

**Прибор автоматической фиксации повреждений**

**АФП-02**

Паспорт

Техническое описание и инструкция по эксплуатации

ВГЛА.468214.019 ПС

Содержание

1. Введение	3
2. Назначение	3
3. Технические характеристики	3
4. Комплектность	10
5. Устройство и работа прибора	10
5.1. Описание алгоритма работы	10
5.2. Описание структурной схемы	13
5.3. Описание принципиальной схемы	14
6. Маркировка и пломбирование	15
7. Указание мер безопасности	15
8. Интерфейс пользователя	16
8.1. Общие положения	16
8.2. Режимы отображения и ввода информации	17
9. Программирование прибора	25
9.1. Общие положения	25
9.2. Калибровка измерительных каналов прибора	25
9.3. Установка поправочных коэффициентов для системных часов	27
9.4. Адаптация прибора для работы с заданной линией электропередачи	38
9.5. Проверка настройки прибора	29
10. Порядок установки и подготовки прибора к работе	30
11. Порядок работы	30
12. Техническое обслуживание	31
13. Свидетельство о приемке	31
14. Сведения об упаковке	32
15. Гарантийные обязательства	32
16. Сведения о рекламациях	32
Приложение 1. Внешний вид прибора	34
Приложение 2. Габаритные и установочные размеры	35
Приложение 3. Схема подключения прибора	36
Приложение 4. Схема калибровки прибора	37
Приложение 5. Таблица настройки прибора	38
Приложение 6. Протокол проверки прибора	40

## 1. Введение

1.1. Настоящий документ объединяет в себе паспорт, техническое описание и инструкцию по эксплуатации прибора автоматической фиксации повреждений АФП-02.

1.2. В документе изложены принцип работы прибора, основные технические характеристики, правила эксплуатации и обслуживания, приведена информация по настройке прибора для работы с конкретными линиями электропередачи и проверке его технического состояния.

## 2. Назначение

2.1. Прибор автоматической фиксации повреждений АФП-02 (далее по тексту «прибор» или АФП-02) предназначен для определения расстояния до места короткого замыкания на воздушных линиях электропередачи и фиксации параметров аварии.

2.2. Прибор рассчитан на эксплуатацию на линиях электропередачи напряжением 110,220,330 и 500 кВ, протяженностью до 250 км с односторонним или двухсторонним питанием.

2.3. Прибор имеет возможность производить компенсацию влияния взаимоиндукции параллельной линии путем учета тока нулевого провода трансформаторов этой линии.

2.4. Прибор сохраняет полную информацию о параметрах десяти последних аварий, которая может быть просмотрена на дисплее прибора или переписана на внешний накопитель (в т.ч. компьютер).

2.5. Конструкция прибора обеспечивает его монтаж на металлическую панель с передним или задним креплением.

2.6. Условия эксплуатации прибора должны соответствовать категории 3.1 согласно ГОСТ15150-69. Рабочий диапазон температур от минус 10 до +45 град.С

2.7. Степень защиты прибора соответствует IP20 по ГОСТ14254-80, кроме выводов подключения.

2.8. Устойчивость к воздействию механических факторов прибора соответствует группе М1 по ГОСТ17516.1-90

2.9. Электропитание прибора осуществляется от источника переменного тока напряжением (150...250)В, частотой 50 Гц или источника постоянного тока напряжением (160...250)В.

2.10. АФП-02 не является средством измерения и рекомендуется для применения в качестве технологического индикаторного прибора для принятия оперативных решений.

2.11. Время непрерывной работы прибора не ограничено.

2.12. Условное обозначение прибора при заказе:

Прибор автоматической фиксации повреждений АФП-02 ВГЛА.468214.019

## 3. Технические характеристики

3.1. Характеристики подключения к линии электропередачи.

3.1.1. АФП-02 предназначен для подключения к трехфазным линиям электропередачи с номинальным напряжением 110, 220, 330, 500 кВ через измерительный трансформаторы напряжения с номинальным вторичным напряжением (линейным) 100В и измерительные трансформаторы тока с номинальным первичным током 50 ... 4000 А обеспечивающих номинальный вторичный ток 5А или 1А.

3.1.2. АФП-02 имеет возможность подключения тока нулевого провода трансформаторов параллельной линии для компенсации влияния взаимоиндукции; при этом коэффициенты трансформации измерительных трансформаторов основной и параллельной линий должны быть одинаковыми.

ВГЛА.468214.019 ПС

3.1.3. Прибор имеет четыре канала измерения тока: ток фазы “А” (IA), ток фазы “В” (IB), ток фазы “С” (IC), ток нулевого провода параллельной линии (IM) и три канала измерения напряжения: напряжение фазы “А” (UA), напряжение: фазы “В” (UB), напряжение фазы “С” (UC).

3.1.4. Каналы измерения токов имеют независимое подключение. Входное сопротивление каналов не более 0,05 Ом.

3.1.5. Рабочий диапазон входных токов каналов (IA, IB, IC) от 0,1 до 100А.

3.1.6. Время воздействия входных токов

от 0 до 10А – не ограничено;

от 10 до 100А - не более 3с.

3.1.7. Входные цепи каналов измерения напряжения обеспечивают подключение трёхфазной системы напряжений с нулевой точкой при номинальном линейном напряжении 100 В.

3.1.8. Мощность потребления входных цепей каналов (UA, UB, UC) при напряжении 60В не более 0,25 ВА.

3.2. АФП-02 обеспечивает измерение, вычисление и отображение на дисплее параметров приведенных в табл. 1.

Таблица 1

№ п.п	Обозначение	Наименование параметра	Ед. измерения диапазон отображения	Наименование на дисплее	Доступ к параметрам
1	T	Текущее время	Час, мин, сек		Базовый режим
<u>Основные параметры</u>					
2	Ta	Время последней аварии	Число, час, мин сек		«П»
3	АВАР	Вид аварии, поврежденные фазы	АВС, АВ, ВС, СА, А0, В0, С0		«П»
4	L	Расстояние до места повреждения	(000,0...999,9) км		«П»
<u>Дополнительные параметры</u>					
5	IA1	Активная составляющая тока прямой последовательности фаза А.	+/- (00,00...99,99)кА	J1A	«П»
6	IR1	Реактивная составляющая тока прямой последовательности фаза А.	+/- (00,00...99,99)кА	J1P	«П»
7	IA2	Активная составляющая тока обратной последовательности фаза А.	+/- (00,00...99,99)кА	J2A	«П»
8	IR2	Реактивная составляющая тока обратной последовательности фаза А.	+/- (00,00...99,99)кА	J2P	«П»
9	IA0	Активная составляющая тока нулевой последовательности фаза А.	+/- (00,00...99,99)кА	J0A	«П»
10	IR0	Реактивная составляющая тока нулевой последовательности фаза А.	+/- (00,00...99,99)кА	J0P	«П»
11	UA1	Активная составляющая напряжения прямой последовательности фаза А.	+/- (000,0...999,9)кВ	U1A	«П»

ВГЛА.468214.019 ПС

12	UR1	Реактивная составляющая напряжения прямой последовательности фаза А.	+/- (000,0...999,9)кВ	U1P	«П»
13	UA2	Активная составляющая напряжения обратной последовательности фаза А.	+/- (000,0...999,9)кВ	U2A	«П»
14	UR2	Реактивная составляющая напряжения обратной последовательности фаза А	+/- (000,0...999,9)кВ	U2P	«П»
15	UA0	Активная составляющая напряжения нулевой последовательности фаза А.	+/- (000,0...999,9)кВ	U0A	«П»
16	UR0	Реактивная составляющая напряжения нулевой последовательности фаза А.	+/- (000,0...999,9)кВ	U0P	«П»
17	IAM	Активная составляющая тока нулевого провода параллельной линии.	+/- (00,00...99,99)кА	JLA	«П»
18	IRM	Реактивная составляющая тока нулевого провода параллельной линии.	+/- (00,00...99,99)кА	JLP	«П»
<u>Журнал аварий</u>					
19	NA	Выбор номера аварии	0...9	A	«Пд+Вд», А
20		Основные параметры выбранной аварии	Ta, ABAP, L		«А↑↓» «В», «П»
21		Дополнит. параметры выбранной аварии	IA1, IR1, IA2, IR2, IA0, IR0, UA1, UR1, UA2, UR2, UA0, UR0, IAM, IRM		«П»
22		«Фотография» аварии.			Через канал связи

В табл.1 использованы следующие обозначения:

«П» – нажатие кнопки «ПРОСМОТР»;

«В» – нажатие кнопки «ВВОД»;

«Пд» – длительное (более 3 с) нажатие кнопки «ПРОСМОТР»;

«Пд+Вд», А – удержание кнопок «ПРОСМОТР» «ВВОД» в течении 3 с, переход в позицию А

«А↑↓» - в позиции А с помощью кнопок «↑» и «↓».

3.3. АФП-02 обеспечивает возможность ввода и индикации в цифровом виде настроечных параметров в соответствии с табл. 2 Указанные параметры сохраняются в энергонезависимой памяти прибора.

Таблица 2

№ п.п	Обозначение	Наименование параметра	Ед. измерения, Диапазон	Наименование на дисплее	Доступ к Параметрам
<u>Характеристики линии</u>					
1	R1	Удельное активное сопротивление прямой последовательности линии.	0,000...9,999 Ом/км	У00	«Пд+Вд», У «У↑↓», «В»
2	X1	Удельное реактивное сопротивление прямой последовательности линии.	0,000...9,999 Ом/км	У01	«П»
3	R0	Удельное активное сопротивление нулевой последовательности линии.	0,000...9,999 Ом/км	У02	«П»
4	X0	Удельное реактивное сопротивление нулевой последовательности линии.	0,000...9,999 Ом/км	У03	«П»
5	XМ	Сопротивление взаимной индуктивности параллельной линии.	0,000...9,999 Ом/км	У04	«П»
6	n <sub>ТА</sub>	Коэффициент трансформации измерительного трансформатора тока	4000 о. е.	У06	«П»
7	n <sub>ТУ</sub>	Коэффициент трансформации измерит. трансформатора напряжения	10000 о. е.	У07	«П»
<u>Режим работы прибора</u>					
8	РЗ	Режим запуска прибора.	0, 1, 2, 3, 4	У08	«У↑↓», «В»
9	Кд	Код доступа к защищенным параметрам.	00...FF	У10	«П»
9	Тз	Время задержки фиксации.	7...255 ед = 1/24 ≈ 0,83 мс	У11	«П»
10	Ка	Кратность аварии.	10...50	У12	«П»
11	Кс	Константа смещения порога запуска.	8...60	У13	«П»
12	Кэф	Порог запуска при 3-фазной аварии.	1..6	У14	«П»
13	Kim	Масштабный коэффициент измерения тока	19999	У17	«П»
14	Kum	Масштабный коэффициент измерения напряжения	19999	У18	«П»
<u>Настройка системных часов</u>					
15	Kcl.	Коэффициент коррекции часов	-29... 29 с	У09	
16		Установка секунд.	0...59 с	CL"	«Пд+Вд», С «В»
17		Установка минут.	0...59 мин	CL'	«П»
18		Установка часов.	0...23 час	CLh	«П»
19		Установка числа.	1...31	CLd	«П»
20		Установка месяца.	1...12	CLE	«П»
<u>Калибровочные коэффициенты</u>					

ВГЛА.468214.019 ПС

		<u>измерительных каналов</u>			
21	У20	Канал IA действ. сост. малый сигнал	1,000	У20	«Пд+Вд», У «У↑↓», «В»
22	У21	Канала IA мнимая. сост малый сигнал	0,000	У21	«П»
23	У22	Канал IA действ. сост. больш. сигнал	5,000...15,000	У22	«П»
24	У23	Канала IA мнимая.сост.больш.сигнал	+/- 5,000	У23	«П»
25	У24	Канал IB действ. сост. малый сигнал	0,500...1,500	У24	«П»
26	У25	Канала IB мнимая. сост малый сигнал	+/- 0,500	У25	«П»
27	У26	Канал IB действ. сост. больш. сигнал	5,000...15,000	У26	«П»
28	У27	Канала IB мнимая.сост.больш.сигнал	+/- 5,000	У27	«П»
29	У28	Канал IC действ. сост. малый сигнал	0,500...1,500	У28	«П»
30	У29	Канала IC мнимая. сост малый сигнал	+/- 0,500	У29	«П»
31	У2А	Канал IC действ. сост. больш. сигнал	5,000...15,000	У2А	«П»
32	У2В	Канала IC мнимая.сост.больш.сигнал	+/- 5,000	У2В	«П»
33	У2С	Канал IM действ. сост. малый сигнал	0,500...1,500	У2С	«П»
34	У2D	Канала IM мнимая. сост малый сигнал	+/- 0,500	У2D	«П»
35	У2Е	Канал IM действ. сост. больш. сигнал	5,000...15,000	У2Е	«П»
36	У2F	Канала IM мнимая.сост.больш.сигнал	+/- 5,000	У2F	
37	У30	Канал UA действ. сост. малый сигнал	1,000	У30	«У↑↓», «В»
38	У31	Канала UA мнимая.сост малый сигнал	0,000	У31	«П»
39	У32	Канал UA действ. сост. больш. сигнал	1,000	У32	«П»
40	У33	Канала UA мнимая.сост.больш.сигнал	0,000	У33	«П»
41	У34	Канал UB действ. сост. малый сигнал	0,500...1,500	У34	«П»
42	У35	Канала UB мнимая.сост малый сигнал	+/- 0,500	У35	«П»
43	У36	Канал UB действ. сост. больш. сигнал	0,500...1,500	У36	«П»
44	У37	Канала UB мнимая.сост.больш.сигнал	+/- 0,500	У37	«П»
45	У38	Канал UC действ. сост. малый сигнал	0,500...1,500	У38	«П»
46	У39	Канала UC мнимая.сост малый сигнал	+/- 0,500	У39	«П»
47	У3А	Канал UC действ. сост. больш. сигнал	0,500...1,500	У3А	«П»
48	У3В	Канала UC мнимая.сост.больш.сигнал	+/- 0,500	У3В	«П»
		<u>Технологические константы</u>	0001		
49	У19	Ключ вычисления L	0000	У19	
50	У3С	Ключ выключения коррекции каналов (=0055)		У3С	

В табл.1 использованы следующие обозначения:

«П» – нажатие кнопки «ПРОСМОТР»;

«В» – нажатие кнопки «ВВОД»;

«Пд» – длительное (более 3 с) нажатие кнопки «ПРОСМОТР»;

«Пд+Вд», У – удержание кнопок «ПРОСМОТР» «ВВОД» в течении 3 с , переход в позицию У

«Пд+Вд», С - удержание кнопок «ПРОСМОТР» «ВВОД» в течении 3 с , переход в позицию С

«У↑↓» - в позиции У с помощью кнопок «↑» и «↓».

### 3.3. Точностные характеристики прибора.

3.3.1 .АФП обеспечивает определение расстояния до места повреждения (L) при всех видах короткого замыкания на линиях до 999 км.

3.3.2. Среднестатистическая аппаратная погрешность определения расстояния до места повреждения при токе не менее номинального тока измерительного трансформатора и угле между током и напряжением от 60 до 90 град не превышает:

1% - при L больше 30 км и

0,4 км - при L меньше 30 км.

3.3.1 Разброс показаний относительно среднего значения не более

0,8% - при L больше 30 км и

0,3 км - при L меньше 30 км.

(В реальных условиях эксплуатации погрешность определения расстояния в основном обусловлена амплитудными и фазовыми погрешностями первичных измерительных трансформаторов тока и напряжения, а также точностью задания параметров контролируемой линии.)

### 3.4. Характеристики запуска прибора

3.4.1. Запуск прибора производится вручную или автоматически.

Условием автоматического запуска является:

-для однофазных и двухфазных коротких замыканий наличие несимметрии в линиях;

-для трехфазных коротких замыканий - превышение модулем тока прямой последовательности заданного уровня.

3.4.2. Прибор обеспечивает четыре режима запуска.

1) Режим 0- постоянная готовность запуска. В данном режиме прибор запускается при возникновении аварийной ситуации, производит фиксацию и обработку параметров аварии, после чего переходит в исходное состояние, если к этому моменту условия аварийной ситуации не были сняты, происходит повторный запуск.

2) Режим 1 – однократный запуск. В этом режиме после запуска и обработки информации прибор переходит в состояние срабатывания, в котором дальнейший контроль линии не производится. Перевод прибора в исходное состояние выполняется вручную.

3) Режим 2 – автоматического восстановления после запуска. В котором после запуска и обработки зафиксированной информации прибор продолжает контроль состояния линии не производя далее фиксацию параметров. Переход в исходное состояние производится автоматически при снятии условий аварии (данный режим является основным ).

4) Режим 3 – непрерывный запуск. Производится непрерывный запуск и обработка информации независимо от состояния линии.

Прибор имеет возможность производить блокировку запуска по внешнему сигналу «ВХ». При подаче указанного сигнала (замыкании одноименных контактов) в момент возникновения условий запуска прибор не производит фиксацию и обработку текущей аварийной ситуации.

3.4.2. Время, необходимое для запуска прибора не более 10 мс.

3.4.3. Время фиксации состояния линии (с учетом времени запуска) не более 40мс

3.4.4. Прибор имеет возможность устанавливать время задержки от момента запуска до начала фиксации состояния линии в диапазоне от 15 до 200 мс с дискретностью 0,83 мс.(1/24 периода)

3.4.5. Время обработки информации после запуска прибора не более 0,6с.



ВГЛА.468214.019 ПС

3.4.6 При фиксации аварийной ситуации прибор выдает сигнал « СГ ». Сброс сигнала производится автоматически или вручную в соответствии с выбранным режимом запуска.

Параметры выходного сигнала « СГ »:

тип сигнала – нормально разомкнутый релейный контакт;

коммутируемое напряжение – не более 250 В;

коммутируемый ток – не более 1 А.

3.4.7. Параметры входа селективного запуска «ВХ».

Подача сигнала производится путем замыкания одноименных клемм с помощью внешнего коммутатора типа «сухой контакт».

Напряжение на разомкнутых клеммах «ВХ» – не более 20 В;

ток короткого замыкания - не более 10 мА.

3.5. Системные характеристики.

3.5.1. Прибор обеспечивает отсчет и индикацию текущего времени и даты.

Погрешность отсчета текущего времени не более 3с в сутки с учетом установки коррекции.

3.5.2. Прибор сохраняет параметры десяти последних аварий в памяти, оснащенной резервным источником питания (аккумулятором).

3.5.3. АФП-02 имеет встроенный аккумулятор, обеспечивающий сохранение параметров аварий и работу системных часов при отключенном электропитании в течении не менее чем 5 суток.

Полная зарядка аккумулятора производится при подключении внешнего источника питания в течение не более 24 часа.

3.5.4. Хранение настроечных параметров прибора производится в энергонезависимой памяти с гарантированным временем сохранения информации не менее 10 лет.

3.5.5. АФП-02 имеет встроенную систему самоконтроля, обеспечивающую приведение прибора в исходное состояние при включении питания и после сбоев. При отказе прибора формируется сигнал «АВАРИЯ», имеющий следующие характеристики:

тип сигнала – релейный контакт;

коммутируемое напряжение – не более 250 В;

коммутируемый ток – не более 1 А.

3.5.6. Прибор имеет развитую тестовую систему, позволяющую эффективно производить проверку его технического состояния, наладку и ремонт.

3.5.7. Настроечные параметры и тестовая информация имеет защиту от несанкционированного доступа.

3.5.8. АФП-02 имеет последовательный канал обмена, обеспечивающий возможность связи с внешним устройством.

Тип канала: «токовая петля 20 мА».

Скорость обмена: 9600 бод.

Протокол обмена: старт бит – 1, данные - 8 бит, стоп бит – 1, контроль четности – отсутствует.

По согласованию с заказчиком прибор может быть укомплектован адаптером для согласования с каналом RS232 или автономным накопителем для переноски информации.

3.6. Характеристики электропитания.

3.6.1. Электропитание прибора осуществляется от источника переменного тока напряжением (150...250)В, частотой 50 Гц или источника постоянного тока напряжением (160...250)В.

3.6.2. Мощность, потребляемая прибором не более 12 ВА.

3.7. Конструктивные характеристики.

3.7.1. Габаритные размеры прибора 120x90x190 мм.

3.7.2. Масса прибора не более 2,5 кг.

3.8. Показатели надежности и долговечности.

3.8.1. Нарботка на отказ не менее 25000 часов.

3.8.2. Средний срок службы до капитального ремонта не менее 12 лет при условии нормальной эксплуатации (ограничен сроком службы аккумулятора).

3.9. Электрическое сопротивление изоляции между электрически не связанными цепями не менее 10 МОм. Электрическая прочность изоляции между этими цепями обеспечивает отсутствие пробоя или перекрытия изоляции при подаче напряжения переменного тока 1500В, частотой 50 Гц.

#### 4. Комплектность

4.1. Комплект поставки прибора должен соответствовать нижеприведенному.

1) Прибор автоматической фиксации повреждений АФП-02 ВГЛА.468214.019	1шт
2) Паспорт ВГЛА.468214.019 ПС	1шт
3) Кронштейн с комплектом крепежных винтов	1шт

#### 5. Устройство и работа

##### 5.1. Описание алгоритма работы

В процессе работы прибор выполняет ряд задач, основными из которых являются следующие.

1. Автоматический запуск при возникновении аварийных режимов на контролируемой линии.
2. Фиксация токов и напряжений контролируемой линии.
3. Фильтрация (подавление помех и высших гармонических составляющих) токов и напряжений, вычисление симметричных составляющих токов и напряжений.
4. Определение вида короткого замыкания.
5. Вычисление расстояния до места повреждения на линии.
6. Поддержка интерфейса пользователя.

Задачи реализуются программно-аппаратными средствами и выполняются в определенной последовательности или параллельно.

Задача автоматического запуска функционирует при работе прибора в дежурном режиме. В рамках задачи производится непрерывная выборка мгновенных отсчетов токов (I<sub>A</sub>, I<sub>B</sub>, I<sub>C</sub>) с периодом дискретизации равным 1/6 периода сетевой частоты; вычисление симметричных составляющих токов прямой (I<sub>1</sub>) и обратной (I<sub>2</sub>) последовательностей; контроль выполнения условий:

$$K_a * I_2 < I_1 + K_c, \quad (1)$$

являющегося критерием не симметрии линии и

$$I_1 > K_n, \quad (2)$$

характерного для трёхфазного короткого замыкания;

в выражениях (1),(2) I<sub>2</sub> и I<sub>1</sub> – модули токов обратной и прямой последовательностей контролируемой линии.

K<sub>a</sub>, K<sub>c</sub> – настроечные коэффициенты (константы), задаваемые при наладке прибора;

K<sub>c</sub> определяет порог срабатывания прибора и служит для исключения ложных запусков по шумовым составляющим.

K<sub>n</sub> – номинальный ток измерительного трансформатора, косвенно задается настроечной константой K<sub>зф</sub>.

В случае выполнения хотя бы одного из указанных условий производится автоматический запуск прибора (с учетом установленного режима запуска). При этом задача автоматического запуска отключается, а управление передается задаче фиксации токов и напряжений в линии.

Алгоритм автоматического запуска оптимизирован для достижения максимального быстродействия, но не обладает полной селективностью.

При выполнении задачи фиксации токов и напряжений производится выборка мгновенных отсчетов всех токов и напряжений с периодом дискретизации равным 1/24 периода сетевой частоты; обрабатывается заданное время задержки, в течение которого происходит оценка величины токов с целью выбора оптимального коэффициента усиления измерительных каналов; при необходимости корректируется коэффициент усиления и фиксируются в памяти отсчеты всех токов и напряжений в течение одного периода (по 24 измерения для каждого параметра). Отсчет задержки производится с точностью до периода дискретизации. Для корректного выбора коэффициента усиления время задержки фиксации (параметр T<sub>з</sub>) следует выбирать более четверти периода сетевой частоты (т.е. не менее 7).

Результаты измерений подвергаются цифровой фильтрации, обеспечивающей подавление помех и высших гармонических составляющих. Алгоритм работы цифрового фильтра описывается следующими выражениями:

$$\operatorname{Re}(A) = K_m * \sum_{n=0}^{23} a_n * \sin(\omega_n); \quad (3)$$

$$\operatorname{Im}(A) = K_m * \sum_{n=0}^{23} a_n * \cos(\omega_n); \quad (4)$$

где Re (A) и Im (A) соответственно вещественная и мнимая составляющие комплексной амплитуды обрабатываемого сигнала,

a<sub>n</sub> - исходные отсчеты сигнала,

sin(ω<sub>n</sub>) и cos(ω<sub>n</sub>) – выборки функции sin и cos в соответствующих точках,

K<sub>m</sub> – масштабный множитель.

Результатом обработки являются Re и Im составляющие комплексной амплитуды первой гармоники токов и напряжений по каждой фазе, которые затем корректируются и масштабируются для исключения погрешностей, вносимых измерительными каналами. На основании указанных данных производится вычисление симметричных составляющих токов и напряжений в линии.

Затем выполняется более строгая проверка наличия условий пуска исключая ложные срабатывания прибора, распознавание типа аварии и повреждённых фаз, вычисление расстояния до места короткого замыкания.

Распознавание типа аварии и определение повреждённых фаз выполняется путем сопоставления векторов симметричных составляющих токов контролируемой линии согласно следующему алгоритму.

1. Определяется, является ли замыкание трёхфазным, или оно относится к классу несимметричных (однофазное, двухфазное, двухфазное на землю). Условием классификации трёхфазного КЗ является выполнение двойного неравенства аналогичного (1), (2), для вычисленных значений  $I_1$  и  $I_2$ .

$$K_a \cdot I_2 < (I_1 + K_c) > K_n, \quad (5)$$

2. Если не выполняется только правая часть (5), то устройство прекращает дальнейший анализ собранных данных и возвращается в исходное состояние (неселективный пуск).

3. Если не выполняется левая часть (5), то проверяется наличие двухфазного короткого замыкания. Условием классификации двухфазного КЗ является выполнение неравенства

$$6 \cdot I_0 < I_2, \quad (6)$$

При этом осуществляется распознавание повреждённых фаз путём проверки выполнения фазовых соотношений между токами обратной и нулевой последовательностей.

4. При выполнении (5) и (6) классифицируется замыкание на землю и осуществляется разделение однофазных замыканий на землю от двухфазных замыканий на землю. Разделение этих двух классов замыканий осуществляется путем проверки фазовых соотношений между токами нулевой, обратной и прямой последовательностей.

В зависимости от вида короткого замыкания для определения расстояния до места повреждения используются различные выражения, в которые подставляются соответствующие величины токов и напряжений.

Определения расстояния до места однофазного короткого замыкания производится по формуле:

$$L^{(1)} = \frac{n_{тu} * U_{\phi} * \sin(U_{\phi} \wedge I_{\phi})}{n_{та} * (I_{\phi} * X_1 + I_0 * (X_0 - X_1) \pm I_M * X_M)} \quad (7)$$

Определения расстояния до места двухфазного или двухфазного на землю короткого замыкания производится по формуле (8). Формула приведена для случая короткого замыкания между фазами А и В, при ином виде повреждения вместо  $U_{ab}$   $I_{ab}$  подставляются значения линейных напряжений и токов поврежденных фаз.

$$L^{(2)} = L^{(20)} = \frac{n_{тu} * U_{ab} * \sin(U_{ab} \wedge I_{ab})}{n_{та} * I_{ab} * X_1} \quad (8)$$

Определения расстояния до места трёхфазного короткого замыкания производится по формуле:

$$L^{(3)} = \frac{n_{тu} * U1 * \sin (U1 \wedge I1)}{n_{та} * I1 * X1} \quad (9)$$

в формулах (7), (8) и (9) :

- $U_{\phi}$  - фазное напряжение (А, В или С),
- $U_{ab}$ - напряжение между фазами АВ,
- $U1$  – напряжение прямой последовательности фазы А.
- $I_{\phi}$  - фазное токи (А, В или С),
- $I_{ab}$  - ток между фазами АВ,
- $I1$  – ток прямой последовательности фазы А,
- $I0$  – ток нулевой последовательности,
- $IМ$  – ток нулевой последовательности параллельной линии
- $X1, X0, XМ$  - индуктивные сопротивления соответственно: прямой последовательности, нулевой последовательности, взаимоиנדукции.
- $n_{тu}$  и  $n_{та}$  –коэффициенты трансформации соответственно напряжения и тока.

Задача обслуживания интерфейса пользователя выполняется параллельно с работой остальных задач и обеспечивает отображение информации на дисплее прибора и ввод с клавиатуры в интерактивном режиме, при этом обеспечивается быстрая реакция на воздействие оператора не нарушающая работу функциональных задач.

### 5.2.Описание структурной схемы

Структурная схема прибора АФП – 01 представлена на рис. 1.

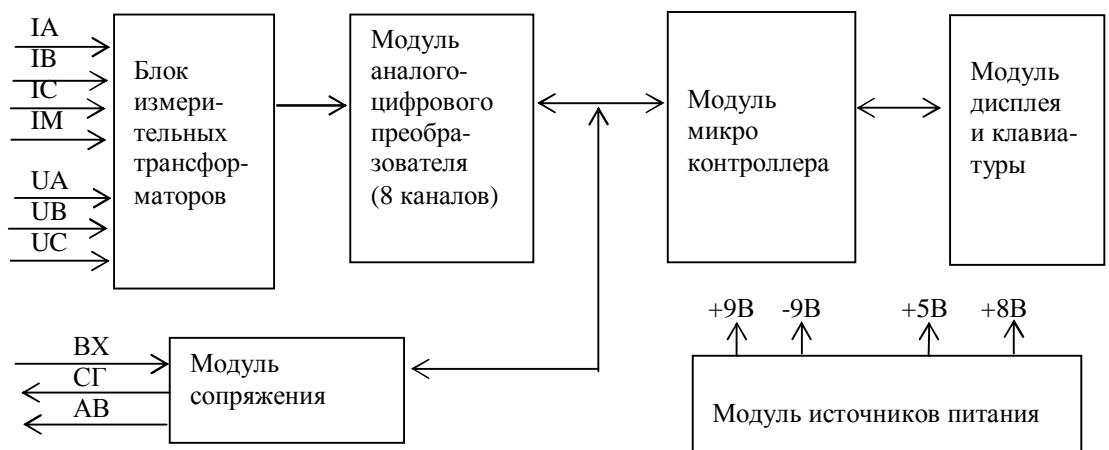


Рис.1. Структурная схема прибора

Токи и напряжения контролируемой линии  $I_A$  ,  $I_B$  ,  $I_C$  ,  $U_A$  ,  $U_B$  ,  $U_C$ , а также ток нулевой последовательности параллельной линии  $I_M$  (при её наличии) поступают на первичные обмотки измерительных трансформаторов, обеспечивающих их согласование с измерительными входами модуля аналого-цифрового преобразования (МАЦП).

МАЦП выполняет аналоговую обработку входных сигналов в том числе:

- предварительную фильтрацию,
- защиту входов от перегрузки,
- усиление,
- преобразование аналоговых сигналов в код.

Цифровую обработку информации и управление работой остальных узлов выполняет модуль микроконтроллера (ММК). Алгоритм работы прибора полностью определяется программой, записанной в памяти микроконтроллера.

Модуль дисплея и клавиатуры (МДК) включает в себя восьмисимвольный цифровой дисплей и шестикнопочную клавиатуру. МДК конструктивно объединен с передней панелью прибора и является основным средством взаимодействия оператора с прибором.

Модуль сопряжения (МС) является интерфейсным узлом, обеспечивает формирование выходных сигналов «СИГНАЛИЗАЦИЯ СРАБАТЫВАНИЯ» (СГ), «АВАРИЯ ПРИБОРА» (АВ) и входного сигнала «СЕЛЕКТИВНЫЙ ПУСК» (ВХ).

Модуль источников питания обеспечивает электропитание узлов прибора.

### 5.3. Описание принципиальной схемы.

Принципиальные схемы узлов прибора АФП – 01 приведены в приложении.

5.3.1. Модуль микроконтроллера реализован на базе микропроцессора КР1816ВЕ31 (DD3). Память программ выполнена на микросхеме 27128 (DD4), с объемом 16 Кбайт. Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) объемом 8 Кбайт выполнено на микросхеме КР537РУ17 (DD7).

В состав микроконтроллера включены энергонезависимая память (EEPROM) 24С04 (DD8) объемом 512 байт и системные часы DS1302 (DD9), обеспечивающие отсчет текущего времени. Защиту микроконтроллера от зависания программы и сбоя в системе электропитания выполняет схема супервизора, реализованная на микросхемах (DA1, DD2 и части DD1). Супервизор также обеспечивает корректный запуск микропроцессора при включении питания

Микроконтроллер имеет драйвер последовательного канала связи выполненного на микросхемах КР293ЛП1 (DA2) и АОТ128 (DA3). Драйвер обеспечивает прямое подключение прибора к интерфейсу типа «токовая петля» или RS232 через дополнительный адаптер.

На плате микроконтроллера установлен дешифратор (DD6), посредством которого производится селекция доступа к периферийным узлам микроконтроллера и другим модулям.

5.3.2. МАЦП реализован на базе БИС МАХ197 (DA9). Указанная микросхема включает в себя все основные элементы, необходимые для построения системы сбора информации в том числе: 8-и каналный входной мультиплексор, схему выборки и хранения, быстродействующий 12-и разрядный аналого-цифровой преобразователь, источник опорного напряжения, параллельный интерфейс для сопряжения с микроконтроллером. Микросхема обеспечивает преобразование входного сигнала с уровнем  $\pm 4В$  в цифровой код за время не более 6 мкс.

МАЦП обслуживает четыре канала измерения тока (IA , IB , IC , IM ) и три канала измерения напряжения (UA , UB , UC).

Сигналы, подаваемые на входы МАЦП, пропускаются через низкочастотные RC фильтры (R8...R14, C1...C7) , схемы ограничения уровня (R1...R7, R41,R42, VD1...VD14,HL1,HL2) и усилители. С целью достижения требуемой точности измерения в широком динамическом диапазоне усилители в каналах

измерения тока (DA1...DA4) имеют две ступени усиления. Изменение коэффициента усиления (примерно в 10 раз) производится путем коммутации резисторов в цепи обратной связи операционных усилителей одновременно по всем каналам с помощью электронного коммутатора (DA8, VT1, R37...R39). Усилители в каналах измерения напряжения (DA1...DA4) имеют фиксированный коэффициент передачи. Все усилители выполнены по схеме, позволяющей работать на значительную емкостную нагрузку, поскольку установка конденсаторов (C15...C21) на входах БИС MAX197 является необходимым условием достижения минимальной погрешности преобразования.

Входной канал 7 микросхемы MAX197 используется для самоконтроля работоспособности МАЦП.

Питание узлов МАЦП производится от стабилизатора  $\pm 5\text{В}$  выполненного на элементах (DA10, DA11).

5.3.3. Модуль дисплея и клавиатуры включает в себя набор светодиодных семисегментных индикаторов (HL1...HL4), образующих 8-и разрядный цифровой дисплей, 8 анодных (DD6, DD7, VT1...VT8, R17...R32) и 8 катодных (DD5, DD6, R9...R18) коммутаторов, логическую схему (DD1, DD2, DD4), обеспечивающую динамический режим отображения информации и схему опроса клавиатуры (DD3, R1...R4, VD1, VD2). Регенерация информации на дисплее, и считывание состояния клавиатуры выполняются под управлением микроконтроллера.

5.3.4. Модуль источников питания (МИП) выполнен по схеме «обратноходового» преобразования на микросхеме TOP200YA (DA1). Преобразователь имеет гальваническую развязку входа и выхода, стабилизацию выходных напряжений при изменении в широких пределах входного напряжения, допускает работу от сети переменного и постоянного тока. Микросхеме TOP200YA обеспечивает «мягкий» запуск преобразователя, защиту от перегрузки и превышения температуры.

МИП формирует выходные напряжения  $\pm 9\text{В}$  для питания МАЦП, напряжение  $+8\text{В}$  – для питания индикаторов дисплея, и напряжение  $+5\text{В}$  – для питания цифровых схем прибора. Напряжение  $+5\text{В}$  стабилизируется линейным стабилизатором (DA2).

На входе МИП установлен помехозащитный фильтр (L1, C3), резисторы ограничения зарядного тока конденсатора (R5, R6) и предохранитель (FU1).

5.3.5. Модуль сопряжения (МС) включает в себя схему гальванической развязки сигнала «ВХ» (DA1, VD3, R13) и два релейных коммутатора для формирования выходных сигналов «АВ» и «СГ» (KV1, KV2, VT1, VT4, VD1, VD2, R5...R12). Питание реле производится суммарным напряжением источников  $\pm 9\text{В}$ .

На плате МС установлены измерительные трансформаторы токов и напряжений, а также нагрузочные резисторы токовых трансформаторов.

## 6. Маркировка и пломбирование

6.1.1. Наименование прибора нанесено на лицевой панели; заводской номер и дата изготовления нанесены на задней панели.

6.1.2. Пломбирование корпуса прибора производится мастичными пломбами, которые устанавливаются на верхней и нижней крышках в специальных маркировочных чашках, выполняющих одновременно роль шайб для крепежных винтов.

## 7. Указание мер безопасности

7.1 При работе с прибором АФП – 01 необходимо соблюдать все требования техники безопасности, распространяющиеся на устройства релейной защиты и автоматики энергосистем.

7.2 К эксплуатации прибора допускаются лица, изучившее настоящий документ и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок электрических станций и сетей.

7.3 АФП – 02 должен устанавливаться на заземлённые металлические конструкции, при этом необходимо обеспечить надёжный электрический контакт между панелью и винтами крепления прибора.

## 8. Интерфейс пользователя

### 8.1 Общие положения.

8.1.1. В понятие «интерфейс пользователя» в данном документе включены следующие компоненты: порядок и правила взаимодействия оператора с прибором, форматы представления информации на экране дисплея, назначение кнопок управления.

8.1.2. Взаимодействие оператора с прибором производится посредством пульта управления, являющегося одновременно его лицевой панелью. Структура пульта управления приведена на рис.2. Пульт включает восьмиразрядный цифровой дисплей и шестикнопочную клавиатуру. Основными являются кнопки «ПРОСМОТР» и «ВВОД»; кнопки «←», «↑», «→», «↓» выполняют дополнительные функции и служат в основном для выбора и установки параметров. Форматы представления информации на дисплее и в некоторой степени назначение кнопок имеют контекстный характер.

8.1.3. Интерфейс пользователя удобно рассматривать, как набор режимов отображения в рамках каждого из которых назначение кнопок и формат отображения фиксированы. Задача оператора заключается в выборе необходимого режима отображения, а затем считывания или ввода нужной информации.

Режимы индикации объединены в несколько групп, логически и технологически взаимосвязанных параметров:

- основные параметры,
- дополнительные параметры
- журнал аварий,
- установка времени и даты,
- установка настроечных параметров,
- установка коэффициентов калибровки измерительных каналов,
- технологические тесты.

Четыре последних группы имеют защиту от несанкционированного доступа.

8.1.4. Выбор любого режима индикации не нарушает выполнения прибором основных функций.

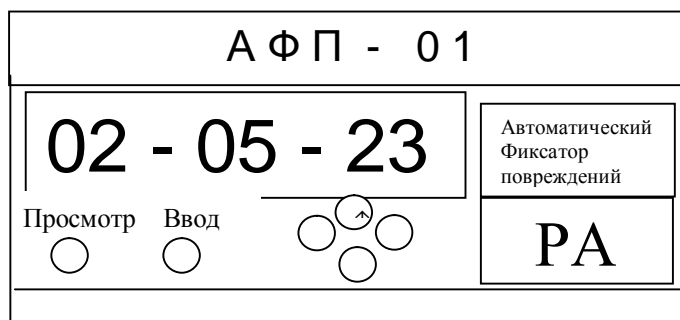


Рис.2. Лицевая панель прибора АФП – 01.



8.2. Режимы отображения и ввода информации.

8.2.1. Отображение текущего времени.

Данный режим отображения является базовым. Формат представления информации на дисплее приведен на рис.3. Установка режима производится автоматически при включении питания прибора, а также по истечению времени около 3 минут после последнего нажатия любой кнопки на пульте управления. Возврат в данный режим может быть произведен из любого состояния прибора путем нескольких нажатий кнопки «ПРОСМОТР».



02 - 05 - 23

Рис .3. Отображение текущего времени.

В данном режиме дополнительно выполняются следующие функции:

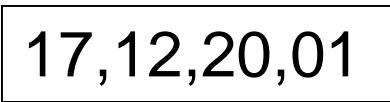
- сигнализация срабатывания прибора путем мигания экрана дисплея с частотой около 1 Гц;
- ручной запуск прибора, производится при одновременном нажатии кнопок «←» и «→»;
- сброс срабатывания, выполняется нажатием кнопки «↓».

8.2.2 .Отображение основных параметров.

Основными параметрами являются: время и дата последнего срабатывания прибора, тип аварии, поврежденные фазы, расстояние до места повреждения. Указанная информация упакована в два режима отображения доступ к которым производится из базового режима нажатием кнопки «ПРОСМОТР».

Первое нажатие кнопки вызывает режим отображения времени и даты срабатывания. Формат представления информации приведен на рис 4.

Число часы минуты секунды



17,12,20,01

Рис.4. Время и дата срабатывания прибора.

Вторым нажатием кнопки вызывается режим отображения типа неисправности и расстояния до места повреждения см рис 5.

Тип аварии расстояние



АБС. 023,5

Рис. 5. Тип аварии, поврежденные фазы, расстояние до места повреждения.

В поле тип аварии поврежденные фазы обозначаются миганием. Точка в конце поля сигнализирует наличие короткого замыкания на землю. Расстояние до места повреждения выводится в км.

Следующим нажатием кнопки «ПРОСМОТР» прибор переводится в базовый режим.

При сбросе срабатывания основные параметры последней аварии стираются и при вызове вышеописанных режимов на дисплее отображаются пробелы см рис 6.

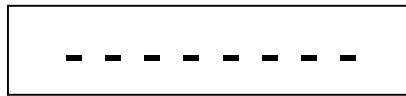


Рис. 6. Сброс срабатывания.

### 8.2.3. Отображение дополнительных параметров.

Дополнительными параметрами являются симметричные составляющие токов и напряжений аварийного режима. Симметричные составляющие представлены в виде их активной и реактивной компоненты. Вызов режимов отображения дополнительных параметров производится из любого состояния прибора путем удержания кнопки «ПРОСМОТР» в нажатом состоянии в течение 3...4 сек. Параметры просматриваются поочередно. Вывод следующего параметра производится путем кратковременного нажатия кнопки «ПРОСМОТР». После вызова последнего параметра прибор переходит в базовый режим отображения. Состав группы дополнительных параметров и последовательность их просмотра приведен в таблице 1. Формат отображения токов приведен на рис.7, формат отображения напряжений – на рис 8.

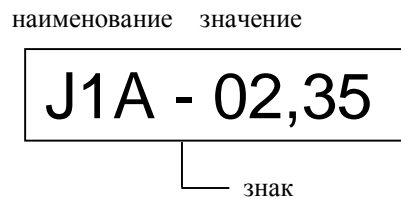


Рис.7. Симметричная составляющая тока

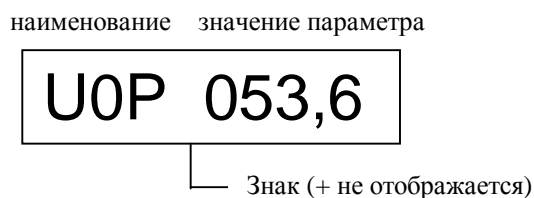


Рис.8. Симметричная составляющая напряжения

Токвые составляющие выводятся в кА, напряжение - в кВ; знак «+» в поле значения параметра – не отображается.

После сброса срабатывания значения дополнительных параметров стираются.

### 8.2.4. Режим селектора доступа к ресурсам.

Режимы отображения и ввода не требующие оперативного использования вызываются через селектор доступа к ресурсам, который организован в виде особого режима отображения. Вызов селектора доступа производится из любого режима путем одновременного нажатия кнопок «ПРОСМОТР» и «ВВОД» и

удержания их в нажатом состоянии в течение 3...4 секунд; возврат в базовый режим производится кнопкой «ПРОСМОТР». Формат отображения приведен на рис.9.



H A t d d C U E

H – запуск, сброс срабатывания, канал связи;

A – журнал аварий;

t - тесты оперативные;

d - ключ доступа к следующим ресурсам (два разряда);

C – установка времени и даты;

У – установка настроечных параметров и установка коэффициентов калибровки измерительных каналов;

E - технологические тесты.

Рис.9. Селектор доступа к ресурсам.

Каждый разряд дисплея отображает символ, обозначающий соответствующий ресурс. Выбор производится путем установки курсора (в качестве которого используется мигание символа) в необходимую позицию с помощью кнопок «←» и «→». При этом символ ресурса может замениться на значение параметра входа, которое может быть изменено оператором с помощью кнопок «↑» и «↓». Непосредственное обращение к ресурсу (вызов выбранных режимов отображения) выполняется нажатием кнопки «ВВОД».

Доступ к ресурсам «С,У,Е» ( установка времени и даты; настроечные параметры , коэффициенты калибровки измерительных каналов и технологические тесты). возможен только после ввода специального кода доступа. Для ввода кода доступа необходимо установить курсор в позицию первого символа d и с помощью кнопок «↑» и «↓» выбрать старшую цифру кода доступа, аналогично установить младшую цифру в позиции второго символа d. Нажать кнопку «ВВОД».

Значение кода доступа фиксируется в таблице настроек прибора см приложение ....

При установке курсора в позицию H возможно:

- произвести запуск прибора путем одновременного нажатия кнопок «←» и «→»;
- произвести сброс срабатывания путем нажатия кнопки «↓»;
- передать состояние прибора по последовательному каналу связи нажатием кнопки «↑».

#### 8.2.5. Просмотр журнала аварий

Журнал аварий содержит основные и дополнительные параметры по десяти последним срабатываниям прибора. Журнал аварий организован как кольцевой накопитель, т.е. запись новых параметров производится на место наиболее старых.

Для просмотра журнала аварий необходимо: перейти в селектор доступа к ресурсам (см. п. 8.2.4); установить курсор в позицию A, при этом в выбранной позиции отобразится номер записи соответствующий последнему срабатыванию; при необходимости изменить номер записи с помощью кнопок «↓» и «↑» (параметры предыдущей аварии имеют номер записи на 1 меньше текущей; если номер последней записи = 0, предыдущая запись имела номер 9); нажать кнопку «ВВОД», при этом отобразится дата и время выбранной аварии. Просмотр следующего параметра осуществляется нажатием кнопки «ПРОСМОТР». Форматы

отображения соответствуют приведенным на рис 4...8 для основных и дополнительных параметров. После просмотра последнего параметра устанавливается режим селектора доступа.

#### 8.2.6. Установка времени и даты.

В данном режиме производится установка текущего времени и даты. Для перехода к этому режиму необходимо: войти в селектор доступа к ресурсам ( см. п. 8.2.4); ввести код доступа, разблокирующий защищенные ресурсы; установить курсор в позицию С; нажать кнопку «ВВОД». При этом установится режим ввода секунд см. рис.10.

Наименование	параметр
CL''	34

Наименование отображаемых параметров:

- CL'' - секунды;
- CL' - минуты;
- CLh – часы;
- CLd – число;
- CLE – месяц.

Рис.10. Установка текущего времени.

Для установки секунд следует с помощью кнопок «←» и «→» установить курсор (мигающий разряд) на символ, подлежащий изменению; с помощью кнопок «↓» и «↑» задать необходимое значение. При необходимости повторить действия для второго символа. Записать установленный код в часы текущего времени нажатием кнопки «ВВОД».

Переход к следующему параметру осуществляется нажатием кнопки «ПРОСМОТР». Форматы отображения информации для рассматриваемой группы параметров аналогичны приведенному на рис.10 и отличаются только содержанием поля наименование. Процедура установки параметров полностью соответствует приведенной выше.

После выбора последнего параметра на дисплее устанавливается режим селектора доступа.

#### 8.2.7. Установка настроечных параметров и коэффициентов калибровки измерительных каналов.

В этом разделе описана техника программирования параметров настройки и калибровки прибора содержащихся в энергонезависимой памяти (EEPROM). Выбор конкретных значений параметров приведен в разделе 9 .

С целью упрощения доступа все параметры сгруппированы в блоки по 16 параметров в каждом. Доступ к параметрам внутри блока производится последовательно.

Для вызова данного режима необходимо: войти в селектор доступа к ресурсам (см. п. 8.2.4); ввести код доступа, разблокирующий защищенные ресурсы; установить курсор в позицию У. При этом в позиции активного символа установится номер выбранного блока параметров. При необходимости возможно изменить номер блока с помощью кнопок «↓» и «↑». Нажать кнопку «ВВОД». На дисплее отобразится наименование начального параметра в группе и его значение см. рис.11. Номер параметра в поле наименование отображается в шестнадцатеричном коде (числу 10 соответствует символ А; 11-В и т.д.)



Рис.11. Установка настроечных параметров и коэффициентов калибровки измерительных каналов.

В этом состоянии оператор имеет возможность перейти к следующему параметру путем нажатия кнопки «ПРОСМОТР» или изменить значение параметра.

Для изменения параметра следует с помощью кнопок «←» и «→» установить курсор (мигающий разряд) на символ, подлежащий изменению; с помощью кнопок «↓» и «↑» задать необходимое значение; при необходимости повторить действия для остальных символов; записать установленный код в энергонезависимую память нажатием кнопки «ВВОД».

Внимание! При изменении значения символа межразрядные переносы и изменение знака параметра производится автоматически: (формируется знак «-», при уменьшении параметра меньше 0 и знак «+», при увеличении больше 0). Знак «+» при отображении не выводится.

После выбора последнего параметра на дисплее устанавливается режим селектора доступа.

#### 8.2.8. Тесты технологические.

В этой группе режимов отображается технологическая информация о состоянии прибора и обрабатываемых данных. Указанная информация может быть полезна при обслуживании, ремонте или программировании прибора. Режим защищен кодом доступа и рассчитан на подготовленного пользователя, знающего алгоритмы работы прибора и знакомого с принципами цифровой обработки информации.

Все параметры сгруппированы в блоки по 32 параметра в каждом. Доступ к параметрам внутри блока осуществляется последовательно.

Вызов режима производится из селектора доступа (см. п. 8.2.4), после выхода в который необходимо: ввести код доступа, разблокирующий защищенные ресурсы; установить курсор в позицию E, (при этом в указанной позиции установится номер выбранного блока параметров); с помощью кнопок «↓» и «↑» установить требуемый номер блока; нажать кнопку «ВВОД». На дисплее отобразится наименование начального параметра в группе и его значение см. рис.12. . Номер параметра в поле наименование, а также значения параметров в некоторых режимах отображения представлены в шестнадцатеричном коде.

Просмотр параметров следует производить с помощью кнопок «↓» - вызов следующего параметра и «↑» - возврат к предыдущему параметру.

Перечень параметров доступных в режиме технологических тестов с указанием адресов их размещения, форматов представления и краткой характеристики приведен в табл.3.

Выход из режима просмотра технологических тестов производится нажатием кнопки «ПРОСМОТР», при этом на дисплее устанавливается режим селектора доступа.

При отображении параметров групп E9...EB на дисплей выводится следующая дополнительная информация см рис 12 4),5):

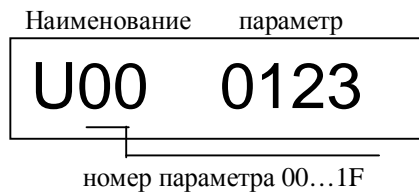
- засветка нижнего сегмента в четвертом разряде слева является признаком множителя x100 , т.е. данные, считываемые с экрана дисплея, должны быть умножены на 100;

- засветка верхнего сегмента в четвертом разряде свидетельствует о перегрузке измерителя или программы обработки. Данные, отображаемые в этот момент на дисплее не действительны.

- 1) Формат отображения технологических параметров группы E0 (16-и ричный код)



- 2) Формат отображения технологических параметров группы E1...E7 (10-ый код со знаком)



- 3) Формат отображения технологических параметров группы E8 (16-и ричный код)



- 4) Формат отображения технологических параметров группы E9 (десятичное число с плавающей запятой)



- 5) Формат отображения технологических параметров группы EA, EB (десятичное число с плавающей запятой)



Рис.12 Тесты технологические.

Таблица 3

№ п.п	Наименование параметра	Наименование на дисплее	Примечание
1	<u>Блок тестов E0</u> <u>Текущее состояние переменных задачи запуска</u> IA – исходный код IB – исходный код IC – исходный код	L00 L01 L02	16-и-ричный 2-х байтн код (дополнит.)
2	<u>Блок тестов E1</u> <u>Зафиксированные данные по каналу IA</u> 24 выборки.	U00...U17	10-ичный код 4 разр и знак
3	<u>Блок тестов E2</u> <u>Зафиксированные данные по каналу IB</u> 24 выборки.	U00...U17	Кус не учит. то же
4	<u>Блок тестов E3</u> <u>Зафиксированные данные по каналу IC</u> 24 выборки.	U00...U17	то же
5	<u>Блок тестов E4</u> <u>Зафиксированные данные по каналу IM</u> 24 выборки.	U00...U17	то же
6	<u>Блок тестов E5</u> <u>Зафиксированные данные по каналу UA</u> 24 выборки.	U00...U17	то же
7	<u>Блок тестов E6</u> <u>Зафиксированные данные по каналу UB</u> 24 выборки.	U00...U17	то же
8	<u>Блок тестов E7</u> <u>Зафиксированные данные по каналу UC</u> 24 выборки.	U00...U17	то же
9	<u>Блок тестов E8</u> <u>«Фотография» данных задачи запуска</u> IA, IB, IC - прямые сигналы IA', IB', IC' – задержанные сигналы IB+IA', IC+IB', IA+IC', IC+IA', IA+IB', IB+IC' IA1, IB1, IC1, IA2, IB2, IC2 – оценки I2*K, П+Ксм – проверка условия запуска ZAP, TS – переменные управления запуском AVARIY, VUGL – перем. селекции типа аварии RDLZ, RKAV –технол. константы RKCM, RK3F–технол. константы	P00... P03 P04 ... P06 P07 ...P0C P0D ...P12 P13 P14 P15 P16 P17	16-и ричный 2-х байтн код то же то же 2 – е перемен. 2 – е перемен 2 – е перемен 2 – е перемен 2 – е перемен

10	<p><u>Блок тестов E9</u></p> <p><u>Результаты расчетов токов и напряжений (не масштабированные)</u></p> <p>IAR, IAM</p> <p>IBR, IBM</p> <p>ICR, ICM</p> <p>UAR, UAM</p> <p>UBR, UBM</p> <p>UCR, UCM</p> <p>I2BR, I2BM</p> <p>I2CR, I2CM</p>	<p>F00... F01</p> <p>F02... F03</p> <p>F04 ...F05</p> <p>F06... F07</p> <p>F08... F09</p> <p>F0A...F0B</p> <p>F0C... F0D</p> <p>F0E... F0F</p>	<p>5- разрядов с в формате с плав. запятой</p>
11	<p><u>Блок тестов EA</u></p> <p><u>Результаты расчетов симметричных составляющих (не масштабированные)</u></p> <p>I1AR, I1AM</p> <p>I2AR, I2AM</p> <p>I0R, I0M</p> <p>U1AR, U1AM</p> <p>U2AR, U2AM</p> <p>U0R, U0M</p> <p>IMR, IMM</p> <p>LLLL – расстояние до повреждения</p>	<p>H00... H01</p> <p>H02... H03</p> <p>H04 ...H05</p> <p>H06... H07</p> <p>H08... H09</p> <p>H0A...H0B</p> <p>H0C... H0D</p> <p>H0E... H0F</p>	<p>5- разрядов с в формате с плав. запятой</p>
12	<p><u>Блок тестов EB</u></p> <p><u>Результаты расчетов (масштабированные)</u></p> <p>IAR, IAM</p> <p>IBR, IBM</p> <p>ICR, ICM</p> <p>UAR, UAM</p> <p>UBR, UBM</p> <p>UCR, UCM</p> <p>I1AR, I1AM</p> <p>I2AR, I2AM</p> <p>I0R, I0M</p> <p>U1AR, U1AM</p> <p>U2AR, U2AM</p> <p>U0R, U0M</p> <p>IMR, IMM</p> <p>KPI</p> <p>KPU</p>	<p>H00... H01</p> <p>H02... H03</p> <p>H04 ...H05</p> <p>H06... H07</p> <p>H08... H09</p> <p>H0A...H0B</p> <p>H0C... H0D</p> <p>H0E... H0F</p> <p>H10... H11</p> <p>H12... H13</p> <p>H14 ...H15</p> <p>H16... H17</p> <p>H18... H19</p> <p>H1A</p> <p>H1B</p>	<p>5- разрядов с в формате с плав. запятой</p>



## 9. Программирование прибора

### 9.1. Общие положения.

Программирование прибора включает в себя три процедуры:

- 1) определение и запись калибровочных коэффициентов для измерительных каналов;
- 2) запись параметров настройки прибора для работы с заданной линией электропередачи;
- 3) определение и запись поправочного коэффициента для системных часов.

### 9.2. Калибровка измерительных каналов прибора.

9.2.1. Процедура калибровки необходима для повышения точности работы прибора путем учета погрешностей (амплитудных и фазовых), вносимых измерительными каналами. Калибровка каналов производится путем умножения всех фазных токов и напряжений на калибровочные коэффициенты как комплексно сопряженных чисел. Калибровочные коэффициенты учитывают действительные комплексные коэффициенты передачи измерительных каналов и вычисляются на основании ряда экспериментов. Процедура калибровки поддержана специальной программой расчета калибровочных коэффициентов, которая работает на ПЭВМ класса РС в среде «Ехel».

При проведении калибровки каналов используется стандартный измерительный прибор «РЕТОМ-21» или прибор с аналогичными характеристиками.

Предприятие - изготовитель поставляют АФП-02, с установленными значениями калибровочных коэффициентов измерительных каналов и системных часов. Указанные данные записаны в энергонезависимой памяти прибора и внесены в приложение ... настоящего документа.

В процессе эксплуатации калибровку измерительных каналов рекомендуется производить после ремонта связанного с заменой измерительных трансформаторов, нагрузочных резисторов трансформаторов тока или элементов в узлах предварительной обработки модуля АЦП, а также в случае неудовлетворительных результатов проверки измерительных каналов, проведенной согласно п.9.3, п.9.5.

Программа расчета поправочных коэффициентов измерительных каналов поставляется по требованию заказчика.

9.2.2. Последовательность калибровки измерительных каналов должна соответствовать нижеприведенной.

1) Пользуясь методикой, изложенной п.8.2.7 установить настроечные параметры и начальные значения коэффициентов калибровки измерительных каналов в соответствии с табл.4.

Таблица 4

У00 = 0,200	У04 = 1,000	У08 = 0000	У0C = 0000
У01 = 0,500	У05 = 0001	У09 = 0000	У0D = 0000
У02 = 0,500	У06 = 0400	У0A = 0000	У0E = 0000
У03 = 1,000	У07 = 1000	У0B = 0000	У0F = 0000
У10 = 0000	У14 = 0002	У18 = 4000	У1C = 0000
У11 = 0024	У15 = 0000	У19 = 0001	У1D = 0000
У12 = 0023	У16 = 0000	У1A = 0000	У1E = 0000
У13 = 0030	У17 = 3000	У1B = 0000	У1F = 0000

ВГЛА.468214.019 ПС

У20 = 1,000	У24 = 1,000	У28 = 1,000	У2С = 1,000
У21 = 0,000	У25 = 0,000	У29 = 0,000	У2D = 0,000
У22 = 10,000	У26 = 10,000	У2А = 10,000	У2E = 10,000
У23 = 0,000	У27 = 0,000	У2В = 0,000	У2F = 0,000
У30 = 1,000	У34 = 1,000	У38 = 1,000	У3С = 1,000
У31 = 0,000	У35 = 0,000	У39 = 0,000	У3D = 0,000
У32 = 1,000	У36 = 1,000	У3А = 1,000	У3E = 1,000
У33 = 0,000	У37 = 0,000	У3В = 0,000	У3F = 0,000

2) Подключить АФП-02 к измерительному прибору «РЕТОМ-21» согласно схеме приведенной в приложении 4.

3) Установить ток, протекающий через токовые каналы АФП-02 равным 1,0А; напряжение на каналах измерения напряжения 50В и разность фаз между током и напряжением 0 град.

4) Произвести ручной запуск прибора. Пользуясь методикой, изложенной в п.8.2.8. зафиксировать значения параметров F00...F0B в блоке Е9 технологических тестов и параметры Н0С, Н0D в блоке ЕА технологических тестов (см табл.3).

5) Повторить п.п . 3), 4) четыре раза.

6) Установить ток, протекающий через токовые каналы АФП-02 равным 6 А; напряжение на каналах измерения напряжения 50В и разность фаз между током и напряжением 0 град.

7) Произвести ручной запуск прибора., зафиксировать значения параметров F00...F0B в блоке Е9 технологических тестов и параметры Н0С, Н0D в блоке ЕА технологических тестов .

8) Повторить п.п . 6), 7) четыре раза.

9) Внести снятые данные (в п.п.(3 ... 8)) в программу расчета. Рассчитанные значения коэффициентов коррекции записать в энергонезависимую память АФП-02 согласно п.8.2.7 (параметры У20...У3В).

10) Произвести контроль погрешности калибровки измерительных каналов. Для этого повторить п.п. 3), 4). Рассчитать амплитуды и фазы измеренных токов и напряжений по формулам:

$$I_a = \sqrt{F_{00}^2 + F_{01}^2}; \quad \varphi_{ia} = \arctg(F_{01}/F_{00})$$

$$I_b = \sqrt{F_{02}^2 + F_{03}^2}; \quad \varphi_{ib} = \arctg(F_{03}/F_{02})$$

$$I_c = \sqrt{F_{04}^2 + F_{05}^2}; \quad \varphi_{ic} = \arctg(F_{05}/F_{04})$$

$$I_m = \sqrt{H_{0C}^2 + H_{0D}^2}; \quad \varphi_{im} = \arctg(H_{0D}/H_{0C})$$

$$U_a = \sqrt{F_{06}^2 + F_{07}^2}; \quad \varphi_{ua} = \arctg(F_{07}/F_{06})$$

$$U_b = \sqrt{F_{08}^2 + F_{09}^2}; \quad \varphi_{ub} = \arctg(F_{09}/F_{08})$$

$$U_c = \sqrt{F_{0A}^2 + F_{0B}^2}; \quad \varphi_{uc} = \arctg(F_{0B}/F_{0A}), \text{ где:}$$

ВГЛА.468214.019 ПС

$I_x$  ,  $U_x$  - амплитудное значение токов и напряжений;

$\phi_{ix}$  ,  $\phi_{ux}$  - значения фаз токов и напряжений;

$F0X$ ,  $H0X$  – одноименные параметры, считанные с дисплея прибора в режиме технологических тестов.

Разница между рассчитанными значениями амплитуд токов должна быть не более 1%;

разница между рассчитанными значениями амплитуд напряжений должна быть не более 0,8%; фазы в каналах токов и напряжений и между каналами токов и напряжений не должны различаться более чем на 1 град.

Повторить п.п. 6), 7) и провести для полученных результатов расчеты по вышеприведенным формулам.

В случае неудовлетворительных результатов контроля повторить процедуру калибровки.

11) Вычислить масштабные коэффициенты тока и напряжения по формулам :

$$Y17 = K_{im} = 120 / (\sqrt{H00^2 + H01^2});$$

$$Y18 = K_{um} = 160 / (\sqrt{H06^2 + H07^2});$$

записать полученные значения в энергонезависимую память АФП-02 (параметры Y17, Y18).

### 9.3. Установка поправочного коэффициента для системных часов.

Коррекция хода системных часов производится автоматически один раз в сутки в 00 часов, 00 минут, 30 секунд путем изменения счетчика секунд в соответствии с установленным коэффициентом коррекции  $K_{cl}$ . Коэффициент коррекции численно равен суточной погрешности хода часов выраженной в секундах.  $K_{cl}$  имеет знак «-» при «забегании» часов и знак «+» при «отставании» (знак «+» при вводе опускается). Допустимый диапазон установки  $K_{cl}$  от -29 до 29.

Коэффициент коррекции хода часов записывается в энергонезависимой памяти. Адрес параметра

Y09. АФП-02 поставляется с установленным  $K_{cl}$ , значение которого записано в паспорте см. приложение хх.

При отключенном питании коррекция не работает.

Определение значения  $K_{cl}$  целесообразно совместить с электропрогоном прибора. Последовательность действий должна соответствовать нижеприведенной.

- 1) Установить значение  $K_{cl} = 0000$  (уставка Y09) согласно методике п.8.2.7.
- 2) Зафиксировать показания системных часов.
- 3) Обеспечить непрерывную работу прибора в течение времени не менее 24 часов.
- 4) Рассчитать суточный уход часов по формуле:

$$K_{cl} = 24 * (T_{эт} - T_{пр}) / T_k ; \text{ где:}$$

$T_{эт}$  – показания эталонных часов;

$T_{пр}$  – показания часов прибора;

$T_k$  – интервал контроля (час);

Округлить результат до ближайшего целого значения.

Полученное значение записать в качестве уставки Y09.

ВГЛА.468214.019 ПС

9.4. Адаптация прибора для работы с заданной линией электропередачи.

Настройка прибора для работы с конкретной линией электропередачи заключается в установке расчетных параметров линии (расчётных констант) и режима работы прибора.

При настройке прибора АФП требуется ввод следующих уставок (расчётных констант):

- R1 (Y00) – удельное активное сопротивление линии прямой последовательности (Ом/км);
- X1 (Y01) – удельное реактивное сопротивление линии прямой последовательности (Ом/км);
- R0 (Y02) – удельное активное сопротивление линии нулевой последовательности (Ом/км);
- X0 (Y03) – удельное реактивное сопротивление линии нулевой последовательности (Ом/км);
- XМ (Y04) – сопротивление взаимной индуктивности параллельной линии;
- $n_{TA}$  (Y06) – коэффициент трансформации измерительного трансформатора тока (о. е.);
- $n_{TU}$  (Y07) – коэффициент трансформации измерительного трансформатора напряжения (о. е.);

Указанные параметры являются паспортными характеристиками линии электропередачи.

Режим работы прибора задается следующими параметрами:

- PЗ (Y08) – режим запуска прибора;
- Кд (Y10) – код доступа к защищенным параметрам;
- Tз (Y11) – время задержки фиксации состояния линии после запуска (ед.=1/24 периода  $\approx 0,83$  мс);
- Ка (Y12) – кратность аварии (о. е.);
- Кс (Y13) – константа смещения порога запуска;
- Кзф (Y14) – порог запуска при 3-фазной аварии.

Параметр PЗ допускает установку кодов: 00, 01, 02, 03.

Код 00 соответствует режиму запуска 0- постоянная готовность запуска. В данном режиме прибор запускается при возникновении аварийной ситуации, производит фиксацию и обработку параметров аварии, после чего переходит в исходное состояние, если к этому моменту условия аварийной ситуации не были сняты, происходит повторный запуск.

Код 01 соответствует режиму запуска 1 – однократный запуск. В этом режиме после запуска и обработки информации прибор переходит в состояние срабатывания, в котором дальнейший контроль линии не производится. Перевод прибора в исходное состояние выполняется вручную.

Код 02 соответствует режиму запуска 2 – автоматического восстановления после запуска. В котором после запуска и обработки зафиксированной информации прибор продолжает контроль состояния линии, не производя далее фиксацию параметров. Переход в исходное состояние производится автоматически при снятии условий аварии (данный режим является основным).

Код 03 соответствует режиму запуска 3 – непрерывный запуск. Производится непрерывный запуск и обработка информации независимо от состояния линии.

Выбор режима производится исходя из конкретных условий эксплуатации. Для большинства практических случаев рекомендуется установить код 02.

Запуск прибора может быть заблокирован путем замыкания контактов «ВХ».

Код доступа Кд устанавливается лицом ответственным за эксплуатацию прибора с целью исключения несанкционированного доступа к настроечным параметрам. Кд задается в 16-и ричном виде; диапазон кодов ограничен одним байтом (т.е. от 00 до FF).

Параметр Tз задает время задержки фиксации состояния линии после прохождения запуска; одна единица соответствует 1/24 периода сетевой частоты ( $\approx 0,83$  мс). Допустимый диапазон установки Tз от 7 до

255 (5,8 мс...212,5 мс). Значение параметра подбирается экспериментально. Рекомендуемое значение от 12...36.

Уставки  $K_a$  (кратность аварии),  $K_c$  (константа смещения порога запуска) и  $K_{зф}$  (порог запуска при 3-фазной аварии) являются параметрами задачи управления автоматическим запуском прибора. Рекомендуемые значения  $K_a = 23$ ,  $K_c = 27$ ,  $K_{зф} = 02$ . Данные параметры могут быть изменены исходя из конкретных условий эксплуатации.

$K_a$  устанавливает чувствительность прибора к «несимметричным» авариям, увеличение  $K_a$  – повышает чувствительность.

$K_c$  устанавливает порог запуска прибора, снижение  $K_c$  снижает порог срабатывания но повышает вероятность ложного срабатывания по шумовым составляющим.

$K_{зф}$  является критерием запуска при трехфазных авариях . увеличение  $K_{зф}$  приводит к увеличению порога запуска по условиям трехфазных аварий.

#### 9.5. Проверка параметров настройки прибора

9.5.1. Правильность настройки АФП проверяется путем подачи на входные клеммы прибора токов и напряжений, соответствующих одному из видов короткого замыкания или нагрузки. При имитации короткого замыкания включение параметров производится толчком, при имитации нагрузки делается принудительный пуск. В качестве показаний следует принимать среднее значение, полученное в результате 10 последовательных запусков прибора по каждому пункту. Результаты проверки фиксируются в таблице Приложения 6. По полученным данным : расстоянию, токам и напряжениям оценивается качество настройки.

9.5.2. Проверка прибора производится в следующей последовательности.

9.5.3. Подключить АФП к прибору «РЕТОМ-21» согласно схеме проверки (см. Приложение 4).

9.5.4. Ввести в память прибора значения технологических уставок:

У00 = 0,100	У01 = 0,400	У02 = 0,400	У03 = 1,400
У04 = 0,800	У05 = 0,001	У06 = 0200	У07 = 2000
У08 = 0002	У09 = 0000	У10 = 0000	У11 = 0024
У12 = 0035	У13 = 0025	У14 = 0002	

3) Проверить пороги срабатывания прибора при различных видах КЗ (см. Приложение 6 п.1). При этом напряжения на всех входах должны быть установлены равными 0В, а токи плавно увеличиваться от 0 до момента срабатывания прибора (фиксируется по миганию индикатора ) поочередно для каждого канала и вида КЗ. Для проверки порога срабатывания двухфазных КЗ угол между фазами токов установить равным 180 град., для трехфазных КЗ – равным 120 град.. Увеличение амплитуды фазных токов производить синхронно. При необходимости следует откорректировать пороги срабатывания путем изменения уставок У12, У13, У14.

4) Проверить погрешность вычисления расстояния (L) при разных видах КЗ. (см. Приложение 6 п.2.1). Для этого следует поочередно установить следующие режимы на входах прибора: для однофазных аварий ток фазы 10А, напряжение 10В, разность фаз между током и напряжением 90 град (напряжение опережает ток); для двухфазных аварий токи фаз 10А, напряжения 10В, разность фаз между токами 180град и между токами и напряжениями одноименных фаз 90 град. (напряжение опережает ток).

5) Проверить характеристику  $L=f(U)$  прибора поочередно для каждой фазы (см. Приложение 6 п.2.2) . Контроль L следует производить для тока фазы= 5А, при напряжении фазы 10В и 0В; разность фаз между током и напряжением должна быть =90град. (напряжение опережает ток).

## ВГЛА.468214.019 ПС

б) Проверить характеристику  $L=f(\varphi)$  прибора поочередно для каждой фазы (см. Приложение 6 п.2.3) . Контроль L следует производить для тока фазы= 5А, напряжении фазы 10В и разности фаз между током и напряжением +30, 0 , -30 град.

7) Вычислить погрешности показаний прибора по формуле:

$$100*(L_{расч.- Линд.}) / L_{расч},$$

где  $L_{расч}$ . –расчетное расстояние (см Приложение 6) , км.;

Линд. – расстояние, отображаемое на дисплее прибора, км.

Для  $L_{расч}$ . = 0 следует фиксировать абсолютную величину погрешности.

8) Установить в память прибора значения рабочих уставок.

### 10. Порядок установки и подготовки прибора к работе

10.1. Перед установкой прибора следует произвести программирование прибора и проверку его технических характеристик в лабораторных условиях согласно методике п.9.

10.2 Габаритные размеры прибора приведены в приложении 2.

10.3. Место для установки АФП подготавливается в соответствии с разметкой для крепления (см Приложение 2). Прибор должен устанавливаться на заземлённые металлические конструкции, при этом необходимо обеспечить надёжный электрический контакт между панелью и винтами крепления.

10.3 Схема подключения прибора АФП – 01 приведена в приложении 3.

10.4. После длительного пребывания в нерабочем состоянии (более 5 суток) перед началом промышленной эксплуатации следует обеспечить непрерывную работу прибора в течении не менее 24 часов с целью зарядки внутреннего аккумулятора.

### 11.Порядок работы

11.1. При эксплуатации прибора АФП – 01, кроме требований данной инструкции, необходимо соблюдать общие требования, устанавливаемые инструкциями и правилами эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики энергосистем.

11.2. В дежурном режиме работы прибора на экране дисплея должен быть установлен базовый режим отображения (отображается текущее время) см. пп. 8.2.3. Данный режим устанавливается автоматически при включении питания или по истечению времени около 3 минут после последнего нажатия любой кнопки.

Срабатывание прибора индицируется путем мигающего свечения дисплея.

При срабатывании прибора оператор должен произвести:

1) Снятие показаний срабатывания.

2) Сброс срабатывания путем нажатия кнопки «↓».

Внимание! Процедура сброса срабатывания не влияет на информацию, записываемую в журнал аварий.

3) При необходимости просмотреть журнал аварий с целью исключения пропуска каскадного срабатывания прибора. В случае наличия незарегистрированных срабатываний снять их характеристики по записям в журнале аварий.

Снятие показаний производится по основным и дополнительным параметрам согласно методике пп.8.2.2, пп.8.2.3 соответственно.

Работа с журналом аварий изложена в разделе пп.8.2.5.

ВГЛА.468214.019 ПС

11.3. В процессе эксплуатации рекомендуется производить периодическое опробование прибора. Опробование производится путем ручного запуска прибора одновременным нажатием кнопок «←» и «→». Считывание основных и дополнительных параметров производится в обычном порядке. Информацию о расстоянии до места повреждения при этом не следует принимать во внимание. Снятые параметры должны соответствовать показаниям внешних приборов контролирующих работу линии.

## 12. Техническое обслуживание

12.1. Техническое обслуживание включает проверку при новом включении, профилактическое восстановление и профилактический контроль.

12.2. Проверку при новом включении проводят в полном объеме раздела пп 9.5 настоящего документа.

12.3. Профилактическое восстановление проводят с периодичностью 5 ... 6 лет в объеме пп. 9.2 ... 9.4.

12.4. Опробование (контроль) проводятся согласно пп. 11.3. Периодичность опробования один раз в 1-7 дней (уточняется потребителем).

## 13. Свидетельство о приемке

Прибор автоматической фиксации повреждений АФП – 02 , заводской номер \_\_\_\_\_ , соответствует комплекту технической документации и признан годным к эксплуатации.

Дата выпуска: " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Приемку произвел: \_\_\_\_\_

М.П. \ подпись \

#### 14. Сведения об упаковке

Прибор автоматической фиксации повреждений АФП-02, заводской номер\_\_\_\_\_ упакован согласно требованиям, предусмотренным конструкторской документацией.

Дата упаковки\_\_\_\_\_

Упаковку произвел\_\_\_\_\_

\ подпись \

Изделие после упаковки принял\_\_\_\_\_

\ подпись \

#### 15. Гарантийные обязательства

15.1. Изготовитель гарантирует соответствие прибора АФП-02 техническим характеристикам, приведенным в настоящем документе, при соблюдении потребителем условий эксплуатации.

Гарантийный срок эксплуатации 12 месяцев со дня ввода в эксплуатацию, но не более 24 месяцев со дня отгрузки.

#### 16 .Сведения о рекламациях

При отказе АФП-02 в период гарантийных обязательств потребителем должен быть составлен акт о необходимости ремонта. Неисправное изделие должно быть отправлено предприятию- изготовителю или его официальному представителю для ремонта или замены.

Все предъявленные рекламации, их краткое содержание и принятые меры по каждой рекламации регистрируются потребителем в таблице приложение.

АДРЕС ПРЕДПРИЯТИЯ - ИЗГОТОВИТЕЛЯ:

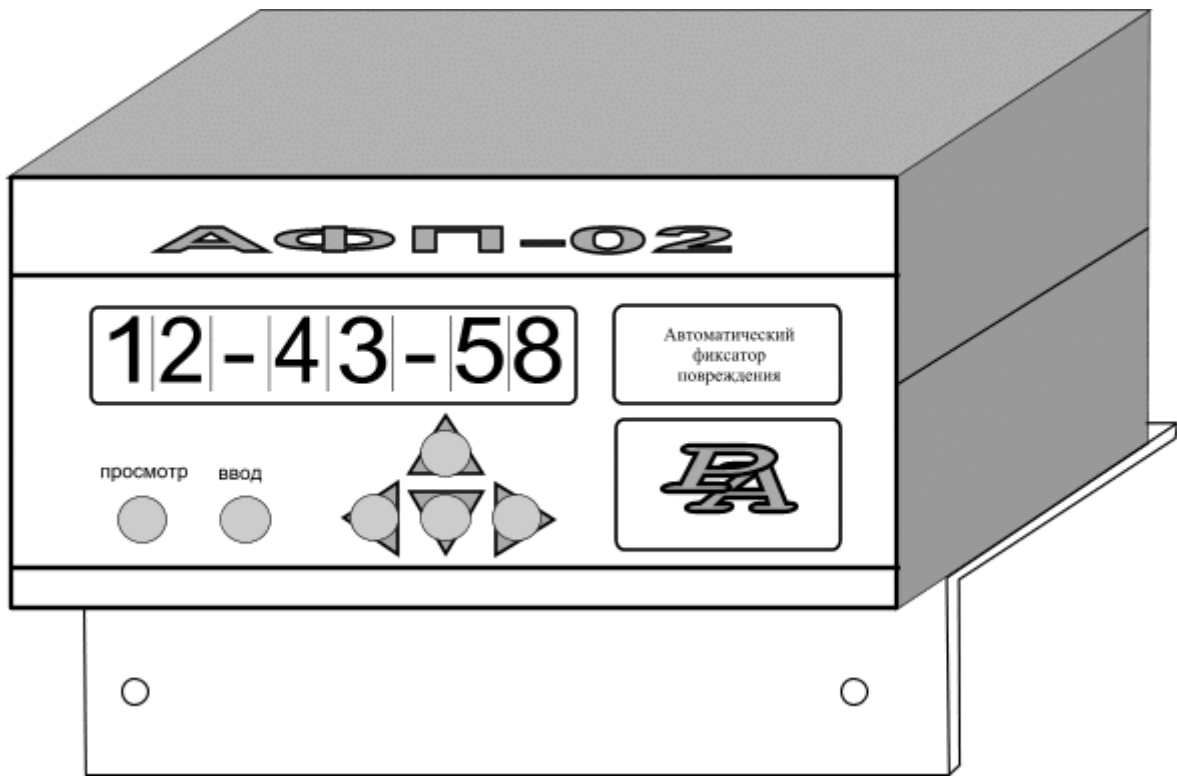
г. Брянск, ул. Майской стачки, д.6,  
НПП "РАДИОАВТОМАТИКА"  
тел. (0832)-55-84-07, 55-34-20



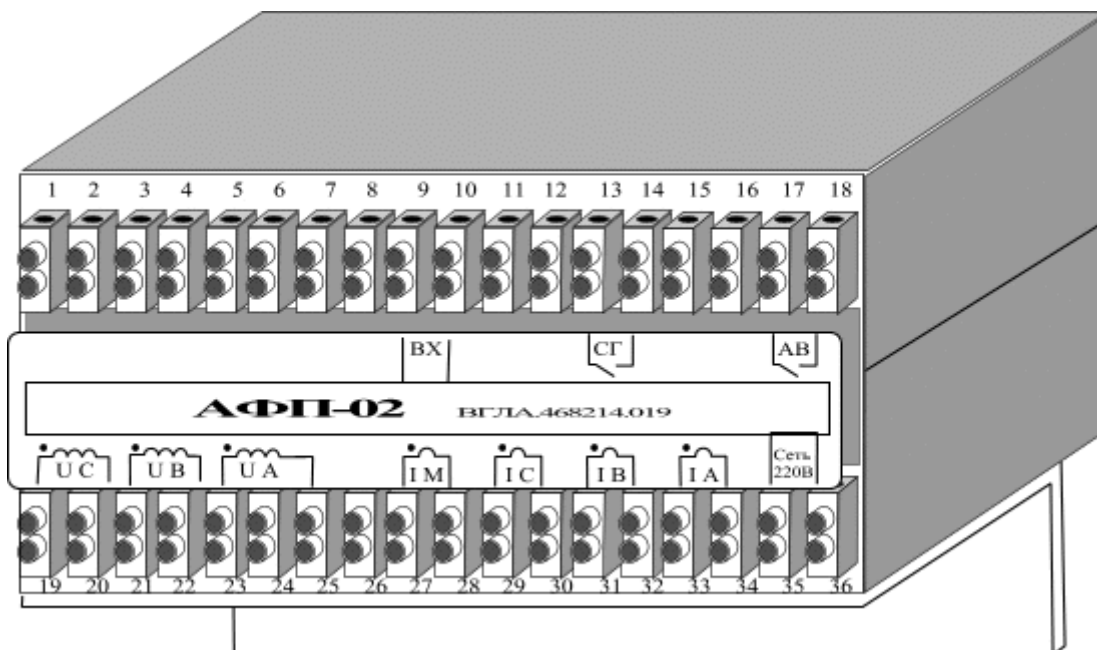
Таблица регистрации рекламаций.

Дата и номер рекл.	Краткое содержание рекламации	Отметка об удовлетвор. рекламации	Подпись ответственно го лица	Примечание

Вид прибора спереди



Вид прибора сзади



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Габаритные и установочные размеры прибора

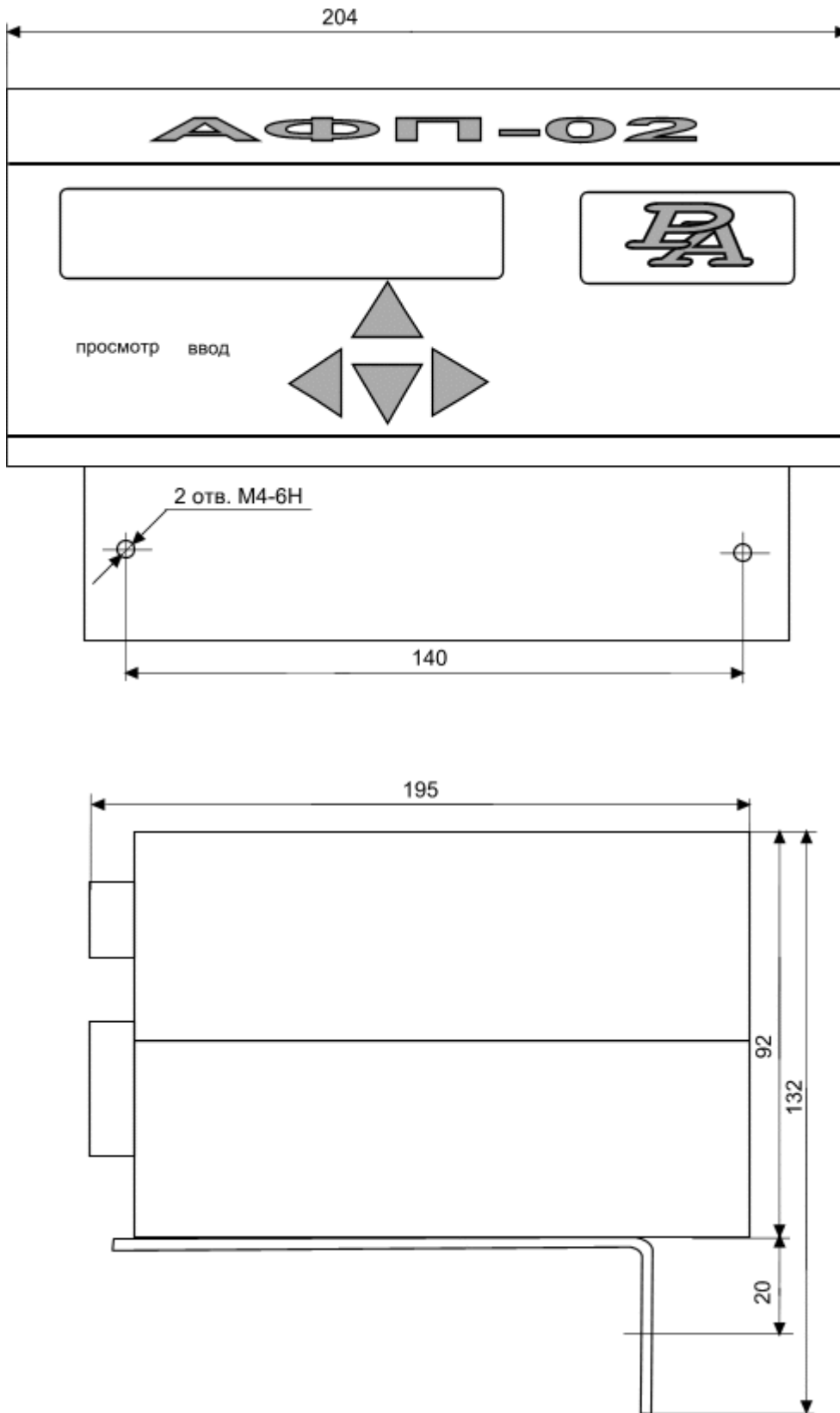


Схема подключения прибора

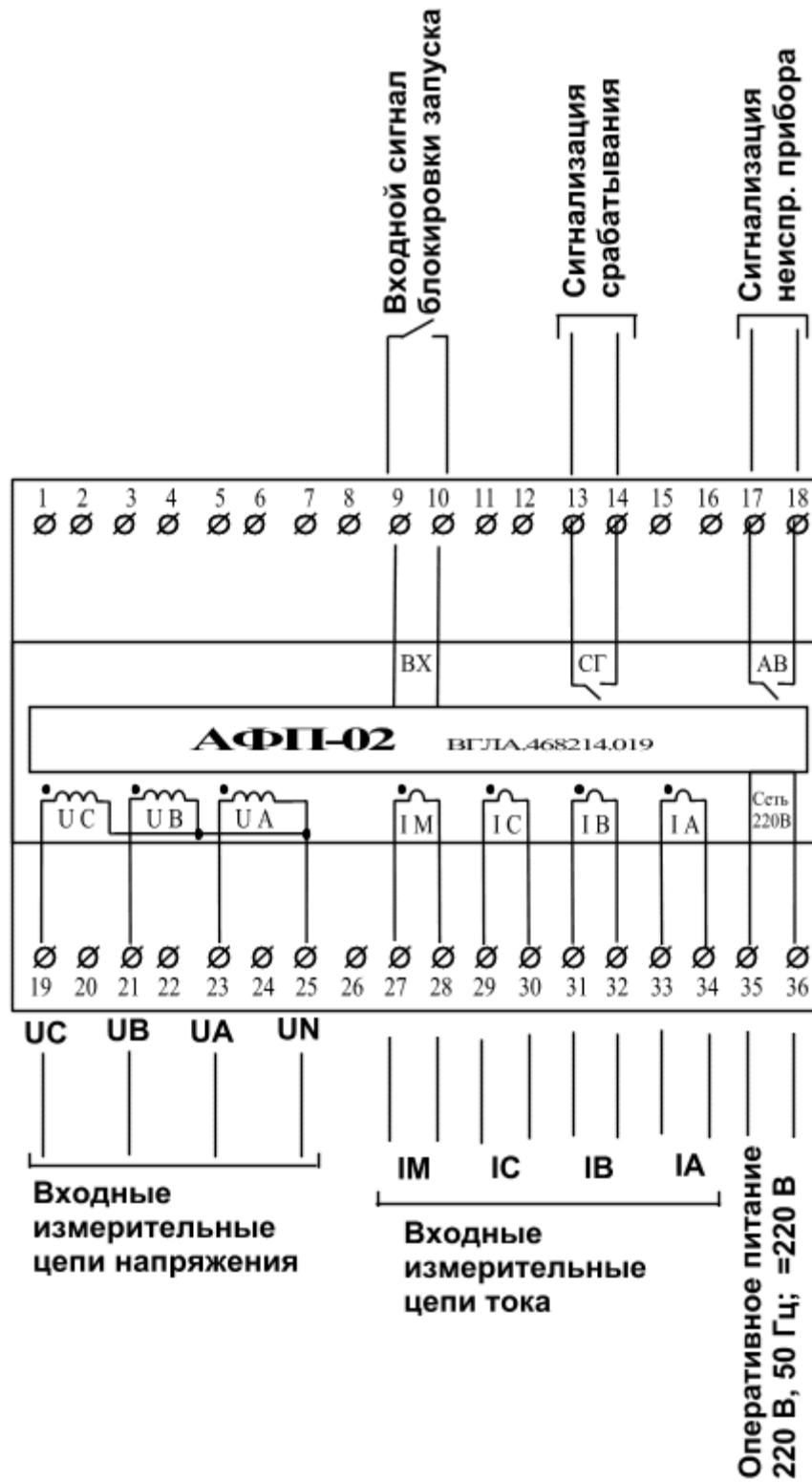


Схема калибровки прибора

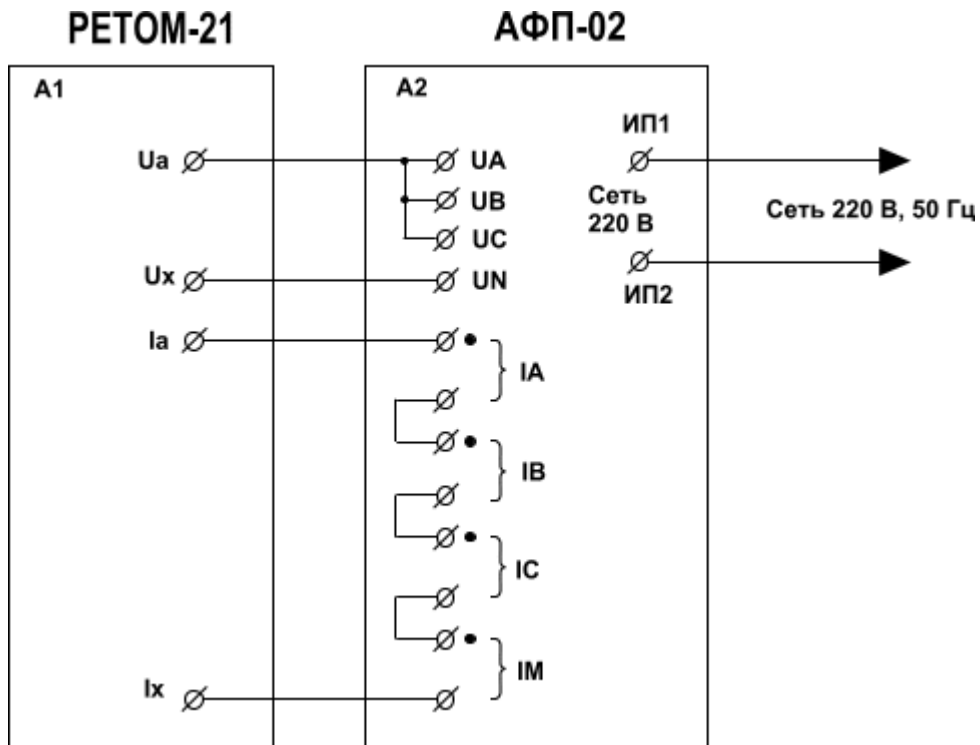
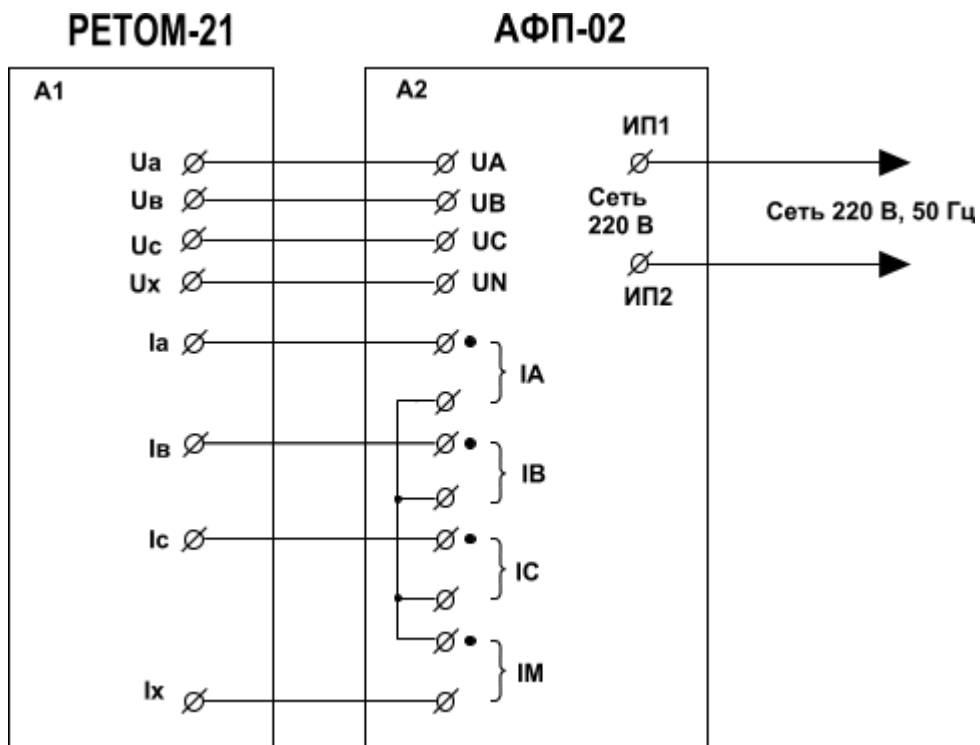


Схема проверки прибора



ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица настройки прибора

№ п.п	Обозначение параметра	Наименование параметра	Установленное значение
		<u>Характеристики линии</u>	
1	У00	R1 - удельное активное сопротивление прямой последовательности линии.	
2	У01	X1 - удельное реактивное сопротивление прямой последовательности линии.	
3	У02	R0 - удельное активное сопротивление нулевой последовательности линии.	
4	У03	X0 - удельное реактивное сопротивление нулевой последовательности линии.	
5	У04	ХМ – сопротивление взаимной индуктивности параллельной линии.	
6	У06	$n_{TA}$ - коэффициент трансформации измерительного трансформатора тока	
7	У07	$n_{TU}$ - коэффициент трансформации измерит. трансформатора напряжения	
		<u>Режим работы прибора</u>	
8	У08	РЗ - режим запуска прибора.	
9	У09	Ксl.- коэффициент коррекции часов	
9	У10	Кд - код доступа к защищенным парам.	
10	У11	Тз - время задержки фиксации.	
11	У12	Ка - кратность аварии.	
12	У13	Кс - константа смещения порога запуска.	
13	У14	Кзф - порог запуска при 3-фазной авар.	
14	У17	К <sub>im</sub> - масштабный коэффициент тока	
15	У18	К <sub>um</sub> - масштабный коэффициент напряж.	
16	У19	Ключ вычисления L	0001
		.	
		<u>Калибровочные коэффициенты</u>	
		<u>измерительных каналов</u>	
17	У20	Канал IA действ. сост. малый сигнал	
18	У21	Канала IA мнимая. сост малый сигнал	
19	У22	Канал IA действ. сост. больш. сигнал	
20	У23	Канала IA мнимая сост. больш. сигнал	

ВГЛА.468214.019 ПС

21	У24	Канал IB действ. сост. малый сигнал	
22	У25	Канала IB мнимая сост. малый сигнал	
23	У26	Канал IB действ. сост. больш. сигнал	
24	У27	Канала IB мнимая сост. больш. сигнал	
25	У28	Канал IC действ. сост. малый сигнал	
26	У29	Канала IC мнимая сост. малый сигнал	
27	У2А	Канал IC действ. сост. больш. сигнал	
28	У2В	Канала IC мнимая сост. больш. сигнал	
29	У2С	Канал IM действ. сост. малый сигнал	
30	У2D	Канала IM мнимая сост. малый сигнал	
31	У2Е	Канал IM действ. сост. больш. сигнал	
32	У2F	Канала IM мнимая сост. больш. сигнал	
33	У30	Канал UA действ. сост. малый сигнал	
34	У31	Канала UA мнимая сост. малый сигнал	
35	У32	Канал UA действ. сост. больш. сигнал	
36	У33	Канала UA мнимая сост. больш. сигнал	
37	У34	Канал UB действ. сост. малый сигнал	
38	У35	Канала UB мнимая сост. малый сигнал	
39	У36	Канал UB действ. сост. больш. сигнал	
40	У37	Канала UB мнимая сост. больш. сигнал	
41	У38	Канал UC действ. сост. малый сигнал	
42	У39	Канала UC мнимая сост. малый сигнал	
43	У3А	Канал UC действ. сост. больш. сигнал	
44	У3В	Канала UC мнимая сост. больш. сигнал	
45	У3С	Ключ выключения коррекции каналов	0000

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ПРОТОКОЛ ПРОВЕРКИ ПРИБОРА

1. Пороги срабатывания устройства при  $U=0$

A0	B0	C0	AB	BC	CA	ABC

2. Проверка алгоритма функционирования прибора

2.1. Показания АФП-02 при разных видах КЗ.  
(Режим измерения:  $U=10В$ ,  $I=10А$ ,  $\varphi=90$  эл. гр.)

Вид КЗ	AB	BC	CA	A0	B0	C0
L расч, км	25	25	25	10	10	10
L инд, км						
Погрешность %						

2.2. Характеристика  $L=f(U)$ .  
(Режим измерения:  $I=5А$ ,  $\varphi=90$  эл. гр.)

Напряжение	L расч, км	L инд, км			Погрешность, %		
		A0	B0	C0	A0	B0	C0
10	10						
0	0						

2.3. Характеристика  $L=f(\varphi)$ .  
(Режим измерения:  $U=10В$ ,  $I=5А$ )

$\varphi$ , эл. гр.	L расч, км	L инд, км			Погрешность, %		
		A0	B0	C0	A0	B0	C0
30	10						
0	0						
-30	-10						

Приемку произвел: