. 4.4. Модуль MES 120 на 14 входов/6 выходов

Расширение числа выходов, помимо пяти релейных выходов базового устройства SEPAM серии 80, обеспечивается за счёт добавления одного, двух или трех модулей MES120 на 14 логических входов постоянного тока и 6 релейных выходов (1 реле управления и 5 реле сигнализации) в каждом.

Выпускаются модули трех типов на разные диапазоны входного напряжения и с разными порогами переключения:

- MES120 на 14 входов (24–250 В постоянного тока) с типичным порогом переключения 14 В постоянного тока;
- MES120 на 14 входов (220–250 В постоянного тока) с типичным порогом переключения 155 В постоянного тока;
- MES120 на 14 входов (110–125 В постоянного тока) с типичным порогом переключения 82 В постоянного тока.

#### 4.3.2. Модуль контроля синхронизма MCS025

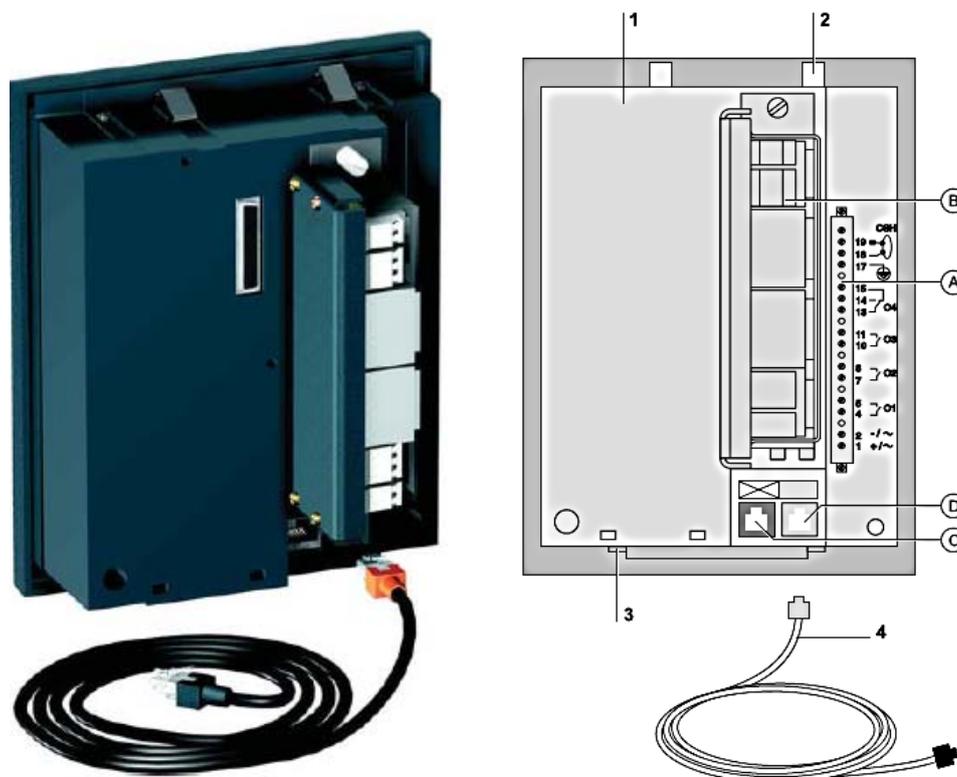


Рис. 4.5. Модуль контроля синхронизма MCS025

- 1 – модуль MCS025;
- А – 20-контактный разъем ССА620 для подключения:
- вспомогательного источника питания;
  - релейных выходов:
    - O1, O2, O3: сигнал разрешения включения выключателя;
    - O4: не используется;
- В – разъем ССТ 640 для подключения 2 синхронизируемых входов фазного или линейного напряжения;
- С – разъем RJ45: не используется;

**D** – разъем RJ45 для подсоединения модуля к базовому устройству SEPAM серии 80 (подключение прямое или через другой выносной модуль);

**2** – две защелки;

**3** – два выступа фиксации при скрытом монтаже;

**4** – соединительный кабель CCA785.

Модуль MCS025 контролирует напряжения с обеих сторон автоматического выключателя для обеспечения безопасного включения (согласно ANSI 25). Он контролирует отклонение модуля, частоты и сдвиг фазы между двумя измеренными напряжениями и учитывает, обесточена линия/шина или нет.

Разрешение на включение автоматического выключателя передается нескольким SEPAM серии 80 через три релейных выхода. Данное разрешение на включение учитывается функцией управления автоматическим выключателем каждого SEPAM серии 80.

Доступ к уставкам функции контроля синхронизма и результатам измерений, выполненных этим модулем, осуществляется с помощью специализированного программного обеспечения SFT 2841, аналогично доступу к другим настройкам и измерениям для устройства SEPAM серии 80.

Модуль MCS025 снабжен:

- разъемом CCA 620 для подключения релейных выходов и источника питания;

- разъемом CCT 640 для подключения входов напряжения;

- кабелем CCA785 для подключения модуля к базовому устройству SEPAM серии 80.

#### **4.4. Функции защиты и управления SEPAM 1000+ серии 80**

Защиты, реализуемые терминалом серии 80, несколько отличаются от защит в предыдущих сериях. Кроме того, есть ряд дополнительных функций, отсутствующих в предыдущих версиях.

##### **4.4.1. Токовые защиты**

**1. Максимальная токовая защита в фазах (ANSI 50/51)** от междофазных коротких замыканий. Имеются два режима использования:

- защита от токовых перегрузок, чувствительная к наибольшему из измеренных значений фазного тока;

- дифференциальная защита оборудования, чувствительная к наибольшему из значений дифференциального фазного тока, полученных с помощью автодифференциальной схемы.

Характеристики защиты:

- две группы уставок;
- включение мгновенное или с выдержкой времени;
- кривая с независимой выдержкой времени (DT), с зависимой выдержкой времени (выбор из 16 типов стандартизованных кривых IDMT);
- со временем удержания или без времени удержания;
- отключение с подтверждением или без него, в соответствии с установленными параметрами:
  - отключение без подтверждения: стандартный случай;
  - отключение с подтверждением защитой максимального напряжения обратной последовательности (ANSI 47) для резервной защиты от удалённых двухфазных коротких замыканий;
  - отключение с подтверждением защитой минимального напряжения (ANSI 27) для резервной защиты от междуфазных коротких замыканий в сетях, с малым током короткого замыкания.

**2. Максимальная токовая защита от замыканий на землю (ANSI 50N/51N или 50G/51G)** функционирует на основании измеренных или расчётных значений тока нулевой последовательности:

- ANSI 50N/51N: значение тока нулевой последовательности рассчитывается или измеряется с помощью трёх датчиков фазного тока;
- ANSI 50G/51G: ток нулевой последовательности измеряется непосредственно специальным датчиком.

Характеристики:

- две группы уставок;
- мгновенное срабатывание или с выдержкой времени;
- кривая с независимой выдержкой времени (DT), с зависимой выдержкой времени (выбор из 16 типов стандартизованных кривых IDMT);
- со временем удержания или без времени удержания;
- стабильность защиты во время включения трансформатора обеспечивается подавлением 2-й гармоники, активизируется путём параметрирования.

**3. Защита от отказов выключателей (УРОВ) (ANSI 50BF).** Описание в предыдущей главе.

**4. Максимальная защита обратной последовательности (ANSI 46)** от фазного небаланса, который обнаруживается путём измерения тока обратной последовательности. Также используется как чувствительная защита от двухфазных коротких замыканий на конце длинной отходящей линии.

Защищает оборудование от повышения температуры, вызванного несбалансированным питанием, неправильным направлением вращения фаз или потерей какой-либо фазы, а также от небаланса фазного тока.

Характеристики:

- кривая с независимой выдержкой времени (DT);
- 9 кривых с зависимой выдержкой времени: 4 кривых МЭК и 3 кривых IEEE, 1 кривая ANSI в RI2 и 1 специальная кривая Schneider Electric.

**5. Максимальная направленная токовая защита в фазах (ANSI 67).** Описание в предыдущей главе.

**6. Максимальная направленная токовая защита от замыканий на землю (ANSI 67N/67NC).** Описание в предыдущей главе.

**7. Тепловая защита (ANSI 49RMS)** от теплового повреждения, вызванного перегрузками:

- оборудования (трансформаторов, двигателей или генераторов);
- кабелей;
- конденсаторов.

Нагрев вычисляется с помощью математической модели, учитывающей:

- действующие значения тока (RMS);
- температуру окружающей среды;
- значение тока обратной последовательности, причину повышения температуры ротора двигателя.

Вычисление нагрева позволяет рассчитать данные прогноза для помощи в эксплуатации и управлении процессом. Защита может блокироваться логическим входом, когда это необходимо в соответствии с условиями логики управления.

Характеристики тепловой защиты оборудования:

- две группы уставок;
- регулируемая уставка аварийной сигнализации;
- регулируемая уставка отключения;
- уставки начального нагрева для точной адаптации характеристик защиты к тепловым характеристикам оборудования, указанным производителем;
- постоянные времени нагрева и охлаждения оборудования.

Постоянная времени охлаждения может вычисляться автоматически на основании замеров температуры оборудования, осуществляемых с помощью датчика.

Характеристики тепловой защиты кабеля:

- одна группа уставок;
- допустимый ток кабеля, по которому определяются значения уставок аварийной сигнализации и отключения;
- постоянная времени нагрева и охлаждения кабеля.

Характеристики тепловой защиты конденсатора:

- одна группа уставок;
- ток аварийной сигнализации, по которому определяется значение уставки аварийной сигнализации;
- ток перегрузки, по которому определяется значение уставки отключения;
- время отключения по нагреву и уставка по току, которые определяют точку на кривой отключения.

8. **Небаланс конденсаторных батарей (ANSI 51C)**. Функция обнаружения внутренних повреждений конденсаторных батарей путем измерения тока небаланса между двумя нейтральными точками одной конденсаторной батареи, соединенной по схеме двойной звезды.

С помощью измерения четырех токов небаланса обеспечивается защита до четырех конденсаторных батарей.

Характеристики:

- две группы уставок для одной конденсаторной батареи;
- кривая с независимой выдержкой времени (DT).

9. **Устройство автоматического повторного включения (АПВ) (ANSI 79)**. Описание в предыдущем разделе.

10. **Контроль синхронизма (ANSI 25)**. Данная функция обеспечивает контроль синхронизма электрических сетей с одной и с другой стороны от выключателя и разрешает его включение, когда сдвиг напряжения, частоты и фазы находится в допустимых пределах.

Характеристики:

- регулируемые и независимые уставки сдвига напряжения, частоты и фазы;
- регулируемое время опережения для учета времени включения выключателя;
- пять возможных режимов работы в случае исчезновения напряжения.

#### **4.4.2. Дифференциальные защиты**

1. **Дифференциальная защита от замыканий на землю (ANSI 64 REF)**. Функция позволяет обнаружить замыкания между фазой и землей в трёхфазной обмотке с заземлённой нейтралью путём сравнения значения тока нулевой последовательности, вычисляемого по 3 фазным токам, и тока нулевой последовательности, измеренного в нейтрали.

Характеристики защиты:

- мгновенное отключение;
- процентная характеристика с фиксированной крутизной и регулируемой минимальной уставкой;

- лучшая чувствительность, чем у дифференциальной защиты трансформатора или электрической машины.

2. **Дифференциальная защита двухобмоточного трансформатора и блока «трансформатор – электрическая машина» (ANSI 87T).** Защита от междуфазных коротких замыканий, возникающих в двухобмоточных трансформаторах и блоках «трансформатор – электрическая машина».

Защита основана на пофазном сравнении значений первичных и вторичных токов:

- после корректировки токов каждой обмотки в зависимости от векторной группы и установленных значений напряжения;
- подавления составляющей нулевой последовательности в первичной и вторичной обмотках (адаптирована к любым системам заземления).

Характеристики:

- мгновенное отключение;
- верхняя регулируемая уставка для быстрого отключения в случае серьезного повреждения без элемента ограничения;
- процентная характеристика отключения с двумя регулируемыми фронтами крутизны и минимальная регулируемая нижняя уставка;
- ограничение по коэффициенту гармоник позволяет исключить несвоевременное срабатывание при включении трансформатора или при замыкании, внешнем по отношению к защищаемой зоне, приводящем к насыщению трансформаторов тока, либо при эксплуатации трансформатора, работающего на повышенном напряжении (сверхтоке);
- самоадаптируемое ограничение нейронной сетью, которая анализирует процентное содержание 2-й и 5-й гармоник, а также дифференциальные и сквозные токи;
- ограничение путем анализа общего или пофазного процентного содержания 2-й гармоники;
- ограничение путем анализа общего или пофазного процентного содержания 5-й гармоники является исключительным по отношению к элементам ограничения по коэффициентам 2-й и 5-й гармоник;
- ограничение при включении, основанное на анализе тока намагничивания трансформатора или определяемое с помощью логического уравнения или программы Logipat, обеспечивает устойчивость работы трансформаторов, имеющих низкий коэффициент гармоник при включении;
- быстрое ограничение при потере датчика.

3. **Дифференциальная защита электрической машины (ANSI 87 M).** Защита от междуфазных коротких замыканий, основанная на пофазном сравнении значений тока с двух сторон обмоток двигателя или генератора.

Характеристики:

- мгновенное отключение;
- фиксированная верхняя уставка для быстрого отключения при серьезном повреждении, без элемента ограничения;
- процентная характеристика отключения с фиксированной крутизной и регулируемой минимальной нижней уставкой;
- ограничение отключения в соответствии с процентной характеристикой, активизируемой при обнаружении:
  - внешнего повреждения или пуска электрической машины;
  - насыщения или потери датчика;
  - включения трансформатора (подавление 2-й гармоники).

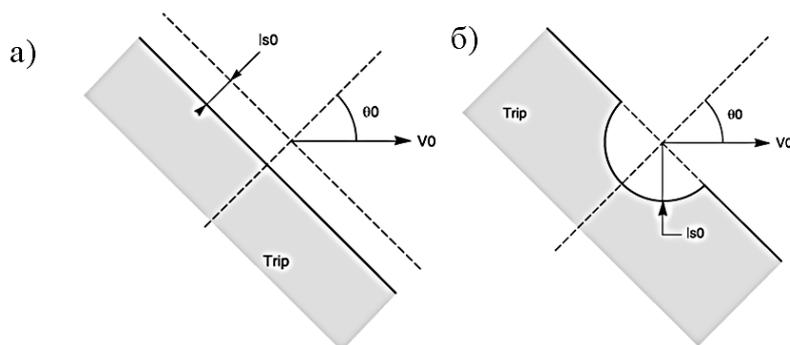


Рис. 4.6. Характеристика отключения защиты ANSI 67N/67NC:  
а) тип 1 (характеристический угол  $\theta_0 \neq 0^\circ$ );  
б) тип 2 (характеристический угол  $\theta_0 \neq 0^\circ$ )

#### 4.4.3. Защиты по напряжению

1. **Контроль насыщения (В/Гц) (ANSI 24)**. Защита от насыщения в магнитопроводах трансформатора или генератора путём вычисления отношения наибольшего значения фазного или линейного напряжения к частоте.

Характеристики:

- параметрируемая схема соединения оборудования;
- независимая выдержка времени (DT) или зависимая выдержка времени (выбор из 3 кривых).

2. **Защита минимального напряжения прямой последовательности (ANSI 27D)**. Описание в главе 2 (о SEPAM серии 20).

3. **Защита минимального напряжения, однофазная (ANSI 27R)**. Описание в главе 2 (о SEPAM серии 20).

4. **Защита минимального напряжения (ANSI 27)**. Описание в главе 2 (о SEPAM серии 20).

5. **Защита максимального напряжения (ANSI 59).** Описание в главе 2 (о SEPAM серии 20).

6. **Защита максимального напряжения нулевой последовательности (ANSI 59N).** Определение нарушения изоляции путем измерения напряжения нулевой последовательности:

- защита ANSI 59N: в сетях с изолированной нейтралью;
- защита ANSI 59N/64G1: в статорной обмотке генератора с заземленной нейтралью; данная функция обеспечивает защиту обмотки на 85–90 % со стороны выводов, не защищённых функцией ANSI 27TN/64G2 (минимальное напряжение нулевой последовательности 3-й гармоники).

Характеристики:

- кривая с независимой выдержкой времени (DT);
- кривая с зависимой выдержкой времени.

7. **Защита максимального напряжения обратной последовательности (ANSI 47).** Описание в предыдущей главе.

#### **4.4.4. Защита по частоте**

1. **Защита максимальной частоты (ANSI 81H).** Описание в главе 2 (о SEPAM серии 20).

2. **Защита минимальной частоты (ANSI 81L).** Описание в главе 2 (о SEPAM серии 20).

3. **Защита по скорости изменения частоты (ANSI 81R).** Защита, используемая для быстрого отключения от электрической сети источника питания или для управления разгрузкой. Данная функция основана на расчете скорости изменения частоты; функция не срабатывает при возникновении переходных нарушений в подаче напряжения и, таким образом, является более устойчивой, чем защита по определению сдвига фазы.

##### **Отключение.**

На распределительных пунктах, имеющих автономные генерирующие устройства, защита по скорости изменения частоты используется для обнаружения потери этого соединения, чтобы произвести отключение выключателя на вводе с целью:

- защиты генераторов при восстановлении соединения без контроля синхронизма;
- предотвращения питания внешних по отношению к установке нагрузок во время нарушения питания главной сети.

##### **Разгрузка.**

Защита по скорости изменения частоты может быть использована для разгрузки в сочетании с функциями защиты по минимальной частоте с целью:

- ускорения разгрузки в случае возникновения значительной перегрузки;
- блокировки разгрузки при резком снижении частоты вследствие повреждения, которое должно быть устранено без помощи функции разгрузки.

#### **4.4.5. Направленная защита по мощности**

1. **Максимальная направленная защита активной мощности (ANSI 32P).** Описание в предыдущей главе.

2. **Максимальная направленная защита реактивной мощности (ANSI 32Q).** Описание в предыдущей главе.

3. **Минимальная направленная защита активной мощности (ANSI 37P).** Двухнаправленная защита на основе расчёта значения активной мощности. Контроль направления активной мощности используется:

- для согласования количества параллельно работающих источников мощности с требуемой нагрузкой сети;
- создания изолированной системы со своим источником.

#### **4.4.6. Защита оборудования**

1. **Минимальная токовая защита в фазах (ANSI 37).** Описание в главе 2 (о SEPAM серии 20).

2. **Затянутый пуск / блокировка ротора (ANSI 48/51LR).** Описание в главе 2 (о SEPAM серии 20).

3. **Ограничение количества пусков (ANSI 66).** Описание в главе 2 (о SEPAM серии 20).

4. **Защита от асинхронного режима с потерей возбуждения (минимальное полное сопротивление) (ANSI 40),** основанная на расчёте полного сопротивления прямой последовательности на выводах обмоток электрической машины или трансформатора для блока «трансформатор – электрическая машина».

Характеристики:

- две круговые характеристики, определяемые с помощью реактивных сопротивлений  $X_a$ ,  $X_b$  и  $X_c$ ;
- отключение, когда полное сопротивление прямой последовательности электрической машины входит в одну из двух круговых характеристик;
- независимая выдержка времени (DT), связанная с каждой круговой характеристикой;

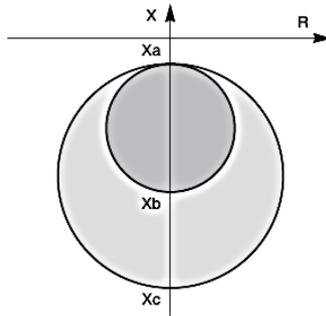


Рис. 4.7. Две круговые характеристики отключения защитой ANSI 40

- функция помощи в регулировке, предусмотренная программным обеспечением SFT 2841, для расчёта значений  $X_a$ ,  $X_b$  и  $X_c$  в зависимости от электрических характеристик машины и трансформатора.

5. **Защита от потери синхронизма (ANSI 78PS)**, основанная на вычислении значения активной мощности. Защита имеет два режима работы:

- отключение в соответствии с критерием равенства площадей разгона и торможения, с выдержкой времени;

- отключение в зависимости от количества изменений направления перетока активной мощности (качаний мощности):

- адаптированное для генераторов, выдерживающих большие электрические и механические нагрузки;

- с регулировкой по количеству «проворотов».

Эти два режима работы могут использоваться по отдельности или одновременно.

6. **Защита максимальной частоты вращения (ANSI 12)**. Функция определения повышенной частоты вращения электрической машины, основанная на вычислении скорости путём подсчёта импульсов, для выявления «разгона» синхронных генераторов, вызванного нарушением синхронизма, либо, например, для управления процессом.

7. **Защита минимальной частоты вращения (ANSI 14)**. Функция контроля за частотой вращения электрической машины, основанная на вычислении скорости путём подсчёта импульсов:

- выявление пониженной скорости вращения электрической машины после ее пуска, например, для управления процессом;

- получение информации о нулевой скорости для обнаружения блокировки ротора при пуске.

8. **Максимальная токовая защита с коррекцией по напряжению (ANSI 50V/51V)**. Защита от междуфазных коротких замыканий для защиты генераторов: порог отключения по току корректируется в соответствии со значением напряжения, чтобы учитывать случай ближнего повреждения генератора, которое влечет за собой падение напряжения и тока короткого замыкания.

Характеристики:

- мгновенное отключение или отключение с выдержкой времени;
- кривая с независимой выдержкой времени (DT), с зависимой выдержкой времени (выбор из 16 типов стандартизованных кривых IDMT);
- с временем удержания или без времени удержания.

#### 9. Защита минимального полного сопротивления (ANSI 21B).

Защита от междуфазных коротких замыканий для защиты генераторов, основанная на вычислении полного сопротивления между фазами.

Характеристики:

- круговая характеристика, центрированная на начало отсчёта, определяемая с помощью регулируемой уставки  $Z_S$ ;

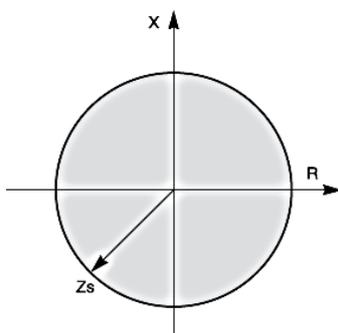


Рис. 4.8. Круговая характеристика отключения защитой ANSI 21B

- отключение с независимой выдержкой времени (DT), когда одно из трёх полных сопротивлений входит в круговую характеристику отключения.

10. **Защита от ошибочного включения в сеть (ANSI 50/27).** Контроль последовательности пуска генератора для определения ошибочного включения остановленного генератора (генератор в этом случае работает как двигатель).

Данная функция имеет мгновенную максимальную токовую защиту в фазах, подтвержденную минимальной защитой по напряжению с выдержкой времени.

11. **Полная защита статора от замыканий на землю (ANSI 64G).** Защита генераторов с заземлённой нейтралью от повреждения изоляции между фазой и землей в обмотке статора. Эта функция может быть использована для защиты генератора, соединённого повышающим трансформатором. Функция полной защиты статора обеспечивается объединением двух защит:

- ANSI 59N/64G1: максимального напряжения нулевой последовательности – для защиты от 85 до 90 % статорной обмотки со стороны выводов;

- ANSI 27TN/64G2: минимального напряжения нулевой последовательности 3-й гармоники – для защиты от 10 до 20 % статорной обмотки со стороны нейтрали.

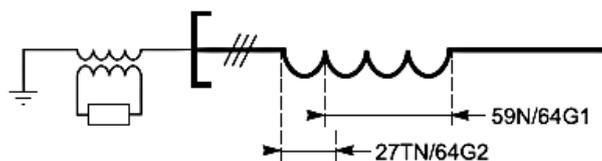


Рис. 4.9. Статорная обмотка генератора с полной защитой, обеспечиваемой сочетанием функций ANSI 59N и 27TN

**12. Защита минимального напряжения нулевой последовательности 3-й гармоники (ANSI 27TN/64G2).** Защита генераторов с заземлённой нейтралью от повреждения изоляции между фазой и землей, обеспечиваемая путём определения снижения напряжения нулевой последовательности 3-й гармоники.

Обеспечивает защиту 10–20 % статорной обмотки со стороны нейтрали, которые не защищены функцией ANSI 59N/64G1 (максимальная защита напряжения нулевой последовательности).

Характеристики защиты:

- выбор между 2 уставками отключения в соответствии с подключаемыми датчиками;
- регулируемая фиксированная уставка;
- адаптируемая уставка, рассчитывается по значениям напряжения нулевой последовательности, измеренным в нейтрали и на выходах электрической машины;
- отключение с независимой выдержкой времени (DT).

**13. Термостат/газовое реле (ANSI 26/63).** Защита трансформаторов от повышения температуры и внутренних повреждений с помощью логических входов, связанных с устройствами, встроенными в трансформатор.

**14. Контроль температуры (ANSI 38/49T).** Защита от перегрева путём измерения температуры внутри оборудования, оснащенного датчиками типа термозондов:

- для трансформатора: защита первичных и вторичных обмоток;
- для двигателя и генератора: защита статорных обмоток и подшипников.

Характеристики:

- 16 термозондов типа Pt100, Ni100 или Ni120;
- две независимые уставки, которые регулируются под каждый тип датчика (аварийная сигнализация и отключение).

#### 4.5. Подключение и ввод в эксплуатацию устройств SEPAM 1000+ серии 80

В зависимости от модели устройства защиты SEPAM 1000+ серии 80 существуют разные схемы включения, представленные на рис. 4.10–4.12.

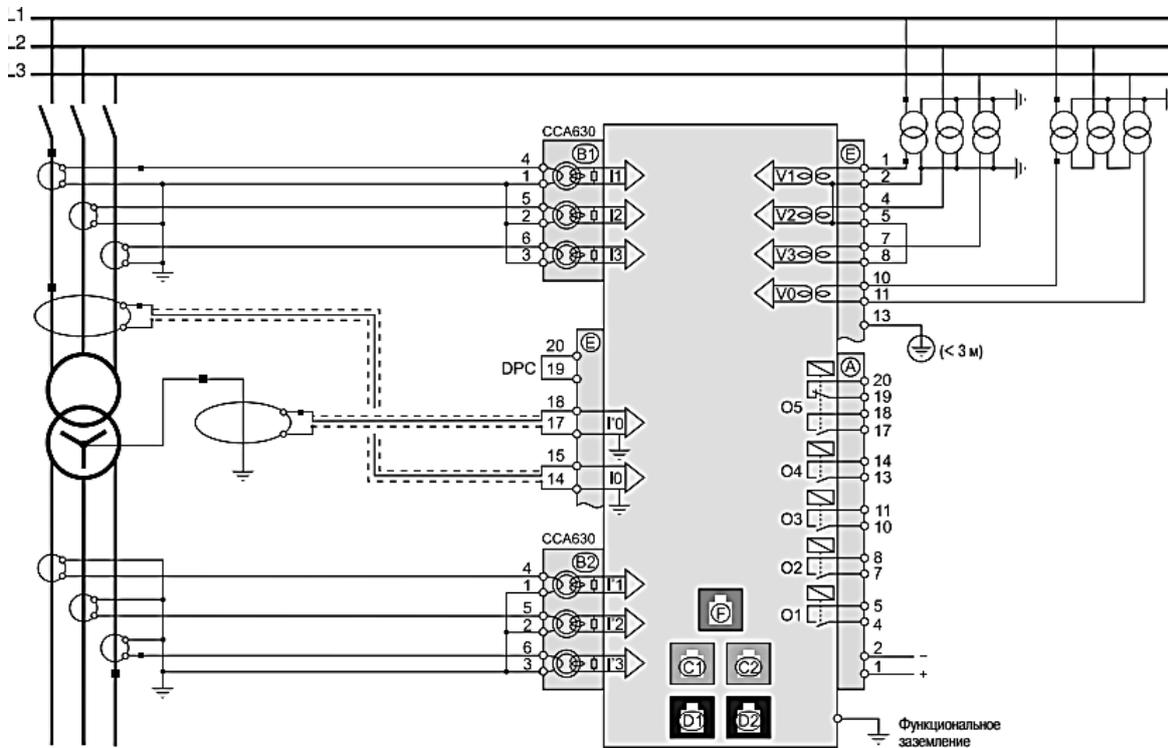


Рис. 4.10. Схема подключения SEPAM 1000+ серии 80

Таблица 4.1

Описание входов и выходов SEPAM 1000+ серии 80

Выходные реле	Назначение
O1	Отключение выключателя
O2	Блокировка включения выключателя
O3	Сигнализация отключения
O4	Дистанционное отключение выключателя
O5	Выдача сигнала блокировки
O6	Сигнализация неисправности цепей отключения (TCS)
O7	Устройство отслеживания готовности
Логические входы	Назначение
I1	Выключатель отключен (РПО)
I2	Выключатель включен (РПВ)
I3	Внешнее отключение
I4	Местное/дистанционное управление

Подключение измерительных трансформаторов к устройствам SEPAM серии 80 осуществляется аналогично тому, как это сделано в серии 40.

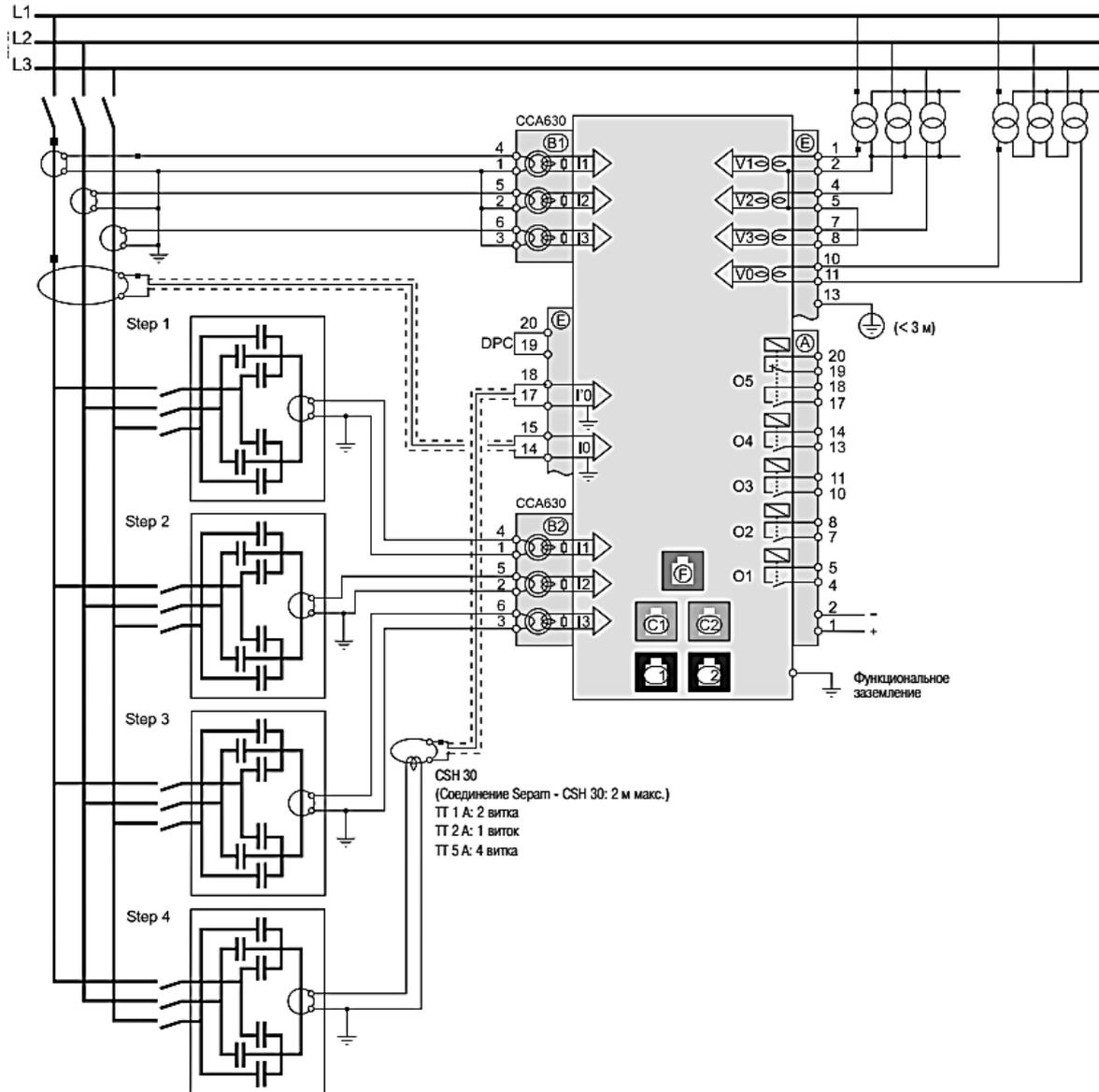


Рис. 4.11. Схема подключения SEPAM 1000+ серии 80 C86

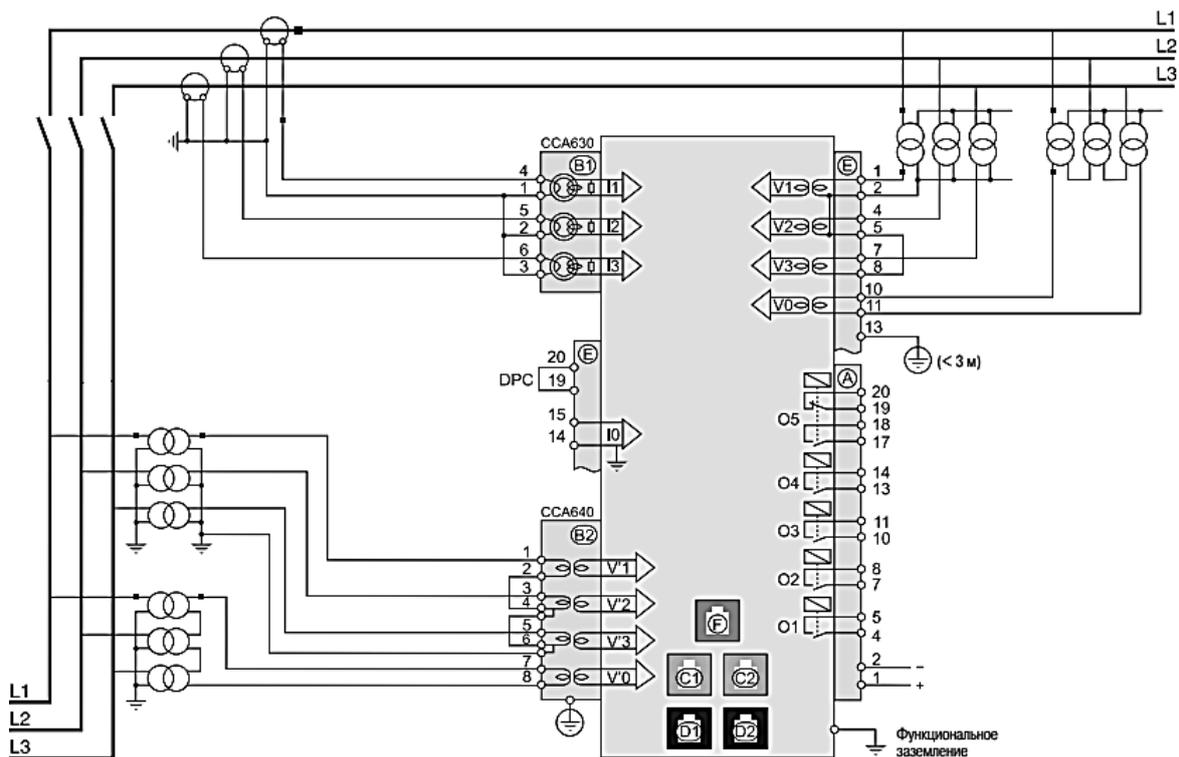


Рис. 4.12. Схема подключения SEPAM 1000+ серии B83

## 4.6. Настройка устройств SEPAM 1000+ серии 80

Настройка SEPAM серии 80, а конкретнее регистрация аварийных событий и перечень пунктов меню SEPAM, является аналогичной серии 10 (см. п. 1.6).

### 4.6.1. Использование терминала пользователя для местного управления

Терминал пользователя SEPAM позволяет выполнять операции трех типов:

- текущие операции: регистрация рабочих параметров, перевод SEPAM в исходное состояние и подтверждение аварийных сообщений;
- настройка защиты; изменение уставки срабатывания защиты и активация другой функции защиты;
- изменение параметров SEPAM, например, выбор другого рабочего языка или установка встроенных часов.

Настройка защиты и изменение параметров производится после ввода пароля.

Ввод паролей производится по следующему алгоритму:

- 1) нажмите кнопку  для вызова экрана ввода паролей;

- 2) нажмите кнопку , чтобы установить курсор на первую цифру пароля;
- 3) выберите требуемую цифру, нажимая кнопки  и ;
- 4) нажмите кнопку  для подтверждения выбора и перехода к следующей цифре;
- 5) после ввода всех четырех цифр пароля нажмите кнопку , чтобы переместить курсор на поле «Apply» (Применить);
- 6) нажмите кнопку  для подтверждения.

После подтверждения пароля в верхней части экрана в меню «Настройка защиты» появляется пиктограмма в виде ключа.

После подтверждения пароля в верхней части экрана в меню «Задание параметров» появляется пиктограмма в виде двух ключей.

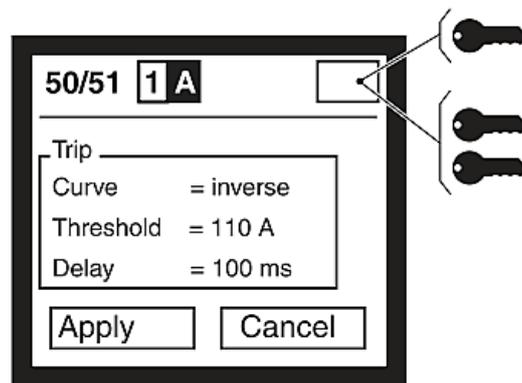


Рис. 4.13. Индикация подтверждения пароля на дисплее

Выход из режимов изменения настроек и задания параметров осуществляется автоматически, если ни одна кнопка не была нажата в течение пяти минут, или нажатием кнопки .

Доступ к рабочим данным устройства SEPAM осуществляется через пять меню:

- меню результатов измерений, вход в которое осуществляется нажатием кнопки ;
- меню диагностических измерений, вход в которое осуществляется нажатием кнопки ;
- журнал аварий, вход в который осуществляется нажатием кнопки ;
- меню параметров SEPAM и Logiram, вход в которое осуществляется нажатием кнопки .

- меню настроек активных функций защиты, вход в которое осуществляется нажатием кнопки .

Отображаемое на дисплее аварийное сообщение можно сбросить нажатием кнопки . При этом на дисплее будет отображен экран, предшествовавший сброшенному аварийному сообщению, или более раннее, еще не подтвержденное аварийное сообщение. При нажатии кнопки  устройство SEPAM в исходное состояние не возвращается.

Данные из журнала аварий (последние 16 сообщений) удаляются из памяти SEPAM следующим образом:

- 1) нажмите кнопку для входа в журнал аварий ;
- 2) нажмите кнопку .

#### **4.6.2. Ввод параметров модуля и настроек**

Принципы ввода параметров и настроек идентичны. Выполнение этой операции с терминала пользователя SEPAM производится в четыре этапа:

1. Введите соответствующий пароль: или для доступа к заданию параметров, или для доступа к изменению настроек защиты, как было описано ранее.

2. Перейдите к экрану, где отображается значение, которое требуется изменить.

3. В зависимости от типа настройки или параметра измените значение одним из трех предлагаемых способов:

- включите один из переключателей (двоичная логика);
- выберите значение из списка;
- введите числовое значение.

4. Подтвердите все новые значения параметров и настройки защиты для их применения устройством SEPAM.

Значения некоторых параметров и настроек выбираются из конечного числа возможных. Например, времятоковая характеристика защиты от перегрузки по току фаз выбирается из 16 возможных (DT, SIT, VIT, EIT и т. д.). Выбор требуемого параметра или настройки производится с помощью кнопок  и , а также кнопки подтверждения .

Изменение числового значения параметра или настройки производится аналогично с помощью кнопок  и , которыми можно выбрать цифру от 0 до 9, десятичную точку или пробел, а также с помощью кнопки подтверждения .

## 5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ SFT 2841

Как было сказано ранее, для управления терминалами SEPAM 1000+ можно использовать человеко-машинный интерфейс (см. предыдущие разделы). Для большинства же современных терминалов микропроцессорной релейной защиты в дополнение к этому разработчиками предусмотрена возможность их подключения к персональному компьютеру (ПК). Такая возможность есть и у SEPAM. Компанией Schneider Electric создана специализированная программа – SFT 2841, которая позволяет работать с терминалом с помощью ПК. Далее приведено краткое описание рабочего интерфейса SFT 2841.

Подключение терминала к компьютеру осуществляется по протоколу RS 232. На передней панели терминалов серии 20, 40 и 80 имеются соответствующие входы (терминалы серии 10 работают только через человеко-машинный интерфейс).

При запуске указанной программы первым появляется окно, изображенное на рис. 5.1.



Рис. 5.1. Окно подключения и выбора типа МП защиты

В этом окне пользователю предлагается выбрать язык, используемый в программе (русский, английский, французский или испанский), а также режим, в котором будет осуществляться связь компьютера с терминалом. Это может быть фронтальное подсоединение ПК к порту RS 232 на передней панели терминала (1) или подсоединение ПК к SEPAM через компьютерную сеть (2). Программа SFT 2841 также может работать в автономном режиме, когда ПК не подключен к терминалу (3). Это дает возможность подготовить файл SEPAM, содержащий все ос-

новные настройки и характеристики, необходимые для применения терминала серии 20, 40 или 80. Далее этот файл может быть загружен в SEPAМ при подключении.

Далее рассмотрим более подробно режим фронтального подсоединения ПК к терминалу, поскольку это наиболее часто используемый вариант.

После выбора режима фронтального подсоединения программа начинает процесс считывания конфигурации терминала, к которому подключен ПК. После завершения данного процесса открывается окно программы SFT 2841, имеющее графический интерфейс, характерный для классической системы Windows. На экране имеется:

- зона заголовка с названием приложения, идентификацией отображенного документа SEPAМ и кнопками управления окном;
- главное меню для доступа ко всем функциям программного обеспечения SFT 2841;
- панель инструментов, содержащая набор пиктограмм для быстрого доступа к основным функциям (которые также доступны через главное меню);
- рабочая зона пользователя с закладками экранов настройки терминала;
- панель состояния с информацией, касающейся активного документа.

Рассмотрим более подробно функции пиктограмм, находящихся в панели инструментов (рис. 5.2).

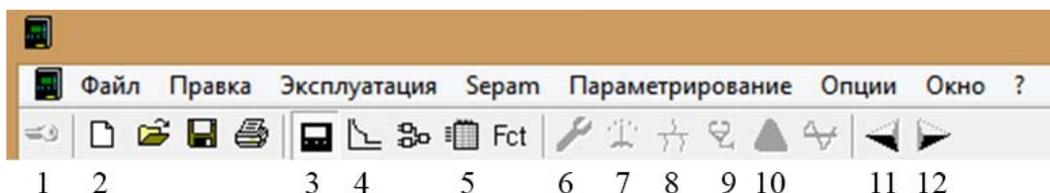


Рис. 5.2. Панель инструментов

**1** – ввод пароля для идентификации пользователя. Если пароль не введен, возможен только просмотр настроек и уставок терминала, но любое их изменение запрещено. Ввод пароля дает право доступа к режиму параметрирования и регулировки терминала. Через пять минут после ввода пароля автоматически происходит отмена доступа, и для возврата к режиму параметрирования и регулировки необходимо снова ввести пароль. По умолчанию пароль доступа – 0000 (четыре нуля);

**2** – возврат в рабочий режим. Отменяет право доступа к режиму параметрирования и регулировки терминала;

**3** – основные характеристики;

**4** – защиты;

- 5 – матрица управления;
- 6 – диагностика SEPAM (Operations);
- 7 – измерения;
- 8 – диагностика сети;
- 9 – диагностика выключателя;
- 10 – сообщения;
- 11 – запись осциллограмм;
- 12, 13 – предыдущий/следующий экран.

Пиктограммы 3–11 вызывают на рабочую область пользователя соответствующие экраны параметрирования, регулировки и отображения состояния терминала. При настройке SEPAM может осуществляться последовательный переход от одного экрана к другому (пиктограммы 12 и 13) или непосредственно вызов нужных экранов.

Особенности настройки терминалов серии 20 (40) и 80 несколько отличаются, поэтому далее рассмотрим их отдельно.

### **5.1. Настройка и параметрирование SEPAM серии 20 (40) с помощью программы SFT 2841**

Рассмотрим наиболее важные экраны SFT 2841 параметрирования и отображения состояния терминала.

#### **1. Конфигурирование SEPAM (рис. 5.3).**

На данном экране указывается наименование терминала (SEPAM 1), тип его применения, модель SEPAM (UD – усовершенствованный основной интерфейс с интегрированным экраном), а также наименования дополнительных модулей, используемых в терминале (MES 114 либо MES 108). В скобках указаны особенности конфигурации терминала.

#### **2. Логика управления (рис. 5.4).**

На этом экране отображены следующие настройки:

- а) контроль выключателя;
- б) логическая селективность (да/нет): используется для ввода функции логической селективности, при которой активная группа уставок максимальной токовой защиты (МТЗ) и токовой защиты нулевой последовательности (ТЗНП) меняется в зависимости от наличия сигнала на логическом входе; при наличии сигнала активной является группа А, при его отсутствии – группа В;
- в) назначение логических входов: данная настройка позволяет менять назначения логических входов терминала; некоторые входы жестко закреплены за определенными сигналами. Например, входы I11 и I12 закреплены за сигналами от реле положения «отключено» (РПО) и реле положения «включено» (РПВ) соответственно;

г) установка выходных реле: служит для ввода и вывода из работы выходных реле терминала, а также для задания типа контакта реле (закрывающий, размыкающий или импульсный).

Рис. 5.3. Конфигурирование SEPAM

	Испол...	Выходной к...	Импу...
01	Да	норм. разом...	
02	Да	норм. замкн...	
03	Да	норм. разом...	
04	Да	норм. замкн...	

Рис. 5.4. Логика управления

### 3. Основные характеристики (рис. 5.5).

На этом экране устанавливаются следующие характеристики терминала:

- а) установка номинальных параметров ТТ:
  - номинал. тока (ТС 1А или ТС 5А) – номинальный вторичный ток ТТ;
  - число ТТ ( $I_1, I_2, I_3$  или  $I_1, I_3$ ) – схема установки ТТ: в трех или в двух фазах;
  - номинальный ток – первичный номинальный ток ТТ;
  - базовый ток – используется для расчета времени срабатывания максимальной токовой защиты обратной последовательности с зависимой выдержкой времени;
  - ток нулевой последовательности (сумма  $3 \cdot I_0$  и др.) – выбор способа вычисления тока нулевой последовательности;
- б) выбор активной группы уставок (группа А, группа В, группы А и В и выбор по телеуправлению);
- в) значение промышленной частоты сети (50 или 60 Гц);
- г) разрешение телеуправления (да/нет);
- д) параметрирование записи осциллограмм: здесь указывается количество периодов, записываемых терминалом до аварийного события;
- е) рабочий язык SEPAM, а также время и дата SEPAM.

Конфигурация Sepam | Основные характеристики | Контроль ТТ/ТН | Логика управления | Пароль

#### Основные характеристики

Частота сети  
 50 Гц  
 60 Гц

Выбор активной группы уставок  
Этот выбор определяет активную группу для всех защит.  
Группа уставок А

Телеуправление  
 Нет  
 Да

Рабочий язык Sepam  
 Английский  
 Русский

Ввод/фидер  
 Ввод  
 Фидер

Назначение ламп Sepam

Трансформаторы тока  
Номинал. тока: ТТ 5А  
Число тр-ров тока: I1, I2, I3  
Номинальный первичный ток: 630 А  
Базисный ток (Ib): 630 А  
Период интеграции: 5 мин  
Ток I0: Не измеряется  
Номинал. (In0): 1 А

Трансформаторы напряжения  
Номинальное первичное напряжение: 20 кВ  
Номинальное вторичное напряжение: 100 В  
Схема соединения ТН: U21, U32  
Измерение напряжения V0: Не измеряется

Дискретность счетчика  
Активная энергия: 0.1 кВт.ч  
Реактивная энергия: 0.1 кВар.ч

Применить | Отмена

Рис. 5.5. Основные характеристики

#### 4. Параметры логики управления (рис. 5.6).

На данном экране представлена таблица, в которой отображена связь защит и АПВ (строки) терминала с выходными реле, сигнальными лампами и пуском осциллографирования аварийного процесса (столбцы). Знак «X» в клетке указывает на то, что защита из соответствующей строки действует на выходное реле или лампу соответствующего столбца. Цвет строк говорит о состоянии защиты: белый – введена в работу, красный – выведена. Столбцы серого цвета означают, что все защиты по умолчанию действуют на соответствующее выходное реле (O1 – сигнал от действия защит на отключение выключателя, O4 – сигнал от АПВ на включение выключателя). Черные строки говорят об отсутствии доступа в данном режиме. Также из этого экрана возможен выход в окно редактирования назначения ламп.

	Вкл.	С удержан.	Ав. отключ.
50/51 - 1		X	X
50/51 - 2		X	X
50/51 - 3		X	X
50/51 - 4		X	X
50N/51N - 1		X	X
50N/51N - 2		X	X
50N/51N - 3		X	X
50N/51N - 4		X	X
50BF			
46 - 1		X	X
46 - 2		X	X
27/27S - 1			
27/27S - 2			
59 - 1			
59 - 2			
59N - 1			
59N - 2			
47			
81N - 1			

Рис. 5.6. Окно настройки типов защит

## 5. Состояние входов, выходов и ламп (рис. 5.7).

На этом экране в реальном времени отображаются состояние выходов реле, наличие сигналов на логических входах терминала, а также состояние сигнальных ламп, расположенных на передней панели терминала.

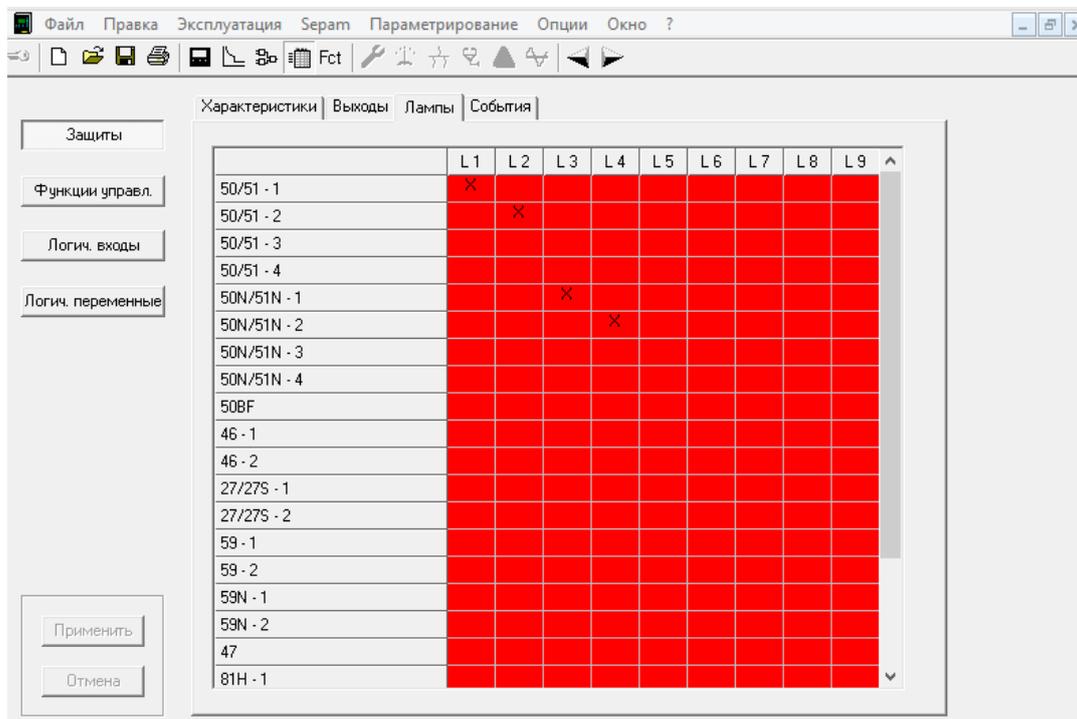


Рис. 5.7. Окно настройки сигнальных ламп

6. **Защиты.** Рассмотрим настройки защит на примере SEPAM 1000+S40. Данный терминал содержит следующие виды защит и автоматики:

- Четыре ступени токовой защиты от междуфазных КЗ с регулируемым временем возврата, с переключением активных групп уставок и логической селективностью – 50/51 (рис. 5.8).
- Четыре ступени токовой защиты от замыканий на землю – 50N/51N.
- Максимальная токовая защита обратной последовательности / небаланс – 46 (рис. 5.9).
- Автоматическое повторное включение (максимум 4 цикла) – 79 (рис. 5.10).
- Защита от отказов выключателя 50BF (рис. 5.11).
- Защита минимального напряжения 27/27S (рис. 5.12).
- Защита максимального напряжения – 59 (рис. 5.13).
- Максимального напряжения обратной последовательности – 47.
- Защита максимальной и минимальной частоты – 81 (рис. 5.14)

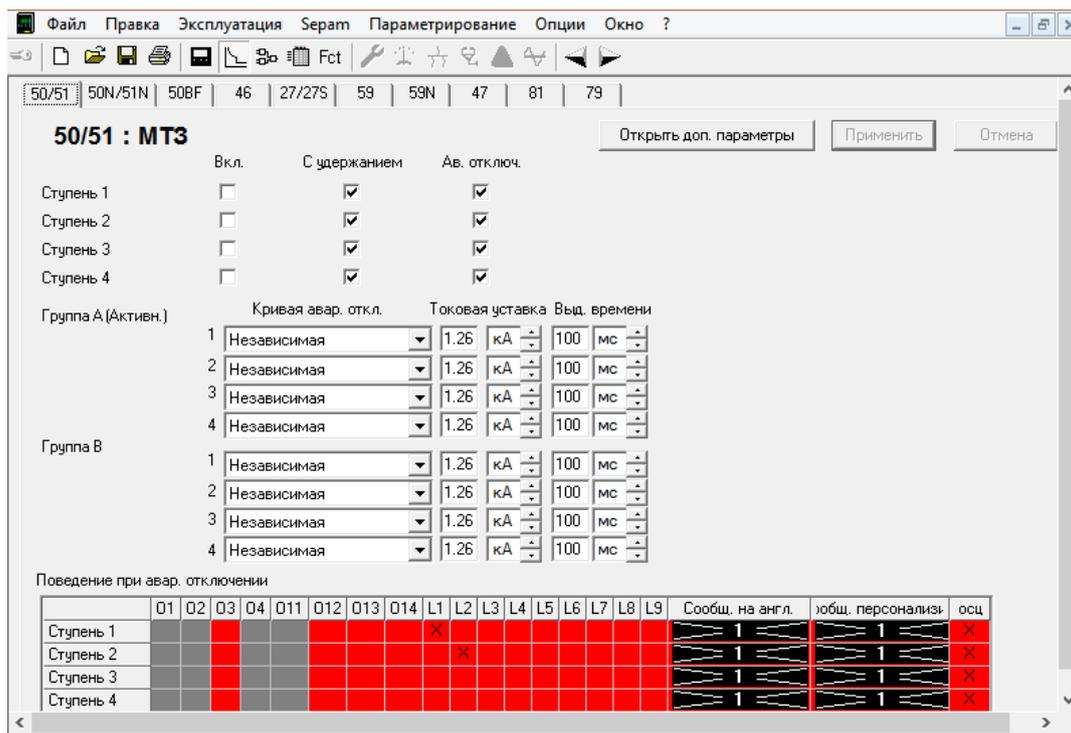


Рис. 5.8. Окно настройки МТЗ

На экране (рис. 5.8):

- ввод защит (вкл/откл) – ввод защит в работу;
- группа А (или Б);
- кривая отключения – вид зависимости  $t_{сз} = f(I_{кз})$  (независимая и др.);
- уставка тока, выдержка времени;
- характеристика таймера удержания;
- выдержка времени удержания.

Для 50/51 и 50N/51N настройки аналогичные. Имеется возможность редактирования назначения ламп.

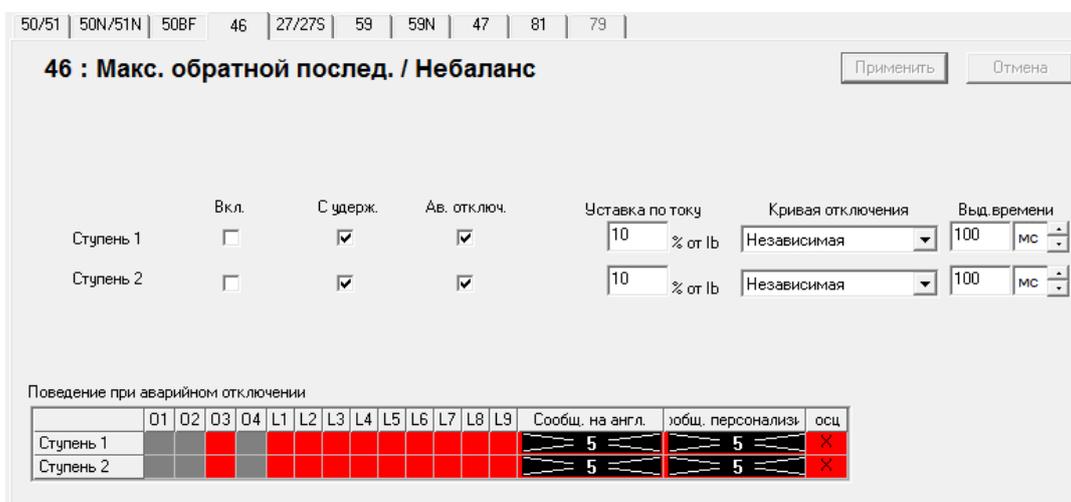


Рис. 5.9. Окно настройки МТЗ обратной последовательности

На экране (рис. 5.9):

- а) ввод защит (вкл/откл) – ввод защит в работу;
- б) настройка: выбор кривой – вид зависимости  $t_{сз} = f(I_{кз})$  (независимая и др.); уставка тока в процентах от базового тока.

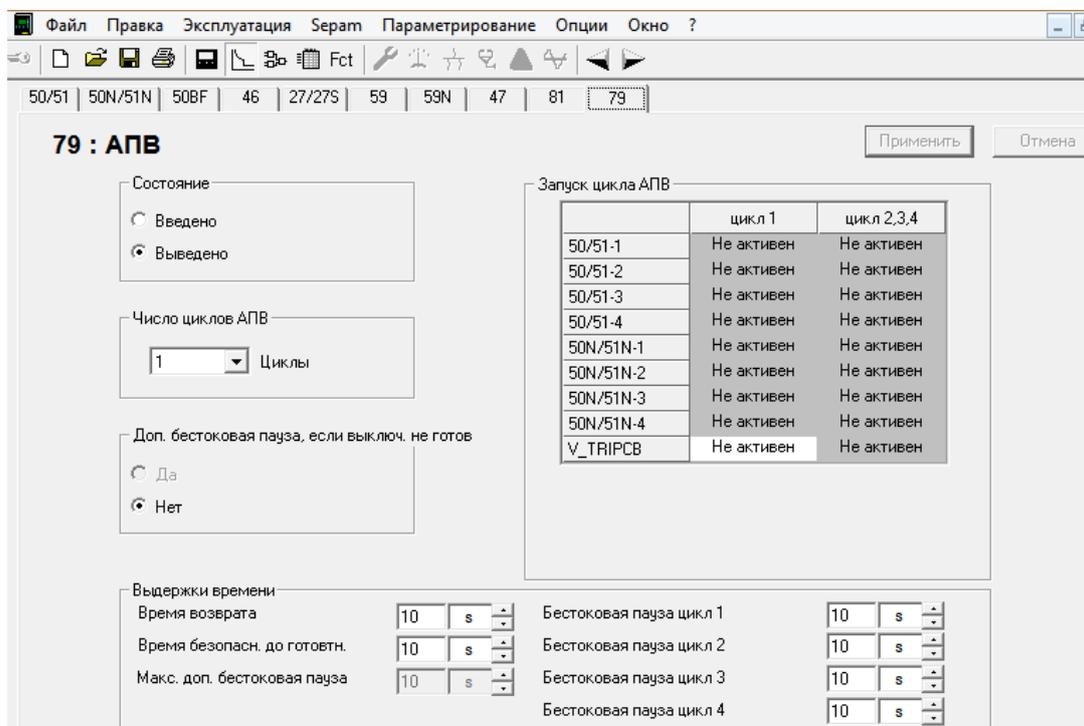


Рис. 5.10. Окно настройки АПВ

На экране (рис. 5.10):

- а) состояние (вкл/откл) – ввод в работу;
- б) число циклов АПВ (от 1 до 4) – выбор количества циклов АПВ;
- в) блокировка по входу I26 (да/нет) – блокировка функции АПВ от внешнего сигнала, подаваемого на логический вход I26;

г) активация циклов АПВ (таблица): строки – защиты, после срабатывания которых возможно АПВ, столбцы – циклы АПВ;

На пересечении строки и столбца выбирается тип АПВ:

- с выдержкой – защита работает без ускорения, и АПВ происходит через время, указанное в графе «Выдержка времени восстановления изоляции цикла»;
- мгновенный – защита работает с ускорением до АПВ;
- неактивный – после срабатывания данной защиты и отключения выключателя АПВ не производится.

Для случая однократного АПВ задаются 3 выдержки времени: выдержка времени выделения, блокировка выдержки времени, выдержка времени восстановления изоляции цикла 1. Для пояснения смысла ука-

занных выдержек времени рассмотрим случай неустранимого КЗ. После отключения КЗ защитой запускается выдержка времени восстановления изоляции цикла 1. По окончании этой выдержки времени дается команда на включение выключателя, и эта команда запускает выдержку времени выделения. В случае, если защита обнаружит повреждение до окончания этой выдержки, дается команда на отключение и активизируется следующий цикл АПВ. Если выключатель включается на КЗ или повреждение возникает до конца выдержки времени блокировки, автоматическое повторное включение блокируется.

Вкладка 50BF (рис. 5.11) предназначена для настройки защиты от отказов выключателя (устройство резервирования отказов выключателя – УРОВ). Здесь задается уставка по току и выдержка по времени, а также поведение при аварийном отключении.

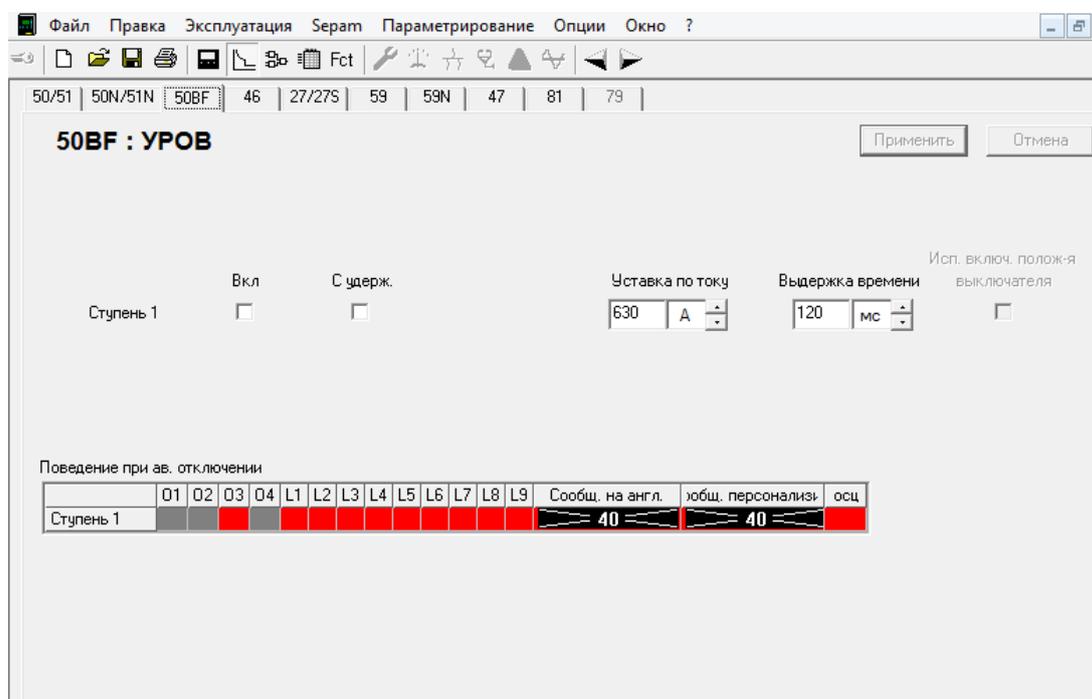


Рис. 5.11. Окно настройки защиты от отказов выключателя

Защита минимального напряжения (рис. 5.12) содержит 2 ступени, является трехфазной и срабатывает в соответствии с параметрированием по фазному или линейному напряжению:

- защита запускается, если одно из трех фазных или линейных напряжений становится меньше уставки  $U_s/V_s$ ;
- защита имеет независимую выдержку времени  $T$  (постоянную);
- при работе по фазному напряжению функция указывает поврежденную фазу с помощью аварийной сигнализации, срабатывающей при повреждении.

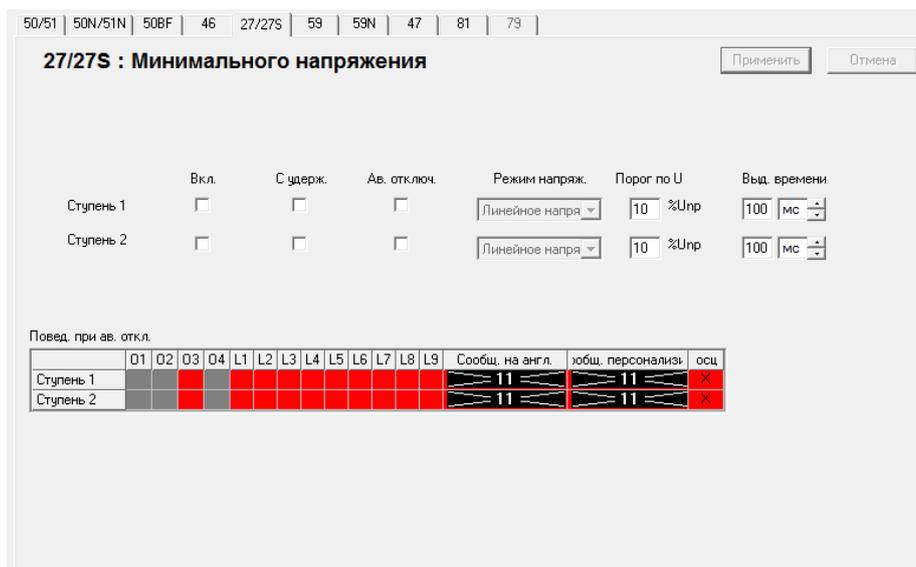


Рис. 5.12. Окно настройки защиты минимального напряжения

Защита максимального напряжения (рис. 5.13) является однофазной и срабатывает по фазному или линейному напряжению:

- защита запускается, если одно из вышеуказанных напряжений превышает уставку  $U_s/V_s$ ;
- защита имеет независимую выдержку времени  $T$  (постоянную);
- при работе по фазному напряжению функция указывает поврежденную фазу с помощью аварийной сигнализации, срабатывающей при повреждении.

Уставка задается в виде порога в процентах, при превышении которого происходит срабатывание и защита действует согласно заданному поведению.

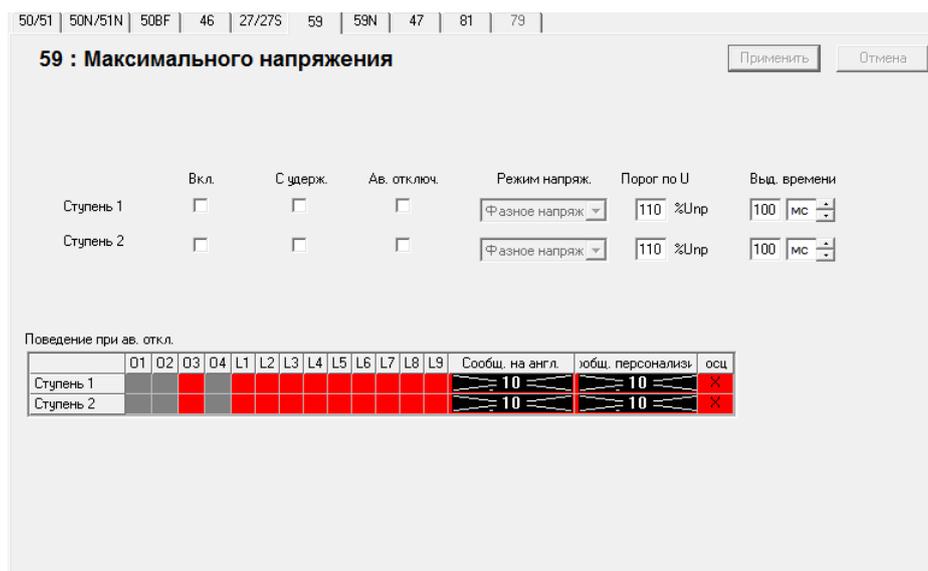


Рис. 5.13. Окно настройки защиты максимального напряжения

Защита максимального напряжения обратной последовательности срабатывает, если напряжение обратной последовательности  $V_i$  превышает уставку  $V_{si}$ :

- защита имеет независимую выдержку времени  $T$  (постоянную);
- напряжение обратной последовательности  $V_i$  определяется по напряжениям трех фаз.

Защита максимальной и минимальной частоты (рис. 5.14) запускается, когда частота напряжения прямой последовательности меньше или больше уставки. Данная защита снабжена двумя ступенями для защиты от превышения частоты и четырьмя для защиты от пониженной частоты.

**81N : Защита макс. частоты**

Открыть доп. параметры | Применить | Отмена

	Вкл.	С удержанием	Ав. отключ.	Уставка по частоте	Выд. времени
Ступень 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	53 Гц	100 мс
Ступень 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	53 Гц	100 мс

Поведение при аварийном отключ.

	O1	O2	O3	O4	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	Сообщ. на англ.	общ. персонализ.	осц
Ступень 1														14	14	×
Ступень 2														14	14	×

**81L : Защита мин. частоты**

	Вкл.	С удержанием	Ав. отключ.	Уставка по частоте	Выд. времени
Ступень 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	45 Гц	100 мс
Ступень 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	45 Гц	100 мс
Ступень 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	45 Гц	100 мс
Ступень 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	45 Гц	100 мс

Поведение при аварийном отключ.

	O1	O2	O3	O4	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	Сообщ. на англ.	общ. персонализ.	осц
Ступень 1														15	15	×
Ступень 2														15	15	×
Ступень 3														15	15	×
Ступень 4														15	15	×

Рис. 5.14. Окно настройки частотных защит

7. На экране «**Диагностика сети**» отображаются измеряемые терминалом токи отключения в фазах, а также ток небаланса, выраженный в процентах от базового тока.

8. На экране «**Диагностика выключателя**» отображаются кумулятивные значения токов отключения, а также число коммутация выключателя, время его отключения и состояние цепи отключения.

9. На экране «**Аварийные сообщения**» (рис. 5.15) отображается состояние сигнальных ламп на передней панели терминала, а также информация обо всех аварийных сообщениях в виде таблицы, которая имеет следующие столбцы: дата, время, реле, группа уставок, сообщение, дополнительная информация.

10. На экране **хронологии аварийных сообщений** идет перечисление всех аварийных событий в хронологическом порядке.

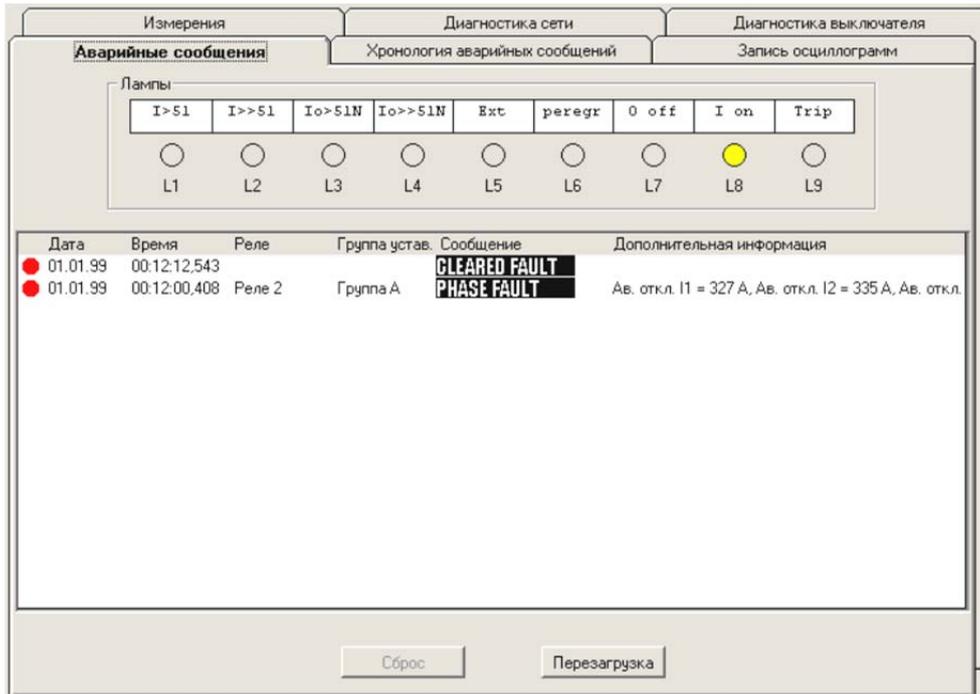


Рис. 5.15. Окно аварийных сообщений

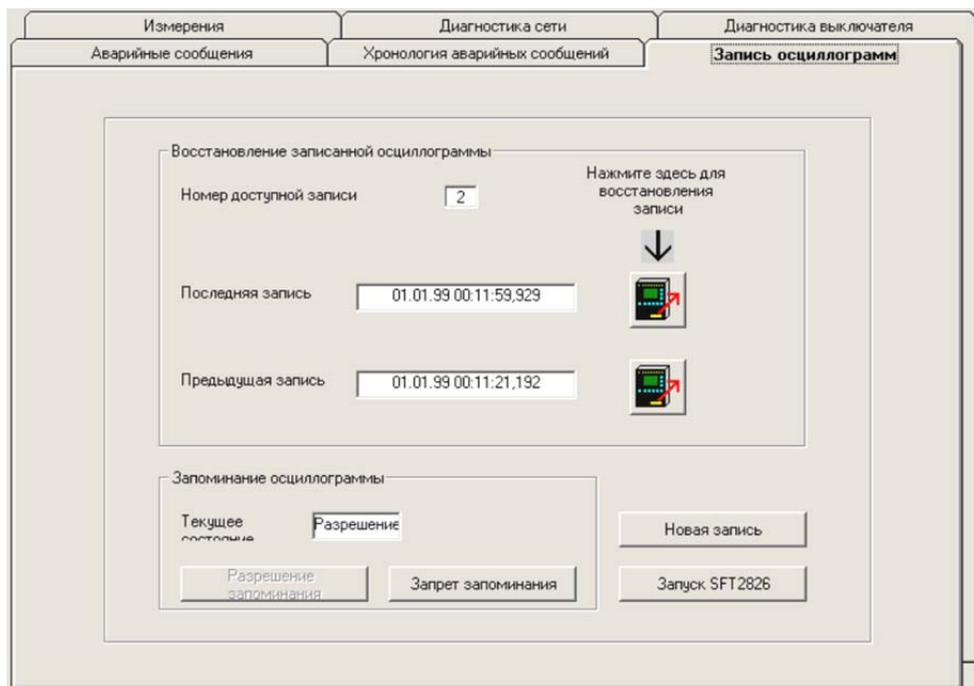


Рис. 5.16. Окно записи осциллограмм

Терминал оснащен функцией записи осциллограмм аварийных процессов и хранит в памяти осциллограммы последних аварий. Для считывания осциллограмм в память ПК необходимо перейти к закладке «Запись осциллограмм» (рис. 5.16), нажать на пиктограмму напротив

интересующей осциллограммы и в открывшемся окне указать путь к папке, в которой нужно сохранить осциллограмму. По умолчанию она сохраняется в папке «SEPAM». Также на экране записи осциллограмм можно отменить запись аварийных процессов, а также запустить программу SFT 2826, с помощью которой можно проанализировать полученные осциллограммы. Есть возможность запуска осциллографирования от команды пользователя.

## 5.2. Настройка и параметрирование SEPAM серии 80 с помощью программы SFT 2841

### 1. Конфигурирование SEPAM (рис. 5.17).

На данном экране указывается наименование терминала (SEPAM 1), тип его применения, модель SEPAM (UD – усовершенствованный основной интерфейс с интегрированным экраном), а также наименования дополнительных модулей, используемых в терминале (MSA 141, MCS025).

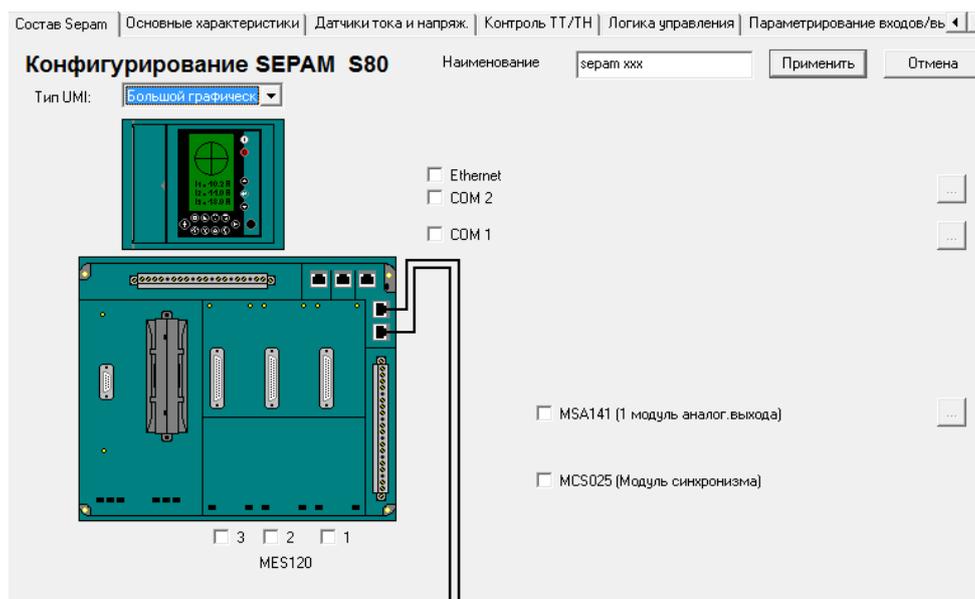


Рис. 5.17. Окно конфигурирования

### 2. Стандартная логика управления (рис. 5.18).

На этом экране отображены следующие настройки:

- а) аварийный ввод резерва (АВР): позволяет задавать время восстановления напряжения и рабочее положение секционного выключателя;
- б) логическая селективность (да/нет): используется для ввода функции логической селективности, при которой активная группа уставок МТЗ и ТЗНП меняется в зависимости от наличия сигнала на логическом входе; при наличии сигнала активной является группа А, при его отсутствии – группа В;

в) управление выключателями позволяет настроить используемый тип коммутационного аппарата выключатель либо контактор.

Также в данном окне настраивается включение с контролем синхронизма.

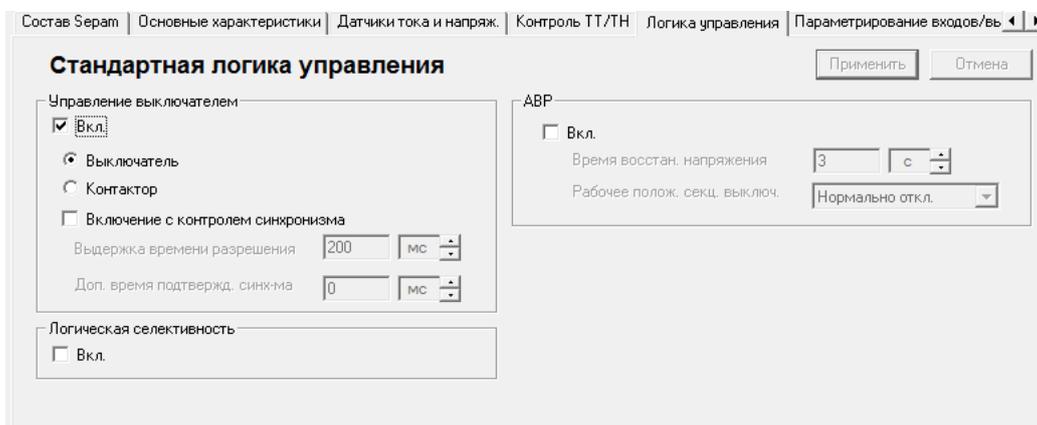


Рис. 5.18. Логика управления

### 3. Основные характеристики (рис. 5.19).

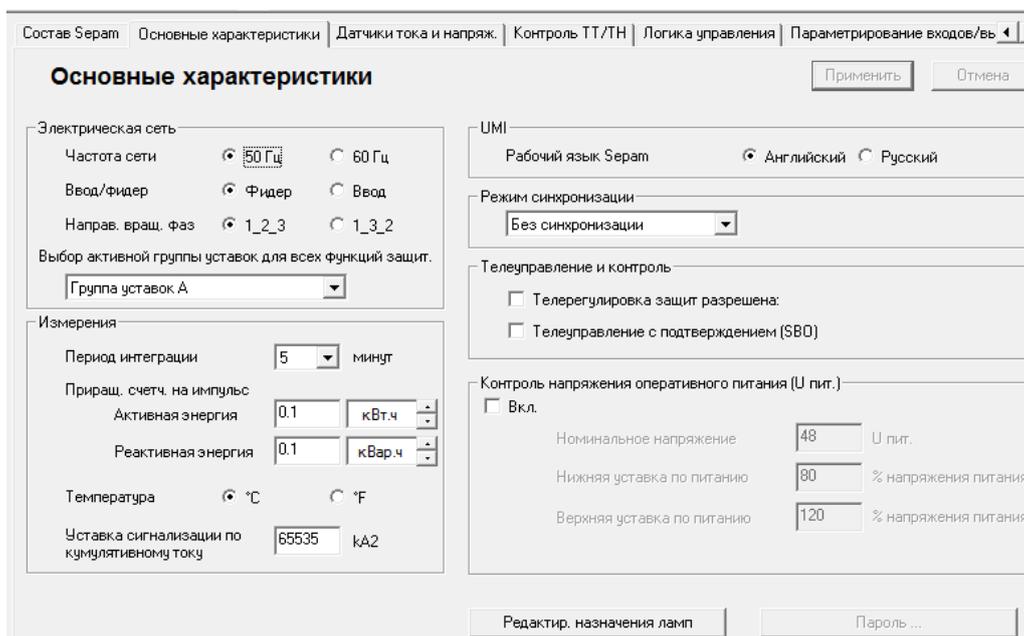


Рис. 5.19. Основные характеристики

На этом экране устанавливаются следующие характеристики терминала:

- а) выбор активной группы уставок (группа А, группа Б, группы А и В и выбор по телеуправлению);
- б) значение промышленной частоты сети (50 или 60 Гц);

- в) разрешение телеуправления (да/нет);
- г) параметрирование записи осциллограмм: здесь указывается количество периодов, записываемых терминалом до аварийного события;
- д) рабочий язык SEPAM, а также время и дата SEPAM;
- е) контроль напряжения оперативного питания;
- ж) направление вращения фаз.

#### 4. Параметры логики управления (рис. 5.20).

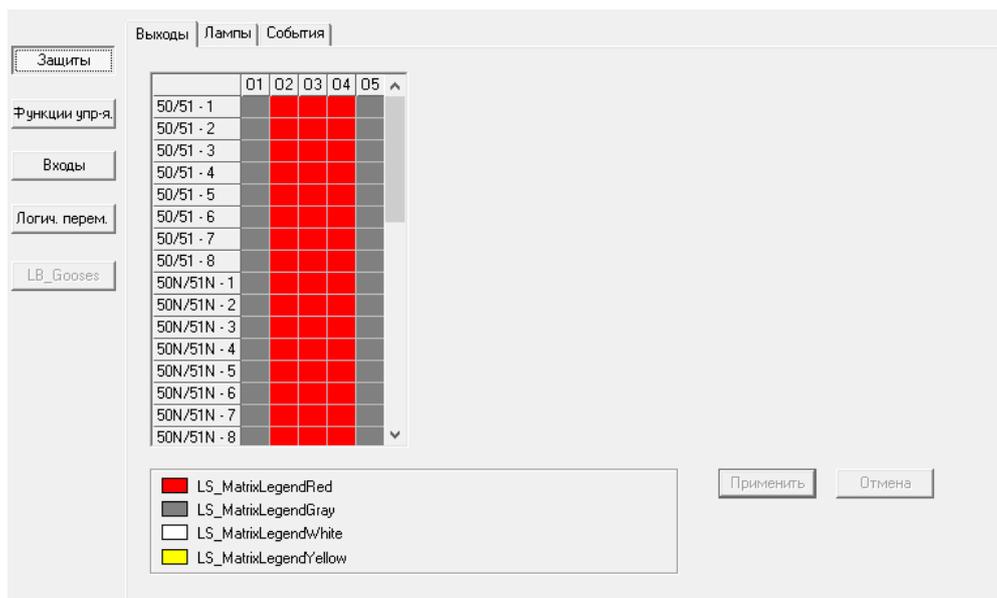


Рис. 5.20. Окно настройки типов защит

На данном экране представлена таблица, в которой отображена связь защит и АПВ (строки) терминала с выходными реле, сигнальными лампами и пуском осциллографирования аварийного процесса (столбцы). Знак «X» в клетке указывает на то, что защита из соответствующей строки действует на выходное реле или лампу соответствующего столбца. Цвет строк говорит о состоянии защиты: белый – введена в работу, красный – выведена. Столбцы серого цвета означают, что все защиты по умолчанию действуют на соответствующее выходное реле (О1 – сигнал от действия защит на отключение выключателя, О4 – сигнал от АПВ на включение выключателя). Черные строки говорят об отсутствии доступа в данном режиме. Также из этого экрана возможен выход в окно редактирования назначения ламп.

#### 5. Состояние входов, выходов и ламп (рис. 5.21).

На этом экране в реальном времени отображаются состояние выходных реле, наличие сигналов на логических входах терминала, а также состояние сигнальных ламп, расположенных на передней панели терминала.

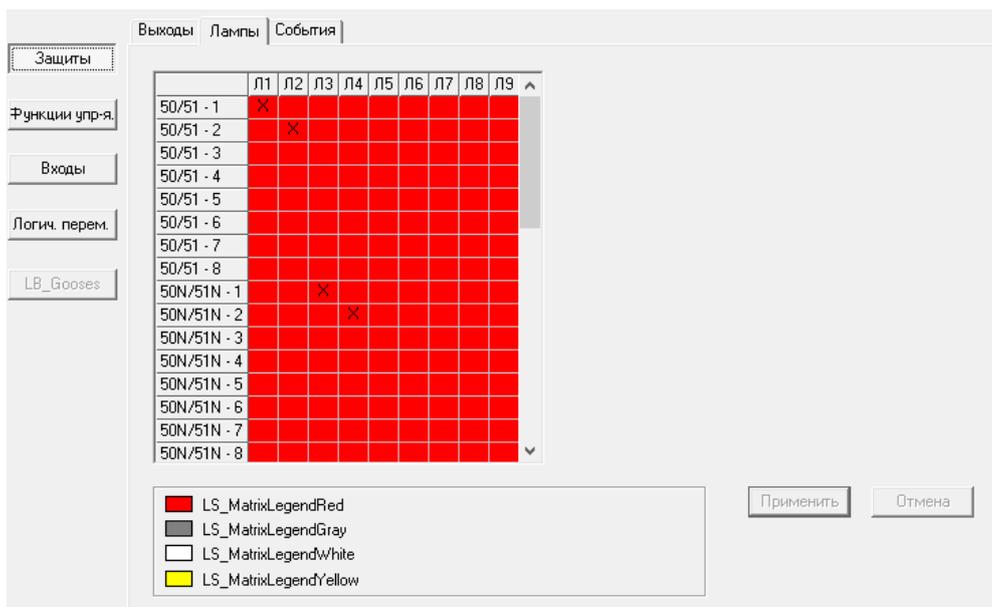


Рис. 5.21. Окно настройки сигнальных ламп

## 6. Датчики тока и напряжения (рис. 5.22).

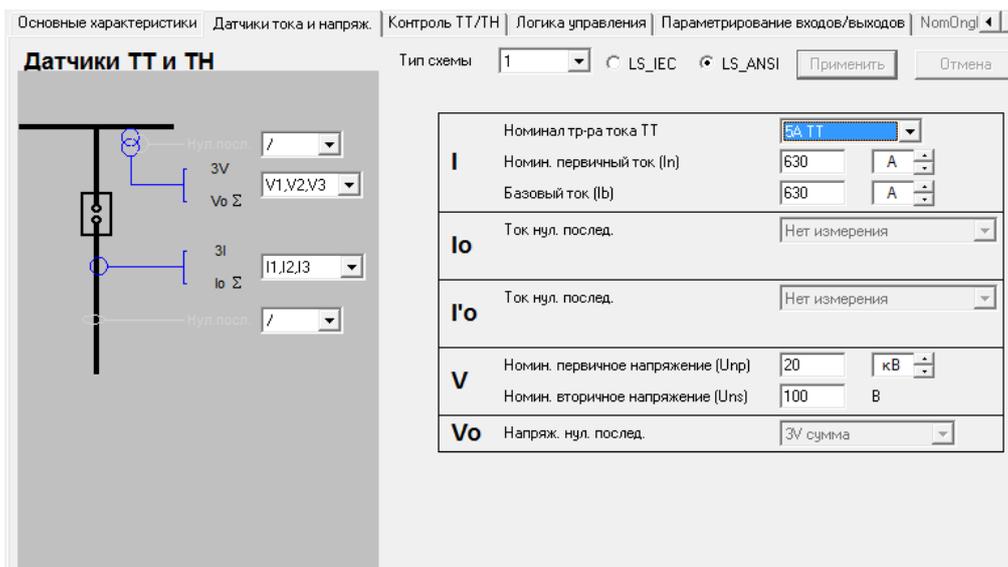


Рис. 5.22. Окно настройки датчиков ТТ и ТН

В данном окне задаются следующие параметры:

- номинал. ток ТТ (ТС 1А или ТС 5А) – номинальный вторичный ток ТТ;
- число ТТ (I1, I2, I3 или I1, I3) – схема установки ТТ – в трех или в двух фазах;
- номин. первичный ток – первичный номинальный ток ТТ;
- базовый ток – используется для расчета времени срабатывания максимальной токовой защиты обратной последовательности с зависимой выдержкой времени;

- ток нулевой последовательности ( $3 \cdot I_0$  и др.) – выбор способа вычисления тока нулевой последовательности.

7. **Защиты.** Рассмотрим настройки защит на примере SEPAM 1000+ S80. Данный терминал содержит весь перечень защит, содержащихся в терминале S40, и, кроме того, имеется ряд особенностей:

- МТЗ и МТЗ от замыкания на землю содержат по 8 ступеней, а не по 4, как у 40-й серии.
- Кроме защиты минимального напряжения также содержит дополнительные функции защиты минимального напряжения однофазного исполнения – 27R (рис. 5.23).

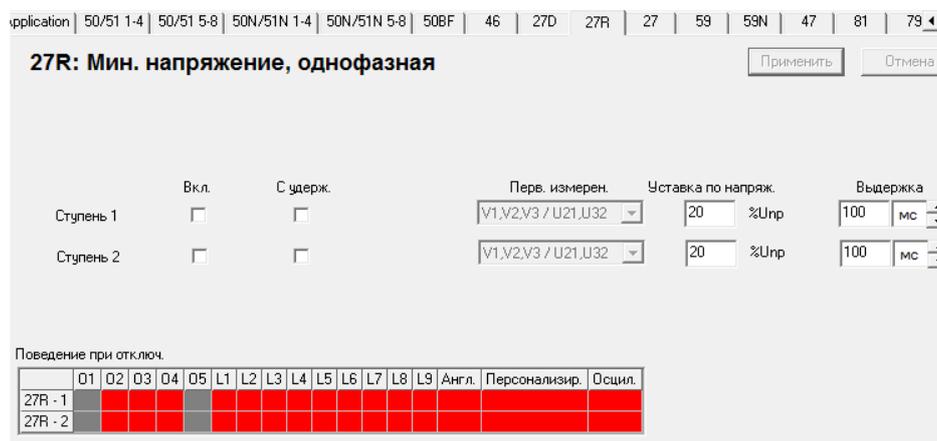


Рис. 5.23. Окно настройки однофазной защиты минимального напряжения

- Кроме защиты максимального напряжения SEPAM серии 80 включает также защиты максимального напряжения нулевой последовательности (рис. 5.24).

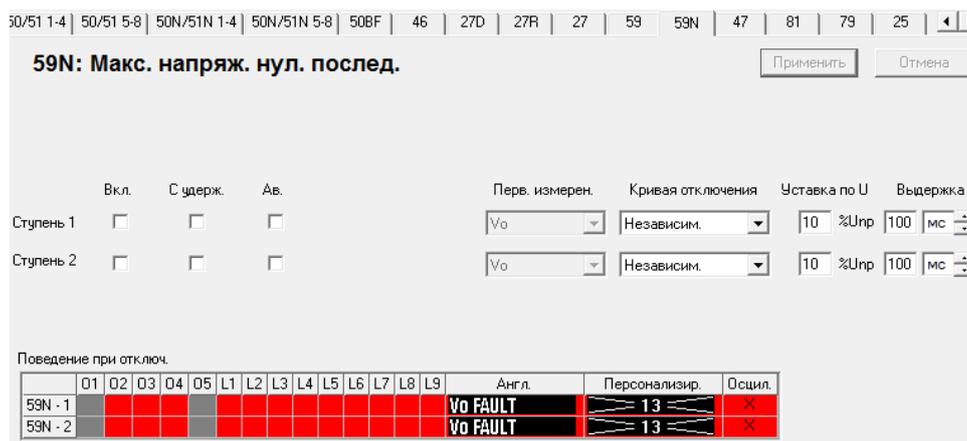


Рис. 5.24. Окно настройки защиты максимального напряжения нулевой последовательности

- Доступна функция проверки синхронизма (рис. 5.25). В данном окне обеспечивается доступ к уставкам функции контроля синхронизма

и настройке модуля MCS025, который контролирует напряжения с обеих сторон автоматического выключателя для обеспечения безопасного включения. Он контролирует отклонение модуля, частоты и сдвиг фазы между двумя измеренными напряжениями и учитывает, обесточена линия/шина или нет.

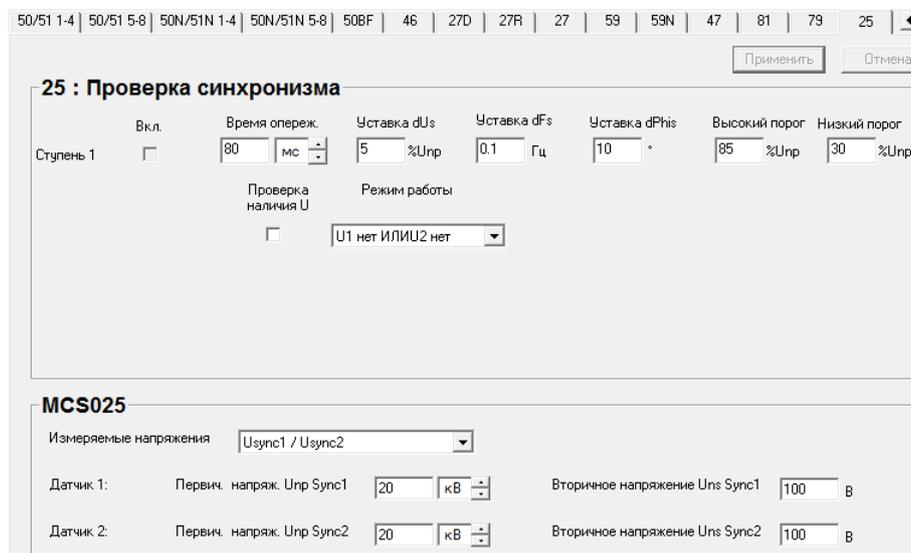


Рис. 5.25. Окно настройки проверки синхронизма

- Также для 80-й серии в разделе параметрирования защит предусмотрена вкладка, на которой более наглядно (в виде схемы рис. 5.26) представлены введенные в работу защиты.

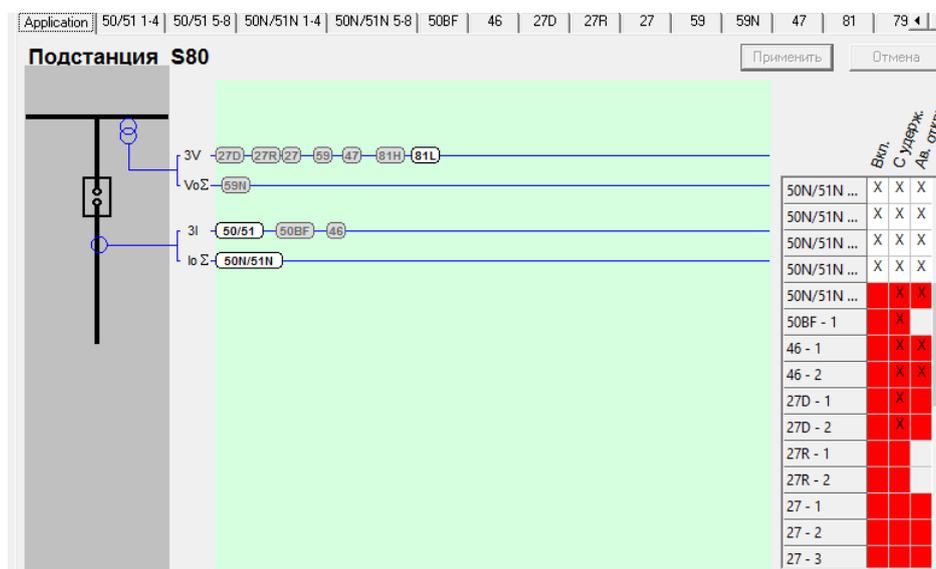


Рис. 5.26. Окно настройки типов защит

Функции диагностики сети и выключателя, а также отображения сообщений и осциллографирования настраиваются и используются аналогично тому, как это показано в п. 5.1.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данном учебном пособии представлена только основная информация, касающаяся устройств защиты и управления семейства SEPAM. Для получения дополнительных сведений рекомендуем следующие источники [1–6]. Для получения более полных данных по цифровым защитам в целом рекомендуются источники [7–26].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по эксплуатации терминала SEPAM 1000+ серии 10, 2003 г.
2. Руководство по эксплуатации терминала SEPAM 1000+ серии 20, 2003 г.
3. Руководство по эксплуатации терминала SEPAM 1000+ серии 40, 2003 г.
4. Руководство по эксплуатации терминала SEPAM 1000+ серии 80, 2003 г.
5. Соловьев А.Л. Методические указания по выбору характеристик и уставок защиты электрооборудования с использованием микропроцессорных терминалов серии Sepam производства Шнейдер электрик / А.Л. Соловьев. – Санкт-Петербург : Изд-во Петербургского энергетического института повышения квалификации руководящих работников и специалистов Минпромэнерго РФ, 2005.
6. Веб-сайт компании «Шнейдер электрик» – Режим доступа: <http://www.schneider-electric.com>.
7. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита / Э.М. Шнеерсон. – Москва : Энергоатомиздат, 2007, 549 с. : ил.
8. Овчаренко Н.И. Аналоговые элементы микропроцессорных комплексов релейной защиты и автоматики / Н.И.Овчаренко // Библиотечка электротехника. – 2001. – Вып. 9 (33).
9. Овчаренко Н.И. Цифровые аппаратные и программные элементы микропроцессорной релейной защиты и автоматики энергосистем / Н.И.Овчаренко // Библиотечка электротехника. – 2006. – Вып. 5–6 (89–90).
10. Дьяков А.Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов / А.Ф. Дьяков, Н.И. Овчаренко. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2008. – 336 с. : ил.
11. Шнеерсон Э.М. Измерительные органы релейной защиты на основе микропроцессорных структур / Э.М. Шнеерсон. – Москва : Информ-электро, 1984. – 65 с. : ил.
12. Фабрикант В.Л. Основы теории построения измерительных органов релейной защиты и автоматики / В.Л. Фабрикант. – Москва : Высшая школа, 1968.
13. Cook V. Analysis of Distance Protection / V. Cook. – Research Studies Press Ltd. Letchworth, Herfordshire, England, 1985.
14. Шнеерсон Э.М. Динамика сложных измерительных органов релейной защиты / Э.М. Шнеерсон. – Москва : Энергоатомиздат, 1981.

15. Никитин А.А. Цифровая релейная защита. Основы синтеза измерительной части микропроцессорных реле : текст лекций / А.А. Никитин. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 2014. – 240 с.
16. Лебедев Е.К. Микропроцессорные устройства и системы : учебное пособие / Е.К. Лебедев. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 2000. – 240 с.
17. Никитин А.А. Аналоговые интегральные элементы электронных и микропроцессорных электрических аппаратов : учебное пособие / А.А. Никитин. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 2011. – 258 с.
18. Никитин А.А. Аппараты релейной защиты : учебное пособие / А.А. Никитин, Э.М. Шнеерсон. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та. 2008. – 524 с.
19. Цифровые устройства релейной защиты и автоматики. – Санкт-Петербург : НТЦ «Механотроника», 2003.
20. Веб-сайт компании «Siemens». – Режим доступа : <http://smart-grid.siemens.ru/products/relay-protection-devices>.
21. Веб-сайт компании «Механотроника». – Режим доступа : <http://www.mtrele.ru>.
22. Веб-сайт компании ООО «НПП ЭКРА». – Режим доступа : <http://www.ekra.ru>.
23. Веб-сайт компании «ИЦ Бреслер». – Режим доступа : <http://www.ic-bresler.ru>.
24. Веб-сайт компании ЗАО «Радиус-автоматика». – Режим доступа : <http://www.rza.ru>.
25. Веб-сайт компании «Alstom». – Режим доступа : <http://www.alstom.com>.

ПРИЛОЖЕНИЕ

КОДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ФУНКЦИЙ ЗАЩИТЫ  
И УПРАВЛЕНИЯ

Код ANSI	Наименование функции защиты	Назначение защиты
9	Устройство реверса	Элемент, используемый для изменения полярности возбуждения электрической машины или выполняющий функцию реверса
12	Защита от максимальной частоты вращения электрических машин	Определение повышенной частоты вращения машин
15	Электронный потенциометр	Переводит измеряемую физическую величину (например, частоту вращения дизеля генератора) в токовый сигнал 0–20 мА
18	Устройства разгона/торможения	Устройство, инициирующее включение цепей, обеспечивающих увеличение/снижение скорости агрегата
14	Защита от минимальной частоты вращения электрических машин	Определение пониженной частоты вращения машин
21	Дистанционная защита	Измерение полного сопротивления
21B	Защита полного минимального сопротивления	Резервная защита генератора от междуфазных КЗ
21G	Трехфазная защита минимального сопротивления	Трехфазная защита минимального сопротивления
23	Устройство контроля температуры	Действует на увеличение или снижение температуры машины, аппарата или окружающей среды, если температура последних снижается или поднимается ниже или выше установленных пределов
24	Защита от перевозбуждения	Контроль перенасыщения
25	Контроль синхронизма	Контроль синхронизма/контроль напряжения (разрешенного соединения двух частей электрической сети)
26	Термореле	Тепловая защита от перегрузок
27	Защита минимального напряжения	Защита от снижения напряжения

Код ANSI	Наименование функции защиты	Назначение защиты
27D	Защита минимального напряжения прямой последовательности	Защита двигателей от понижения или несимметричного напряжения питания
27R	Защита минимального напряжения, однофазная	Контроль исчезновения напряжения, поддерживаемого вращающимися машинами после отключения питания
27TN	Защита минимального напряжения нулевой последовательности 3-й гармоники	Обнаружение замыкания на землю в изоляции статорных обмоток электрических машин (при резистивном заземлении нейтрали)
30	Сигнальное реле	Устройство, не имеющее функцию автоматической переустановки (сброса), подающее серию отдельных визуальных сигналов о срабатывании устройств защиты; может быть использовано для выполнения функций блокировки
32 P	Максимальная защита активной мощности, направленная	Защита с контролем максимального значения активной мощности
32Q	Максимальная защита реактивной мощности, направленная	Защита с контролем максимального значения реактивной мощности
36	Устройство контроля полярности напряжения	Устройство, срабатывающее или разрешающее включение другого устройства при определенной полярности напряжения или контролирующее наличие заданного напряжения смещения
37	Минимальная токовая защита в фазах	Трехфазная защита от снижения тока нагрузки
37 P	Минимальная защита активной мощности, направленная	Защита с контролем минимального значения активной мощности
37Q	Минимальная защита реактивной мощности, направленная	Защита с контролем минимального значения реактивной мощности
38	Контроль температуры (осевых) подшипников	Защита от перегрева подшипников электрических машин
40	Защита от асинхронного режима или потери возбуждения	Защита синхронных машин от асинхронного режима или потери возбуждения

Код ANSI	Наименование функции защиты	Назначение защиты
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	Защита от небаланса фазных токов или обрыва фаз
46R	Максимальная токовая защита обратной последовательности от обратного чередования фаз	Максимальная токовая защита от обратного чередования фаз
47	Защита максимального напряжения обратной последовательности	Защита по напряжению обратной последовательности для обнаружения обратного направления вращения вращающейся машины
50	Контроль мгновенного нарастания тока	Защита фиксирует скорость нарастания тока при междуфазных КЗ
50G/N	Контроль мгновенного нарастания тока при замыканиях на землю	Защита фиксирует скорость нарастания тока при ОЗЗ
50 BF	Контроль неисправности выключателя	Защита контролирует исправность выключателя (УРОВ)
48;51LR	Защита от затынутого пуска и блокировки ротора электрической машины	Защита двигателей при запуске с перегрузкой или при недостаточном напряжении питания и защита от блокировки ротора, вызванная нагрузкой
51NC	Защита от тока небаланса	Защита от тока небаланса батареи конденсаторов
49	Тепловая защита	Защита от перегрузок, «псевдотепловая» защита
49F	Трехфазная защита кабелей от тепловой перегрузки	Трехфазная защита кабелей от тепловой перегрузки, «псевдотепловая» защита
49M/49G/49T	Трехфазная защита двигателя, генератора и трансформатора от перегрузки	Трехфазная защита двигателя, генератора и трансформатора от перегрузки, «псевдотепловая» защита
50	Максимальная токовая защита в фазах, мгновенная	Трехфазная защита от междуфазных КЗ
50/5 IB	Максимальная токовая защита в фазах, мгновенная	Быстродействующая трехфазная защита от междуфазных КЗ (первая ступень)
50BF	Защита от отказов выключателя (УРОВ)	Резервная защита в случае отказа выключателя после команды «отключение»

Код ANSI	Наименование функции защиты	Назначение защиты
50N или 50G	Максимальная токовая защита от замыкания на землю, мгновенная	Защита от замыканий на землю: 50N: вычисление или измерение тока нулевой последовательности с помощью трех трансформаторов тока; 50G: прямое измерение тока нулевой последовательности с помощью трансформатора тока
50V	Максимальная токовая защита в фазах с коррекцией по напряжению, мгновенная	Трехфазная защита от междуфазных КЗ с токовой уставкой, корректируемой по напряжению
50/27	Защита генератора от ошибочного включения в сеть	Защита от ошибочного включения генератора в сеть
51	Максимальная токовая защита в фазах, с выдержкой времени	Трехфазная защита от перегрузок и междуфазных КЗ
51N или 51G	Максимальная токовая защита на землю, с выдержкой времени	Защита от замыканий на землю: 51N: вычисление или измерение тока нулевой последовательности с помощью трех трансформаторов тока; 51G: прямое измерение тока нулевой последовательности с помощью одного датчика (трансформатора тока или тора)
51V	Максимальная токовая защита в фазах с коррекцией по напряжению, с выдержкой времени	Трехфазная защита от междуфазных КЗ с корректируемой токовой уставкой по напряжению
59	Защита максимального напряжения	Защита от недопустимого повышения напряжения
59N	Защита максимального напряжения нулевой последовательности	Защита от повреждения изоляции (от однофазных замыканий на землю)
60	(FUSEF) Контроль исправности цепей переменного напряжения	Защита, выполняющая контроль исправности цепей переменного напряжения
63	Контроль давления	Обнаружение внутреннего повреждения трансформатора (газовое реле на основе датчика давления)
64REF	Дифференциальная защита от замыканий на землю	Защита от замыканий на землю трехфазных обмоток, соединенных по схеме «звезда» с заземленной нейтралью

Код ANSI	Наименование функции защиты	Назначение защиты
64G	100 % защита статора генератора	Обнаружение замыканий на землю изоляции статорных обмоток
66	Защита ограничения количества пусков электродвигателя	Защита, обеспечивающая контроль количества пусков двигателя
67	Максимальная токовая направленная защита в фазах	Трехфазная защита (от коротких замыканий), действующая в зависимости от направления к месту повреждения
67N/67NC	Максимальная токовая направленная защита от замыканий на землю	Защита от замыканий на землю в зависимости от направления тока повреждения (NC – для сетей с компенсированной нейтралью)
68	Контроль за бросками тока	Обнаружение броска тока намагничивания трансформатора или пускового тока электродвигателя
78	Контроль синхронной работы синхронных машин	Реле, срабатывающее при заданном значении угла между напряжениями двух систем, токами двух систем или током и напряжением
78PS	Потеря синхронизма (pole-slip)	Защита синхронных машин от потери синхронизма (реле качания мощности)
79	Автоматическое повторное включение (АПВ)	Автоматическое повторное включение выключателя после отключения (при неустойчивом повреждении в линии)
81H	Защита максимальной частоты	Защита от недопустимого повышения частоты
81L	Защита минимальной частоты	Защита от недопустимого снижения частоты
81R	Защита по производной от частоты (росof)	Защита действует в случае быстрого разъединения двух частей электрической сети
81 U/810	Защита от повышения/снижения скорости изменения частоты	Защита от недопустимого повышения/снижения и скорости изменения частоты
87 B	Дифференциальная защита сборных шин	Трехфазная защита от внутренних повреждений сборных шин
87G	Дифференциальная защита генератора	Трехфазная защита от внутренних повреждений генераторов переменного тока, трехфазная дифференциальная защита, ступень с торможением, дифференциальная отсечка

Код ANSI	Наименование функции защиты	Назначение защиты
87L	Дифференциальная защита линии	Трехфазная защита от внутренних повреждений линии
87M	Дифференциальная защита двигателя	Трехфазная защита от внутренних повреждений двигателя
87N	Продольная дифференциальная защита от замыканий на землю	Высокоимпедансная продольная дифференциальная защита от замыканий на землю
87T	Дифференциальная защита трансформатора	Трехфазная защита от внутренних повреждений трансформатора
94	Реле отключения или реле свободного расцепления	Срабатывание реле приводит к отключению выключателя, контактора, иного аппарата или выдаёт сигнал на отключение, осуществляемое промежуточным устройством. Срабатывание реле блокирует немедленное повторное включение, если есть запрет со стороны автоматики, даже если цепь включения выключателя остается активированной

Учебное издание

АНДРЕЕВ Михаил Владимирович  
БОРОВИКОВ Юрий Сергеевич  
РУБАН Николай Юрьевич  
СУЛАЙМАНОВ Алмаз Омурзакович

## ЦИФРОВЫЕ ТЕРМИНАЛЫ ЗАЩИТЫ SERAM 1000+

Учебное пособие

Научный редактор  
*кандидат технических наук,  
доцент В.Н. Копьев*

Корректура *С.Н. Карапотин*  
Компьютерная верстка *Д.В. Сотникова*



Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества  
Издательства Томского политехнического университета  
Сертифицирована в соответствии с требованиями ISO 9001:2008



**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, [www.tpu.ru](http://www.tpu.ru)