



ЗАО «РАДИУС Автоматика»

**Индикатор
микропроцессорный
фиксирующий**

ИМФ-ЗР

**Руководство
по эксплуатации,
паспорт**

Москва

СОДЕРЖАНИЕ

	Страница
ВВЕДЕНИЕ	3
1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА	4
1.1 Назначение	4
1.2 Технические характеристики	5
1.3 Состав и конструкция	11
1.4 Устройство и работа	12
1.5 Маркировка	16
1.6 Упаковка	16
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	17
2.1 Эксплуатационные ограничения	17
2.2 Подготовка к использованию	18
2.3 Использование по назначению	18
2.4 Порядок установки	21
2.5 Подготовка к работе	22
2.6 Порядок работы	26
2.7 Проверка параметров, регулирование и настройка	29
3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	33
3.1 Общие указания	33
3.2 Техническое освидетельствование	33
4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ	33
5 ХРАНЕНИЕ	33
6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	33
7 ПАСПОРТ	34
7.1 Свидетельство о приемке	34
7.2 Гарантии изготовителя	34
7.3 Комплект поставки	34
7.4 Тара и упаковка	34
ПРИЛОЖЕНИЕ	35

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации индикатора микро-процессорного фиксирующего ИМФ-ЗР предназначено для обеспечения правильной эксплуатации устройства обслуживающим персоналом и поддержания его в полной готовности к работе.

При эксплуатации устройства, кроме требований данного руководства, необходимо соблюдать общие требования, устанавливаемые инструкциями и правилами эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики энергосистем.

К эксплуатации устройства допускаются лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций.

Устройство должно устанавливаться на заземленные металлические конструкции, при этом необходимо обеспечить надежный электрический контакт между панелью и винтами крепления устройства. Винт заземления устройства должен быть соединен с контуром заземления подстанции медным проводом сечением не менее 2 мм².

Сокращения, используемые в тексте:

- АПВ – автоматическое повторное включение;
- АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
- БИ – блок индикации;
- БП – блок питания;
- БВ – блок входных трансформаторов;
- БВВ – блок ввода-вывода;
- КЗ – короткое замыкание;
- КЛ – клавиатура;
- МП – мультиплексор;
- ОЗУ – оперативное запоминающее устройство;
- ПРЦ – процессор;
- ПЗУ – постоянное запоминающее устройство;
- ПИ – последовательный интерфейс;
- ЭНП – энергонезависимая память.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение

1.1.1 Индикатор микропроцессорный фиксирующий ИМФ-ЗР (в дальнейшем – ИМФ) предназначен для непосредственного определения расстояния до места короткого замыкания на воздушных линиях электропередачи напряжением 110—750 кВ протяженностью до 400 км с дополнительной фиксацией действующих значений тока короткого замыкания, токов прямой, обратной и нулевой последовательностей, напряжений прямой, обратной и нулевой последовательностей.

ИМФ предназначен для установки на линиях с односторонним или двухсторонним питанием. На линиях с односторонним питанием устройство устанавливается с питающего конца ВЛ, с двухсторонним – на стороне с более мощным источником или с обоих концов линии.

ИМФ фиксирует длительность короткого замыкания и момент его возникновения.

ИМФ фиксирует осциллограммы входных токов и напряжений аварийного процесса длительностью до 4 с с возможностью передачи данных по линии связи на центральный пульт управления.

1.1.2 ИМФ должен устанавливаться на металлических заземленных панелях в помещениях щитов управления и релейной защиты подстанций.

1.1.3 В части воздействия климатических факторов ИМФ соответствует исполнению УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89 с диапазоном рабочих температур от –20 до 55°C.

1.1.4 В части воздействия механических факторов ИМФ соответствует группе М1 по ГОСТ 17516.1-90.

1.1.5 ИМФ имеет несколько вариантов исполнения, различающихся напряжением оперативного питания, номинальным вторичным значением тока трансформаторов тока, типом последовательного интерфейса и исполнением корпуса. При заказе после наименования изделия через тире следует указывать напряжение оперативного питания в вольтах, номинальный вторичный ток трансформаторов тока в амперах, тип последовательного интерфейса (RS485 – RS или токовая петля – ТП), а также вид корпуса (для утопленного – УМ или выступающего монтажа – ВМ).

Пример обозначения исполнения ИМФ для напряжения питания 220 В, трансформаторов тока на 5 А, с интерфейсом линии связи RS485 для выступающего монтажа:

«Индикатор микропроцессорный фиксирующий ИМФ-ЗР-220-5-RS-ВМ ТУ 4222-021-17326295-02».

1.1.6 Габаритные размеры и масса ИМФ:

– высота, мм	290;
– ширина, мм	145;
– глубина, мм	150;

– масса, кг, не более

6.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные технические характеристики

1.2.1.1 Электропитание ИМФ:

– питание ИМФ осуществляется от источника постоянного тока напряжением от 130 до 320 В или переменного тока напряжением от 105 до 264 В частотой от 45 до 55 Гц, либо от источника постоянного тока напряжением от 80 до 143 В, в зависимости от исполнения;

– потребляемая мощность не более 20 Вт;

– функционирование ИМФ не нарушается при перерывах питания длительностью до 0,1 с (при напряжении питания 220 В);

– функционирование часов реального времени и хранение информации об авариях обеспечивается при отсутствии оперативного питания до нескольких лет;

– ИМФ сохраняет выбранные режимы работы и значения уставок при отсутствии оперативного питания в течение всего срока службы;

– время готовности ИМФ к работе после подачи оперативного питания – не более 1 с.

1.2.1.2 Входные аналоговые сигналы:

- | | |
|--|----------|
| – число входов по току | 4; |
| – число входов по напряжению | 3; |
| – номинальный входной переменный ток I_n , А | 5 (1); |
| – номинальное входное переменное напряжение U_n , В | 100; |
| – номинальная частота переменного тока F_n , Гц | 50; |
| – рабочий диапазон токов, I_n | 0,4—30; |
| – рабочий диапазон напряжений, U_n | 0,1—1,3; |
| – рабочий диапазон частоты переменного тока, Гц | 50±2; |
| – основная относительная погрешность измерения токов и напряжений, % | ±3 |
| – дополнительная погрешность измерения токов и напряжений при изменении температуры окружающей среды в рабочем диапазоне на каждые 10°C, % | ±1 |
| – дополнительная погрешность измерения токов и напряжений при изменении частоты входных сигналов в рабочем диапазоне на каждый 1 Гц, % | ±1 |
| – термическая стойкость цепей тока, I_n , не менее | |
| длительно | 2; |
| кратковременно (1 с) | 40; |
| – термическая стойкость цепей напряжения, U_n , не менее | |
| длительно | 1,3; |
| – потребляемая мощность входных цепей, $V \cdot A$, не более | |

для цепей тока при I_n	0,5;
для цепей напряжения при U_n	1,5.

1.2.1.3 Входные дискретные сигналы:

– число входов (постоянного тока)	3;
– напряжение срабатывания, В	160—264 (80—140);
– напряжение несрабатывания, В	0—140 (0—70);
– длительность входного сигнала, мс, не менее	20.

1.2.1.4 Выходные дискретные сигналы:

– число выходов	3;
– коммутируемое напряжение постоянного или переменного тока, В, не более	264;
– ток замыкания/размыкания при активно-индуктивной нагрузке с постоянной времени L/R 50 мс, А, не более	5/0,15.

1.2.1.5 ИМФ обеспечивает функцию часов и календаря с индикацией года, месяца, даты, часа, минут, секунд. Погрешность хода часов не более ± 5 с/сутки.

1.2.1.6 Погрешность определения расстояния до места повреждения (при проверке в лабораторных условиях в соответствии с приведенными методами проверки) не превышает 5% при токе не менее номинального значения, угле между током и напряжением от 45 до 90 эл. град и расстоянии до места повреждения от 20 до 400 км. При меньшем расстоянии погрешность не превышает 1 км.

1.2.1.7 Электрическое сопротивление изоляции между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом в нормальных климатических условиях не менее 100 МОм.

Нормальными климатическими условиями являются:

- температура окружающей среды от 15 до 25°C;
- относительная влажность от 45 до 80%;
- атмосферное давление от 630 до 800 мм.рт.ст.

1.2.1.8 Электрическая изоляция между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом выдерживает без повреждения подачу в течение 1 минуты испытательного напряжения 2000 В переменного тока частоты 50 Гц.

1.2.1.9 Электрическая изоляция между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом выдерживает без повреждения подачу импульсов напряжения амплитудой до 5 кВ, длительностью 50 мкс и периодом следования 5 с.

1.2.2 Выполняемые функции

1.2.2.1 ИМФ обеспечивает вычисление, запоминание и вывод на дисплей и в линию связи следующей информации:

- вид повреждения и расстояние до места короткого замыкания $L_{кз}$, км;

- момент КЗ (год, месяц, число, часы, минуты, секунды);
- действующее значение тока нулевой последовательности $3I_0$, кА;
- действующее значение напряжения нулевой последовательности $3U_0$, кВ;
- действующее значение суммы токов нулевой последовательности своей и параллельной линий $3I_{0\Sigma}$, кА;
- действующее значение разности токов нулевой последовательности своей и параллельной линий $3I_{0\Delta}$, кА;
- действующее значение тока обратной последовательности I_2 , кА;
- действующее значение напряжения обратной последовательности U_2 , кВ;
- действующее значение тока прямой последовательности I_1 , кА;
- действующее значение напряжения прямой последовательности U_1 , кВ;
- действующее значение тока КЗ $I_{кз}$, кА;
- длительность КЗ $T_{кз}$, с;
- длительность бестоковой паузы неуспешного цикла АПВ $T_{апв}$, с;
- расчетный характеристический угол линии, номер участка линии, на котором произошло КЗ, а также измеренное значение угла (между напряжением и током поврежденных фаз);
- значения фазных векторов токов и напряжений аварийного режима (U_A и I_A , U_B и I_B , U_C и I_C , а также $3I_0'$) в полярных координатах;
- значения фазных векторов токов и напряжений доаварийного режима (U_A и I_A , U_B и I_B , U_C и I_C) в полярных координатах.

Значения симметричных составляющих нулевой последовательности $3U_0$, $3I_0$, $3I_{0\Sigma}$, $3I_{0\Delta}$, U_2 , I_2 и U_1 , I_1 , измеряются через заданное уставкой время от момента запуска устройства, что позволяет использовать их при двусторонних методах ОМП, даже в паре с фиксирующими приборами другого типа.

Значения тока КЗ и собственно расстояния до КЗ рассчитываются на основании одного из периодов записанной в памяти осциллограммы, выбранному по критерию «квазистационарности» процесса, поэтому, в общем случае, расчетные значения токов и напряжений по векторной диаграмме могут отличаться от индицируемых значений симметричных составляющих токов и напряжений.

Векторные диаграммы нагрузочного режима и аварийного не привязаны друг к другу по фазе. Реально в приборе индицируются три группы измеренных значений в разные моменты времени от начала аварии.

1.2.2.2 ИМФ подключается к измерительным трансформаторам тока линии фаз А, В и С, а также тока $3I_0'$ параллельной линии при ее наличии, с номинальным вторичным током 5 А или 1 А в зависимости от исполнения устройства. Значение вторичного тока $3I_0'$ параллельной линии может быть как 1А, так и 5 А в любом исполнении устройства (предусмотрены две первичные обмотки входного трансформатора).

Первичные значения измерительных трансформаторов тока могут задаваться в диапазоне от 50 до 5000 А. Значения коэффициентов трансформации у трансформаторов тока основной и параллельной линий могут не совпадать и задаются разными уставками. Сама параллельная линия может быть другого класса напряжения, чем основная.

1.2.2.3 ИМФ подключается к измерительным трансформаторам напряжения фаз А, В и С с номинальным первичным напряжением от 35 до 750 кВ и номинальным вторичным напряжением 100 В.

1.2.2.4 ИМФ обеспечивает возможность подключения тока $3I_0'$ параллельной линии для компенсации влияния взаимоиндукции. Индуктивно связанная линия может быть как по всей длине, так и только на начальном участке основной линии. Допускается учет взаимоиндукции на нескольких участках сближения с параллельной линией (при условии подведения тока $3I_0'$ от нее).

1.2.2.5 ИМФ обеспечивает возможность компенсации влияния одного или нескольких ответвлений, имеющих трансформаторы с заземленной нейтралью. Компенсация взаимоиндукции при этом сохраняется. При этом также возможен учет ответвлений от параллельной линии. При наличии ответвлений от параллельной линии параллельная линия должна начинаться от тех же шин, что и основная, а также иметь с ней один класс напряжения и аналогичные удельные параметры.

В диалог устройства в просмотре результатов КЗ дополнительно введено отображение модулей значений суммы и разности токов $3I_0$ своей и параллельной линии, рассчитанных по формулам:

$$3I_{0\Sigma} = |3I_0 + 3I_0'|$$

$$3I_{0\Delta} = |3I_0 - 3I_0'|$$

Суммирование значений токов производится в первичных значениях в векторной форме с учетом коэффициентов трансформаторов тока. На индикатор выводятся действующие первичные значения. Момент съема величин аналогичен другим параметрам симметричных составляющих и отстроен от начала аварии на время, задаваемое уставкой $T_{\text{отстр}}$, время измерения — 1 период промышленной частоты 50 Гц (20 мс). Данные значения могут использоваться для двухсторонних расчетов расстояния на параллельных линиях.

1.2.2.6 ИМФ позволяет учитывать линии с неоднородными по длине параметрами отдельных участков. При задании описания такой линии для каждого из однородных участков вводятся свои уставки удельных параметров и наличие ответвлений от своей и/или параллельной линии. Максимальное количество участков, на которое можно разбить линию, равно 9.

1.2.2.7 ИМФ обеспечивает следующие режимы фиксации КЗ:

- селективный режим, при котором запись вычисленных значений в память устройства будет происходить только при условии замыкания внешнего контакта;
- неселективный режим, при котором любое выполнение условий запуска будет сопровождаться записью аварийного режима в память устройства.

1.2.3 Регистрация

1.2.3.1 ИМФ осуществляет регистрацию девяти аварийных ситуаций, при этом запоминается информация, указанная в п.1.2.2.1.

1.2.3.2 ИМФ имеет режим осциллографирования, при этом в памяти запоминаются мгновенные значения всех токов и напряжений для девяти аварийных ситуаций. Регистрация производится в течение 80 мс до фиксации аварии и может составлять максимально приблизительно до 4 с. Запись осциллограммы производится при наличии срабатывания пусковых органов или подачи внешнего дискретного сигнала «Запуск». Период дискретизации – 1,667 мс. В случае отпускания пусковых органов запись осциллограммы заканчивается. Имеется послеаварийный участок длиной около двух периодов (40 мс). Всего в памяти может храниться максимально до 9 осциллограмм – по одной на каждое из фиксируемых КЗ.

1.2.3.3 После регистрации девяти аварийных ситуаций каждая последующая аварийная ситуация будет регистрироваться, стирая из памяти данные самой «старой».

1.2.4 Диагностика

1.2.4.1 ИМФ обеспечивает самодиагностику составных частей при включении питания, а также периодически во время работы. При обнаружении неисправности на индикатор выдается сообщение об ошибке и устройство блокируется. Расшифровка сообщений приведена в табл. 3 Приложения.

1.2.5 Настройка и конфигурирование

Устройство обеспечивает ввод и отображение уставок конфигурирования и задания необходимых параметров для нормальной работы. Сводный список всех имеющихся в устройстве уставок приведен в табл. 1.1—1.3.

Таблица 1.1 Уставки общие

Наименование уставки	Условное обозначение	Единица измерения	Диапазон регулирования
Номинальное первичное напряжение измерительных трансформаторов напряжения	Uном	кВ	35—750
Номинальный первичный ток измерительных трансформаторов тока	Iном	А	50—5000
Номинальный первичный ток измерительных трансформаторов тока параллельной линии	Iмном	А	50—5000
Ток I_0 запуска по току нулевой последовательности	$I_{0\text{пуска}}$	А	0,05—1,00 (1 А) 0,25—5,00 (5 А)
Ток I_2 запуска по току обратной последовательности	$I_{2\text{пуска}}$	А	0,05—1,00 (1 А) 0,25—5,00 (5 А)

Наименование уставки	Условное обозначение	Единица измерения	Диапазон регулирования
Ток I_1 запуска по току прямой последовательности	$I_{1\text{пуска}}$	А	0,05—2,00 (1 А) 0,25—10,0 (5 А)
Время отстройки от запуска до момента фиксации значений $3U_0, U_1, U_2, 3I_0, I_1, I_2$	Тотстр.	мс	0—200 через 10 мс
Длительность сигнала наличия несчитанного (нового) КЗ (выход реле)	Тсигнал	с	1, 2, 3, 5, 10, 20 или непрерывно
Режим фиксации КЗ			селективный / неселективный
Текущая дата		число, месяц, год	1–31, 1–12, 0–99
Текущее время		час, мин	0—24, 0—59
Контрастность индикатора			1—16
Пароль			0—9999

Таблица 1.2 Уставки участка линии

Наименование уставки	Условное обозначение	Единица измерения	Диапазон регулирования
Длина однородного участка линии	Лучастка	км	0,0—999,9
Удельное активное сопротивление линии прямой последовательности	$R_{1\text{уд}}$	Ом/км	0,010—1,000
Удельное реактивное сопротивление линии прямой последовательности	$X_{1\text{уд}}$	Ом/км	0,050—1,000
Удельное активное сопротивление линии нулевой последовательности	$R_{0\text{уд}}$	Ом/км	0,010—6,000
Удельное реактивное сопротивление линии нулевой последовательности	$X_{0\text{уд}}$	Ом/км	0,050—2,000
Удельное реактивное сопротивление взаимной индукции нулевой последовательности при наличии параллельной линии	$X_{\text{муд}}$	Ом/км	0,000—4,000
Реактивное сопротивление нулевой последовательности ответвления от своей линии	$X_{0\text{отв}}$	Ом	0—400,0 (0 – нет ответвления)

Наименование уставки	Условное обозначение	Единица измерения	Диапазон регулирования
Реактивное сопротивление нулевой последовательности от параллельной линии	$X_{0\text{мотв}}$	Ом	0—400,0 (0 – нет отщвления)
Пароль			0—9999

Таблица 1.3 Уставки линии связи
для каждого из двух интерфейсов – RS232 и RS485 (токовой петли)

Наименование уставки	Условное обозначение	Единица измерения	Диапазон регулирования
Тип протокола связи			Старт / Modbus
Скорость передачи по линии связи по данному интерфейсу		бод	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200
Номер устройства в сети (только для Modbus)			1—247
Контроль четности посылки (только для Modbus)			нет / чет / нечет
Количество стоповых бит (только для Modbus)			1 или 2
Пароль			0—9999

- Примечания:
1. Значения всех уставок вводятся с клавиатуры или по линии связи.
 2. В качестве пароля используются последние четыре цифры заводского номера устройства.
 3. Для изменения даты, времени и регулировки контрастности ввод пароля не требуется.
 4. Значение пароля можно вводить в любом удобном месте диалога, при этом оно сохраняется до выхода в дежурный режим — индикации текущих токов нагрузки по всем фазам.

1.3 Состав и конструкция

1.3.1 В состав ИМФ входят следующие модули:

- модуль центрального процессора (ПРЦ);
- модуль ввода-вывода (ВВ);
- модуль клавиатуры-индикации (КИ);
- модуль трансформаторов (ТР).

1.3.2 Конструктивно ИМФ представляет собой металлический каркас, внутри которого установлены модуль центрального процессора, модуль ввода-вывода и модуль трансформаторов. На лицевой панели размещен модуль клавиатуры-индикации. С тыльной стороны расположены клеммы для внешних подключений. Внешний вид ИМФ приведен на рис. 11—13 Приложения.

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Структурная схема

1.4.1.1 Структурная схема устройства приведена на рис. 1 Приложения.

Токи и напряжения контролируемой линии поступают на первичные обмотки измерительных трансформаторов модуля ТР. Сигналы поступают на входные фильтры для подавления высших гармонических составляющих и шумовых помех и, далее, на вход мультиплексора МП, расположенного на плате контроллера. С мультиплексора сигнал поступает на аналого-цифровой преобразователь АЦП, преобразующий аналоговые сигналы в цифровую форму.

Модуль КИ позволяет выводить информацию на табло в буквенно-цифровом виде. Табло выполнено на двухстрочном жидкокристаллическом индикаторе с подсветкой. Режимы работы устройства задаются с клавиатуры КЛ, содержащей 5 кнопок («←», «→», «Выход», «Ввод» и «Сброс»).

Модуль ВВ обеспечивает прием сигналов от контактов выключателя и внешнего запуска, а также выдачу сигналов контактами реле на внешнюю сигнализацию. Кроме того, на нем расположен блок питания, который обеспечивает все узлы устройства необходимыми напряжениями.

Все управление устройством осуществляет микропроцессорный контроллер ПРЦ, построенный на базе микропроцессора i80C386EX и содержащий ПЗУ и ОЗУ. Для хранения уставок используется специальная энергонезависимая память ЭНП.

1.4.2 Основные расчетные соотношения

1.4.2.1 Вычисление расстояния до места повреждения обеспечивается путем предварительного решения следующих задач:

а) Самозапуск устройства в случае возникновения аварийного режима на контролируемой линии.

б) Фиксация значений токов и напряжений линии в течение аварийного режима (осциллографирование).

в) Фильтрация (подавление помех экспоненциальных и высших гармонических составляющих) зафиксированных значений токов и напряжений и расчет их декартовых координат.

г) Определение вида короткого замыкания и расчет расстояния до места КЗ.

д) Определение временных параметров.

Решение всех задач осуществляется путем цифровой обработки информации по заданной программе.

1.4.2.2 Задача самозапуска решается путем проверки любого из следующих условий:

$$I_0 > I_{0\text{пуска}} \quad (1)$$

$$I_1 > I_{1\text{пуска}} \quad (2)$$

$$I_2 > I_{2\text{пуска}} \quad (3)$$

где I_0 , I_1 , I_2 – измеренные и рассчитанные значения модулей входного тока соответственно нулевой, прямой и обратной последовательностей контролируемой линии (не путать используемые значения тока I_0 с обычно применяемым током $3I_0$);

$I_{0\text{пуска}}$, $I_{1\text{пуска}}$, $I_{2\text{пуска}}$ – токи (вторичные значения) порогов срабатывания, введенные в качестве уставок запуска устройства.

Симметричные составляющие, используемые для проверки условий самозапуска (1), (2) и (3), вычисляются на основе мгновенных значений токов трех фаз А, В и С.

Мгновенные значения отсчитываются с периодичностью в 30 электрических градусов и постоянно записываются в память в циклический буфер. Одновременно производится цифровая фильтрация и расчет токов симметричных составляющих для решения пусковой задачи.

Для определения временных параметров после основного съема значений производится решение пусковой и обратной задач. При этом определяется момент отключения линии.

Поиск момента отключения линии производится по исчезновению условия запуска.

Далее, в селективном режиме, в течение 0,5 секунды ожидается замыкание внешнего контакта; в случае его обнаружения производится обработка информации. Если контакт не был замкнут, то авария не обрабатывается и не записывается в основную память, а устройство переходит в дежурный режим без фиксации КЗ.

В неселективном режиме запись и обработка данных происходит сразу после обнаружения пропадания условий запуска.

Устройство измеряет время бестоковой паузы при неуспешном АПВ с максимальной длительностью 99,99 с.

Далее, по фазовым соотношениям векторов токов прямой, обратной и нулевой последовательностей определяется вид короткого замыкания, и осуществляется переход на соответствующие расчетные формулы для каждого вида КЗ.

1.4.2.3 Алгоритм расчета позволяет учитывать следующие разновидности линий:

- линии простой конфигурации;
- линии с ответвлениями;
- линии с взаимоиндукцией параллельной линии по всей длине или на начальном участке трассы;
- линии с ответвлениями, в том числе и от параллельной линии, и с взаимоиндукцией параллельной линии одновременно;

– неоднородные по длине линии любой из выше перечисленных конфигураций (имеющие различные удельные параметры на разных участках трассы). Максимальное количество однородных участков, на которое может быть разбита линия, равно 9.

1.4.2.4 Учет ответвления при его наличии реализуется вводом соответствующих уставок $X_{0\text{отв}}$, $X_{0\text{мотв}}$ и $X_{\text{участка}}$, в конце которого находится отпайка. При отсутствии ответвления на данном участке линии вводится значение $X_{0\text{отв}}$ ($X_{0\text{мотв}}$), строго равное 0. Трансформатор учитывается как ответвление только при наличии у него заземленной нейтрали.

1.4.2.5 Учет взаимоиנדукции параллельной линии реализуется вводом соответствующих параметров взаимоиנדукции $X_{\text{муд}}$ для каждого из описываемых участков и подведением к устройству тока $3I_0'$ параллельной линии. При отсутствии взаимоиנדукции на участке значение $X_{\text{муд}}$ устанавливают равным 0. При отсутствии параллельной линии ток $3I_0'$ от нее, естественно, не подводят.

Если при КЗ замера тока $3I_0'$ не произошло, влияние взаимоиנדукции не будет учтено. Поэтому возможна погрешность замера в режиме «параллельная линия отключена и заземлена», если трансформаторы тока параллельной линии оказались вне контура циркуляции тока по ней.

1.4.2.6 При вводе нулевого значения длины участка данный и все последующие участки будут полностью проигнорированы, несмотря на введенные в качестве уставок другие параметры участков линии.

1.4.3 Линия связи

1.4.3.1 ИМФ оснащен двумя интерфейсами линии связи с компьютером – RS232C на передней панели устройства и RS485 или «Токовая петля» – на задней (X3).

Разъем RS232C на передней панели предназначен, в основном, для проведения пуско-наладочных работ и позволяет соединяться с компьютером по принципу «точка – точка». Схема соединительного кабеля приведена в Приложении на рис.6. Гальванической развязки от схемы устройства данный интерфейс не имеет.

1.4.3.2 Разъем-клеммник X3 на задней панели ИМФ предназначен для постоянного подключения устройства в локальную сеть связи для решения задач АСУ. На этом интерфейсе реализуется многоточечное подключение, то есть к одному компьютеру можно одновременно подключать несколько устройств с аналогичным каналом параллельно (шинная архитектура). Этот интерфейс всегда имеет полную гальваническую развязку от схемы устройства.

1.4.3.3 Устройство ИМФ может поставляться в двух вариантах исполнения интерфейса второй линии связи X3 – RS485 либо «Токовая петля». Варианты подключения при использования различных интерфейсов приведены на общей схеме подключения устройства на рис.2а и 2б Приложения.

1.4.3.4 При варианте исполнения «Токовая петля» данный интерфейс можно подключать к компьютеру через специальное устройство сопряжения УС, выпускаемое фирмой «Радиус Автоматика».

1.4.3.5 При варианте исполнения RS485 данный интерфейс можно подключать к любым стандартным преобразователям или портам компьютера с аналогичным интерфейсом.

1.4.3.6 Оба интерфейса со стороны терминала программно полностью идентичны и имеют возможность настройки на два вида программных протоколов с помощью уставок.

1.4.3.7 ИМФ поддерживает два вида протоколов связи – «Старт» и Modbus. Протокол «Старт» является специфическим и поддерживается программным обеспечением «Старт», поставляемым фирмой «Радиус Автоматика». Протокол Modbus является стандартным и поддерживается многими разработчиками и поставщиками программного обеспечения. Выбор протокола связи осуществляется уставками для каждого интерфейса независимо.

1.4.3.8 При задании типа протокола Modbus уставками необходимо дополнительно ввести параметры этого протокола, позволяющие настроить устройство на работу с различными вариантами передачи данных. Этими параметрами являются адрес устройства в локальной сети, скорость передачи данных, наличие и вид проверки данных на четность, а также количество стоповых бит.

1.4.3.9 При выборе протокола «Старт» достаточно задать только скорость обмена данными из стандартного ряда.

1.4.3.10 Оба интерфейса связи позволяют выполнять все доступные операции по линии связи, могут работать одновременно, в том числе на разных скоростях передачи и по разным протоколам.

1.4.3.11 Линию связи с интерфейсом RS485 рекомендуется согласовывать на концах, подключая встроенные согласующие резисторы на крайних устройствах. Подключение осуществляется с помощью замыкания контактов 3 и 4 клеммника X3.

1.4.3.12 Монтаж линии связи с интерфейсом RS485 рекомендуется производить с помощью витой экранированной пары, соблюдая полярность подключения проводов.

1.4.3.13 Монтаж линии связи с интерфейсом «Токовая петля» рекомендуется производить с помощью двух витых пар, соединяя по одному из проводов каждой из них между собой (должны быть замкнуты между собой контакты 2 и 4 клеммника X3). Экранировка при этом желательна, но не обязательна.

1.4.3.14 Варианты цоколевки разъема X3 в зависимости от вида исполнения устройства приведены на рис. 3а и 3б Приложения.

1.5 Маркировка

1.5.1 На корпусе устройства имеется маркировка, содержащая следующие данные:

- товарный знак;
- обозначение изделия, вид исполнения;
- заводской номер изделия;
- дату изготовления (месяц, год).

1.5.2 Органы управления и индикации устройства, а также клеммы подключения имеют поясняющие надписи.

1.6 Упаковка

ИМФ, принятый ОТК предприятия-изготовителя, упаковывают согласно требованиям технической документации.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

Технические характеристики ИМФ, несоблюдение которых может привести к выходу ИМФ из строя, приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Эксплуатационные ограничения

Наименование параметра	Предельное значение
Максимальное напряжение питания ИМФ (пост. ток) (перем. ток) (пост. ток)	320 В (вариант 220 В) 264 В (вариант 220 В) 143 В (вариант 110 В)
Минимальное напряжение питания ИМФ (пост. ток) (перем. ток) (пост. ток)	130 В (вариант 220 В) 105 В (вариант 220 В) 80 В (вариант 110 В)
Максимальное входное напряжение (длительно)	120 В (линейное)
Максимальный фазный ток (длительно)	$2 \cdot I_n$
Максимальный фазный ток (односекундный)	$40 \cdot I_n$
Максимальный ток коммутации выходных реле: – при замыкании цепей переменного тока – при замыкании цепей постоянного тока – при размыкании цепей переменного тока – при размыкании цепей постоянного тока	8 А при 250 В 8 А при 250 В 8 А при 250 В 0,15 А при 250 В
Максимальное напряжение дискретного входа	264 В
Минимальная температура окружающего воздуха	–20°C
Максимальная температура окружающего воздуха	+55°C

2.2 Подготовка к использованию

2.2.1 Меры безопасности

2.2.1.1 К работе с ИМФ допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, знающие правила оказания первой медицинской помощи при поражении электрическим током и умеющие ее оказать, знающие правила тушения пожаров и умеющие применять средства пожаротушения.

2.2.1.2 Инструменты, используемые при техническом обслуживании, должны иметь ручки из изоляционного материала.

2.2.1.3 Замена предохранителей должна производиться только при отключенном напряжении. Предохранители должны соответствовать номиналу.

2.2.1.4 При работе запрещается вставлять и извлекать из корпуса ИМФ блоки при поданном напряжении питания, подсоединять и отсоединять кабели интерфейса.

2.2.2 Внешний осмотр

Перед установкой ИМФ необходимо произвести контроль на отсутствие следов ударов и царапин на корпусе, трещин и сколов на экране дисплея, целостность разъемов.

2.3 Использование по назначению

2.3 Выбор режимов работы и значений уставок

2.3.1 Устройство может использоваться в одном из двух режимов:

1. Селективное срабатывание;
2. Неселективное срабатывание.

При выборе режима работы следует учитывать, что для реализации режима селективного срабатывания требуется подключение внешнего релейного контакта, замыкание которого, длительное или кратковременное, должно происходить не позднее 0,5 с после срабатывания устройства (отпускания пусковых органов). Если замыкания внешнего контакта не произошло, то КЗ не зафиксировывается в памяти, и устройство вновь перейдет в режим слежения.

Режим неселективного срабатывания реализуется вводом соответствующей уставки и не требует подведения внешних сигналов. Данный режим может использоваться на подстанциях с постоянным дежурным персоналом для получения информации обо всех КЗ, включая внешние, а также «за спиной», на которые реагирует пусковой орган устройства.

2.3.2 Для обеспечения функционирования устройства должны быть предварительно определены и введены уставки согласно настоящего РЭ.

2.3.3 Конфигурацию линии рекомендуется задавать следующим образом: линия разбивается на отдельные однородные участки, на протяжении

которых не должно быть ответвлений, начала или окончания взаимной индукции, а также резких скачков удельных характеристик. Максимальное число участков — 9, минимальное — 1. Для уменьшения объема вводимых данных при использовании одного или нескольких участков (меньше 9) следует задать нулевую длину следующего за последним из используемых участков. Тогда предыдущий участок с ненулевой длиной считается последним, а все последующие участки, начиная с участка с нулевой длиной, игнорируются. Параметры ответвлений относятся к участку, в конце которого находится ответвление.

2.3.4 В случае наличия нескольких параллельных линий следует учитывать только одну, с самым большим расчетным произведением $X_{муд} \times 3I_0' \times L_{взаим}$. Такой обычно является линия, подвешенная на тех же опорах, что и контролируемая. При этом также к устройству необходимо подвести от нее ток нулевой последовательности $3I_0'$. Параметры номинального значения трансформатора тока у параллельной линии могут не совпадать с основной линией и задаются отдельной уставкой $I_{мном}$.

2.3.5 В случае определения КЗ «за спиной» устройство выводит на индикатор расстояние со знаком «минус». Это позволяет правильно оценить направление, в котором произошло КЗ. При этом параметры линии считаются равными заданным для первого участка линии.

2.3.6 Для возможности подведения тока $3I_0'$ параллельной линией, у которой другой коэффициент трансформации трансформаторов тока, имеется возможность ввода необходимого значения с помощью уставки $I_{мном}$. Кроме этого, независимо от типоразмера устройства, имеется дополнительная первичная обмотка встроенного в устройство трансформатора тока в случае другого номинального тока первичного ТТ, установленного на параллельной линии — 1 или 5 А.

2.3.7 При использовании устройства для контроля также и смежной линии (за удаленной подстанцией), необходимо ввести ее параметры как следующий участок (может быть, и не один). Если на этой подстанции есть трансформатор с заземленной нейтралью, то следует задать его параметры в качестве ответвления, тогда расчет на смежном участке будет выполняться точнее. Естественно, точность замера обеспечивается лишь в том случае, если к промежуточной подстанции не подходят другие линии с подпиткой по току нулевой последовательности.

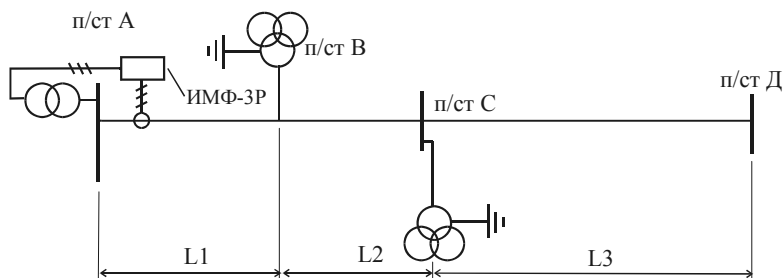


Рис. 2.1 Пример учета участка линии за промежуточной подстанцией

2.3.8 В случае выхода расчетного расстояния за пределы длины линии расчет будет проводиться с параметрами линии, заданными для последнего участка. Рекомендуется для транзитных линий дополнительно вводить «запасной» участок за удаленной подстанцией протяженностью 30—50% от длины линии с усредненными параметрами отходящих линий с целью страховки от ошибок прибора при выборе вида КЗ.

2.3.9 Ответвление от параллельной линии правильно учитывается только при следующих условиях: обе линии отходят от одних сборных шин напряжения и имеют примерно одинаковые удельные параметры, особенно по нулевой последовательности.

2.3.10 Пример описания линии для ввода ее параметров в уставки прибора приведен ниже:

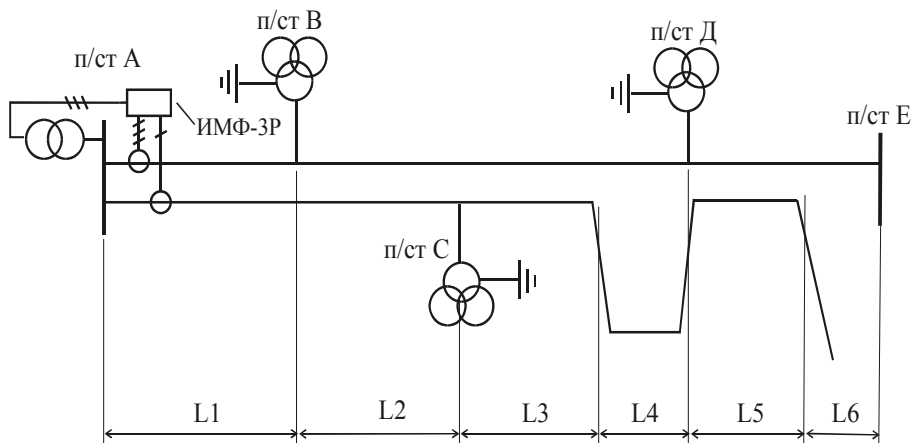


Рис. 2.2 Пример описания линии при вводе ее параметров по участкам

Таблица 2.2 Пример описания линии при вводе ее параметров по участкам

Номер участка Уставка	1	2	3	4	5	6	7	8, 9
Длина участка, км	12,3	20,5	6,0	15,2	10,5	8,2	0,0	40,0
R1уд, Ом/км	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,1	0,6
X1уд, Ом/км	0,683	0,683	0,683	0,683	0,683	0,683	0,3	0,8
R0уд, Ом/км	0,345	0,345	0,345	0,345	0,345	0,345	0,5	0,9
X0уд, Ом/км	1,304	1,304	1,304	1,304	1,304	1,304	1,9	1,5
Хмуд, Ом/км	0,905	0,905	0,905	0,0	0,880	0,0	0,0	0,0
Хотв, Ом	30,6	0,0	0,0	50,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Хмотв, Ом	0,0	39,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Примечания: 1. Для участков 7—9 могут быть введены любые значения уставок, все равно они будут все проигнорированы, так как $L(7) = 0$.

2. На участке 4 взаимоиндукция не будет учитываться (т.к. $X_{муд}(4) = 0$), а на участке 5 будет учтено новое схождение параллельных трасс.

2.3.11 В случае, если линия имеет взаимоиндукцию, обусловленную заходом этой линии на подстанцию В (рис. 2.3), рекомендуется разбить ее на 4 участка. Параметры участков L1 и L4 задаются своими реально существующими величинами. Параметры участков L2 и L3 задаются в схеме прямой последовательности величинами $R_{1уд}$ и $X_{1уд}$, а в схеме нулевой последовательности — величинами $R_{0уд}$ и $(X_{0уд} - X_{муд})$. Взаимная индукция на этих участках не задается. В случае наличия на промежуточной подстанции трансформатора с заземленной нейтралью следует учесть его как ответвление после участка L2 с сопротивлением $(X_{отв} + X_{муд} \times L)$. При таком задании уставок место КЗ на участках L2 и L3 будет определяться с небольшой погрешностью, но на участках L1 и L4 — без погрешности.

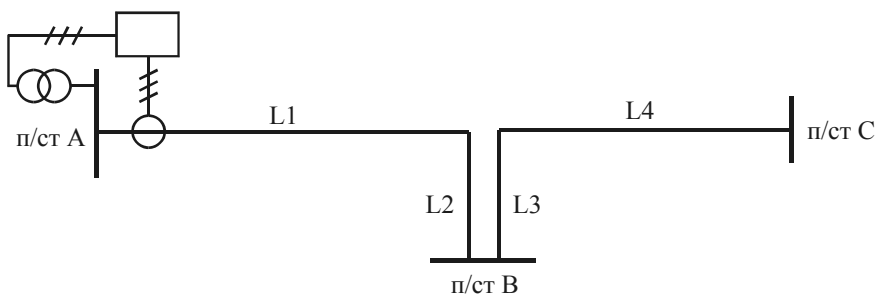


Рис. 2.3 Пример линии с взаимоиндукцией со своей же линией

2.3.12 При наличии ответвлений от линии с трансформатором с заземленной нейтралью следует задавать сопротивление ответвления $X_{отв}$. В это значение входит реактивное сопротивление трансформатора, а также сопротивление проводов от линии до трансформатора. Реально уставка $X_{отв}$ должна быть не менее 5 Ом, причем чем меньше это значение, тем больше его влияние на расчет расстояния. Поэтому в случаях сомнения или затруднения в расчетах рекомендуется задавать его максимально большим (400 Ом) или ровно равное 0, тогда ответвление исключается из расчетов.

2.4 Порядок установки

2.4.1 Присоединительные размеры устройства приведены на рис. 11 Приложения. Механическая установка устройства на панель может производиться согласно прилагаемому эскизу на рис. 10 Приложения.

2.4.2 Электрическая схема подключения приведена на рис. 3а и 3б.

До подключения внешних цепей к устройству необходимо соединить винт заземления устройства с контуром заземления подстанции медным проводом сечением не менее 2 мм².

Оперативное питание 220 В (110 В) подключается к контактам с соответствующей маркировкой. Полярность подключения питания для исполнения 220 В произвольная. При исполнении устройства на постоянное напряжение питания =110 В вывод «+» батареи подключается к контакту 1 разъема X5, а «-» – к контакту 2.

2.4.3 Правильность подключения токовых цепей в обязательном порядке должна быть проконтролирована анализом векторной диаграммы нагрузочного режима, снятой в режиме «Контроль». Особое внимание следует уделить правильности фазировки тока $3I_0$ параллельной линии ввиду отсутствия действенной системы контроля.

2.4.4 Режим неселективного срабатывания обеспечивается вводом уставки «Неселективный режим». При этом никаких внешних сигналов или перемычек подводить не нужно.

В селективном режиме напряжение от внешнего замыкающего релейного контакта для записи информации в память и начала расчетов подключается к контактам «Режим». К входным контактам устройства следует подводить постоянное напряжение, равное напряжению питания исполнения устройства. Время ожидания замыкания контакта после окончания условий запуска — 0,5 с. После этого времени данные о КЗ сбрасываются без фиксации.

2.4.5 Выходной релейный контакт сигнализации устройства «Сигнализация», замыкающийся при фиксации нового КЗ в памяти устройства до нажатия кнопки «Сброс», подключается к центральной сигнализации подстанции. Длительность выдачи сигнала может задаваться уставкой Тсигн от 1 с до непрерывного замыкания. При появлении нового КЗ реле вновь сработает и снова выдаст сигнал (кроме непрерывного режима).

2.4.6 Выходной релейный контакт отказа устройства «Отказ», замыкающийся при пропадании оперативного питания или неисправности устройства, также может подключаться к центральной сигнализации подстанции.

2.4.7 Выходной релейный контакт запуска устройства может подключаться для запуска других устройств, фиксирующих аварийные ситуации, для увеличения объема регистрируемой информации.

2.4.8 Разъемы линии связи могут подключаться к локальной сети связи для автоматической передачи данных об аварии на компьютер, включая осциллограмму, а также дистанционного измерения нагрузочного режима линии и смены уставок.

2.5 Подготовка к работе

2.5.1 Перед вводом в эксплуатацию устанавливаются (проверяются) значения обязательно всех уставок.

Некоторые уставки доступны для изменения без ввода пароля – это текущие время и дата, а также контрастность индикатора, то есть те уставки, значения которых требуется изменять достаточно часто, в том числе и дежурным персоналом.

Также без ввода пароля можно просматривать имеющиеся в работе значения уставок без их изменения.

После ввода пароля происходит копирование блока действующих уставок в специальный буфер памяти для их редактирования. При этом старые уставки все равно продолжают оставаться в работе.

При правильно введенном пароле надпись в правом верхнем углу индикатора «раб» меняется на «ред», сообщая о переходе доступа к соответствующему буферу памяти уставок – от рабочего к редактируемому.

Ввод отредактированных (измененных) значений уставок происходит мгновенно, перезаписью единым блоком, после выхода из режима «Уставки» с подтверждением их сохранения – по нажатию кнопки «Ввод» при надписи на индикаторе «Да». Одновременно происходит перезапись новых значений уставок в энергонезависимую память. В противном случае в работе остаются прежние значения уставок.

2.5.2 Настройка (проверка) уставок выполняется при подключенном питании независимо от подключения остальных цепей. Настройка (проверка) выполняется без измерительных приборов и вспомогательных устройств в следующем порядке:

а) Согласно диалогу рис. 4 Приложения войти в режим «Уставки общие», нажимая на кнопку «Ввод», а затем — «←», добиться высвечивания уставки — значения пароля (по умолчанию — 0000).

б) Для ввода числовых значений пароля и других уставок необходимо нажать кнопку «Ввод». При этом первая цифра числа начнет мигать. Кнопками «←» и «→» необходимо установить требуемое значение первой цифры и нажать кнопку «Ввод». При этом начнет мигать следующая цифра и т.д. Нажатие кнопки «Ввод» при последней мигающей цифре вызовет ввод установленного значения в устройство, а кнопки «Выход» — возврат к прежнему значению и прекращение мигания. Если введенное значение превышает допустимые рамки для данной уставки, то нажатие кнопки «Ввод» при последней мигающей цифре приведет к миганию первой цифры, требуя ввода корректного значения уставки. В качестве пароля используются 4 последних цифры заводского номера устройства. Значение пароля обнуляется при выходе из режима индикации уставок (в дежурный режим – индикации токов нагрузки всех трех фаз).

в) Далее кнопкой «→» выводят на индикатор значение следующей уставки (номинальное напряжение своей линии) и вводят необходимое значение. Нажатие на кнопку «Ввод» при последней мигающей цифре приведет к прекращению мигания уставки и фиксации значения данной уставки. Наоборот, кнопкой «Выход» можно отказаться от изменений и вернуться к первоначальному значению уставки. Отсутствие мигания значения уставки свидетельствует о неправильном вводе пароля.

г) Нажатием кнопки «→» вызвать на табло очередную уставку — значение номинального первичного тока ТТ линии. Ввод требуемого значения осуществляется аналогично.

е) Значение уставок времени фиксации Тсигнал, Тотстройки, а также некоторых параметров передачи по линиям связи осуществляется из фиксированного ряда значений.

ж) При отображении даты для ввода нового значения надо нажать кнопку «Ввод», при этом значение числа месяца начнет мигать. Кнопками «←» и «→» необходимо установить текущее число месяца и нажать кнопку «Ввод». При этом начнет мигать месяц года. Ввод месяца, а потом года производится аналогично. Нажатие кнопки «Ввод» вводит новое значение в устройство, а кнопки «Выход» — отменяет его. Ввод несуществующего дня при нажатии кнопки «Ввод» приведет к автоматическому переходу на следующее число.

Ввод текущего времени осуществляется аналогично. При вводе значения минут производится обнуление секунд.

Для ввода измененных уставок в работу и записи их в энергонезависимую память необходимо при выходе из режима «Уставки» ответить «Да» (нажать кнопку «Ввод») на вопрос «Сохранить уставки?», предварительно нажав кнопки-стрелки для замены появляющейся по умолчанию надписи на индикаторе «Нет» на надпись «Да». В противном случае в устройстве останутся старые значения уставок.

Для удобства ввода в каждом из подменю уставок предусмотрен пункт поля.

Значение пароля сбрасывается в 0 при выходе в режим индикации текущих токов по фазам (дежурный режим индикации).

2.5.3 Всего требуется ввести значения следующих групп уставок — уставок общих, уставок двух каналов связи и уставок участков линии. В первую группу входят:

пароль — четырехзначное число для доступа к изменению уставок;

Уном, кВ — номинальное первичное напряжение измерительных трансформаторов линии или шин. Уставка определяется номинальным линейным напряжением линии;

Ином, А — номинальный первичный ток измерительных трансформаторов тока линии. Уставка определяется установленными трансформаторами тока на высоковольтной линии;

Имном, А — номинальный первичный ток измерительных трансформаторов тока параллельной линии. Уставка определяется установленными трансформаторами тока на высоковольтной линии. В приборе имеется два входа для подключения тока $3I_0$, что позволяет подключать его к трансформаторам тока как с номинальным током 1 А, так и 5 А;

Ток I_0 запуска (по току нулевой последовательности). Обычное значение — 0,2 от Ином, что равно 0,2 А для исполнения 1 А и 1,0 А для исполнения 5 А;

Ток I_2 запуска (по току обратной последовательности). Обычное значение — 0,2 от Ином, что равно 0,2 А для исполнения 1 А и 1,0 А для исполнения 5 А;

Ток I_1 запуска (по току прямой последовательности). Обычное значение — 1,2 от Ином, что равно 1,2 А для исполнения 1 А и 6,0 А для исполнения 5 А;

(Для устойчивой работы и отсутствия дребезга порог запуска по всем токам симметричных составляющих имеет коэффициент возврата 0,95).

Тотстройки, мс – время отстройки фиксации токов и напряжений симметричных составляющих аварийного режима в миллисекундах. Время отстройки отсчитывается от момента запуска и предназначено для обеспечения одновременности измерения этих значений на обоих концах контролируемой линии. Фиксируется один период (20 мс);

Тсигнал, мс – время выдачи замкнутого состояния реле сигнализации о наличии нового КЗ. Имеет дискретные значения от 1 с до 20 с, а также режим непрерывного сигнала. В импульсном режиме каждое новое КЗ будет формировать замыкание контактов на время Тсигнал независимо от того, было ли считано предыдущее КЗ;

Режим фиксации — селективный или неселективный. В селективном режиме КЗ будет фиксироваться только при подведении внешнего сигнала на вход «Режим» не позднее 0,5 с после его окончания, а в неселективном — всегда при выполнении условий запуска

Вторая группа уставок описывает настройки каналов связи – интерфейса RS232C на передней панели устройства и интерфейса RS485 (или токовой петли) – на задней панели, соответственно. Необходимо задать следующие уставки:

Тип протокола — Modbus или «Старт». Выбор необходим для согласования с программой работы верхнего уровня, установленной на персональном компьютере или контроллере.

Скорость ЛС — определяет скорость передачи данных. При наличии в локальной сети нескольких устройств скорость у всех обязательно должна быть одинаковой и совпадать с установленной в компьютере.

Номер устройства — регистрация устройства в локальной сети под определенным номером для его идентификации. Уставка актуальна только при задании протокола Modbus.

Контроль четности — задает наличие и вид проверки каждого байта на правильность. Может принимать значения – «по четности», «по нечетности» и «без проверки на четность». Уставка актуальна только при задании протокола Modbus.

Количество стоп-бит — задает количество стоповых бит в каждом передаваемом байте. Может принимать значения 1 или 2. Уставка актуальна только при задании протокола Modbus.

Третья группа уставок описывает конфигурацию линии и состоит из 9 подгрупп, соответственно для каждого из 9 участков. Для каждого из участков линии вводятся следующие уставки:

Лучастка – длина участка линии, км. Если число участков менее 9, то с целью уменьшения объема вводимых данных для следующего за последним участком следует ввести его длину, равную 0. Тогда участок с нулевой длиной и все участки за ним не учитываются;

$R_{уд}$, Ом/км – удельное активное сопротивление линии прямой последовательности. В случае затруднений с получением ее значения для конкретной линии определяется по справочнику, исходя из марки

применяемого провода и его сечения, как удельное сопротивление постоянному току;

$X_{1уд}$, Ом/км – удельное реактивное сопротивление линии прямой последовательности. Обычное значение для линий 110—220 кВ равно 0,3—0,4 Ом/км;

$R_{0уд}$, Ом/км – удельное активное сопротивление линии нулевой последовательности, Ом/км;

$X_{0уд}$, Ом/км – удельное реактивное сопротивление линии нулевой последовательности, Ом/км;

$X_{муд}$, Ом/км – удельное реактивное сопротивление взаимоиנדукции с параллельной линией при ее наличии;

$X_{отв}$ – реактивное сопротивление ответвления. При отсутствии ответвления устанавливается строго равным 0. Ответвление относится к участку линии, расположенному до ответвления;

$X_{мотв}$ – реактивное сопротивление ответвления от параллельной линии. При отсутствии ответвления устанавливается строго равным 0. Ответвление относится к участку линии, расположенному до отпайки.

Реальные сопротивления $X_{отв}$ и $X_{мотв}$ всегда находятся в области значений, превышающих 5 Ом. Следует помнить, что малые значения уставок сопротивлений отпайки оказывают существенное влияние на расчет расстояния, поэтому получение малых расчетных значений должно быть дополнительно проверено. В случае сомнений сопротивления отпайки вводятся большим, близким к максимальному – 400 Ом, или наоборот, задают строго равным 0, тогда соответствующая отпайка учитываться в расчете не будет.

Значения всех уставок хранятся в энергонезависимой памяти устройства.

Уставки необходимо определять и вводить с максимальной точностью, так как от них зависит правильность и точность работы устройства.

По окончании настройки обязательно проверяют введенные уставки еще раз для исключения ошибок.

2.5.4 После подключения всех цепей и при наличии достаточной нагрузки на контролируемой линии (более 0,2 от $I_{ном}$) необходимо проверить правильность включения устройства путем снятия параметров нагрузки в режиме «Контроль».

Снятие векторной диаграммы осуществляется в режиме «Контроль» при нажатии на табло «Векторная диаграмма» нажатием кнопки «Ввод». При этом ИМФ производит измерения токов и напряжений, которые сразу же отображаются на индикаторе в виде значений модулей и углов векторов. Обновить информацию можно, войдя снова в режим «Векторная диаграмма» и нажав кнопку «Ввод».

Далее снимаются значения и фазы векторов токов и напряжений и строится векторная диаграмма для подтверждения правильности сборки цепей. Фазы векторов токов и напряжений индицируются относительно вектора напряжения U_A . Отставание от вектора U_A (поворот по часовой стрелке) индицируется знаком «-». Полученную диаграмму обязательно сравнивают с показаниями других приборов, установленных на линии, для проверки всех значений и их фазовых соотношений. Типичный вид

векторной диаграммы нагрузочного режима представлен на рис. 14 Приложения.

Целесообразно сделать просмотр векторной диаграммы 2—3 раза и сопоставить результаты с точки зрения их повторяемости.

2.6 Порядок работы

2.6.1 В дежурном режиме работающее устройство должно высвечивать токи нагрузки по все трем фазам в первичных амперах. Подсветка индикатора включена всегда постоянно в любом режиме.

При запуске устройства включается светодиод «Запуск». После фиксации данных аварии из дежурного режима и проведения всех расчетов устройство высвечивает на индикаторе вид КЗ и расстояние до него в км. При этом включается светодиод «Фиксация» и замыкаются контакты реле сигнализации с функцией «Есть несчитанная информация». Устройство при этом вновь находится в режиме слежения, хотя на индикаторе продолжает отображаться зафиксированная информация о КЗ.

При последующем КЗ устройство зафиксировывает его и высветит на индикаторе новое значение расстояния. Таким образом, при наличии АПВ линии, может быть зафиксировано до трех результатов измерений, что существенно повышает достоверность результатов.

Результат последнего зафиксированного КЗ будет высвечиваться на индикаторе до нажатия любой кнопки клавиатуры. Реле сигнализации и светодиод «Фиксация» сбрасываются только по кнопке «Сброс».

В случае если КЗ произойдет в момент нахождения устройства не в дежурном режиме, устройство все равно зафиксировывает и обработает аварию, включит светодиод «Фиксация» и реле сигнализации, но не изменит текущий режим работы и надписи на индикаторе.

2.6.2 Устройство имеет два режима считывания информации:

а) Первое считывание информации о новом КЗ.

б) Считывание любой информации о любом ранее записанном КЗ, включая последнее.

Отличия этих режимов заключаются в том, что в первом случае при нажатии любой кнопки на экран выводится дата и время последней аварии и кнопками «←» и «→» сразу можно просматривать результаты КЗ, тогда как во втором случае надо пройти по всему диалогу и выбрать номер нужного КЗ.

При считывании результатов аварийного режима кнопкой «→» на индикатор последовательно выводятся следующие параметры:

- вид КЗ, расстояние до КЗ в км, а также дата и время возникновения аварии;

- ток и напряжение нулевой последовательности;

- суммарный и разностные токи нулевой последовательности своей и параллельной линий;

- ток и напряжение обратной последовательности;

- ток и напряжение прямой последовательности;

- ток и длительность короткого замыкания;

- длительность бестоковой паузы при неуспешном АПВ;
- расчетный характеристический угол линии, а также номер участка линии, на котором произошло КЗ с измеренным значением угла (между напряжением и током поврежденных фаз);
- модули и фазовые углы векторов входных токов и напряжений (автоматически выбранного участка аварии);
- данные измерений токов и напряжений для двустороннего расчета расстояния, снятые в момент времени, отстоящий на время Тотстройки от начала аварийного процесса;
- векторная диаграмма доаварийного (нагрузочного) режима.

При нажатии кнопки «←» считывание происходит в обратном порядке. Для вывода устройства в дежурный режим после считывания информации необходимо нажимать кнопку «Выход» до появления на индикаторе индикации фазных токов. В любом случае устройство всегда будет находиться в режиме слежения.

2.6.3 Структура диалога приведена на рис. 4 Приложения.

2.6.4 В случае нечеткого определения вида КЗ встроенным алгоритмом устройства на экране рядом с видом повреждения будет отображен знак вопроса. Аналогично будет индицироваться вид КЗ и при отсутствии в записанной осциллограмме стабильного участка сигналов. В этих случаях индицируемое на экране ИМФ расстояние не является достоверным.

2.6.5 Информация о характеристическом угле линии и измеренном реальном угле между аварийными напряжениями и токами на определенном участке линии позволяет определить наличие переходного сопротивления в месте КЗ. Если углы примерно равны, значит переходное сопротивление минимально, а КЗ является металлическим. Как правило, точность определения места повреждения таких КЗ является всегда более высокой. Если же измеренный угол существенно меньше расчетного, рассчитываемого на основе уставок удельных сопротивлений линии, то это говорит о наличии переходного сопротивления в месте КЗ и возможном увеличении погрешности ОМП. Данная информации позволяет как облегчить поиск непосредственно места замыкания, зная характер повреждения (металлическое или нет), так и соответственно скорректировать зону обхода для поиска.

2.7 Проверка параметров, регулирование и настройка

2.7.1 Проверку электрического сопротивления изоляции между входными цепями тока, напряжения, выходных контактов реле и входов оптронов, а также между указанными цепями и корпусом проводят мегаомметром на напряжение 1000 В.

2.7.2 Сопротивление изоляции измеряется между группами соединенных между собой выводов согласно табл. 1 Приложения, а также между этими группами и корпусом блока (клеммой заземления). Значение сопротивления изоляции должно быть не менее 100 МОм.

2.7.3 Перед проверкой работоспособности необходимо ввести требуемые значения уставок согласно п.2.5.1.

2.7.4 Проверка работоспособности и точности выполняется при наличии оперативного питания и подключении к индикатору однофазных источников входного тока и напряжения с возможностью регулирования этих величин в рабочем диапазоне. Допускается проверка при ограниченном диапазоне входного тока, максимальный ток проверки при этом должен быть не менее $10 \cdot I_{ном}$.

Проверку рекомендуется выполнять при сдвиге фаз между током и напряжением 90 эл. град, что упрощает расчеты. Класс точности измерительных приборов в цепях входного тока и напряжения должен быть не менее 1,0.

Подключение входного тока и напряжения для однофазных источников в зависимости от вида имитируемого КЗ выполняется в соответствии с табл. 2 Приложения.

Каждое срабатывание выполняется в следующей последовательности:

1. Устройство выводится в режим «Контроль, Векторная диаграмма».
2. Устанавливаются значения входного напряжения и тока.
3. Нажатием кнопки «Ввод» осуществляется съем данных. Входной ток снимается после пуска через 2—3 с.

Срабатывание можно произвести и в режиме слежения, подавая толчком предварительно отрегулированный ток на время 0,2—3,0 с.

2.7.5 Проверка самозапуска проводится в любом режиме при любом входном напряжении, например, 50 В (можно 0). Значения $I_{0пуск}$, $I_{2пуск}$ и $I_{1пуск}$ должны быть установлены равными 0,20, 0,20 и 1,20 А соответственно для 1 А - исполнения устройства и 1,00, 1,00 и 6,00 А для исполнения устройства на 5 А. В режиме однофазного КЗ устройство не должно срабатывать при подаче на входные клеммы одной из фаз тока до $0,95 \cdot 3 \cdot I_{0пуск}$. При подаче тока $1,05 \cdot 3 \cdot I_{0пуск}$ устройство должно надежно срабатывать, что фиксируется по свечению светодиода «Пуск» и индикации вида и расстояния до КЗ на экране. При имитации междуфазных КЗ пуск должен происходить при входном токе, в $\sqrt{3}$ раз большем значения $I_{2пуск}$.

2.7.6 Проверка выбора поврежденных фаз и определения расстояния до места КЗ.

Расчетные формулы (4), (6—8) справедливы для линии без ответвлений, описываемой одним участком. Рекомендуется задавать длину участка 300 км.

Допускается проверка для реальных линий с реальными уставками. При этом подаваемые векторные диаграммы при КЗ разных видов в заданных точках линии предварительно рассчитываются специальными программами.

2.7.6.1 Проверку удобно проводить, выводя устройство в дежурный режим.

Входные величины подводятся в соответствии с имитируемым видом КЗ (см. табл. 2 Приложения).

Входное напряжение не должно превышать 100 В.

При каждом срабатывании проверяется правильность индикации поврежденных фаз, а полученное расстояние сопоставляется с расчетным.

2.7.6.2 Для двухфазных КЗ расчетное расстояние определяется по формуле:

$$L_p = \frac{K_T}{2 \cdot X_{1уд}} \cdot \frac{U}{I} \cdot \sin \varphi, \quad (4)$$

где L_p – расчетное расстояние, км;

$X_{1уд}$ – удельное реактивное сопротивление линии прямой последовательности, Ом/км, введенное как уставка;

U – напряжение, подводимое к устройству, В;

I – ток, подводимый к устройству, А;

φ – угол между током и напряжением, подводимыми к устройству;

K_T – коэффициент, определяемый по формуле

$$K_T = \frac{K_{ТН}}{K_{ТТ}} = 50 \cdot \frac{U_H}{I_H} \text{ (для } I_H=5 \text{ А)} = 10 \cdot \frac{U_H}{I_H} \text{ (для } I_H=1 \text{ А)}, \quad (5)$$

где $K_{ТН}$, $K_{ТТ}$ – коэффициенты трансформации измерительных трансформаторов напряжения и тока линии электропередачи, соответственно;

U_H , I_H – из ряда возможных напряжений и токов, введенными как уставки.

2.7.6.3 Для проверки трехфазного КЗ необходимо подавать на устройство симметричную трехфазную систему напряжений и токов, причем токи должны отставать от соответствующих напряжений на угол от 30 до 90 эл. град. (удобно 60 эл. град.). При этом

$$L_p = \frac{K_T}{Z_{1уд}} \cdot \frac{U_1}{I_1}, \quad (6)$$

где U_1 и I_1 – напряжение и ток прямой последовательности, подводимые к устройству.

2.7.6.4 Для однофазных КЗ расчетный результат получают по формуле

$$L_p = \frac{3 \cdot K_T}{2 \cdot X_{1уд} + X_{0уд}} \cdot \frac{U}{I} \cdot \sin \varphi, \quad (7)$$

где $X_{0\text{уд}}$ – удельное реактивное сопротивление нулевой последовательности, Ом/км.

2.7.6.5 Для однофазных КЗ с влиянием параллельной линии (вид А' в соответствии с табл. 2 Приложения) расчетный результат получают по формуле

$$L_p = \frac{3 \cdot K_T}{(2 + K_{\text{взаим}}) \cdot X_{1\text{уд}} + X_{0\text{уд}}} \cdot \frac{U}{I} \cdot \sin \varphi, \quad (8)$$

где $K_{\text{взаим}}$ – коэффициент взаимной индукции параллельной линии, равный $K_{\text{взаим}} = X_{\text{муд}} / X_{1\text{уд}}$.

Упрощенные формулы (4) – (8) справедливы только для испытательных режимов в соответствии с табл. 2 Приложения.

Остальные случаи очень сложны и проверять их не имеет смысла.

Реально расчет ведется по еще более сложным формулам.

2.7.7 Проверка точностных параметров и дополнительной информации.

2.7.7.1 Относительная погрешность определения расстояния (δ в процентах) вычисляется по формуле

$$\delta = 100 \cdot \frac{L_{\text{инд}} - L_p}{L_p}, \quad (9)$$

где $L_{\text{инд}}$ – индицируемое устройством расстояние, км;

L_p – расчетное расстояние.

Средняя погрешность определяется как среднее арифметическое относительных погрешностей нескольких измерений (не менее 3). Разброс определяется относительно среднего значения показаний.

2.7.7.2 Контрольные срабатывания проводят 3—5 раз в каждой точке при следующих сочетаниях параметров входных величин и режимов:

а) Напряжение 50 В, ток $2 \cdot I_{\text{ном}}$, режимы 1—3 табл. 2 Приложения;

б) Напряжение 50 В, двадцатикратное значение минимального тока рабочего диапазона;

в) Напряжение 50 В, ток — в $\sqrt{3}$ больше тока минимального значения диапазона. При проведении измерений по условиям данного подпункта допускается увеличение средней погрешности до $\pm 10\%$. После срабатывания возможно появление расстояния 999,9 км.

2.7.7.3 Проверка фазовой характеристики проводится в одном из режимов с током не менее $2 \cdot I_{\text{ном}}$. При этом добиваются минимально возможного (близкого к нулю) значения расстояния, изменяя угол φ . Отклонение угла φ от нулевого значения не должно превышать ± 3 эл. град.

2.7.7.4 Дополнительную информацию считывают и анализируют при одном из видов междуфазного замыкания. Эффективные значения тока КЗ, токов и напряжений прямой и обратной последовательностей должны соответствовать подаваемым входным величинам с учетом соотношений, определяющих фазные значения составляющих для данных несимметричных

систем. Допускается проверку вести при трехфазном КЗ, что упрощает анализ этих величин, но требует подведения к устройству симметричных трехфазных систем напряжений и токов.

При имитации однофазных КЗ согласно табл. 2 Приложения расчетные значения составляющих определяются по выражениям

$$I_{K3} = I_{VX} \cdot K_{TT}, \quad (10)$$

$$I_0 = I_1 = I_2 = \frac{I_{VX} \cdot K_{TT}}{3}, \quad (11)$$

$$U_0 = U_1 = U_2 = \frac{U_{VX} \cdot K_{TN}}{3}. \quad (12)$$

При имитации междуфазных КЗ согласно табл. 2 Приложения расчетные значения составляющих определяются по выражениям:

$$I_{K3} = I_{VX} \cdot K_{TT}, \quad (13)$$

$$I_0 = 0,$$

$$I_1 = I_2 = \frac{I_{VX} \cdot K_{TT}}{\sqrt{3}}, \quad (14)$$

$$U_0 = 0,$$

$$U_1 = U_2 = \frac{U_{VX} \cdot K_{TN}}{2 \cdot \sqrt{3}}, \quad (15)$$

где I_{VX} , U_{VX} – подводимые к устройству ток и напряжение соответственно,

K_{TT} , K_{TN} – коэффициенты трансформации трансформаторов тока и напряжения соответственно.

2.7.8 Проверка автоматического выхода из любого режима в дежурный режим. При задании режима работы «Уставки», «Результат» или «Контроль» через 4...6 минут устройство должно автоматически выводить на индикатор текущие токи нагрузки линии отдельно по всем трем фазам.

2.7.9 Встроенная самодиагностика составных частей устройства проводится автоматически по включению питания, а также во время работы. При обнаружении неисправности устройство блокируется. Код ошибок платы процессора высвечивается на встроенных внутренних светодиодах, расположенных на модуле процессора и предназначен для ремонта на заводе-изготовителе или в специализированной лаборатории.

2.7.10 Проверка селективного режима запуска проводится при имитации КЗ любого вида. После срабатывания устройства при наличии постоянного напряжения 220 В или 110 В (в зависимости от исполнения устройства) между контактами «Подтверждение КЗ» должен высвечиваться вид и расстояние до КЗ, замыкаться контакт сигнализации («Сигнал»), включаться

светодиод «Фиксация». В противном случае устройство должно игнорировать аварию.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Общие указания

Обслуживающий персонал отвечает за техническое состояние и готовность ИМФ к работе, осуществляет управление работой ИМФ, обеспечивает проведение регламентных работ.

3.2 Техническое освидетельствование

3.2.1 ИМФ не имеет измерительных приборов, входящих в его состав, подлежащих поверке и аттестации органами инспекции и надзора.

3.2.2 После проведения регламентных работ в паспорте ИМФ оператором делается отметка о техническом освидетельствовании ИМФ и возможности дальнейшей эксплуатации.

4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

При обнаружении неисправности ИМФ самоблокируется, а на дисплей автоматически выводится сообщение об обнаруженной неисправности.

ИМФ снимают с эксплуатации, упаковывают и отправляют на предприятие-изготовитель для ремонта с сопроводительным письмом, содержащим подробное описание неисправности, и настоящим паспортом.

5 ХРАНЕНИЕ

Устройства должны храниться в упакованном виде в закрытых отапливаемых помещениях при температуре от 5 до 35 °С и влажности до 80%

Срок хранения до ввода в эксплуатацию не более одного года.

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Транспортирование устройств в транспортной таре предприятия-изготовителя допускается производить любым видом транспорта с обеспечением защиты от дождя и снега, в том числе:

- автомобильным транспортом на расстояние до 1000 км по дорогам с асфальтовым и бетонным покрытием (первой категории) без ограничения скорости или на расстояние до 250 км по бульжным и грунтовым дорогам (второй и третьей категории) со скоростью до 40 км / час;

- железнодорожным и воздушным (в отапливаемых герметизированных отсеках), речным видами транспорта, в сочетании их между собой и автомобильным транспортом;

- морским транспортом.

7 ПАСПОРТ

7.1 Свидетельство о приемке

Устройство ИМФ-ЗР-_____-_____-_____- заводской № _____
соответствует ТУ 4222-021-17326295-02 и признано годным к эксплуатации.

Дата выпуска « _____ » _____ 20 ____ г.

М. П. _____ Подпись представителя _____

Дата продажи « _____ » _____ 20 ____ г.

М. П. _____ Подпись представителя _____

7.2 Гарантии изготовителя

Изготовитель гарантирует соответствие устройства ИМФ-ЗР требованиям технической документации в течение 3 лет со дня продажи при соблюдении потребителем правил транспортирования, хранения и эксплуатации.

Гарантийный ремонт осуществляется по адресу:

124489, Москва, Зеленоград, Панфиловский проспект, дом 10, строение 3, ЗАО «Радиус Автоматики».

7.3 Комплект поставки

7.3.1 В комплект поставки изделия ИМФ-ЗР входят:

- | | |
|---|-------|
| 1. Устройство ИМФ-ЗР | 1 шт. |
| 2. Руководство по эксплуатации, паспорт | 1 шт. |

7.4 Тара и упаковка

7.4.1 Транспортная тара имеет маркировку, выполненную по ГОСТ 14192-96, и содержит манипуляционные знаки.

7.4.2 Устройство, принятое ОТК, упаковывают согласно требованиям технической документации

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 Проверка электрического сопротивления изоляции

Группа контактов	Наименование
$I_{\Delta H}, I_{\Delta K}, I_{BH}, I_{BK}, I_{CH}, I_{CK}, 3I_0'_{H} - 2, 3I_0'_{K} - 2$	Токовые цепи
$U_A, U_B, U_C, 0$ напряжения	Цепи напряжения
«Отказ» – 3, «Сигнал» – 3, «Пуск» – 3	Выходные релейные цепи
«Внеш. запуск» – 2, «Фиксация КЗ» – 2, «Резерв» – 2	Входные логические цепи
$\cong 220 \text{ В} (= 110 \text{ В})$ (обе клеммы)	Цепи питания

Таблица 2 Имитация различных видов КЗ для проверки устройства ИМФ-ЗР

Номер режи- ма	Вид КЗ	Контакты для подключения				
		цепей тока			цепей напряжения	
		Начало	Конец	Перемычка	Начало	Конец
1	A0	$I_{\Delta H}$	$I_{\Delta K}$	-	U_A	0 напряжения
2	B0	I_{BH}	I_{BK}	-	U_B	0 напряжения
3	C0	I_{CH}	I_{CK}	-	U_C	0 напряжения
4	AB	$I_{\Delta H}$	I_{BH}	$I_{\Delta K}, I_{BK}$	U_A	U_B
5	BC	I_{BH}	I_{CH}	I_{BK}, I_{CK}	U_B	U_C
6	CA	I_{CH}	$I_{\Delta H}$	$I_{CK}, I_{\Delta K}$	U_C	U_A
7	A0'	$I_{\Delta H}$	$3I_0'_{K}$	$I_{\Delta K}, 3I_0'_{H}$	U_A	0 напряжения

Таблица 3 Расшифровка неисправностей, выявляемых системой диагностики

Светодиоды			Вид неисправности или тест, при котором произошел сбой	Код индикации
VD2	VD3	VD4		
⊙	⊙	⊙	Начальный запуск процессора	0
⊙	⊙	*	Тест ПЗУ на контрольную сумму	1
⊙	*	⊙	Тест ОЗУ («галопа»)	2
⊙	*	*	Тест ОЗУ («тест адреса», только в режиме «Настройка»)	3
*	⊙	⊙	Запуск таймера, инициализация памяти, задание стека	4
*	⊙	*	Тест и инициализация RTC	5
*	*	⊙	Инициализация ЖК дисплея, клавиатуры, каналов связи	6
*	*	*	Инициализация памяти уставок и проверка ее на контрольную сумму	7

Примечания:

1. Светодиод светится при «*», погашен – при «⊙».

2. Светодиоды расположены внутри устройства на модуле ПРЦ. Светодиод VD2 расположен ближе к краю платы.

3. На ЖК индикаторе при возникновении неисправности ничего не отображается. Критерием неисправности самого устройства является отсутствие срабатывания (размыкания контактов) реле «Отказ» при подаче питания на устройство.

4. При нормальной работе светодиоды мигают (двоичный счетчик).



Рис. 1 Структурная схема устройства ИМФ-3Р

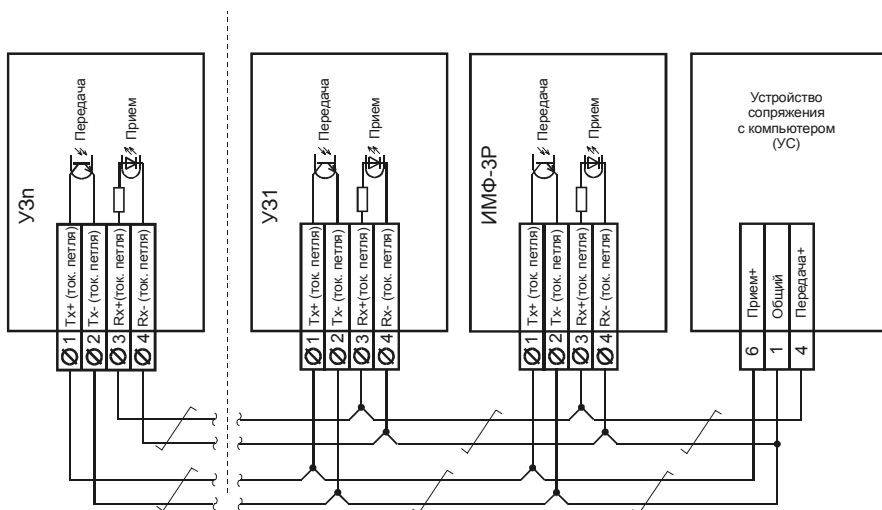


Рис. 2а Схема подключения устройств с интерфейсом «токовая петля» в локальную сеть (УЗ – другие ИМФ или устройства защиты). К каждому входу устройства сопряжения (всего четыре входа) может быть подключено до двадцати устройств защиты. Суммарная длина кабеля – до 500 м

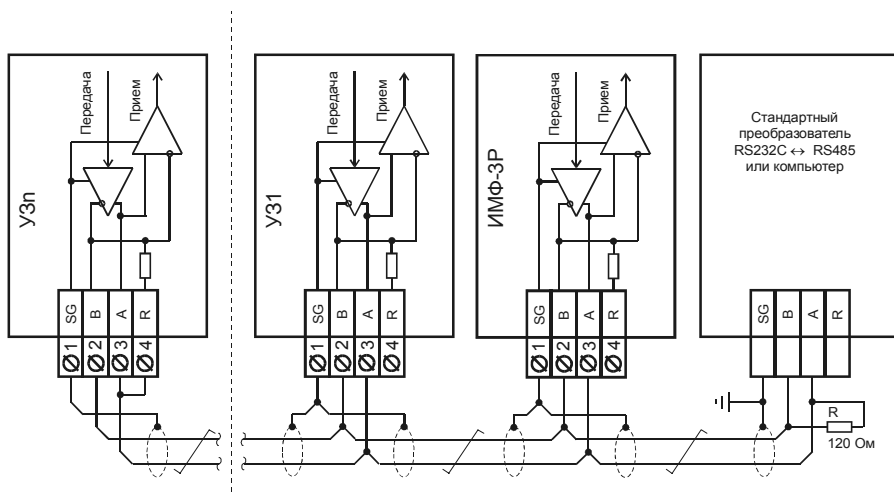


Рис. 2б Схема подключения устройств с интерфейсом RS485 в локальную сеть (УЗ – другие ИМФ или устройства защиты). Внешний резистор R устанавливается при отсутствии встроенного резистора

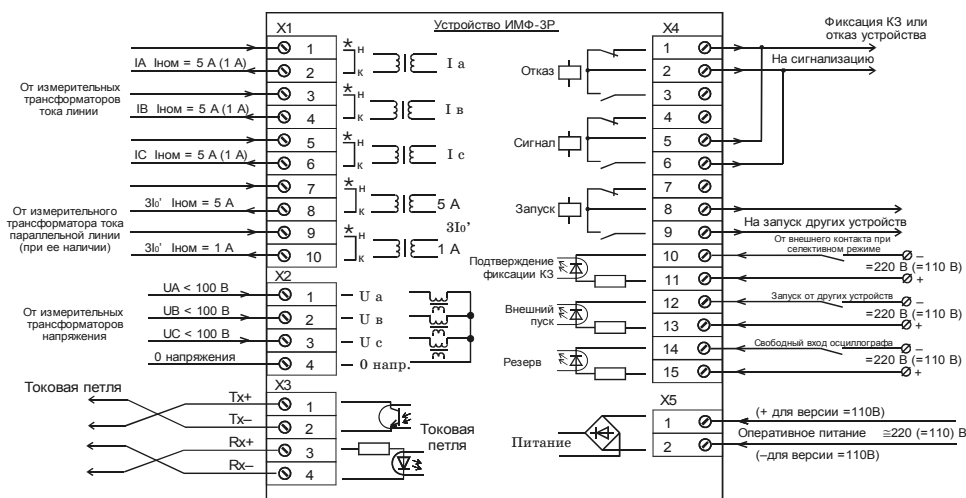


Рис. 3а Схема подключения устройства ИМФ-3Р (для исполнения с интерфейсом линии связи — токовая петля. Запись исполнения устройства в документации — «ИМФ-3Р-XXX-X-ТП»)

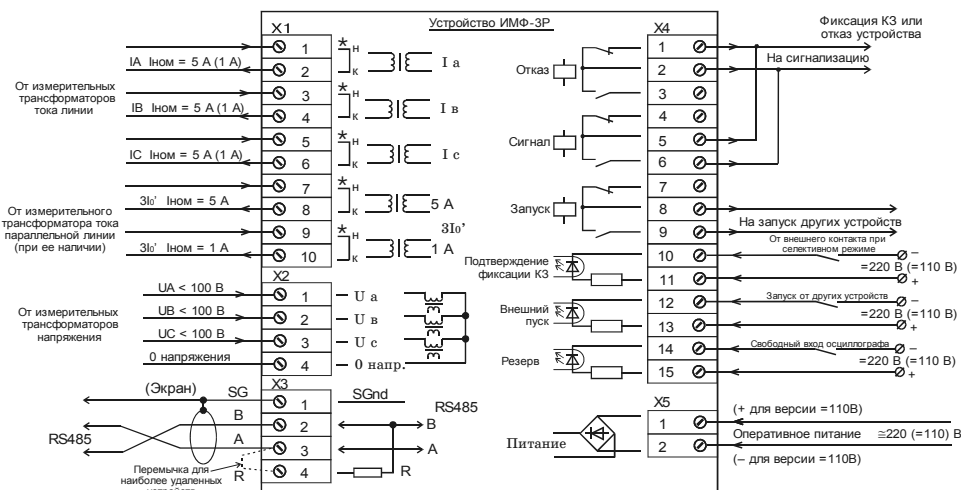


Рис. 3б Схема подключения устройства ИМФ-3Р (для исполнения с интерфейсом линии связи — RS485. Запись исполнения устройства в документации — «ИМФ-3Р-XXX-X-RS»)

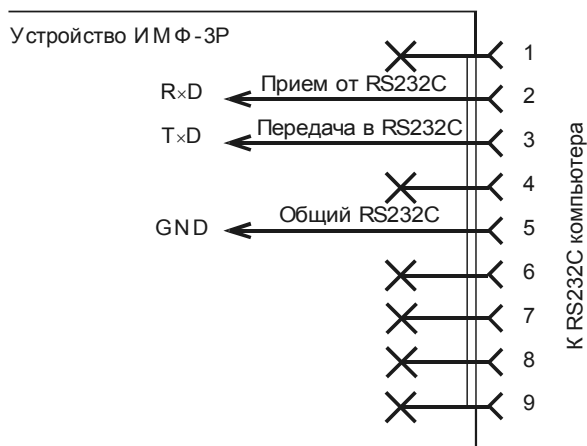


Рис. 5 Схема интерфейса связи устройства ИМФ-3Р с компьютером

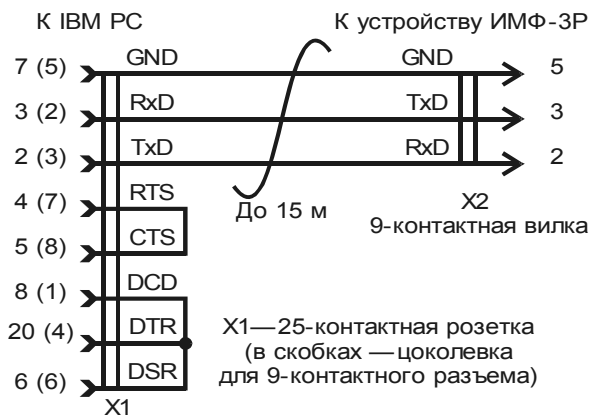


Рис. 6 Схема соединительного кабеля между устройством ИМФ-3Р и компьютером IBM PC при подключении только одного устройства

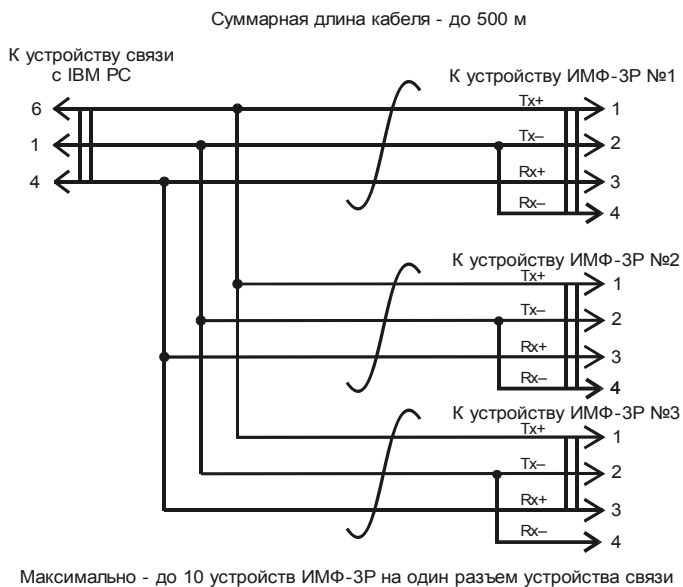


Рис. 7 Схема соединительного кабеля при подключении нескольких устройств ИМФ-3Р к компьютеру IBM PC с интерфейсом «токовая петля»

Связь с компьютером осуществляется через специальный блок — устройство связи УС, подключаемое к компьютеру через разъем последовательного порта RS232C.

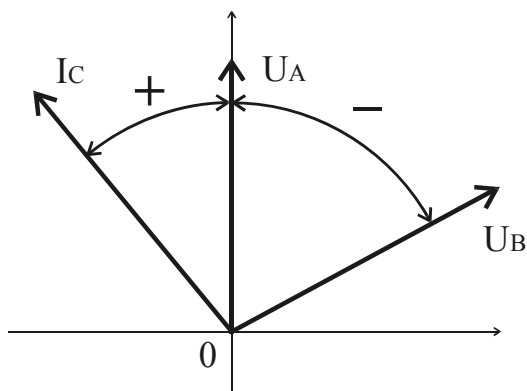


Рис. 8 Принцип отсчета углов векторов в устройстве ИМФ-3Р

Знак угла вектора тока I_C индицируется со знаком «+», а вектора напряжения U_B — со знаком «-». Отсчет ведется всегда относительно вектора U_A .

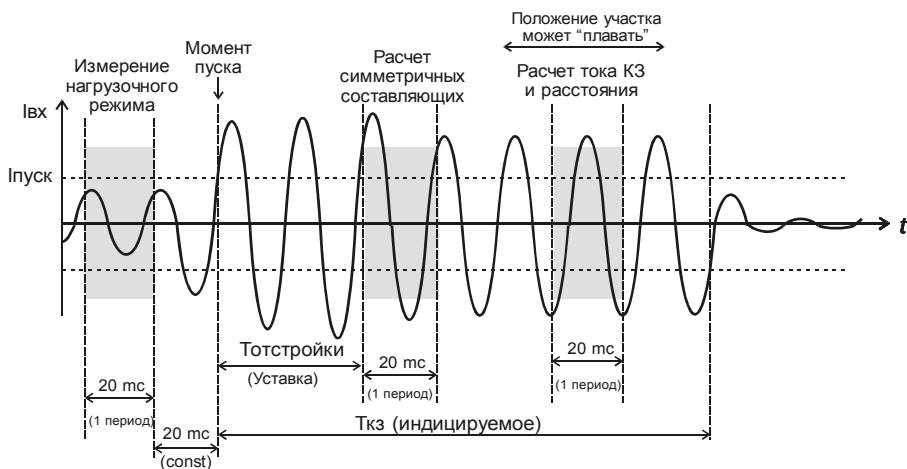


Рис. 9 Поясняющая диаграмма фиксации входных токов и напряжений для расчета различных параметров в устройстве ИМФ-ЗР

Примечания:

1. Все отсчеты по времени берутся относительно момента пуска.
2. Фиксация параметров нагрузочного режима производится всегда за 4 периода до выявления условий пуска.
3. Фиксация параметров симметричных составляющих токов и напряжений для двусторонних методов расчета производится через время, заданное уставкой «Тотстройки» от момента пуска, в течение одного периода.
4. Момент измерения токов и напряжений для расчета расстояния выбирается адаптивным методом автоматически и может находиться в любом месте осциллограммы аварии, фиксируется также в течение одного периода.
5. Значения токов и напряжений, предназначенных для разных целей (определение расстояния до КЗ и измерение параметров симметричных составляющих), могут не совпадать между собой, так как снимаются в разные моменты времени.
6. Относительная фаза векторных диаграмм нагрузочного режима и аварийного участка не привязана друг к другу.
7. Для упрощения рисунка остальные входные сигналы токов и напряжений не показаны. Под I_{vx} подразумевается любой из токов симметричных составляющих, по которому происходит пуск.

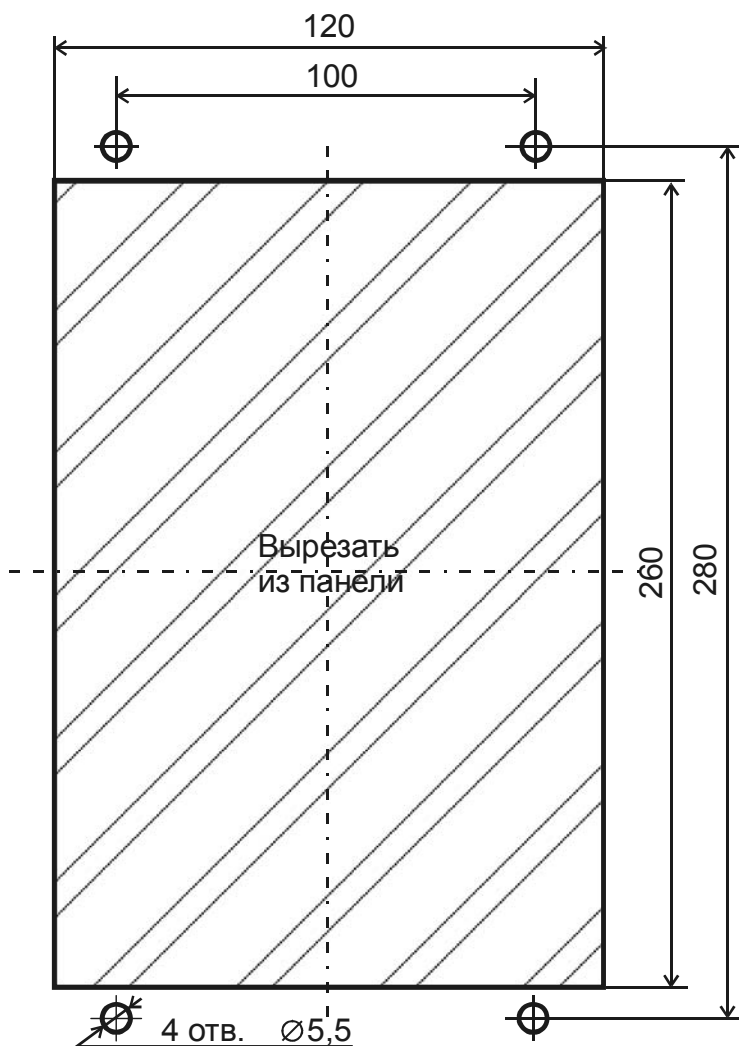


Рис. 10а Схема разметки панели для установки устройства ИМФ-3Р для выступающего монтажа (исполнение ВМ)

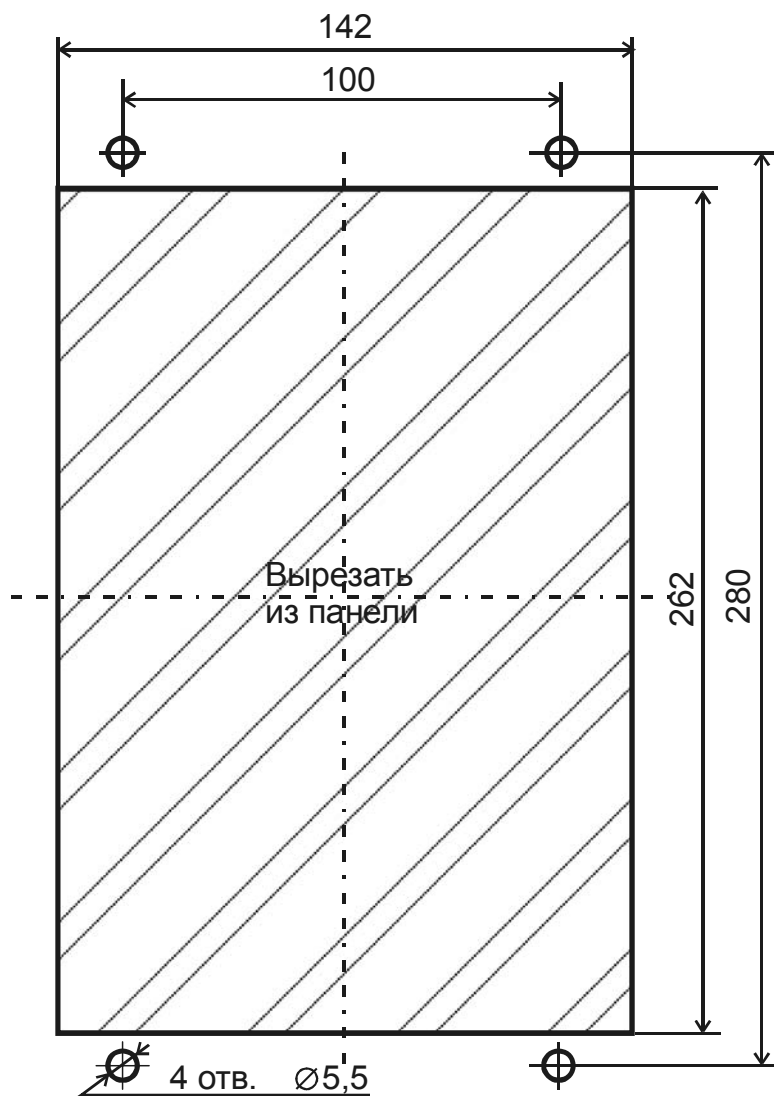


Рис. 106 Схема разметки панели для установки устройства ИМФ-3Р для утопленного монтажа (исполнение УМ)

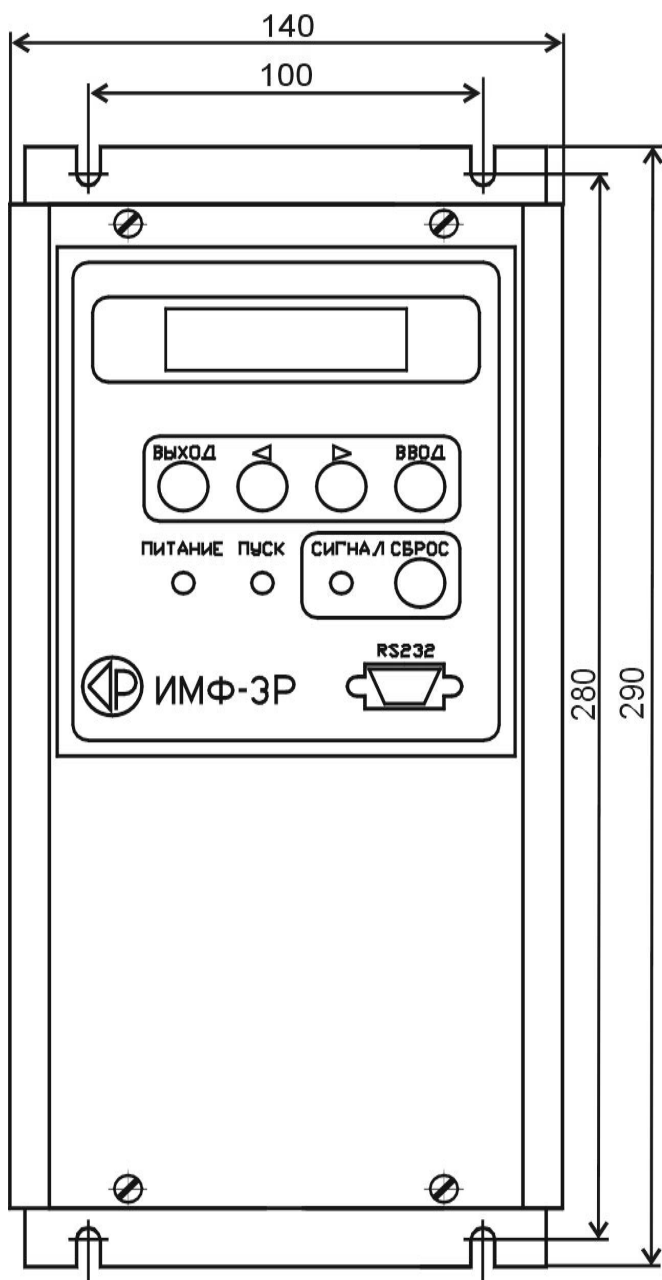


Рис. 11 Вид устройства ИМФ-3Р спереди

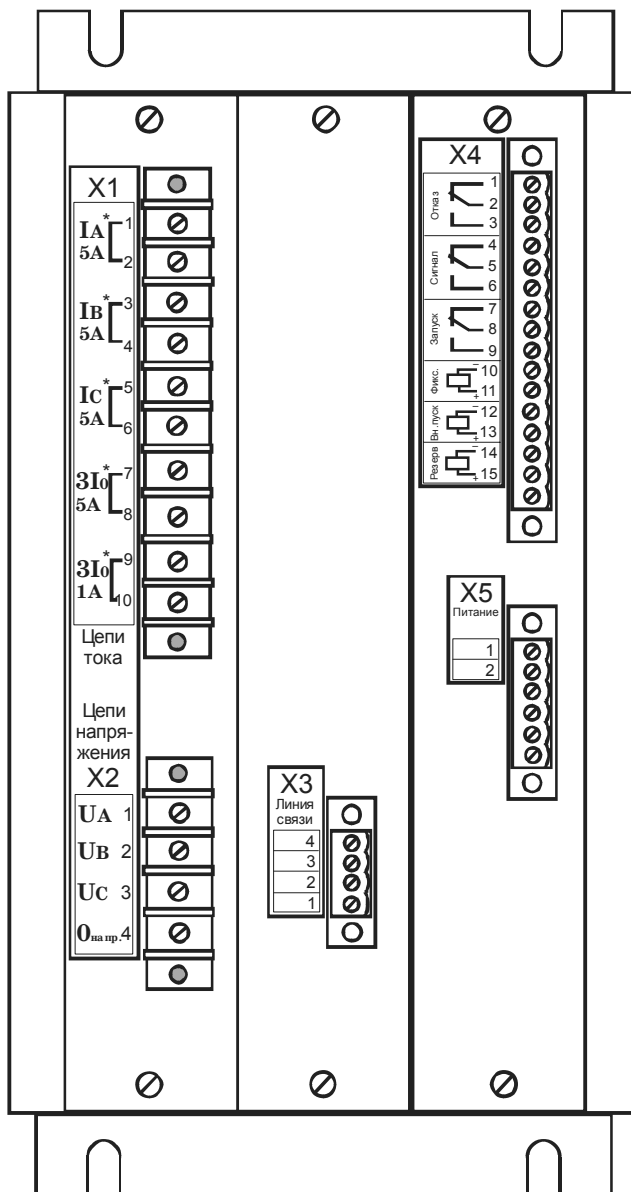


Рис. 12 Вид устройства ИМФ-3Р сзади

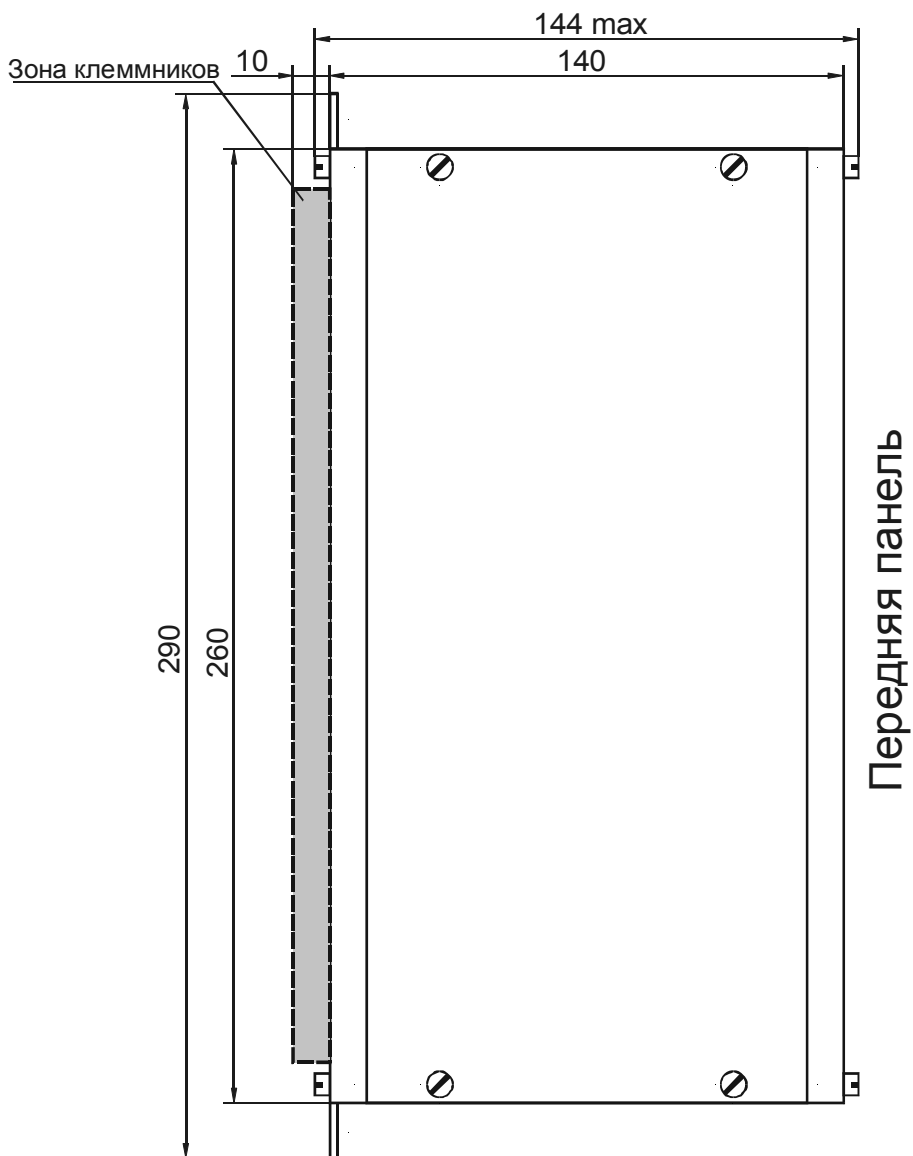


Рис. 13а Вид на устройство ИМФ-3Р сбоку –
исполнение для выступающего монтажа (ВМ)

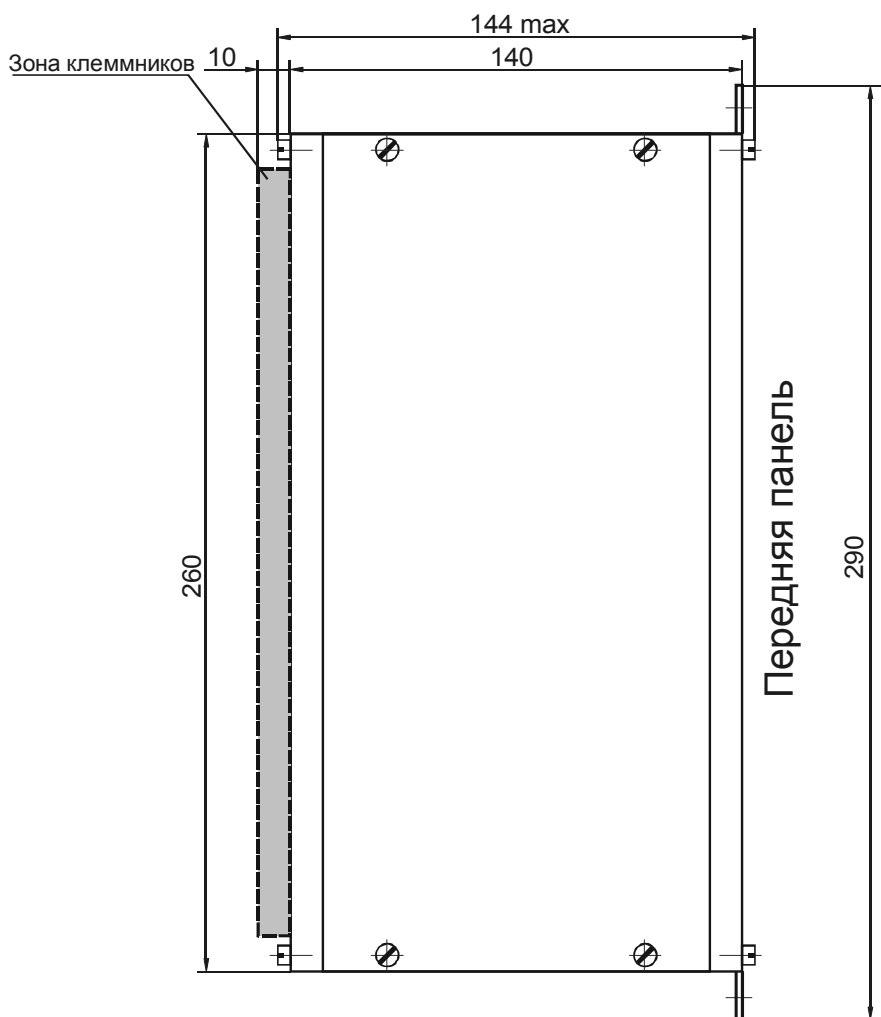


Рис. 136 Вид на устройство ИМФ-3Р сбоку –
исполнение для утепленного монтажа (УМ)

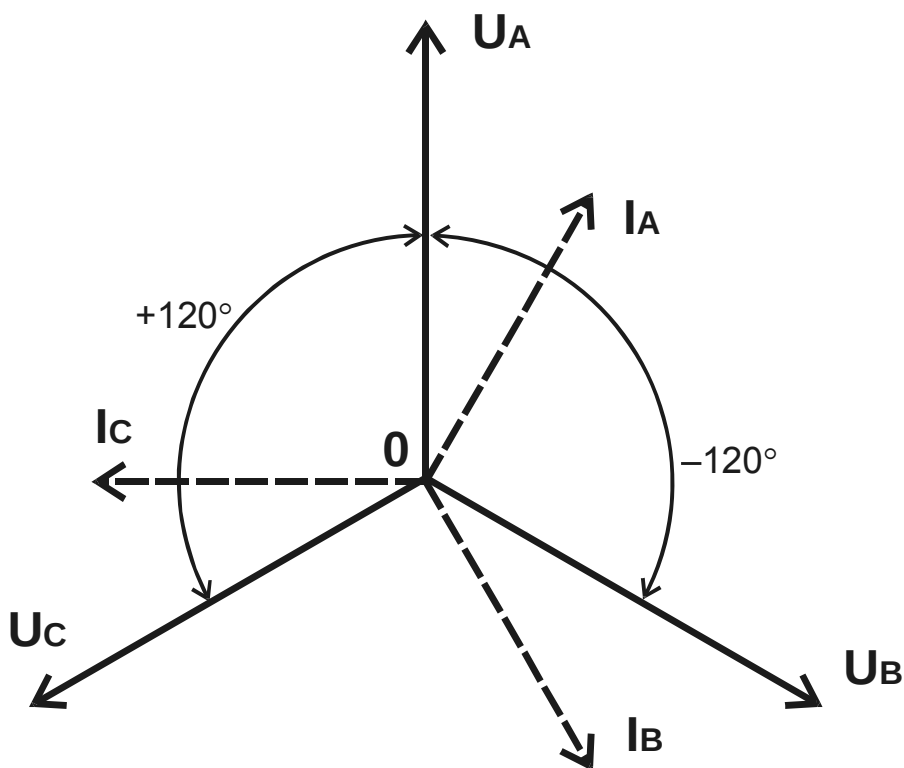


Рис. 14 Типовая векторная диаграмма нагрузочного режима, снятая устройством ИМФ-ЗР в режиме «Контроль, Векторная диаграмма».

Примечания:

1. При линии с двухсторонним питанием диаграмма токов может иметь произвольный угол с диаграммой напряжений. Представленный случай типичен для линии с односторонним питанием (тупиковой).

2. Расположение фаз напряжений относительно фазы U_A : вектор U_B отстает на 120 эл. градусов (-120°), вектор U_C — опережает ($+120^\circ$).