



РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Автоматический
выключатель
BA-45 v2 EKF

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение	3
2. Назначение и область применения	4
3. Обозначение	5
4. Условия эксплуатации.....	5
5. Внешний вид и органы управления.....	6
6. Краткое описание структуры выключателя.....	7
7. Технические параметры.....	8
8. Установка и монтаж.....	12
8.1 Общие требования	12
8.2 Установка выкатного выключателя	12
8.3 Проверка перед подачей напряжения.....	15
9. Микропроцессорный расцепитель.....	17
9.1 Общая информация.....	17
9.2 Функции защиты	18
9.3 Внешний вид и функционал расцепителя	21
9.4. Пример настройки защиты от перегрузки и короткого замыкания	25
10. Технические характеристики доп. контактов расцепителя	40
11. Просмотр журнала событий расцепителя	40
11.1 Pos H – просмотр истории замыкания и размыкания главных контактов выключателя	41
11.2 Trip H – просмотр истории срабатываний выключателя	41
12. Проверка защитных функций расцепителя.....	43
13. Передача данных по протоколу ModBus-RTU	46
13.1 Основные параметры передачи данных	46
14. Время токовые характеристики	48
15. Габаритные и установочные размеры	53
16. Схема подключения цепей управления.....	59
17. Комплектация	61
18. Утилизация	61
19. Гарантия изготовителя	61

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством и правилами эксплуатации воздушных выключателей ЕКФ серии ВА-45 v2 ЕКФ (в дальнейшем по тексту – выключатели).

В руководстве по эксплуатации приведены основные технические данные, состав изделия, краткое описание устройства и принцип работы выключателей, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации выключателей: указания мер безопасности, порядок установки, подготовка к работе и работа выключателей, а также их техническое обслуживание, правила хранения и транспортирования.



ВНИМАНИЕ

Категорически запрещается эксплуатировать выключатель мокрыми руками и прикасаться к электропроводящим частям (проводники и клеммники) под напряжением, так как это может представлять опасность поражения электрическим током и риск получения ожогов.

Невыполнение этого требования может привести к поражению электрическим током и опасности возгорания.



ВНИМАНИЕ

Перед проведением любых сервисных и монтажных работ с выключателем обязательно предварительно отключить питание!



ВНИМАНИЕ

Монтаж, техническое обслуживание и сервис должны выполняться квалифицированными специалистами не ниже 4 разряда в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителем» и настоящим руководством эксплуатации.

Перед использованием убедитесь, что рабочее напряжение, номинальный ток, частота и параметры изделия соответствуют эксплуатационным требованиям. Для обеспечения качества используйте предоставленные заводом-изготовителем дополнительные принадлежности.

Завод-изготовитель не несет ответственности за любые неблагоприятные последствия, связанные с использованием принадлежностей, несовместимых с выключателем.

2 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Выключатели серии ВА-45 v2 (далее по тексту выключатели) с микропроцессорным управлением предназначены для эксплуатации в электроустановках на номинальное напряжение до 690 В переменного тока частотой 50 Гц и на номинальные токи от 630 А до 6300 А и относятся к категории применения В (выключатели, специально предназначенные для обеспечения селективности в условиях короткого замыкания относительно других устройств защиты от коротких замыканий, последовательно присоединенных со стороны нагрузки, т. е. с заданной кратковременной выдержкой времени (которая может быть регулируемой). Выключатели предназначены для проведения тока в нормальном режиме и отключения при авариях, таких как короткое замыкание, перегрузка, снижение или превышение напряжения относительно номинального, замыкания на землю, а также других.

Автоматические выключатели серии ВА-45 v2 поставляются с установленным микропроцессорным расцепителем, который обеспечивает тонкую настройку защитных функций, что позволяет увеличить надежность питания электроустановки и избежать нежелательных отключений. Также благодаря наличию на борту открытого протокола обмена данными расцепитель позволяет обеспечить связь между силовыми выключателями и системами сбора данных и управления.

Выключатели могут выдержать пиковые импульсы напряжения вплоть до 12 кВ при установке на высоте над уровнем моря до 2000 м.

Выключатели могут поставляться без установленного расцепителя. В таком случае они выполняют роль выключателей, обеспечивая разрыв коммутируемых участков цепи и обозначаются символом



Выключатели соответствуют ГОСТ IEC 60947-2 и способны отключить короткое замыкание с током I_{cs} до трех раз, при условии, что пауза между отключением и последующим включением была не менее 3 минут.

3 ОБОЗНАЧЕНИЕ

ВА-45 2000/2000А 3Р 85кА выкатной v2						
Серия выключателя						
Типоразмер выключателя: 2000; 3200; 4000; 6300						
Номинальный ток выключателя In, А: 630А; 800А; 1000А; 1250А; 1600А; 2000А; 2500А; 3200А; 4000А; 5000А; 6300А						
Кол-во полюсов: 3Р - три полюса 4Р - четыре полюса						
Ном. отключающая способность, Icu (400 В): 65 кА; 85 кА; 100 кА; 120 кА						
Исполнение: стационарный; выкатной						
Поколение: пусто - 1 поколение v2 - 2 поколение						

4 УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- Нижнее значение температуры окружающего воздуха: -15°C*
- Верхнее значение температуры окружающего воздуха: +70°C*, средняя температура в течение 24 ч должна составлять + 35°C (при хранении: + 60°C);
- * - если нижняя граница температуры эксплуатации ниже -15°C обратитесь в ЕКФ для консультации. Если температура эксплуатации превышает +40°C следует снизить номинальный ток выключателя в соответствии с таблицей 2.
- Относительная влажность окружающего воздуха 90% при температуре +25°C (при температуре окружающего воздуха +40°C относительная влажность воздуха не должна превышать 50%)*.
- * - если соотношение температура/влажность окружающего воздуха лежит вне указанных диапазонов, следует учесть возможное образование конденсата на поверхности выключателя и его компонентов. Обратитесь в ЕКФ для консультации.
- Окружающая среда не содержит газы, жидкости и пыль в концентрациях, нарушающих работу выключателей - тип атмосферы II и III в соответствии с ГОСТ 15150;
- Степень загрязнения промышленными выбросами - IV в соответствии с ГОСТ IEC 60947-1;

- Место установки выключателя защищено от попадания воды, масла и эмульсии;
- Выключатель не должен подвергаться непосредственному воздействию солнечной радиации.
- Высота установки над уровнем моря без снижения рабочих характеристик не более 2000 м.
- Угол наклона установленного выключателя не должен превышать 5° в любую сторону;
- Степень защиты выключателей от воздействия окружающей среды - IP30;
- При установке выключателя за панелью шкафа и выносом органов управления выключателем на лицевую панель степень защиты выключателя - IP40.

5 ВНЕШНИЙ ВИД И ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ



* - в ранних ревизиях контакты положения выкатного выключателя в корзине расположены сбоку на корпусе в виде отдельного клеммника. В последних ревизиях контакты положения в корзине выведены на клеммы цепей управления и дополнительных контактов (клеммы 71-76)

6 КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

Стационарный автоматический выключатель состоит из следующих узлов:

- контактная система (подвижные и неподвижные контакты)
- интеллектуальный расцепитель
- механизм ручного управления
- механизм удаленного управления посредством электрических сигналов
- корпус

Контактная система расположена на изоляционном основании таким образом, что контакты каждого полюса выключателя дополнительно изолированы друг от друга. Интеллектуальный расцепитель, механизм ручного управления, механизм удаленного управления расположены перед отсеком главных контактов и являются отдельными независимыми друг от друга компонентами выключателя.

Выкатной автоматический выключатель состоит из следующих узлов:

- контактная система (подвижные и неподвижные контакты)
- интеллектуальный расцепитель
- механизм ручного управления
- механизм удаленного управления посредством электрических сигналов
- корзина

Выкатной автоматический выключатель состоит из подвижного выключателя и корзины (неподвижная часть). Подвижная часть устанавливается (вкатывается) и извлекается (выкатывается) из корзины благодаря направляющей. Основные силовые контакты входят в ответные части контактов корзины. Выкатные выключатели могут находиться в одном из трех положений:

- вкочен
- выкочен для теста
- выкочен

Изменения положения осуществляется вращением рукоятки по часовой стрелке (вкочивание) и против часовой стрелки (выкочивание). На корзине имеется механический индикатор положения выключателя, который позволяет однозначно определить его положение в корзине.

В положении «вкочен» контакты силовой цепи корзины и подвижной части соединены, контакты вторичной цепи корзины и подвижной части также соединены.

В положении «выкочен для теста» контакты силовой цепи корзины и подвижной части разомкнуты, а контакты вторичной цепи корзины и подвижной части соединены.

В положении «выкочен» контакты и силовой, и вторичной цепей корзины и подвижной части разомкнуты и разделены изолирующим воздушным промежутком.

7 ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Таблица 1 - Основные технические характеристики воздушных выключателей ВА-45 v2

Характеристика	Типораз- мер	2000		3200		4000		6300	
Номинальный ток, In(A)		630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000		2000, 2500, 3200		3200, 4000		5000, 6300	
Номинальная предельная наибольшая отключающая способность Icu(kA)	Ue=400В АС	85		100		100		120	
	Ue=690В АС	60		65		65		80	
Номинальная рабочая наибольшая отключающая способность Ics(kA)	Ue=400В АС	70		65		65		80	
	Ue=690В АС	55		50		50		70	
Номинальный кратковременно выдерживаемый ток Icw(kA/1сек)	Ue=400В АС	70		65		65		85	
	Ue=690В АС	55		65		50		65	
Номинальная наибольшая включающая способность Icm(kA)	Ue=400В АС	187		143		143		176	
	Ue=690В АС	132		143		143		176	
Механическая износостойкость, циклов В-О	с обслужи- ванием	20000		10000		10000		6000	
	без обслужи- вания	10000		5000		5000		3000	
Электрическая износостойкость, циклов В-О	Ue=400 В АС	6500		3000		1500		500	
	Ue=690В АС	3000		1500		700		300	
Габаритные размеры,	Исполне- ние	Стац	Выкат	Стац	Выкат				
Ширина, мм	3P / 4P	370/ 465	410/ 505	422/ 537	470/ 585	585/ 825	585/ 820	960	
Глубина, мм		370	460	380	490				
Высота, мм		402	432	402	432				
Номинальное выдерживаемое импульсное напряжение Ui, кВ		12							
Время размыкания (мсек)		23...32							

Продолжение таблицы 1

Характеристика	Типоразмер	2000	3200	4000	6300
Время замыкания (мсек)		< 70			
Тип расцепителя		Микропроцессорный / Электронный			
Расположение шин при подключении к выводам выключателя		заднее горизонтальное			
Количество полюсов		3,4			
Срок службы, не менее (лет)		15			
Климатическое исполнение		УХЛ3.1			
Номинальное напряжение изоляции переменного тока частоты 50 Гц, U_i (В)		1000			
Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение, U_{imp} (кВ)		12			
Испытательное напряжение при проверке прочности изоляции выключателей переменным током частоты 50Гц в течение 1 минуты (В)		500			
Диапазон рабочих температур (°C)		от -15 до +70°C			
Диапазон температур хранения (°C)					

Таблица 2 - Снижение номинального тока в зависимости от температуры окружающего воздуха

Тэксп, °C	In, A										
	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300
40	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000	6300
45	630	800	1000	1250	1550	1900	2400	3000	3800	5000	6000
50	630	800	1000	1250	1500	1850	2300	3000	3600	5000	5600
55	630	800	1000	1200	1400	1800	2200	2800	3400	4800	5400
60	550	700	1000	1150	1300	1700	2000	2800	3200	4800	5200
65	550	700	1000	1150	1300	1650	1850	2600	3000	4800	5000

Таблица 3 - Изменение номинальных характеристик в зависимости от высоты установки над уровнем моря

Высота (м)	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Выдерживаемое напряжение промышленной частоты (В)	2200	2077	1955	1857	1760	1680	1600
Напряжение изоляции $U_i(B)$	1000	900	800	750	700	650	600
Ном. рабочее напряжение $U_e(B)$	690	635	580	540	500	450	400
Ном. рабочий ток I_e	I_e	$0.93 \times I_e$	$0.88 \times I_e$	$0.83 \times I_e$	$0.78 \times I_e$	$0.73 \times I_e$	по запросу

Примечание: изменения характеристик, указанных в таблице, обусловлены тем, что с ростом высоты установки выключателя над уровнем моря ухудшаются изоляционные и теплопроводящие свойства воздуха.

Таблица 4 - Потери мощности (суммарно на выключатель) в зависимости от типоразмера, номинального тока и исполнения выключателя

Типоразмер	Ном. ток (А)	Выкатной (Вт)	Стационарный (Вт)
2000	630	70	35
	800	110	50
	1000	172	78
	1250	268	122
	1600	440	200
	2000	530	262
3200	2000	384	200
	2500	600	312
	3200	737	307
4000	4000(3n)	921	450
	4000(4n)	900	-
6300	5000	898	-
	6300	1426	-

Таблица 5 - Рекомендуемое количество и сечение медных шин при температуре окружающей среды от -15 до +40°C

Типоразмер	Номинальный ток, А	Спецификация шины	
		Размер	Количество
2000	630	60 x 5	2
	800	60 x 5	2
	1000	60 x 5	2
	1250	60 x 10	2
	1600	60 x 10	2
	2000	60 x 10	3
3200	2000	100 x 10	2
	2500	100 x 10	3
	3200	100 x 10	4
4000	3200	100 x 10	4
	4000	100 x 10	5
6300	4000	100 x 10	6
	5000	100 x 10	7
	6300	100 x 10	8

Подключение источника питания допускается как к верхним, так и нижним выводам выключателя без снижения технических характеристик выключателя. К выводам выключателя допускается подключение (не одновременное) алюминиевых и медных шин, а также кабелей с жилами из этих материалов.

8 УСТАНОВКА И МОНТАЖ

8.1 Общие требования

А. Перед установкой необходимо проверить сопротивление изоляции выключателя с помощью мегаомметра. При испытательном напряжении 500 В сопротивление должно составлять не менее 10 МОм при температуре окружающей среды $T=25\pm5^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности не более 70%. Сопротивление выключателя в отключенном состоянии следует измерять между входными и выходными силовыми клеммами. Сопротивление выключателя во включенном состоянии следует измерять между полюсами и корпусом, а также последовательно между полюсами.

Б. Если измеренное значение сопротивления составляет менее 500 МОм, выключатель необходимо просушить до тех пор, пока измеренное сопротивление не превысит указанное значение.

В. Автоматический выключатель следует устанавливать на горизонтальную поверхность. Допускается отклонение от горизонтальной плоскости не более 5° . Для фиксации выключателя необходимо использовать следующие метизы (не входят в комплект поставки):

- Болты М8 – 4 шт.
- Плоские шайбы М8 – 4 шт.
- Пружинные шайбы М8 – 4шт.
- Шестигранные гайки М8 – 4 шт.

Г. Автоматический выключатель должен быть надежно заземлен согласно действующим нормам и правилам. Точки заземления на корпусе выключателя обозначены знаком .

Д. Подключение питания к верхним или нижним выводам выключателя не приводит к снижению его характеристик.

8.2 Установка выкатного выключателя

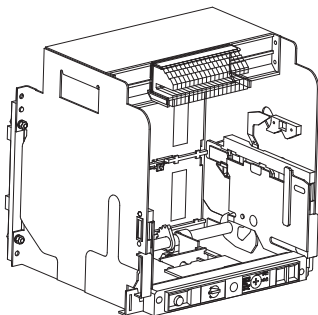


Рис. 1

Расположите корзину выключателя горизонтально. Зафиксируйте болтами.

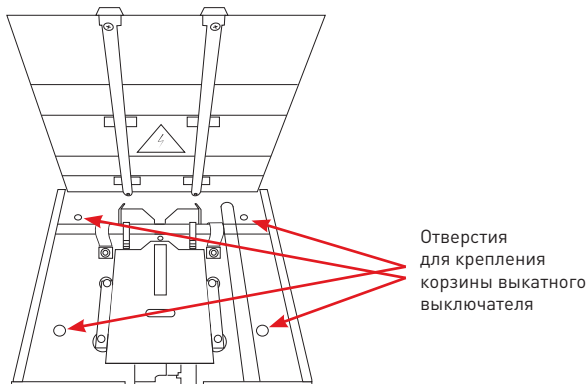


Рис. 2

Потяните на себя оба рычага разблокировки при выкатывании до упора.

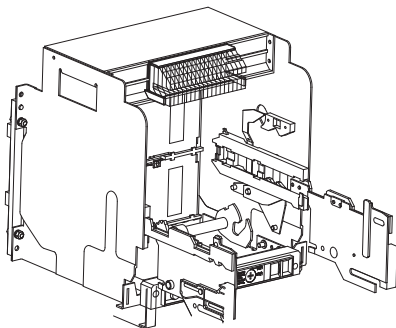


Рис. 3

Расположите выключатель таким образом, чтобы выступы оказались над пазами корзины выключателя.

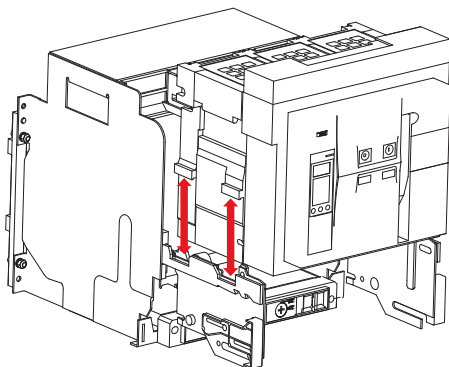


Рис. 4

Опустите выключатель на направляющие, убедившись, что корзина выключателя защищена от опрокидывания.

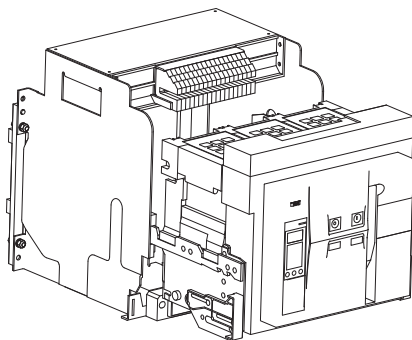


Рис. 5

Обратите внимание на отсутствие каких-либо посторонних предметов на пути движения выключателя в корзине. Толкните выключатель в корзину до упора. Нажмите на кнопку блокировки вращения рукоятки. Достаньте и установите рукоятку для вкатывания в гнездо. Вращайте рукоятку по часовой стрелке. Автомат начнет движение в сторону корзины. При достижении положения «выкачен для теста» сработает блокировка вращения рукоятки, и ее дальнейшее вращение станет невозможным. Нажмите на блокировку, не доставая рукоятку из гнезда. Продолжите вращение по часовой стрелке пока выключатель не перейдет в положение «вкачен».

Обращаем ваше внимание, что усилие, необходимое для вращения рукоятки при вкатывании выключателя из положения «выкачен для теста» в положение «вкачен» возрастает. Это объясняется тем, что контакты выключателя входят в контакты корзины, и требуется дополнительное усилие для преодоления трения контактов. Это является нормальным явлением и не означает, что механизм вкатывания/выкатывания неисправен.

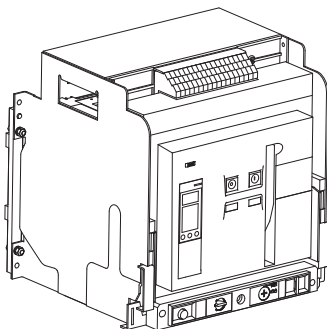


Рис. 6

8.3 Проверка перед подачей напряжения

После того, как выключатель был смонтирован, а его цепи управления подключены в соответствие со схемой, следует провести ряд подготовительных операций перед подачей питания на главные контакты (для выключателя выкатного исполнения все операции должны проводиться, когда аппарат находится в положении «TEST»):

- Проверьте, что напряжения цепей управления соответствуют номинальным напряжениям установленных аксессуаров (катушка включения, независимый расцепитель, расцепитель минимального напряжения и мотор-привод). Для возможности замыкания контактов выключателя необходимо подать напряжения на расцепитель минимального напряжения не менее $0,85 \times U_n$.

- Убедитесь, что индикатор состояния пружины находится в состоянии «Discharged». Если он находится в состоянии «Charged», то переходите к следующему пункту. 7 раз потяните рукоятку взвода пружины вниз до упора. Должен раздаться характерный щелчок, а индикатор состояния пружины должен смениться на желтый флажок с надписью «Charged».
- Убедитесь, что кнопка сброса «Reset» нажата и не выпирает из корпуса.
- Нажмите кнопку «I» или подайте питание на катушку включения (клеммы 29-30).



ВНИМАНИЕ

Питание на катушку включения (как и катушку отключения) необходимо подавать импульсно, например, с помощью кнопки с самовозвратом. Продолжительная подача питания на катушки приведет к их выходу из строя.

Выключатель должен замкнуться, а флажок индикатора положения главных контактов должен измениться с зеленого «0» на красный «I».

- Подайте питание на моторный привод (клеммы 33-35). Привод взведет пружину в течение нескольких секунд до характерного щелчка, индикатор состояния пружины должен смениться на желтый флажок с надписью «Charged». Моторный привод будет автоматически обесточен.
- Нажмите кнопку «I» или подайте питание на катушку включения (клеммы 29-30). Выключатель должен замкнуться, а флажок индикатора положения главных контактов должен измениться с зеленого «0» на красный «I».
- Разомните главные контакты выключателя нажатием кнопки «O», подачей питания на независимый расцепитель (клеммы 29-30), снятием питания с расцепителя минимального напряжения (клеммы 27-28) или проведя тест расцепителя со срабатыванием.



ВНИМАНИЕ

Питание на катушку отключения (независимый расцепитель) необходимо подавать импульсно, например, с помощью кнопки с самовозвратом. Продолжительная подача питания на катушки приведет к их выходу из строя.

9 МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ РАСЦЕПИТЕЛЬ

9.1 Общая информация

Питание расцепителя может осуществляться двумя способами.

1. Подача питания на клеммы 1-2 расцепителя. Поскольку существуют расцепители с различным напряжением питания, крайне важно проверить, что напряжение питания конкретного установленного у вас расцепителя соответствует подаваемому на него. В противном случае расцепитель может быть поврежден.

2. Питание расцепителя посредством встроенных трансформаторов тока при протекании тока определенной величины через главные контакты выключателя. В таком случае при размыкании выключателя или падении тока ниже минимальной величины расцепитель отключается (некоторая хранимая в памяти расцепителя информация стирается). Для нормальной работы расцепителя протекающий через выключатель 1-фазный ток должен быть не меньше $0,8 \times I_n$, а 3-фазный ток – не менее $0,4 \times I_n$ по всем фазам (где I_n – номинальный ток выключателя).

Для надежной работы расцепителя при малых токах и при токах короткого замыкания рекомендуется использовать внешний источник питания.

Таблица 6 - Питание расцепителя

Упит	Доп. отклонение	Рпот
24 В DC	± 5%	7 Вт
220 В AC	± 15%	
380 В AC		
110 В DC		
220 В DC		

9.2 Функции защиты

9.2.1. Диапазоны выбора уставок защит

Таблица 7 - Диапазоны выбора уставок защит

Параметр		Диапазон уставок по току	Шаг	Диапазон уставок по времени	Шаг	Точность	Комментарии
Защита от перегрузки с долговременной выдержкой, Ir1		{0,2...1}In, OFF	1А	0,6...1120 с		±10%	В зависимости от типа кривой
Защита от КЗ с кратковременной выдержкой, Ir2	Обратнозависимая	{1,5...15}Ir1, OFF		T*			Ir1 - заданное значение тока перегрузки. Если Ir1=OFF, то Ir1 заменяется на In
	Фиксированная			0,1...1 с	0,1		
Защита от КЗ с мгновенным срабатыванием, Ir3		{1...20}In, OFF				±15%	
T* - уставка задержки времени срабатывания обратнозависимой защиты от КЗ Ir2. Величина T равна 1/10 выбранной задержки срабатывания защиты от перегрузки Ir1.							

Примечание: в случае выбора всех защит (долговременная, кратковременная и мгновенная) значения токов срабатывания должны быть выбраны таким образом, чтобы $Ir1 < Ir2 < Ir3$.

9.2.2. Защита от перегрузки (защита с долговременной выдержкой).

Пользователю доступны на выбор 6 характеристик защиты от перегрузки (подробней в п. 9.4.1). По умолчанию на заводе установлена универсальная характеристика с обратнозависимой выдержкой времени I^2T . Время срабатывания выключателя при выборе защиты с долговременной выдержкой определяется исходя из формулы – $I^2xT_L = 2.25xI_r1^2x t_L$, где

I – значение аварийного тока

t_L – задаваемое пользователем время задержки срабатывания при выборе защиты с долговременной выдержкой

T_L – фактическое время срабатывания выключателя.

Пример. Для выключателя с номинальным током 2500 А пользователь установил величину тока срабатывания защиты с долговременной выдержкой $Ir1 = 0,8xIn = 2000$ А и задержку срабатывания защиты $t_L = 30$ сек. При протекании тока $I = 2xIr1 = 2 \times 2000 = 4000$ А время срабатывания выключателя составит:

$$T_L = \frac{2,25 \times 2000^2}{4000^2} \times 30 = 0,5625 \times 30 = 16,9 \text{ сек}$$

Таблица 8 - Фактическое время срабатывания выключателя (с точностью $\pm 15\%$) при токе $2xI_{r1}$ в зависимости от установленной выдержки времени t_L

1,05xI _{r1}	1,3xI _{r1}	Уставка выдержки 1,5I _{r1} , сек	15	30	60	120	240	480
несрабатывание >2ч	срабатывание <1ч	Время срабатывания при 2I _{r1} , сек	8,4	16,9	33,7	67,5	135	270

9.2.3. Защита от короткого замыкания с кратковременной выдержкой

Таблица 9 - Характеристики защиты от короткого замыкания с кратковременной выдержкой

Обратнозависимая и фиксированная выдержка по времени	I _{r2} =I _{r1} x	1,5...15 + Откл. (OFF)
	Событие	$\leq 0,9 I_{r2}$ - несрабатывание $> 1,1 I_{r2}$ - срабатывание с выдержкой
Фиксированная выдержка по времени	t_{r2} (сек)	0,1...1 (шаг 0,1 сек)
	Точность	$\pm 10\%$
Обратнозависимая выдержка по времени		Кривые 1 - 5 определяют защиту от перегрузки и с длительной выдержкой по времени, но наклон кривой в 10 раз выше
		Кривая 6 описывается формулой $T_{r2} = t_{r2} * (I_{r1} / I)^2$
Тепловая память с обратной выдержкой времени (сбрасывается после отключения питания или размыкания выключателя)		По умолчанию 15 мин + Откл. (OFF)

Существует два типа защиты от короткого замыкания с кратковременной выдержкой по времени:

1. Защита с обратнозависимой выдержкой времени. В случае, если протекающий через выключатель ток превышает установленное значение и выбрана кривая защиты с 1 по 5, расцепитель осуществляет защиту по аналогии с защитой от перегрузки (чем выше ток, то быстрее будет подан сигнал на размыкание), но срабатывание выключателя происходит с задержкой в 10 раз короче выдержки защиты от перегрузки (кривая защиты в 10 раз круче). Если выбрана 6 кривая защиты, то задержка срабатывания рассчитывается по кривой защиты от короткого замыкания с кратковременной выдержкой.

2. Защиты с фиксированной выдержкой. При протекании через выключатель тока, выше установленного значения, срабатывание выключателя происходит через время, равное установленной выдержке по времени.

Примечание. В случае, если защита с обратнозависимой выдержкой времени отключена или значение тока срабатывания защиты с фиксированной выдержкой меньше или равно значению тока срабатывания защиты с обратнозависимой выдержкой, срабатывания выключателя происходит согласно кривой защиты с фиксированной выдержкой. Если защита с фиксированной выдержкой активна, то время срабатывания выключателя будет не меньше выдержки времени, независимо от того, какая защита вызовет срабатывание - с фиксированной или обратнозависимой выдержкой.

9.2.4. Мгновенная защита от короткого замыкания

Таблица 10 - Характеристики мгновенной защиты от короткого замыкания

I_{r3}	$(1...20)I_n + \text{Откл (OFF)}$
Событие	$\leq 0,85 \times I_{r3}$ – несрабатывание
	$> 1,15 \times I_{r3}$ – срабатывание
Время срабатывания	< 100 мс (включая непосредственно время на размыкание контактов)

9.2.5. Защита от замыкания на землю и дифференциального тока

Таблица 11 - Характеристики защиты от замыкания на землю

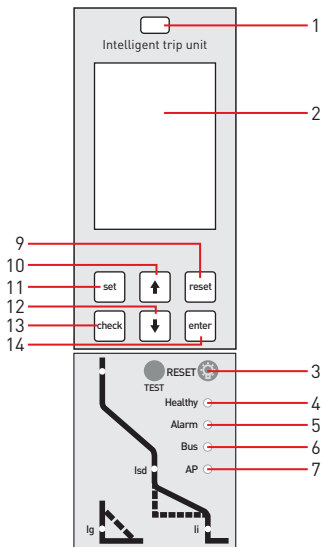
Защита от замыкания на землю	Токовая уставка	$I_g = I_n \times \dots$	$0,2 \dots 1 + \text{Откл (OFF)}$. Минимум 100А
		Событие	$< 0,8 I_g$ - несрабатывание
			$\geq 1,0 I_g$: срабатывание с задержкой
	Временная уставка	Фиксированная выдержка t_g (сек)	$0,1...1 + \text{Откл (OFF)}$. Шаг 0,1. Откл - только аварийная индикация без срабатывания
		Обратнозависимая выдержка KG	$1,5...6 + \text{Откл (OFF)}$. Шаг 0,5. Откл - аварийная индикация с фиксированной выдержкой
		Точность	$\pm 10\%$

Таблица 12 - Характеристики защиты от дифференциального тока

Защита от дифференциального тока	Токовая уставка	$I_{\Delta n}$ (А)	$0,3 \dots 30 + \text{Откл (OFF)}$. Шаг 0,1
		Событие	$< 0,8 I_{\Delta n}$ - несрабатывание
			$\geq 1,0 I_{\Delta n}$ - срабатывание с задержкой
	Временная уставка	Фиксированная выдержка $t_{\Delta n}$ (сек)	Вкл (On), 0,06; 0,08; 0,10-0,96; 0,98; 1,00 Откл (OFF) - только аварийная индикация без срабатывания
		Обратнозависимая выдержка KG	5 (при уставке $< 5 I_{\Delta n}$ - обратнозависимая характеристика срабатывания, $\geq 5 I_{\Delta n}$ - фиксированное время срабатывания)
		Точность	$\pm 10\%$ (или ± 40 мс)

Примечание: Защита от замыкания на землю не совместима с защитой от дифференциального тока. Тип защиты должен быть указан при заказе выключателя.

9.3 Внешний вид и функционал расцепителя



Индикация

- | | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 1. Флажок RESET (Сброс) | 5. Светодиод Alarm (Авария) |
| 2. LCD экран | 6. Светодиод Bus (Передача данных) |
| 3. Светодиод Reset (Сброс) | 7. Светодиод AP |
| 4. Светодиод Healthy (Работа) | 8. Светодиоды защит |

Кнопки

- | | |
|---------------------|------------------|
| 9. Return (Возврат) | 12. Вниз |
| 10. Вверх | 13. Check (Доп) |
| 11. Set (Ввод) | 14. Enter (Ввод) |

9.3.1. Защита от замыкания на землю и дифференциального тока

1. Флажок RESET (Сброс)

Флажок выскакивает в случае успешного прохождения теста расцепителя или срабатывания выключателя по аварии. В таком случае для включения выключателя требуется нажать на флажок, утопив его внутрь.

4. Светодиод Healthy (Работа)

Если расцепитель запитан и функционирует исправно, то светодиод моргает зеленым.

5. Светодиод Alarm (Авария)

При нормальной работе выключателя светодиод не горит. В случае срабатывания выключателя по аварии светодиод моргает красным. В случае возникновения «предупреждающего сигнала» (Alarm) светодиод горит красным постоянно.

6. Светодиод Bus (Передача данных)

При отсутствии передачи данных светодиод не горит. Если происходит обмен данными, то светодиод моргает.

7. Светодиод AP

AP – Advanced Protection – Дополнительная защита. Светодиод горит в случае срабатывания выключателя по дополнительной защите (пропадание фазы, перенапряжение, небаланс напряжения, повышенная / пониженная частота, чередование фаз, обратная мощность и т.д.)

8. Светодиоды защит

При срабатывании одной из основных защит (по перегрузке, короткому замыканию с выдержкой времени или без, утечке на землю) соответствующий светодиод моргает, сообщая о том, какая именно защита вызвала размыкание контактов. При настройке параметров защиты соответствующий светодиод горит постоянно.

9.3.2. Кнопки расцепителя

9. Кнопка Return (Возврат)

Нажатие приводит к выходу из текущего меню и возврату на предыдущий уровень или отмене внесенных изменений

10. Кнопка Вверх

Нажатие приводит к перемещению выше по меню или увеличивает значение редактируемого параметра

11. Кнопка Set (Ввод)

Нажатие приводит к перелистыванию страниц меню измерений или меню настройки параметров

12. Кнопка Вниз

Нажатие приводит к перемещению ниже по меню или уменьшает значение редактируемого параметра

13. Кнопка Check (Доп)

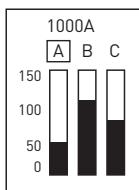
Нажатие приводит к перелистыванию страниц меню системных настроек или меню истории и сервиса

14. Кнопка Enter (Ввод)

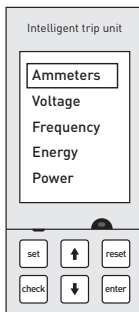
Нажатие приводит к переходу на следующий уровень меню, выбору текущего параметра или сохранению внесенных изменений.

9.3.3. Меню по умолчанию

По умолчанию на расцепителе отображается гистограмма значений потребляемых по каждой фазе токов.



9.3.4. Меню измерений (Measurement Menu)



Нажмите клавишу **(set)** один раз из меню по умолчанию для перехода к основному меню измерений.

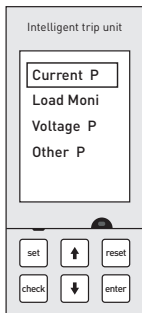
Однократное нажатие клавиши **(reset)** приведет к возврату к гистограмме потребляемых токов.

Однократное нажатие клавиши **(set)** из любого меню, кроме меню аварийных сообщений, приводит к возврату на основное меню измерений.

При бездействии в течение более 5 минут расцепитель перейдет на стартовый экран.

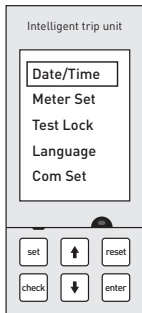
9.3.5. Меню настройки параметров защит (Protection Parameter Setting Menu)

Нажмите клавишу **(set)** дважды из любого меню, кроме меню аварийных сообщений, для перехода в меню «Protection Parameter Setting».



Однократное нажатие клавиши **(reset)** приведет к возврату к гистограмме потребляемых токов. При бездействии в течение более 5 минут расцепитель перейдет на стартовый экран.

9.3.6. Меню настройки системных параметров (System Parameter Setting Menu)



Нажмите клавишу **(check)** один раз, находясь на экране с гистограммой токов, чтобы войти в меню настройки системных параметров.

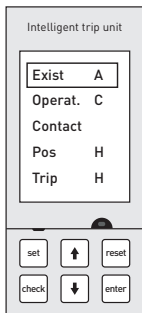
Нажмите клавишу **(reset)** один раз для возврата к гистограмме потребляемых токов.

Однократное нажатие клавиши **(check)** из любого меню, кроме меню аварийных сообщений, приводит к переходу в меню настройки системных параметров.

При бездействии в течение более 5 минут расцепитель перейдет на стартовый экран.

9.3.7. Меню «Журнал событий и обслуживание» (History and Maintenance Menu)

Нажмите клавишу (**check**) дважды, находясь на экране с гистограммой токов, чтобы перейти в меню «Журнал событий и обслуживание».



Однократное нажатие клавиши (**reset**) приведет к возврату к гистограмме потребляемых токов.

Двукратное нажатие клавиши (**check**) из любого меню, кроме меню аварийных сообщений, приводит к переходу в меню «Журнал событий и обслуживание».

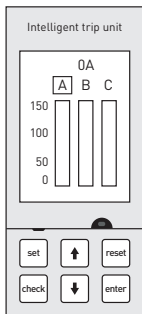
При бездействии в течение более 5 минут расцепитель перейдет на стартовый экран.

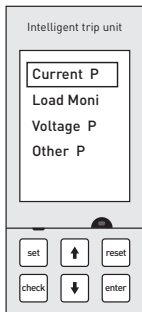
9.4. Пример настройки защиты от перегрузки и короткого замыкания

9.4.1. Пример настройки защиты от перегрузки

Меню выбора защит

Из начального меню дважды нажмите кнопку (**set**).





С помощью стрелок (↓↑) выберите пункт Current P и нажмите (**enter**).

После этого вы оказываетесь в меню выбора уставок защит

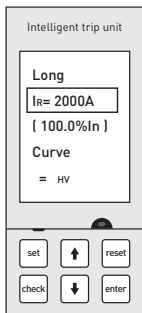


Long Time – защита от перегрузки с выдержкой времени.

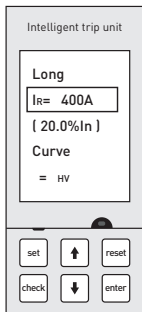
Short Time – защита от короткого замыкания с выдержкой времени.

Instant – мгновенная защита от короткого замыкания (без выдержки времени).

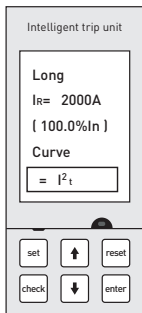
Находясь в меню защит, с помощью стрелки ↓ выберите пункт «Long Time» для настройки защиты от перегрузки и нажмите (**enter**).



Нажмите (**enter**) и с помощью стрелок ↑ и ↓ установите значение тока перегрузки Ir (регулируется в диапазоне 0,2 ... 1xInom + OFF). Для сохранения выбранного значения нажмите (**enter**).



Нажмите **↓** и перейдите к пункту выбора кривой защиты (Curve) и нажмите **(enter)**.



Стрелками **↑** и **↓** выберите одну из 6 доступных кривых защит – SI, VI, EI(G), EI (M), HV, I²T. Выбор кривой определяет диапазон доступных задержек срабатывания.

SI – стандартная защита с обратозависимой выдержкой

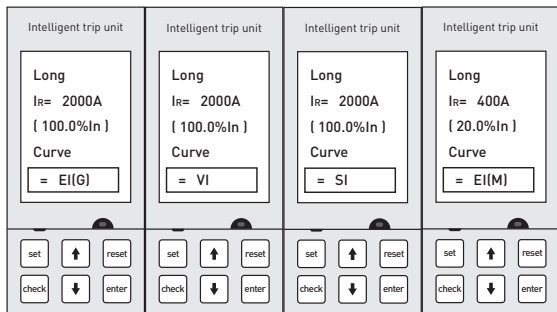
VI – быстрая защита (с меньшими по сравнению с SI задержками срабатывания)

EI (G) – экспресс-защита (стандартный вариант для защиты цепей при питания от сети)

EI (M) – экспресс-защита (вариант для защиты цепей питания двигателей)

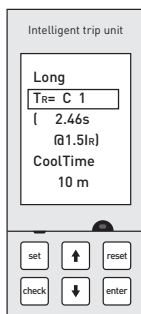
HV – селективная с высоковольтными предохранителями защита (малые задержки срабатывания)

I²T – универсальная защита с обратозависимой выдержкой времени.



После выбора нужного типа кривой следует нажать **(enter)**.

Нажмите **↓** и перейдите к пункту выбора времени задержки T (Curve) и нажмите **(enter)**.

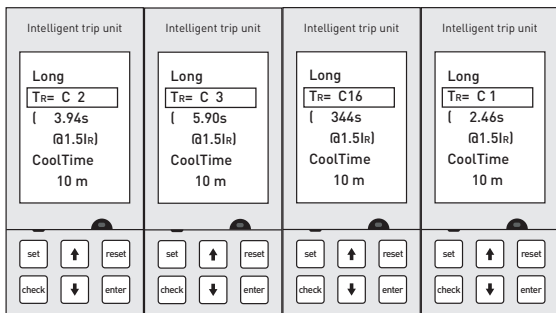


Установка времени выдержки осуществляется выбором одного из 16 значений C1 - C16. Значения выдержки времени C1-C16 зависят от выбранной кривой защиты и представлены в таблице 1.

Таблица 13 - Описание выдержки по времени и типов кривых

Тип кривой	Время выдержки, с																
	Кратность тока	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
SI	1.5xI _г	0,6	0,98	1,47	2,46	3,68	4,91	6,14	8,29	11,1	17,2	24,6	36,8	49,1	61,4	73,7	86
	2xI _г	0,36	0,57	0,86	1,43	2,15	2,87	3,58	5,37	6,45	10,03	14,33	21,49	28,65	35,82	42,98	50,15
	6xI _г	0,14	0,22	0,33	0,55	0,82	1,1	1,37	2,06	2,47	3,84	5,48	8,22	10,96	13,7	16,45	19,19
	7.2xI _г	0,12	0,2	0,3	0,5	0,74	0,99	1,24	1,86	2,23	3,48	4,97	7,45	9,93	12,42	14,9	17,38
VI	1.5xI _г	2	3,2	4,8	8	12	16	20	27	36	56	8	120	160	200	240	280
	2xI _г	1	1,6	2,4	4	6	8	10	13,5	18	28	40	60	8	100	120	140
	6xI _г	0,2	0,32	0,48	0,8	1,2	1,6	2	2,7	3,6	5,6	8	12	16	20	24	28
	7.2xI _г	0,16	0,26	0,39	0,65	0,97	1,29	1,61	2,18	2,9	4,52	6,45	9,68	12,9	16,13	19,35	22,58
EI	1.5xI _г	8	12,8	19,2	32	48	64	80	180	144	224	32	480	640	800	960	1120
	2xI _г	3,33	5,33	8	13,33	20	26,67	33,33	45	60	93,33	133,33	200	266,67	333,33	400	433,33
	6xI _г	0,29	0,46	0,69	1,14	1,71	2,22	2,86	3,86	5,14	8	11,43	17,14	22,86	28,57	34,29	37,14
	7.2xI _г	0,2	0,31	0,47	0,79	1,18	1,57	1,97	2,66	3,58	5,51	7,87	11,80	15,74	19,67	23,6	25,57
EI	1.5xI _г	6,22	9,96	14,9	24,9	37,3	49,8	62,2	84	112	174	249	373	498	622	747	871
	2xI _г	2,95	4,72	7,07	11,79	17,69	23,58	29,48	39,79	53,06	82,53	117,9	176,86	235,81	294,76	353,71	383,19
	6xI _г	0,28	0,45	0,68	1,13	1,69	2,26	2,82	3,81	5,08	7,90	11,29	16,94		28,23	33,88	36,7
	7.2xI _г	0,2	0,31	0,47	0,78	1,17	1,56	1,95	2,63	3,51	5,46	7,8	11,7	15,61	19,51	23,41	25,36
HV	1.5xI _г	2,46	3,94	5,9	9,85	14,8	19,7	24,6	33,20	44,3	68,9	98,5	147	197	246	295	344
	2xI _г	0,67	1,07	1,6	2,67	4	5,33	6,67	9	12	18,67	26,67	40	53,33	66,67	8	86,67
	6xI _г	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,06	0,08	0,1	0,14	0,22	0,31	0,46	0,62	0,77	0,93	1
	7.2xI _г	0	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,1	0,15	0,22	0,3	0,37	0,45	0,48
I ² T	1.5xI _г	15	30	60	120	240	360	480	600	720	840	960					
	2xI _г	8,44	16,88	33,75	67,5	135	202,5	270	337	405	472,5	540					
	6xI _г	0,94	1,88	3,75	5,5	15	22,5	30	37,5	45	52,5	60					
	7.2xI _г	0,65	1,3	2,6	5,21	10,42	15,63	20,83	26,04	31,25	36,46	41,67					

Корректировка значений T_R происходит при помощи стрелок $\uparrow$ и $\downarrow$



При выборе определенного C1 – C16 его числовое значение выводится в секундах для тока 1,5x IR ниже в скобках. После выбора подходящего значения TR нажмите **(enter)**.

Для настройки параметров тепловой памяти (не обязательно) нажмите на стрелку вниз $\downarrow$ и клавишу **(enter)**. Краткое описание функции тепловой памяти представлено ниже.

Тепловая память

Эта функция призвана снизить воздействие токов перегрузки на кабели и их изоляцию, а также обмотки двигателей.

При протекании через автоматический выключатель тока более 1,1 Ir расцепитель считает суммарную накопленную тепловую энергию, которая тем больше, чем больше величина тока и время воздействия. Это верно для всех кривых защиты от перегрузки, кроме EI (M) – кривой, используемой для защиты двигателей. Характер кривой накопления энергии, достаточной для срабатывания выключателя, отличается для каждой кривой защиты.

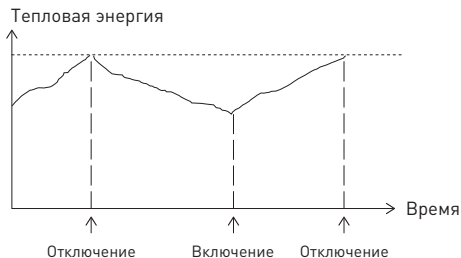


Рис. 7 - Тепловая память включена и на расцепитель подано гарантированное питание

В следующих случаях величина накопленной тепловой энергии снижается экспоненциально:

1. При срабатывании выключателя
2. При снижении тока ниже порогового значения

Пользователям доступна настройка тепловой памяти посредством изменения значения так называемого «времени остывания» – без выдержки, 10 мин, 20 мин, 30 мин, 45 мин, 1 ч, 2 ч, 3 ч.

Для кривой защиты EI (M) нет возможности редактирования времени остывания – тепловая энергия меняется в зависимости от протекающего тока.

В случае, если на расцепитель не подано гарантированное питание, размыкание выключателя вызывает отключение расцепителя по потере питания, что приводит к сбросу накопленной тепловой энергии. Рис. 8 иллюстрирует процесс подробно.

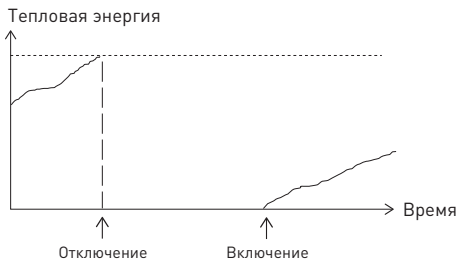
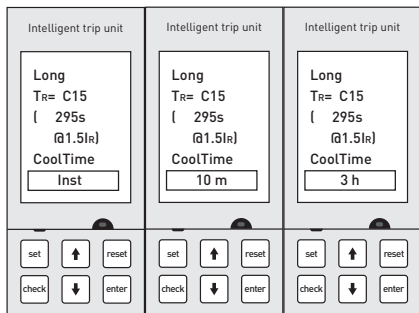


Рис. 8 - Тепловая память отключена или на расцепитель подано гарантированное питание



После выбора подходящей настройки тепловой памяти нужно нажать кнопку **(enter)**.

Для перехода к настройке следующей уставки требуется нажать клавишу **(reset)**.

9.4.2. Пример настройки защиты от короткого замыкания



Перейдите в меню настройки защит и выберите «Short Time» - защиту от короткого замыкания с выдержкой времени. Нажмите кнопку **(enter)**.

Short

Fixed

Inverse

Выберете тип защиты и нажмите **(enter)**:

Fixed - с фиксированным значением выдержки времени

Inverse – с обратнозависимой выдержкой времени

Таблица 14 - Основные параметры защиты по току короткого замыкания с фиксированный и обратнозависимой выдержкой времени

Параметр	Диапазон уставок	Шаг	Комментарии
Обратнозависимая выдержка, ток I_{r2}	1,5...15xI _r , OFF	1 A	I _{r1} - заданное значение тока перегрузки. Если I _{r1} =OFF, то I _{r1} заменяется на I _{nom}
Фиксированная выдержка, ток I _{sd}	1,5...15xI _r , OFF	1 A	
Выдержка времени, T _{sd}	0,1...1 с	0,1 с	

Примечание: Задержка срабатывания защиты от короткого замыкания с обратнозависимой выдержкой времени работает также как и у защиты от перегрузки, с той лишь разницей, что задержка срабатывания составляет 0,1 задержки срабатывания при перегрузке.

Настройка происходит путём нажатия кнопки **(enter)** и последующим увеличением или уменьшением значения тока нажатием стрелок вверх и вниз ↓ и ↑. Однократное нажатие клавиш приводит к изменению уставки на 1А. Нажатие и удержание клавиш приводит к быстрому изменению значения тока.

Intelligent trip unit

Fixed

I= 4660A

{ 11.6xI_r }

T= 0.1S

set

↑

reset

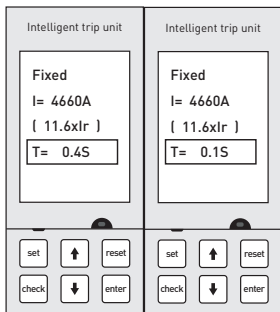
check

↓

enter

После выбора нужного значения тока нажмите клавишу **(enter)**.

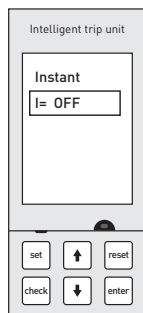
Для перехода к настройке времени нажмите стрелку вниз ↓ и после этого ещё раз **(enter)**.



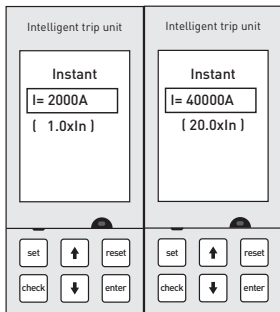
После выбора нужного времени задержки, нажмите клавишу **(enter)**.
 Для перехода к настройке защиты от тока короткого замыкания без выдержки времени требуется нажать клавишу **(reset)** дважды.



Instant - защита от короткого замыкания без выдержки времени (мгновенная)
 Нажмите клавишу **(enter)**.
 После это вы попадете в меню:



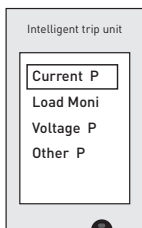
Нажмите стрелку вверх для перехода в режим настройки.
 Нажмите клавишу **(enter)** для перехода в режим изменений тока.



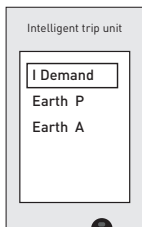
Выберите нужное значение тока уставки нажатием клавиш **↑** и **↓** и нажмите клавишу **(enter)** для сохранения.

Чтобы вернуться на домашнюю страницу трижды нажмите **(reset)**.

9.4.3. Пример настройки защиты от короткого замыкания на землю



Находясь в меню выбора уставок защит, с помощью стрелок **↓** **↑** выберите пункт меню Earth P и нажмите **(enter)** и с помощью стрелок **↓** **↑** выберите одно из значений – Trip (защита от замыкания на землю включена) или OFF (защита от замыкания на землю отключена). Нажмите **(enter)** для сохранения выбранной настройки.



С помощью стрелок **↓** **↑** последовательно задайте значение каждого из параметров I, T, K и нажмите **(enter)** для сохранения.

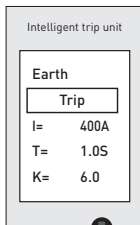


Таблица 15 - Параметры настройки срабатывания защиты от замыкания на землю

Параметр	Диапазон уставок	Шаг	Комментарии
Уставка тока замыкания на землю I_g	0,2...1xIn, OFF	1 A	
Обратнозависимый коэффициент К	1,5...6, OFF	1,5	
Задержка срабатывания, T_g	0,1...1 с	0,1 с	

Таблица 16 - Пороги защиты от замыкания на землю

Параметр	I / I_g	Погрешность
Несрабатывание	< 0,8	
Срабатывание	> 1,0	
Задержка срабатывания		±10% (минимум ±40 мс)

Обратнозависимый коэффициент К определяет характер задержки срабатывания. Если отношение аварийного тока I к уставке защиты от замыкания на землю I_g меньше К, то задержка срабатывания – обратнозависимая (тем меньше, чем выше значение аварийного тока) и вычисляется по формуле

$$t = T_g \times K \times \frac{I_g}{I}$$

где t – фактическое время срабатывания

T_g – установленная задержка срабатывания

K – установленное значение обратнозависимого коэффициента

I_g – установленное значение уставки тока срабатывания защиты от замыкания на землю

I – фактическое значение аварийного тока замыкания на землю

Если отношение аварийного тока к уставке защиты от замыкания на землю I_g больше К или $K=OFF$, то задержка срабатывания – фиксированная и равна установленному значению T_g (с учетом погрешности).

9.4.4. Пример настройки аварийной сигнализации защиты от замыкания на землю

Находясь в меню выбора уставок защит, с помощью стрелок $\downarrow$ $\uparrow$ выберите пункт меню Earth A и нажмите (**enter**).

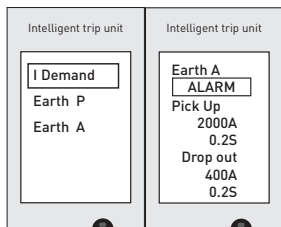


Таблица 17 - Параметры настройки аварийной сигнализации защиты от замыкания на землю

Параметр	Диапазон уставок	Шаг	Комментарии
Уставка аварийного сигнала замыкания на землю	0,2...1xIn, OFF	1 A	
Задержка аварийного сигнала	0,1...1с	0,1с	
Уставка прекращения аварийного сигнала замыкания на землю	0,2...1xIn	0,1 с	
Задержка прекращения аварийного сигнала	0,1...1с	0,1с	
Настройка сигнализации	Установите один из выходных контактов D0* на значение "Earth A". В случае, если ни один из D0 контактов не настроен на выдачу аварийного сигнала, информация о срабатывании защиты будет выведена только на дисплей расцепителя		

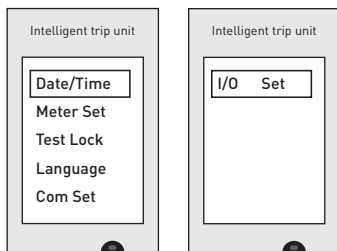
Таблица 18 - Пороги аварийной сигнализации защиты от замыкания на землю

Параметр	I / Ig	Погрешность
Несрабатывание	< 0,8	
Срабатывание	>1,0	
Задержка срабатывания		±10% (минимум ±40 мс)

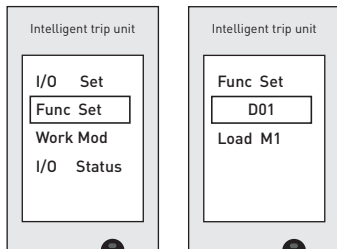
Таблица 19 - Пороги прекращения аварийной сигнализации защиты от замыкания на землю

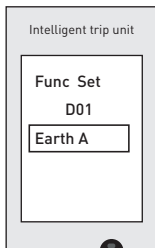
Параметр	I / Ig	Погрешность
Непрекращение	< 0,8	
Прекращение	>1,0	
Задержка срабатывания		±10% (минимум ±40 мс)

Настройка выходного контакта D0 на выдачу аварийного сигнала происходит следующим образом. Из начального меню (гистограмма токов) нажмите клавишу (Check) и с помощью стрелки ↓ выберите меню I/O Set и нажмите (**enter**).



Выберите меню Func Set и нажмите (**enter**). Нажмите (**enter**) еще раз и с помощью стрелок ↓ ↑ выберите один из четырех D0 контактов, на который требуется назначить аварийный сигнал замыкания на землю. Нажатием клавиши (**enter**) подтвердите выбор.





Нажмите стрелку **↓**, а затем клавишу **(enter)** для выбора назначаемого события. С помощью стрелок **↓** **↑** выберите Earth A и нажмите **(enter)** для подтверждения.

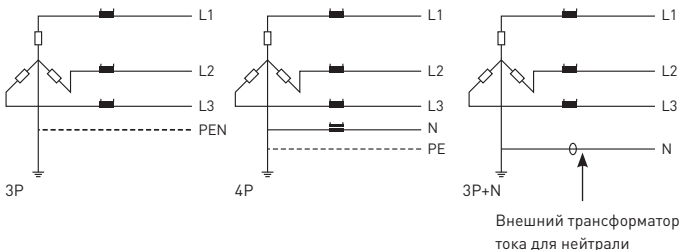
ПОЯСНЕНИЯ ПО ТИПАМ ЗАЩИТ ОТ ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ

В автоматических выключателях ЕКФ ВА-45 второго поколения защита от однофазного замыкания на землю может осуществляться одним из способов: векторная защита (тип Т) или защита на основе измерения тока через землю (тип W). Векторная защита (тип Т), как следует из названия, основана на векторной сумме 3х фазных токов, протекающих через автоматический выключатель в 3х (3 фазы) и 4х (3 фазы + нейтраль) проводных системах. Защита на основе измерения тока через землю (тип W) основана на измерении протекающего через заземляющий проводник тока посредством внешнего трансформатора.

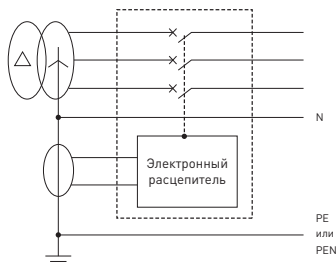
Примечание: В 4-х проводных системах часто токи по 3-м фазам отличаются друг от друга в той или иной степени. Это вызвано несбалансированным подключением однофазных нагрузок к 3-м фазам питающей сети. При установке 3-х полюсных выключателей в таких сетях крайне рекомендуется отключить защиту от замыкания на землю, основанную на векторной сумме токов (тип Т), поскольку это может приводить к частым «ложным» срабатываниям.

СХЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАЩИТЫ ОТ ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ

- Векторная защита (тип Т)



- Защита на основе измерения тока через землю (тип W)



Как было сказано выше защита на основе измерения тока через землю (тип W) требует использования специального внешнего трансформатора тока, который устанавливается на проводник защитного заземления силового трансформатора и контролирует протекающий в этом проводнике ток.

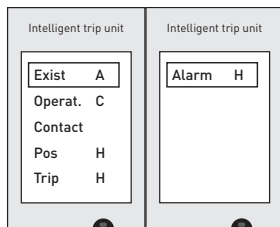
10 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОП. КОНТАКТОВ РАСЦЕПИТЕЛЯ

Таблица 20 - Характеристики доп. контактов расцепителя

Категория применения	Включение			Отключение			Частота операций [1/мин.]
	I/I _e	U/U _e	cos φ	I/I _e	U/U _e	cos φ	
AC-15	10	1,1	0,3	10	1,1	0,3	10
DC-13	1,1	1,1	6Pe	1,1	1,1	6Pe	10

11 ПРОСМОТР ЖУРНАЛА СОБЫТИЙ РАСЦЕПИТЕЛЯ

Нажмите клавишу **(check)** дважды, находясь на экране с гистрограммой токов, чтобы перейти в меню «Журнал событий и обслуживание».



Пользователю доступны следующие подменю:

Exist A – просмотр активных аварийных сообщений (Alarm).

Operat.C – просмотр суммарного количества замыканий-размыканий главных контактов (Total Num) и количество замыканий-размыканий под нагрузкой (Op Num).

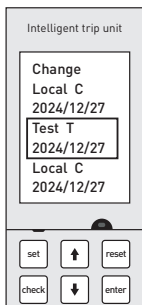
Contact – просмотр суммарного износа главных контактов, а также их температуры. Вышедший с конвейера выключатель имеет нулевой износ контактов. В процессе эксплуатации это значение растёт. При достижении 100% выключатель выдает аварийный сигнал о необходимости проведения обслуживания.

Pos H – просмотр истории замыкания и размыкания главных контактов выключателя.

Trip H – просмотр истории срабатываний выключателя.

Alarm H – просмотр истории аварийных сообщений выключателя.

11.1 Pos H – просмотр истории замыкания и размыкания главных контактов выключателя



В данном меню содержится информация об истории замыкания и размыкания главных контактов выключателя. Каждое событие содержит информацию о причине, вызвавшей размыкание контактов и метке времени в формате год/месяц/дата. С помощью стрелок **↓↑** выберите интересующее событие и нажмите **(enter)** для просмотра более подробной информации.

В меню присутствуют следующие обозначения:

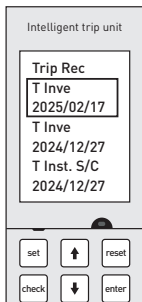
Local C – замыкание контактов;

Local O – размыкание контактов;

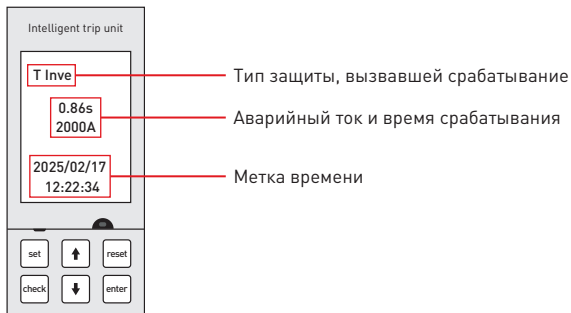
Test T – срабатывание выключателя (размыкание контактов) во время теста расцепителя;

Fault T – срабатывание выключателя (размыкание контактов) по одной из защит.

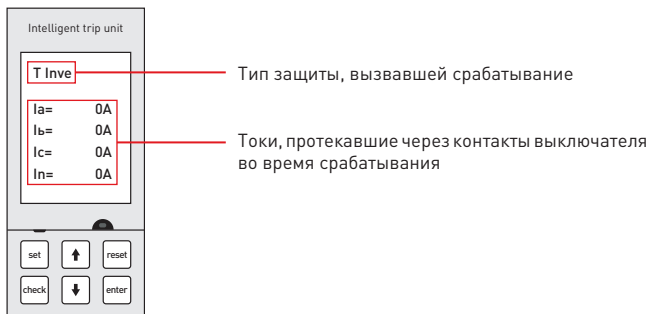
11.2 Trip H – просмотр истории срабатываний выключателя



В данном меню содержится информация о последних срабатываниях выключателя по аварии. Каждое событие содержит информацию о причине срабатывания и метке времени в формате год/месяц/дата. С помощью стрелок **↓↑** выберите интересующее событие и нажмите **(enter)** для просмотра более подробной информации.



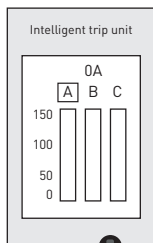
Нажмите (**enter**) еще раз для просмотра значений токов, протекавших через выключатель в момент срабатывания



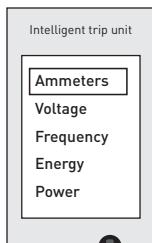
(В данном примере значения токов равны нулю, поскольку размыкание было вызвано тестовой проверкой расцепителя на срабатывание защиты).

12 ПРОВЕРКА ЗАЩИТНЫХ ФУНКЦИЙ РАСЦЕПИТЕЛЯ

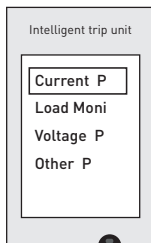
Для проверки защитных функций расцепителя необходимо выставить определенные значения тока и выдержки времени той защиты, которая подлежит тестированию, а также задать значение тестового (симулируемого тока) таким образом, чтобы оно привело к срабатыванию проверяемой защиты. Для этого из начального меню дважды нажмите кнопку **(set)**, а затем кнопку **(enter)**. Откроется меню настроек, где необходимо проверить правильность введенных характеристик и при необходимости изменить их значения.



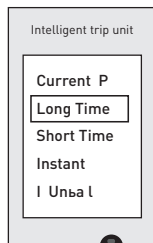
Шаг 1
(Первоначальное окно)



Шаг 2
(Окно после первого нажатия кнопки **(set)**)

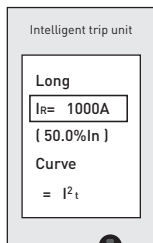


Шаг 3
(Окно после второго нажатия кнопки **(set)**)



Шаг 4
(При помощи одного нажатия кнопки перейдите в настройки срабатывания расцепителя)

С помощью стрелок $\downarrow$ и $\uparrow$ переключитесь между проверяемыми характеристиками. Чтобы изменить одну из характеристик, необходимо выбрать её, нажав кнопку **(enter)**, при помощи стрелок $\downarrow$ $\uparrow$ выставить необходимое значение и одним нажатием кнопки **(enter)** зафиксировать его.

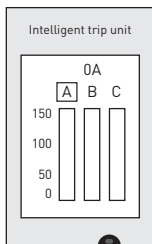


Проверьте остальные характеристики. Иерархия защит должна быть такой, чтобы $I_{r1} < I_{r2} < I_{r3}$, то есть уставка по току перегрузки (I_{r1}) должна быть меньше уставки тока защиты от короткого замыкания с выдержкой времени (I_{r2}), которая должна быть меньше уставки тока мгновенной защиты от короткого замыкания (I_{r3}).

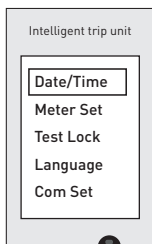
При помощи одного нажатия кнопки **(reset)** вернитесь из токовых характеристик в меню настроек срабатывания расцепителя (окно из Шага 4).

В нем при помощи стрелок $\downarrow$ и $\uparrow$ можно переключаться между другими настройками и аналогично изменять их значения для дальнейшей проверки.

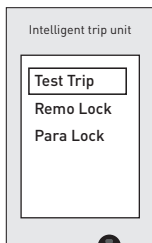
Нажмите кнопку (**reset**) и вернитесь в главное меню расцепителя.



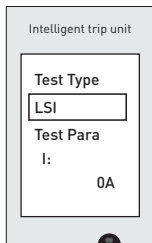
Нажмите кнопку (**check**) и нажатием стрелок **↓** и **↑** выберите меню TEST LOCK.



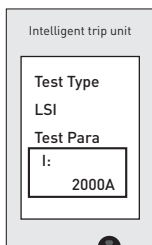
Нажмите кнопку (**enter**) и перейдите в следующее меню.



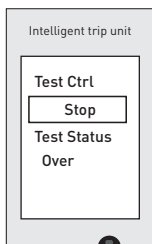
Нажмите кнопку (**enter**), чтобы выбрать TEST TRIP. (В данном типе настройки выбирается тип защиты, который в дальнейшем подвергнется тестированию).



Чтобы изменить тип защиты, необходимо выбрать её, нажав кнопку **(enter)**, при помощи стрелок **↓** и **↑** выставить необходимое значение и одним нажатием кнопки **(enter)** зафиксировать его. В данном случае выбираем LSI.

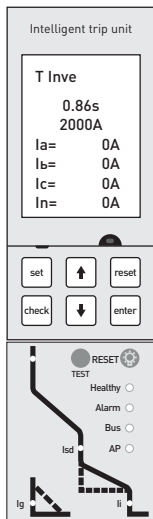


Выберете значение тестового тока (симулируемый тестовый ток). Необходимо выбрать настройку тока, нажав кнопку **(enter)**, при помощи стрелок **↓** и **↑** выставить необходимое значение и одним нажатием кнопки **(enter)** зафиксировать его. Значение тока можно регулировать с шагом в 1A.



Нажатием стрелки **↓** перейдите к пункту TEST CONTROL, установите управление тестом на START и нажмите **(enter)**.

Произойдет симуляция аварийного тока и в зависимости от состояния выключателя либо его размыкание (если он был предварительно включен), либо только индикация аварии. На экран расцепителя будут выведены значения тока и времени срабатывания. На передней панели будут моргать красные светодиоды Alarm и светодиод той защиты, которая привела к срабатыванию во время данного теста.

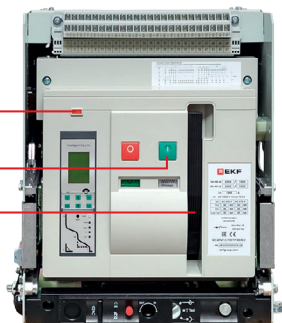


Чтобы заново включить автоматический выключатель, необходимо нажать кнопку сброса, накачать пружину с помощью рукоятки или подачи питания на мотор-привод (клеммы 34-35) и нажать кнопку включения.

Индикация срабатывания / кнопка сброса

Кнопка включения

Рукоятка взвода пружины



13 ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО ПРОТОКОЛУ MODBUS-RTU

13.1 Основные параметры передачи данных

Расцепитель BA-45 v2 поддерживает обмен данными по протоколу Modbus-RTU.

Таблица 21 - Параметры обмена данными BA-45 v2

Характеристики передачи данных	Интерфейс	RS485
	Протокол	Modbus-RTU
	Среда	Экранированная витая пара
	Скорость	9600 bps, 19200 bps, 38400 bps, 115200 bps (опция)
	Макс кол-во устройств	255 (теоретически)
	Дальность	1200 м
Функционал	Мониторинг	Мониторинг рабочих параметров устройств в сети
	Настройка	Удаленная настройка уставок защит выключателей
	Контроль состояния	Контроль состояния главных контактов выключателя
	Сбор данных	Сбор данных о режиме работы электроустановки в режиме реального времени

На рисунке 9 представлена диаграмма схемы обмена данными посредством протокола Modbus-RTU

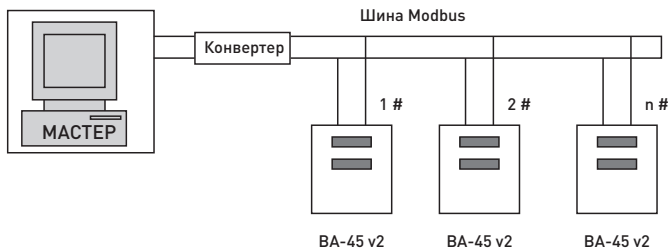


Рис. 9 - Схема соединения устройств для обмена данными по протоколу Modbus RTU

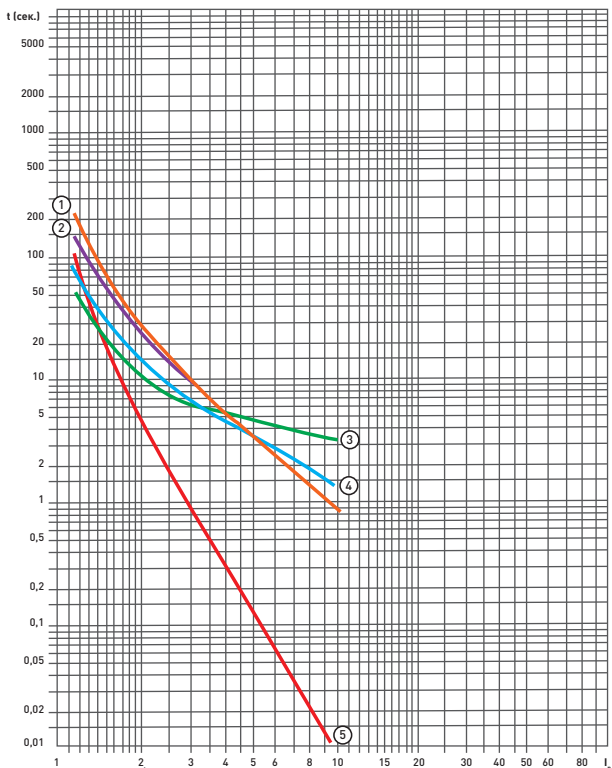
Modbus-RTU – коммуникационный протокол, основанный на последовательном интерфейсе передачи данных, который используется для обмена данными в ЛВС (локальной вычислительной сети) между устройствами. Основан на архитектуре мастер-ведомый (master-slave). В такой ЛВС автоматические выключатели BA-45 v2 являются ведомыми устройствами.

В такой системе можно реализовать следующие функции:

- удаленная телеметрия состояния энергоустановки;
- мониторинг различных параметров питающей сети.
- считывание и изменение уставок защит и настройка параметров выключателей;
- передача данных о текущем состоянии автоматических выключателей;
- удаленное управление и сигнализация;

Коммуникация между устройствами осуществляется посредством интерфейса RS-485 по экранированной витой паре. Провода подключаются к клеммам 10-11 на вторичном клеммнике выключателя. Более подробная информация по обмену данными по протоколу modbus, а также картой регистров содержится в Руководстве «Коммуникация по протоколу MODBUS выключателей BA-45v2 и BA-450v2», которое можно скачать на сайте <https://ekfgroup.com/ru>

14 ВРЕМЯ ТОКОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ



1 — EI (G) – экспресс-защита

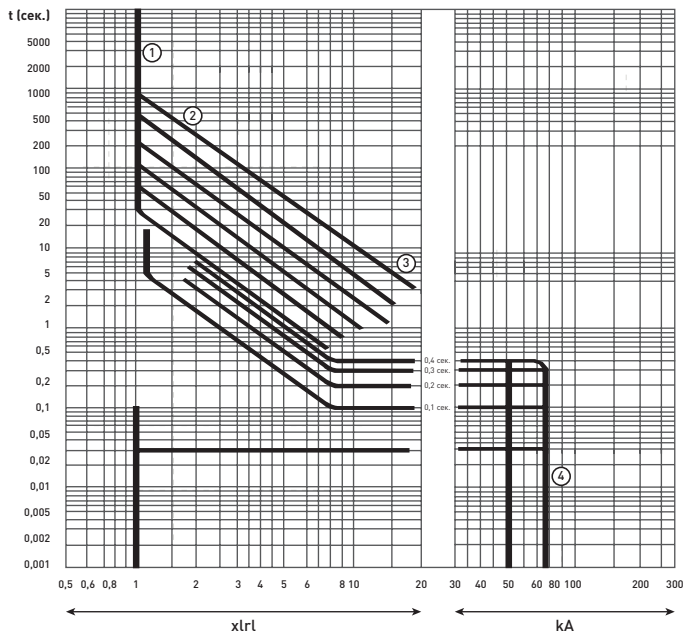
2 — EI (M) – экспресс-защита

3 — SI – стандартная защита с обратозависимой выдержкой

4 — VI – быстрая защита

5 — NV – селективная защита с предохранителями

Кривые защиты от перегрузки (защита с долговременной выдержкой)



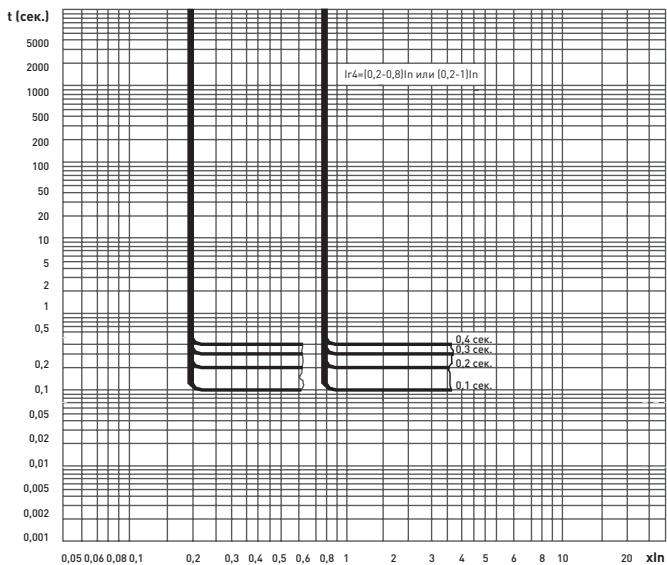
1 - $I_{r1} = [0,4-1]I_n$

2 - $t_L = \{15-480\}s$

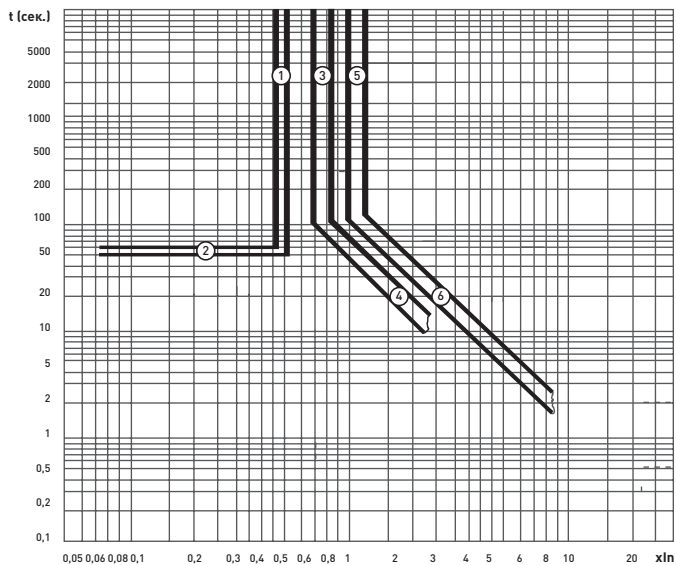
3 - $I_{r2} = [0,4-1,5]I_n$

4 - $I_{r3} = I_n - 50/75/100kA$

Кривые защит от короткого замыкания



Характеристика защиты от замыканиа землю



1 - $ILC2=[0,2-1]I_n$

2 - $tLC2=60s$

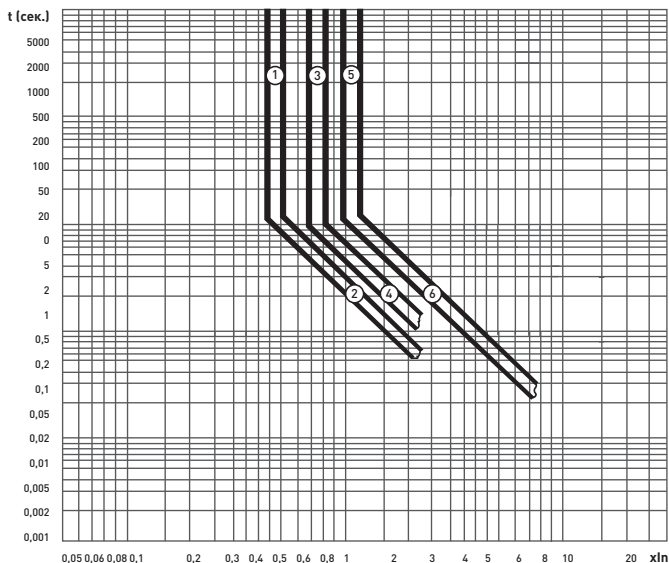
3 - $ILC1=[0,2-1]I_n$

4 - $tLC1=tL/2$

5 - $I_{r1}=[0,4-1]I_n$

6 - $tL=15-480s$

I характеристика мониторинга нагрузки



1 - $ILC2 = (0,2-1)I_n$

2 - $tLC2 = tL/4$

3 - $ILC1 = (0,2-1)I_n$

4 - $tLC1 = tL/2$

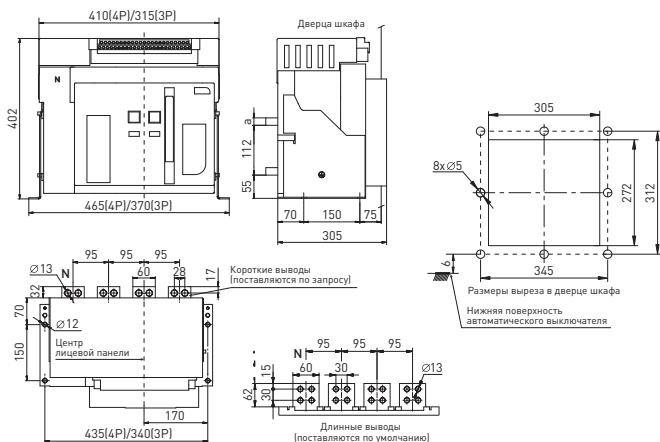
5 - $I_n1 = (0,4-1)I_n$

6 - $tL = 15-480s$

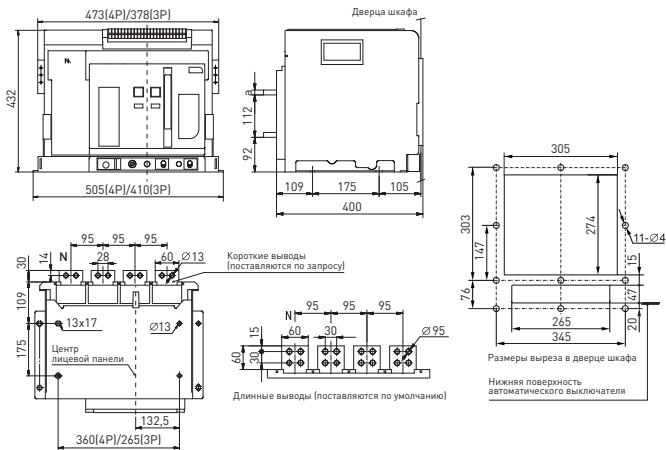
II характеристика мониторинга нагрузки

15 ГАБАРИТНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ

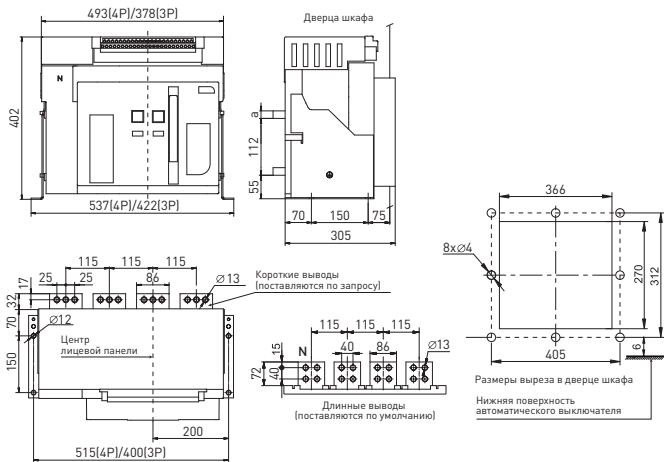
ВА-45 2000 СТАЦИОНАРНЫЙ v2



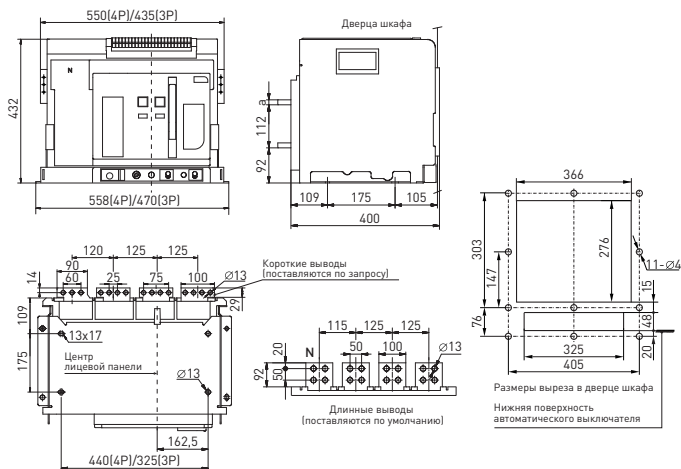
ВА-45 2000 ВЫКАТНОЙ v2



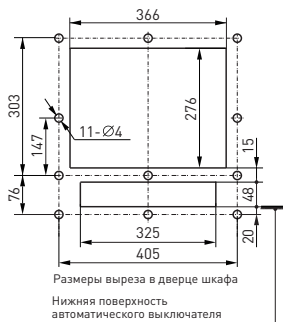
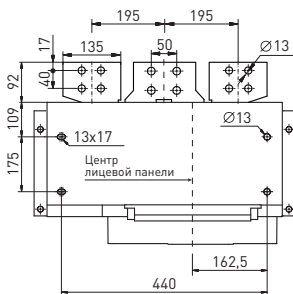
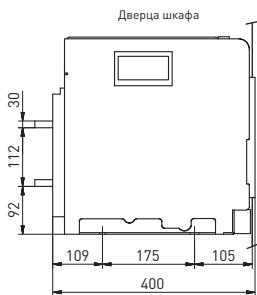
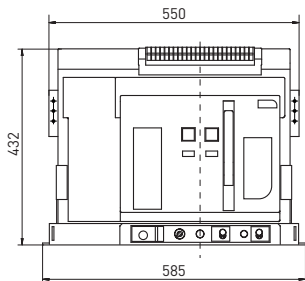
BA-45 3200 СТАЦИОНАРНЫЙ v2



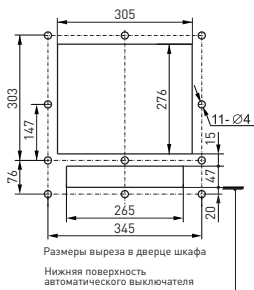
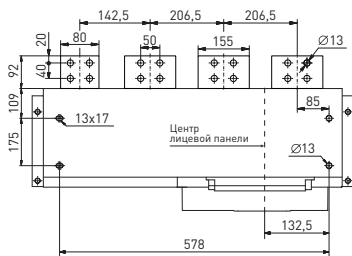
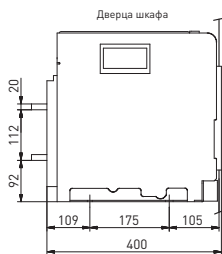
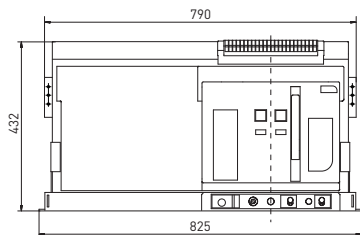
BA-45 3200 ВЫКАТНОЙ v2



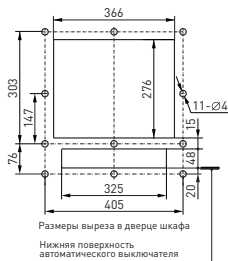
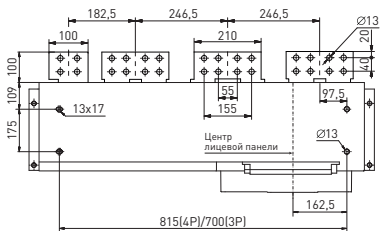
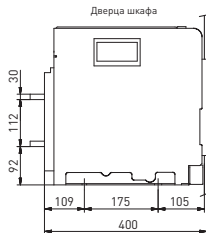
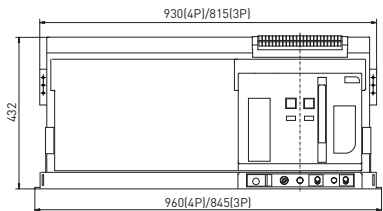
ВА-45 4000 ЗР ВЫКАТНОЙ v2

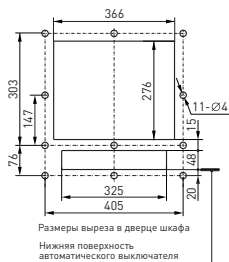
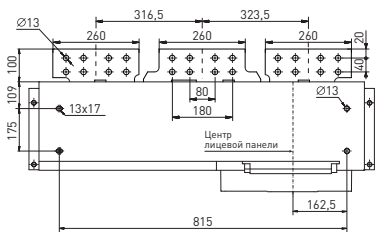
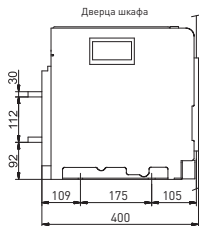
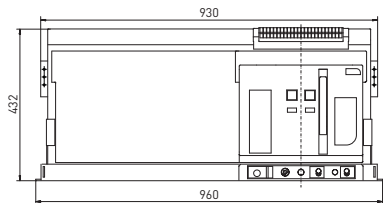


BA-45 4000 4P ВЫКАТНОЙ v2



Размеры выреза в дверце шкафа
Нижняя поверхность
автоматического выключателя

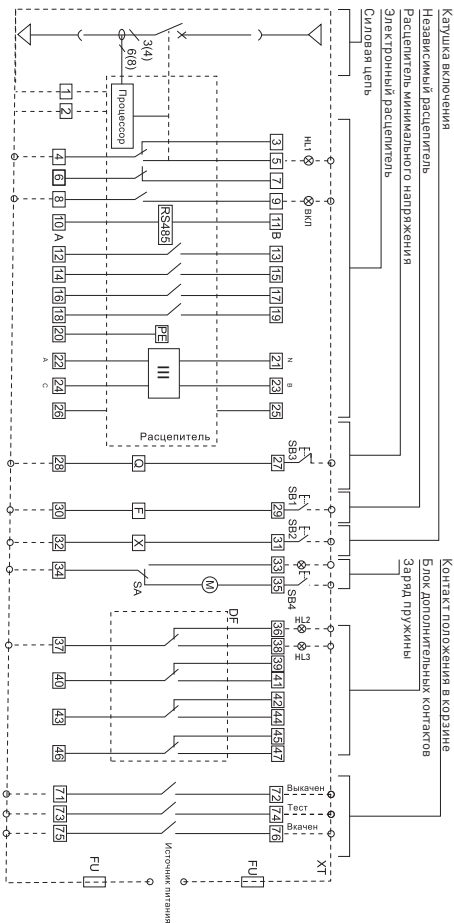




16 СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЦЕПЕЙ УПРАВЛЕНИЯ

Типовая схема подключения

Схема коммутации вторичных цепей и цепей управления автоматического выключателя ВА-45 V2



Описание устройств

- I – Питание контроллера.
- II – Релейные программируемые выходы.
- III – Контакты измерения напряжения.
- HL1 – Индикатор аварийного отключения.

- HL2 – Индикатор отключенного состояния.
- HL3 – Индикатор включенного состояния.
- Q – Расцепитель минимального напряжения (заказывается отдельно).

- F – Независимый расцепитель.
- X – Электромагнит включения.
- M – Электропривод.
- XT – Выходы (клеммные зажимы) цепей вторичной коммутации.
- FU – Плавкий предохранитель.

Выводы цепей управления:

1 – 2: питание расцепителя. Поскольку существуют расцепители с различным напряжением питания, крайне важно проверить, что напряжение питания конкретного установленного у вас расцепителя соответствует подаваемому на него. В противном случае расцепитель может быть поврежден.

3 – 4 – 5: СО контакт (4-ый пин общий) сигнализации срабатывания выключателя. Параметры коммутации: 250 В AC – 16 А (резистивная нагрузка).

6 – 9: две группы контактов состояния выключателя (замкнут – разомкнут). Параметры коммутации: 250 В AC – 16 А (резистивная нагрузка).

10 – 11: клеммы подключения для передачи данных по интерфейсу RS-485 (по умолчанию по протоколу Modbus).

12 – 19: 4 программируемых контакта (DI / DO).

Параметры коммутации: DO – 110 В DC / 0,5А, 250 В AC / 5А; DI – 110...130 В DC или 110...250 В AC.

20 – клемма защитного заземления расцепителя.

21 – 24 – клеммы измерения входного напряжения. Подключите к ним напряжение питания (сетевое) в верной последовательности (21 – N, 22 – A, 23 – B, 24 – C).

25, 26 — Контакты подключения внешнего трансформатора тока нейтрали.

27, 28 — Расцепитель минимального напряжения.

29, 30 — Независимый расцепитель.

31, 32 — Катушка включения.

33, 34, 35 — Моторный привод взвода пружины.

36-47 — Блок вспомогательных контактов [4 СО].

Контакты положения автоматического выключателя в корзине (только для выкатного исполнения)

71, 72: — контакт положения «Выкачен» [СО];

73, 74: — контакт положения «Тест» [СО];

75, 76: — контакт положения «Вкачен» [СО].

17 КОМПЛЕКТАЦИЯ

1. Автоматический выключатель ВА-45 v2 (с дополнительными аксессуарами - мотор-привод, катушка включения, катушка отключения (независимый расцепитель), расцепитель минимального напряжения, 4 дополнительных перекидных контакта) - 1 шт.;
2. Комплект болтов - 1 шт.;
3. Рамка двери - 1 шт.;
4. Межполюсные перегородки - 2 шт. (3 шт. для 4п исполнения);
5. Паспорт - 1 шт.

18 УТИЛИЗАЦИЯ

Отработавшие свой ресурс и вышедшие из строя автоматические выключатели следует утилизировать в соответствии с действующими требованиями законодательства на территории реализации изделия. Изделие утилизировать путём передачи в специализированное предприятие для переработки вторичного сырья в соответствии с требованиями законодательства территории реализации.

19 ГАРАНТИЯ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Изготовитель гарантирует соответствие автоматического выключателя ВА-45 требованиям ГОСТ 50030.2-2010 при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортировки и хранения.

Гарантийный срок эксплуатации – 7 лет с даты продажи изделия, указанной в товарном чеке.

Гарантийный срок хранения – 7 лет с даты изготовления, указанной на упаковке или на изделии.

Срок службы – 15 лет.

Изготовитель: информация указана на упаковке изделия.

Импортер и представитель торговой марки EKF по работе с претензиями на территории Российской Федерации:

ООО «Электрорешения», 127273, Россия, Москва, ул. Отрадная, д. 2Б, стр. 9, 5 этаж. Тел.: +7 (495) 788-88-15.

Тел.: 8 (800) 333-88-15 (действует только на территории РФ)

Импортер и представитель торговой марки EKF по работе с претензиями на территории Республики Казахстан:

ТОО «Энергорешения Казахстан», Казахстан, г. Алматы, Бостандыкский район, ул. Тургут Озала, д. 247, кв.

EAC



v3

[ekfggroup.com](http://ekfgroup.com)

